

Glaubenskriege ums Klima

geschrieben von Admin | 7. August 2024

Anmerkung der Redaktion

Immer wieder schreiben uns Leser an und wollen, dass wir zu bestimmten Themen Ihre Gedanken dazu veröffentlichen. Oft ist auch etwas sehr interessantes, zum gewählten Thema passendes, dabei. Beim folgenden Artikel waren wir uns aber nicht so sicher und überlassen Ihnen, dem Leser, die letzte Entscheidung. Im Vorfeld hierzu entspann sich eine inhaltliche Diskussion die nach Meinung der Redaktion das folgende Ergebnis hatte.

1. Der Autor versucht mittels Titel und anführender Ausführung dem „Treibhauseffekt“ zu belegen, obwohl schon der Begriff als solcher falsch ist. Herr Limburg hat dies u.a hier belegt. Wenn schon, dann müsste dieser Effekt bspw. Atmosphäreneffekt heißen, nach dem Vorschlag eines Lesers vor vielen Jahren.
2. In seinem Aufsatz vermischt der Autor in unzulässiger Weise die Thermodynamik (2. Hauptsatz) mit Strahlungsphysik (Strahlung ist keine Wärme). Und auch in anderen Punkten, die hier nicht behandelt werden sollen, ist die Definition „unscharf“.
3. Letztendlich versucht er, in einer Art Gottesbeweis nachzuweisen, dass der „Treibhauseffekt“ existiert, nur ist er zu gering, um bisher nachgewiesen zu werden.

Um allen Lesern, die auf die Versuche von Michael Schnell und Hermann Harde aber auch Martin Steiner verweisen, vorzubeugen, alle deren Beschreibung sind bekannt, akzeptiert und begründen trotzdem nicht den „Treibhauseffekt“, wie er bspw. in diesem Aufsatz – anders als in seiner hier genannten Definition (bspw. „konstant geheizt, etc.“ Wärme, die als Strahlung abgestrahlt, und im auf irgendeine Weise wieder – als Strahlung?- zugeführt wird) – beschrieben wird. U.a. wird hier auf das Buch von Michael Limburg verwiesen – Die Treibhaushypothese – alles Schall und Rauch

Last but not least. Kommentare sind erlaubt und erwünscht, Beleidigungen etc. werden komplett entfernt.

Von Dr. Eike Roth

Anlass für diese Wortmeldung sind zwei Beiträge eines „Quereinsteigers zur Klimaforschung“ am 26. und 27.07.2024 bei EIKE und die vielen Kommentare hierzu. Die Tendenz ist m. E. aber schon viel länger zu beobachten: Klimadiskussionen nehmen immer mehr die Form von Glaubenskriegen an. Aussagen über „unausweichliche katastrophale Folgen“, wenn wir so weitermachen wie bisher, werden immer weniger wissenschaftlich begründet, sondern einfach behauptet, geglaubt

(zumindest tut man so) und völlig unbeirrt vehement verteidigt, ganz egal, wie logisch und überzeugend Gegenpositionen vorgetragen werden. Diese Gegenpositionen finden ganz einfach kein Gehör, sie lösen nicht einmal Nachdenken aus, sondern höchstens Angriffe gegen die vortragenden Personen. „Glaube“ darf nicht hinterfragt werden, er muss aber immer wieder repetiert werden, um aufrecht erhalten werden zu können. Das bestimmt den Diskussionsverlauf. Klimaangst ist zur Religion geworden, die Wiederholung an die Stelle von Begründung setzt. Wenn „Glaube“ vorherrscht, gibt es klarerweise auch keine diskursiven Fortschritte.

Das Problem gibt es, wie gesagt, schon seit längerem. Zusätzlich verstärkt wird es m. E. aber dadurch, dass es in der „Klimadiskussion“ neben dieser Religion noch weitere Religionen gibt. Beispiele für unerschütterlichen Glauben, der immer wieder repetiert wird:

- Weil der Treibhauseffekt (THE) experimentell nicht bewiesen ist, gibt es ihn nicht.
- Weil der THE dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik widerspricht, kann es ihn nicht geben.
- Weil der THE auf Temperaturmittelwerten beruht und diese physikalischer Unsinn sind, kann es ihn nicht geben.
- Weil CO₂ kühlt, kann es den THE nicht geben.

Das wird zwar oft leicht unterschiedlich formuliert, ist m. E. aber immer genau so gemeint. Entsprechende Aussagen zeigen jedenfalls in meinen Augen vielfach die gleichen Religionsmerkmale wie oben bei der Klimaangstmache. Diese Aussagen werden nicht vorgebracht, um überprüft zu werden, sondern weil sie per se als richtig betrachtet werden. Zu diskutieren sind nur die Folgen, nicht die Begründungen. Gegenargumente prallen genauso völlig wirkungslos ab wie oben, jedenfalls lösen sie keine sachlichen Diskussionen aus, sondern höchstens Beschimpfungen der Vortragenden. Mit diesem Aufeinandertreffen von gegengerichteten Glaubenssätzen gibt es erst recht keine diskursiven Fortschritte.

Natürlich muss ich diese meine Beurteilung „Glaubenssätze“ noch näher begründen bzw. erläutern. Das kommt gleich, nur vorher noch ein paar Anmerkungen zur Definition des THE, weil eine diesbezügliche Klarstellung wohl Voraussetzung für eine erfolgreiche Diskussion ist.

Definition des THE

Definitionen gibt es viele. Aber auch da sind wir bereits mittendrin im nächsten Glaubenskrieg: Erstens, weil schon das Nebeneinander von Definitionen manchmal als Grund angeführt wird, warum Diskussionen zum THE nicht sinnvoll sein können. Das riecht sehr nach versteckter Gesprächsverweigerung, weil man ja nur präzisieren müsste, welche Definition man der weiteren Diskussion zugrunde legt.

Zweitens vor allem aber deswegen, weil die Definition oft ausdrücklich an Zahlenwerte geknüpft wird. Z. B. heißt es sinngemäß: „Der THE ist die

Zunahme der Temperatur der Erdoberfläche durch die Anwesenheit von CO₂ (und anderer Treibhausgase) in der Atmosphäre um 33 Grad gegenüber einem Zustand ohne Atmosphäre bzw. ohne diese Gase in ihr“. Das wird manchmal selbst gesagt, manchmal anderen in den Mund gelegt. Wohl gezielt, um dann auf diese „Definition“ etwa so reagieren zu können: „Diese 33 Grad sind kein in der Natur real vorhandener Wert, sondern nur ein mathematisch errechneter Wert auf der Basis unzulässiger Annahmen. Mit anderen Annahmen erhält man einen anderen Wert. Deswegen ist die gesamte Idee eines THE abwegig und zu verwerfen, der THE ist Unsinn“.

Die oben genannte Definition ist in meinen Augen prinzipiell unzulässig und die „Reaktion“ darauf ist es erst recht. Letzteres, weil aus einem eventuell falschen Zahlenwert nicht das Prinzip für ungültig erklärt werden darf. Wer das tut, statt zu versuchen, die richtige Höhe des Wertes klären, der will m. E. nur seine Meinung durch Wiederholung durchsetzen und ist an sachlichen Auseinandersetzungen nicht interessiert. Typisch für Glaubenskriege.

Damit zur Definition selbst: Ein bestimmter Zahlenwert, z. B. die genannten 33 Grad, kann vielleicht die Größe eines Effektes unter bestimmten Randbedingungen sein, als Definition muss der Effekt m. E. aber als solcher anhand seiner physikalischen Wirkungsweise beschrieben werden. Das könnte etwa so lauten:

Der „Treibhauseffekt“ ist die Erwärmung, die ein konstant beheizter Körper über seine Gleichgewichtstemperatur hinaus erfährt, wenn ihm ein Teil der von ihm zunächst abgestrahlten Wärme durch irgendeinen Effekt als „Gegenstrahlung“ wieder zugeführt wird.

Natürlich muss man dann noch genauer sagen, was man unter „Gegenstrahlung“ überhaupt versteht, dazu kommt weiter unten noch eine nähere Beschreibung. Hier sei nur kurz ausgesagt, dass damit jegliche Strahlung gemeint ist, die zum Körper hin erfolgt und in irgendeiner Form Folge der Abstrahlung des Körpers ist. Aber wie auch immer, die hier gemachte Definition ist als Hypothese formuliert und mit ihr ist der Effekt wenigsten vom Prinzip her falsifizierbar, also ist die Definition grundsätzlich zulässig. Sie gilt unabhängig davon, ob es den Effekt real gibt oder nicht. Für den Rest dieses Beitrages möge sie als Grundlage dienen.

Fehlender experimenteller Nachweis

Angebliche experimentelle Nachweise des THE gibt es viele. Die meisten sind wohl eindeutig falsch. Ob alle, kann m. E. offen bleiben. Das Entscheidende ist, dass es darauf nicht wirklich ankommt, weil ein postulierter Effekt prinzipiell nicht abgelehnt werden darf, nur weil er noch nicht experimentell bestätigt worden ist. Ein prominentes Beispiel

für eine späte Bestätigung ist wohl Einsteins Postulat der Relativitätstheorie. Das wurde 1905 aufgestellt, und, wenn ich mich richtig erinnere, erst 1919 anhand einer Sonnenfinsternis experimentell bestätigt.

Ein fehlender experimenteller Nachweis kann zwar ein Warnzeichen sein, mehr daraus ableiten zu wollen, sollte aber immer mit Vorsicht betrachtet werden. Und wenn der Nachweis einmal erfolgt ist, dann kann das vom Prinzip her immer nur ein provisorischer Nachweis sein, der durch nachfolgende Erkenntnisse auch wieder umgestoßen werden kann (wofür wieder die Relativitätstheorie als Beispiel herangezogen werden kann, die manche „experimentell gesicherten“ Erkenntnisse umgestoßen hat, jedenfalls in speziellen Bereichen). Noch wichtiger ist m. E. jedoch die Umkehrung: Die Nicht-Existenz eines Effektes kann wohl nie experimentell nachgewiesen werden, weil man ja vielleicht nur noch nicht das richtige Experiment gemacht hat, oder nur mit unzureichender Empfindlichkeit. So ist es vielleicht auch beim THE.

Zusammenfassend: Ein fehlender experimenteller Nachweis kann vielleicht fallweise als Beweis für die Kleinheit eines bestimmten Effektes dienen, zwingend logisch aber kann er nie als Beweis für die Nicht-Existenz des Effektes herangezogen werden. Wer das trotzdem macht, argumentiert aus einem Glauben heraus und nicht wissenschaftlich.

Widerspruch zum 2. Hauptsatz

Das Thema ist m. E. längst abgedroschen: Der 2. HS sagt nur etwas über Netto-Energieströme aus, die können „von selbst“ immer nur von warm nach kalt gehen. Zumindest beim Strahlungsaustausch setzen diese Netto-Energieströme sich aber immer aus zwei gegenläufigen Energieströmen zusammen, es gibt daher immer auch einen Energiestrom von kalt nach warm, nur ist der eben immer kleiner als der entgegen gerichtete. Und beim THE fließt Wärme netto immer nur von warm nach kalt: Von der Sonne zur Erdoberfläche, von der in die Atmosphäre und aus der in den Weltraum. Mit dem 2. HS gegen den THE zu argumentieren, ist m. E. das Paradebeispiel für argumentieren aus dem Glauben heraus, unter Missachtung aller wissenschaftlichen Erkenntnisse. Man biegt sich den 2. HS so zurecht, wie man es haben will, und betont die Konsequenzen, ohne die Auslegung des 2. HS sachlich zu diskutieren.

Temperaturmittelwerte

Zunächst einmal ist eine Mittelwertbildung immer ein mathematischer Vorgang unter Befolgung einer mathematischen Vorschrift und als solcher immer zulässig. Diskutieren kann man m. E. immer nur über die Aussagekraft eines solchen Mittelwertes. Die kann groß, oder klein, und fallweise auch null sein, was z. B. bei logischen Fehlern in ihrer Ableitung sicher so ist. An der prinzipiellen Zulässigkeit der Mittelwertbildung ändert sich auch nichts, wenn es mehrere mathematische

Vorschriften gibt, mit denen unterschiedliche Mittelwerte errechnet werden. Das wohl bekannteste Beispiel hierfür sind das geometrische und das arithmetische Mittel. Beide sind mathematisch völlig gleichberechtigt, und beide sind an sich richtig, nur der Verwendungszweck entscheidet, welches man nehmen soll.

Und auch scheinbar sinnlose Mittelwertbildungen können vielleicht doch ganz bestimmte Aussagen liefern. Als Paradebeispiel werden oft Telefonnummern herangezogen. Welchen Sinn soll schon ein Mittelwert von Telefonnummern machen? Aber immerhin kann man aus dem Mittelwert einer ausgewählten Menge von Telefonnummern vielleicht herausfinden, aus welchem Land diese Telefonnummern überwiegend stammen. Was einem das nützt, ist eine andere Frage, aber die Information könnte man jedenfalls prinzipiell erhalten.

Oder, was nutzt der Mittelwert von Hausnummern? Immerhin, wenn der Mittelwert für eine Straße z. B. über 100 liegt, dann kann man ziemlich sicher folgern, dass es sich um eine sehr lange Straße handelt. Es kommt eben immer darauf an, wofür man den Mittelwert braucht.

Häufig wird speziell zur Temperatur gesagt, weil diese eine intensive Größe ist (unabhängig von der betrachteten Stoffmenge, im Gegensatz zu beispielweise dem Gewicht, das mit der betrachteten Stoffmenge zunimmt und damit eine extensive Größe ist), dürfe man bei ihr keine Mittelwerte bilden. Und weil der THE aus Mittelwerten der Temperatur abgeleitet wird, wäre er prinzipiell ein Unsinn und jede Argumentation mit ihm entbehrte jeder Grundlage. Aber genau das ist Unsinn. Selbstverständlich darf man Temperatur-Mittelwerte bilden, man muss nur dazusagen, a) nach welcher mathematischen Vorschrift man mittelt, und b), bei jeder aus solch einem Mittelwert abgeleiteten Aussage muss darlegen, warum diese Aussage in konkreten Fall auch berechtigt ist. Aus beidem ergibt sich dann Sinn oder Unsinn der Mittelwert-Aussage.

Ein paar Beispiele: Natürlich ist es schwierig, für einen bestimmten Ort ein „richtiges“ Jahresmittel der Temperatur anzugeben. Wie mittelt man über welche Messungen? Und wenn man bei zwei Orten entscheiden will, welcher denn der wärmere ist, dann sind Jahresmittelwerte zwar immer noch viel aussagekräftiger als Einzelmesswerte, aber bei einem knappen Ergebnis kann dieses sehr unsicher sein. Wenn es sich jedoch um einen Ort am Äquator und einen am Polarkreis handelt und man nur klären will, welcher denn welcher ist, dann dürfte das über die Jahresmittelwerte der Temperatur immer ausreichend genau möglich sein. Entscheidend ist immer, was man untersuchen will. Und wenn man solche Jahresmittelwerte bei unveränderten Ermittlungsbedingungen über längere Zeit verfolgt, dann sollte man auch recht zuverlässig aussagen können, ob es an diesem Ort wärmer oder kälter wird. Wenn man das aber nicht für konkrete Orte, sondern für ganze Länder oder gar für die Erde als Ganzes machen will, wenn man also zusätzlich auch über ausgedehnte Flächen mittelt, dann werden die Ungenauigkeiten immer größer und die Anforderungen an die Begründung einer Aussage werden immer anspruchsvoller.

Aber anspruchsvoll ist keine Berechtigung für eine grundsätzliche Ablehnung. Wer trotzdem eine solche fordert, der argumentiert nicht, um die Sache zu klären, sondern um seine Ansicht wie die einer Obrigkeit durchzusetzen. Oder er urteilt aus seinem Glauben heraus, nicht auf wissenschaftlicher Basis. Wissenschaftlich darf man immer mitteln, bei allen Größen, nur muss das, was man daraus ableitet, wissenschaftlich begründet werden.

Kein THE, weil CO₂ kühlt?

Wärmt CO₂, oder kühlt es? Entscheidend zur Beantwortung dieser Frage ist die Eigenschaft von CO₂, IR-Strahlung bestimmter Wellenlängen zu absorbieren. Denn ein Stoff, der absorbiert, der emittiert auch, unvermeidbar, das sagt die Physik. Im Gleichgewicht emittiert er gleich viel, wie er absorbiert. In der Atmosphäre absorbiert CO₂ vor allem Strahlung, die von unten (aus Richtung der Erde) kommt (und die ohne CO₂ ungehindert in den Weltraum entweichen würde). Die Emissionen des CO₂ erfolgen dann aber ungerichtet, also je zur Hälfte zurück in Richtung Erde und nach außen, in Richtung Weltraum. Die in Richtung Erde gehende Strahlung heißt infolge ihrer Richtung „Gegenstrahlung“. Es gibt sie immer, wenn es CO₂ in der Atmosphäre gibt. Soweit sie von der Erdoberfläche absorbiert wird (was wohl immer größtenteils der Fall ist), führt sie dieser Energie zu (Energieerhaltung nach dem 1. HS!). Sie erwärmt die Erdoberfläche also zusätzlich zur Sonneneinstrahlung, unvermeidbar! Diese Erwärmung heißt „Treibhauseffekt“ (siehe die Definition weiter oben). CO₂ in der Atmosphäre erwärmt daher eindeutig die Erdoberfläche und kühlt sie nicht ab.

Aber das ist noch nicht das Ende. Denn dieses CO₂ in der Atmosphäre sendet, wie gesagt, gleichzeitig auch Strahlung in den Weltraum aus. Das kühlt den Ort der Aussendung, also die obere Atmosphäre. Mit der Erwärmung der Erdoberfläche (dem THE) untrennbar verbunden ist daher eine Kühlung der oberen Atmosphäre. Anders ausgedrückt: Mit dem THE erwärmt CO₂ die Erdoberfläche und kühlt gleichzeitig die obere Atmosphäre. Die beiden Effekte schließen sich nicht gegenseitig aus, im Gegenteil, es gibt sie nur gemeinsam. Und es gibt sie immer, wenn CO₂ (oder andere Treibhausgase) in der Atmosphäre vorhanden ist.

CO₂ bewirkt aber noch einen zweiten Effekt, neben dem THE: Wärme wird von der Erdoberfläche nicht nur abgestrahlt, sondern auch durch Leitung, Konvektion und vor allem durch Verdunstung (als „latente Wärme“) in die Atmosphäre eingetragen. Dadurch erwärmt sich die Atmosphäre. Ohne CO₂ (und ohne andere Treibhausgase) kann diese Wärme nicht aus der Atmosphäre in den Weltraum abgegeben werden, auch nicht teilweise. Sie kann daher nur materiegebunden (z. B. durch Regen) wieder zurück zur Erdoberfläche geleitet werden. Dann kann wieder neue Wärme in die Atmosphäre eingebracht werden, die dann aber auch wieder vollständig zurück kommt. Ohne CO₂ wird das Temperaturgleichgewicht der Erdoberfläche ausschließlich durch Strahlungsaustausch hergestellt.

Ist jedoch auch CO₂ (und andere Treibhausgase) in der Atmosphäre vorhanden, dann nimmt dieses die Temperatur der umgebenden Atmosphäre an und aufgrund seiner Temperatur strahlt es dann, wie gesagt, in alle Richtungen gleich stark. Es strahlt also nicht nur, weil es IR-Strahlung von der Erdoberfläche absorbiert, sondern auch, weil es durch diese anderen Effekte Wärme von der Erdoberfläche erhält. Es bewirkt also, zusätzlich zum THE, dass ein Teil der durch Leitung, Konvektion und Verdunstung in die Atmosphäre eingebrachten Wärme von dort in den Weltraum abgegeben wird. Damit ist ein zweiter Wärmeabfuhrpfad von der Erdoberfläche in den Weltraum eröffnet: Neben über Strahlung geht das nun auch per Leitung, Konvektion und Verdunstung (bis in die obere Atmosphäre, von dort geht es natürlich auch nur per Strahlung weiter, aber diese gibt es eben nur durch das CO₂). Das Temperaturgleichgewicht der Erdoberfläche wird durch beide Wärmeabfuhrpfade zusammen hergestellt.

Weil in diesem zweiten Pfad die latente Wärme mit Abstand den größten Beitrag liefert, habe ich in (Lit. 1) hierfür die Bezeichnung „Latentwärmeabfuhreffekt“ (LWE) verwendet, in Anlehnung bzw. im Gegensatz zum THE. Und ich habe die Vermutung geäußert (und begründet), dass bei relativ kleinen CO₂-Konzentrationen der THE überwiegt (weswegen es heute auf der Erde wärmer ist als ohne THE), dass der LWE aber mit steigender Konzentration schneller wächst, sodass er ab einer bestimmten Konzentration überwiegen sollte. Unterhalb dieser Konzentration wird es daher mit zunehmender Konzentration wärmer, oberhalb wird es kühler. Wo dieser Umkehrpunkt ist, kann m. E. heute niemand gesichert sagen. Gefühlsmäßig neige ich zur Ansicht, dass wir nicht mehr weit davon entfernt sind, aber harte Argumente dafür habe ich nicht.

Damit lässt sich die Frage „Kein THE, weil CO₂ kühlt?“ klar mit einem Nein beantworten. Der THE erwärmt eindeutig (bei gleichzeitigem Abkühlen der oberen Atmosphäre), und selbst wenn der LWE überwiegt, dann ist er nur größer, ohne den THE auszuschalten. Die unreflektierte Aussage, kein THE, weil CO₂ kühlt, wird nur von Glauben getragen, wissenschaftlich ist sie m. E. eindeutig nicht haltbar. Sie trotzdem zu wiederholen, heißt, sich mit einem Glaubenskrieg zufrieden zu geben.

Schlussbemerkungen

Ein Grund, warum die Klimadiskussion nicht vom Fleck kommt, scheint mir darin zu liegen, dass sehr viele Wortmeldungen nur Glaubensbekenntnisse sind, die der eigenen Meinung durch Wiederholung zum Durchbruch verhelfen sollen, ohne auf die Gegenargumente sachlich eingehen zu wollen. Leider gilt das für viele Wortmeldungen auf allen Seiten. Können wir es wirklich nicht besser?

Irgendjemand hat einmal gesagt, dass viele Wege nach Rom führen, wir sollten möglichst alle probieren, die Vielfalt wäre ein wichtiger Erfolgsfaktor. Mag sein, ich glaube, dass nur ein solcher Weg

erfolgreich sein kann, der weniger auf Wiederholungen baut, sondern vor allem durch seine Sachargumente überzeugen kann. Den Weg sollten wir suchen. Allerdings pragmatisch: Das heißt, wir sollten uns auch überlegen, welche Punkte zwar vielleicht wissenschaftlich interessant sein mögen, für die „Lagebeurteilung“ insgesamt aber nur untergeordnete Bedeutung haben. Diese Punkte können wir dann in der Diskussion etwas zurückstellen. Ein Beispiel hierzu: Ob es auf der Erde ohne Atmosphäre (oder ohne Treibhausgase in ihr) minus 18, oder minus 100 Grad hat, oder noch kälter ist, erachte ich als ziemlich nachrangig. Wir verdanken den Treibhausgasen und damit dem THE wohl auf jeden Fall eine bewohnbare Erde (was trivialerweise noch nichts über die Breite des „Fensters der Bewohnbarkeit“ aussagt). Wir sollten den THE prinzipiell loben, ihn rundweg abzulehnen, liegt m. E. sehr nahe am Verteufeln, was wieder der Religion zuzuordnen wäre.

Die Kehrseite der Medaille ist, dass wir nicht darum herumkommen, uns der mühsamen Diskussion über die reale Größe des THE bei zunehmender CO₂-Konzentration zu stellen. Der einfache Ausweg „den THE gibt es nicht“, gibt es m. E. nicht. Der relativ einfachste Weg, den ich sehe, besteht darin, klarzustellen, dass das viele CO₂ in der Atmosphäre gar nicht „menschengemacht“ ist, sondern überwiegend aus natürlichen Quellen stammt. Dann kommt es auf die exakte Klimawirksamkeit des CO₂ nicht mehr so sehr an. Das ist aber ein ganz anderes Thema, m. E. allerdings eher erfolgreich, siehe die diversen Beiträge und Diskussionen hierzu bei EIKE. Für Interessierte noch ein paar Literaturzitate (Lit. 2-10).

Literatur

1. Roth, E. (2019): Probleme beim Klimaproblem – Ein Mythos zerbricht. *BoD-Verlag Norderstedt* 2019, ISBN 978-3-7481-8275-7, E-Book 978-3-7494-0328-8.
2. Roth, E. (2020): Abgesagt! Dem Klimanotstand bricht die Basis weg. *BoD-Verlag Norderstedt* 2020, ISBN 978-3-7526-4764-8, E-Book 978-3-7526-55308-8.
3. Roth, E. (2022): Das große Klimarätsel: Woher kommt das viele CO₂? *BoD-Verlag Norderstedt* 2022, ISBN 978-3-7562-2033-5, E-Book 978-3-7562-5347-0.
4. Roth, E. (2023): Climate: Man or Nature? A Contribution to the Discussion. *Science of Climate Change*, Vol. 3.5 (2023), pp. 521-542, <https://doi.org/10.53234/scc202310/40>
5. Roth, E. (2024): The Physics of the Carbon Cycle: About the Origin of CO₂ in the Atmosphere. Authorea. March 15, 2024. DOI: 10.22541/au.171053031.12464953/v1
6. Berry, E. X: (2019): Human CO₂-Emissions Have Little Effect on Atmospheric CO₂“, *International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences*, Vol. 3, No. 1, 2019, pp. 13-26; doi: 10.11648/j.ijaos.20190301.13.
7. Harde, H. (2017): Scrutinizing the carbon cycle and CO₂ residence time in the atmosphere. *Global Planetary Change* 152, 19–26.

<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.02.009>

8. Harde, H. (2019): What Humans Contribute to Atmospheric CO₂: Comparison of Carbon Cycle Models with Observations, Earth Sciences, Vol. 8, No. 3, 2019, pp. 139-159. doi: 10.11648/j.earth.20190803.13.
9. Harde, H. & Salby, M. (2021): What Controls the Atmospheric CO₂-Level?, Science of Climate Change, Vol. 1, No. 1, August 30, 2021, pp. 54-69, DOI: 10.53234/scc202106/22
10. Salby, M. (2018): What is Really Behind the Increase of Atmospheric CO₂?, Lecture at Helmut Schmidt Universität, Hamburg, 10.10.2018. <https://youtu.be/b1cGqL9y548?feature=shared>