

Klimalatein für Laien 4

geschrieben von Admin | 18. März 2023

Fühlen Sie sich hilflos, wenn Sie versuchen, den Wahrheitsgehalt der Behauptungen über den drohenden Weltuntergang zu beurteilen, mit denen wir ständig bombardiert werden? Für normale Bürger, die nicht mindestens einen Dokortitel in Atmosphärenphysik oder vergleichbaren klimarelevanten Wissenschaften erworben haben, scheint es fast unmöglich zu sein, bei der Bewertung solcher Behauptungen richtig von falsch zu unterscheiden. „Reflektieren“ die so genannten Treibhausgase wirklich so viel Infrarotenergie auf die Erde zurück, dass sich dies auf die Temperatur der Erde auswirkt? Geben Sie nicht auf, die relevanten Grundlagen zu verstehen, es gibt einen recht einfachen Weg, sich ein Bild davon zu machen, worum es hier geht. Auch ohne einen wissenschaftlichen Hintergrund haben die meisten Menschen zumindest einen gesunden Menschenverstand. Und das ist alles, was man braucht, um zu verstehen, wie Energie zwischen der Erdoberfläche und dem Himmel hin und her fließt.

Von Fred F. Mueller

Teil 4

Vorangegangene Kapitel siehe Teil 1¹⁾, Teil 2²⁾, Teil 3³⁾ .

In diesem Kapitel befassen wir uns damit, wie stark Wolken die Energiebilanz der Erde über längere Zeiträume hinweg beeinflussen, und mit den „Ewigkeits“-Behauptungen in Bezug auf die Verweildauer von CO₂ in der Atmosphäre.

Längerfristige Auswirkungen von Wolken

Der Deutsche Wetterdienst (DWD)⁴⁾ hält sich bekanntlich strikt an die IPCC-Dogmen zum Klimawandel. Zur Wirkung von Wolken auf den Strahlungshaushalt teilt er mit, dass „Wolken...eine kühlende Wirkung im kurzwelligen (SW, Shortwave) bzw. eine wärmende Wirkung im langwelligen (LW, Longwave) Bereich“ haben. Der resultierende Nettoeffekt von Wolken auf die Strahlungsbilanz wird mit etwa -20 Wm^{-2} angegeben, gemittelt über den gesamten Globus. Demnach verringert eine Zunahme der Wolkenbildung derzeit den Energieeintrag an der Erdoberfläche, d.h. dass Wolken für eine Abkühlung des Klimas sorgen.

Nahezu identische Bewertungen kommen von der US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Auch deren Spezialisten überwachen die Strahlungseffekte von Wolken⁵⁾ (CRE, Cloud Radiative Effect), indem sie die Strahlung in bewölkten und unbewölkten Regionen vergleichen. Sie kommen zu dem Schluss, dass Wolken eine globale jährliche kurzwellige

CRE von etwa -50 W/m^2 ausüben, während ihre langwellige CRE $\sim 30 \text{ W/m}^2$ beträgt. Der resultierende globale mittlere CRE ist somit etwa -20 W/m^2 . Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass die kühlende Wirkung mehr als sechsmal höher liegt als die $+3,222 \text{ W/m}^2$, die den „echten Treibhausgasen“ zugeschrieben werden. Diesbezüglich deckt sich die NOAA-Beurteilung mit derjenigen des DWD.

Allerdings weist der NOAA-Text einige bemerkenswerte rhetorische Besonderheiten auf, denn nach dieser nüchternen Feststellung geht der Beitrag plötzlich zu eher nebulösen Aussagen über. Möglicherweise ist es den Verfassern peinlich, dass ihre Fakten mit dem offiziellen Klima-Mantra kollidieren, das ihre Organisation im Einklang mit der IPCC-Doktrin verbreitet. In sorgfältig formulierten Sätzen warnen sie davor, dass aufgrund der großen Größenordnung dieser SW- und LW-CRE-Effekte das Vorzeichen der Wolkenrückkopplung auf den Klimawandel nicht aus den Ergebnissen aktueller Klimamessungen bestimmt werden könne. Dieses Vorzeichen hänge davon ab, wie variabel (verwendet wird das Wort „sensitive“) die Eigenschaften sind, welche den LW- und SW-CRE bestimmen. Letztlich relativieren sie damit ihre eigenen Ergebnisse. Abschließend stellen sie fest, dass Schätzungen der Wolkenrückkopplung „ein Verständnis auf Prozessebene und eine Modellierung der nicht trivialen Faktoren, von denen die Wolken abhängen, erfordern“. Krönender Abschluss dieser Verschleierungsübung ist dann: „Da Wolken die allgemeine Zirkulation und den Wasserkreislauf durch ihre Wechselwirkungen mit der Atmosphäre, dem Ozean und dem Land verändern, werden umfassende globale Klimamodelle als ein entscheidendes Instrument in unserem Streben nach einem angemessenen Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Wolken und Klima angesehen“. Mit anderen Worten: Die Leser werden aufgefordert, den derzeit vorgestellten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu misstrauen und stattdessen auf neue Klimasimulationssoftware zu warten. Eine Bescheidenheit, die so manchen der ständig lautstark „Klimakatastrophe“ schreienden Vorkämpfern ihrer Zunft gut anstehen würde.

Wolken realistisch modellieren?

Auch wenn manche Klimawissenschaftler vollmundig behaupten, man könne Wolken heutzutage realistisch in Klimamodellen berücksichtigen, bleibt dies ein Bereich, in dem die Wissenschaft noch längst nicht „settled“ ist, sondern noch hoher Bedarf an Forschungsanstrengungen ⁶⁾ besteht. Insofern hat sie vielleicht etwas mit der Entwicklung der Kernfusion gemeinsam: Der Zeitrahmen bis zum Erreichen des Ziels ist dynamisch an das aktuelle Datum gekoppelt, welches sich jedes Mal, wenn danach gefragt wird, erneut verschiebt. In Wirklichkeit steckt die Modellierung der Wolkenentstehung und -entwicklung noch in den Kinderschuhen, und das wird nach Ansicht vieler Fachleute wohl auch noch eine ganze Weile so bleiben. Neben dem Vorhandensein von übersättigtem Wasserdampf ist ein weiterer entscheidender Faktor für die Wolkenbildung die Art und räumliche Dichte von Aerosolpartikeln, die als Keimzellen für die

Bildung von Wassertröpfchen benötigt werden. Unter oberflächennahen Bedingungen finden Wassertröpfchen z.B. auf Oberflächen genügend Keime, um bei Unterkühlungen von nur wenigen °C unter dem Taupunkt Wassertröpfchen oder Eiskristalle zu bilden. In großer Höhe kann die erforderliche Unterkühlung jedoch leicht unter -10 °C oder sogar unterhalb von -30 bis -40 °C liegen. Dies lässt sich beobachten, wenn Flugzeuge in großer Höhe Kondensstreifen erzeugen: Die winzigen Rußpartikel ihrer Abgase dienen als Keimzellen für Wasserdampfmoleküle, welche die Gelegenheit ergreifen, um sie herum Eispartikel zu bilden, siehe Abb. 2.



Abb. 2. Ein Passagierflugzeug in großer Höhe. Die winzigen Rußpartikel aus den Turbinen werden vom übersättigten Wasserdampf der Umgebungsluft gerne als Kondensationskerne angenommen. Die daraus resultierenden Kondensstreifen bestehen aus winzigen Eisparkeln

Eine realistische Bewertung der Dichte und der Eigenschaften der Aerosole, die für die Entstehung von Wolken in den Höhen erforderlich sind, in denen Wolken existieren, würde Instrumente von einer Qualität und in einer Zahl erfordern, die nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft kaum zu erreichen sind. Selbst dann gäbe es noch keine historischen Aufzeichnungen.

Wolken stellen somit eine noch ungelöste Herausforderung für die Klimamodellierung dar. Sie leisten einen eigenen und zudem besonders

starken Beitrag zur Energiebilanz der Erdoberfläche. Dieser Beitrag addiert sich eigenständig zu demjenigen, der den „Treibhausgasen“ – inklusive des Wasserdampfs – zuzuschreiben ist.

Die auf Sand gebaute These vom „CO₂ als einzigem Stellknopf des Klimageschehens“

Wenn wir über Wolken sprechen, müssen wir auch über Regen sprechen. Es liegt auf der Hand, dass höhere Temperaturen auch zu mehr Verdunstung und Transpiration führen sollten. Allerdings liegt die Verweildauer eines Wassermoleküls in der Atmosphäre⁷⁾ im Mittel bei nur etwa 10 Tagen. Deswegen behaupten IPCC-Klimawissenschaftler wie der prominente Klimatologe Andrew Lacis⁸⁾, dass temperaturbedingte Veränderungen des Wasserdampfgehalts in der Luft zwar vorübergehend große Auswirkungen haben. Ihre längerfristigen Auswirkungen seien jedoch durch die Tatsache begrenzt, dass die zusätzlich in der Luft befindliche Menge an Wasserdampf lediglich dem durch die Temperaturerhöhung geänderten Gleichgewichtszustand entspricht. Bei einer angenommenen Temperaturerhöhung der Atmosphäre seit 1750 um mehr als 1 °C (siehe auch Abb. 3.) entspräche dies einer Zunahme ihres Wassergehalts um lediglich etwa 8-9 %.

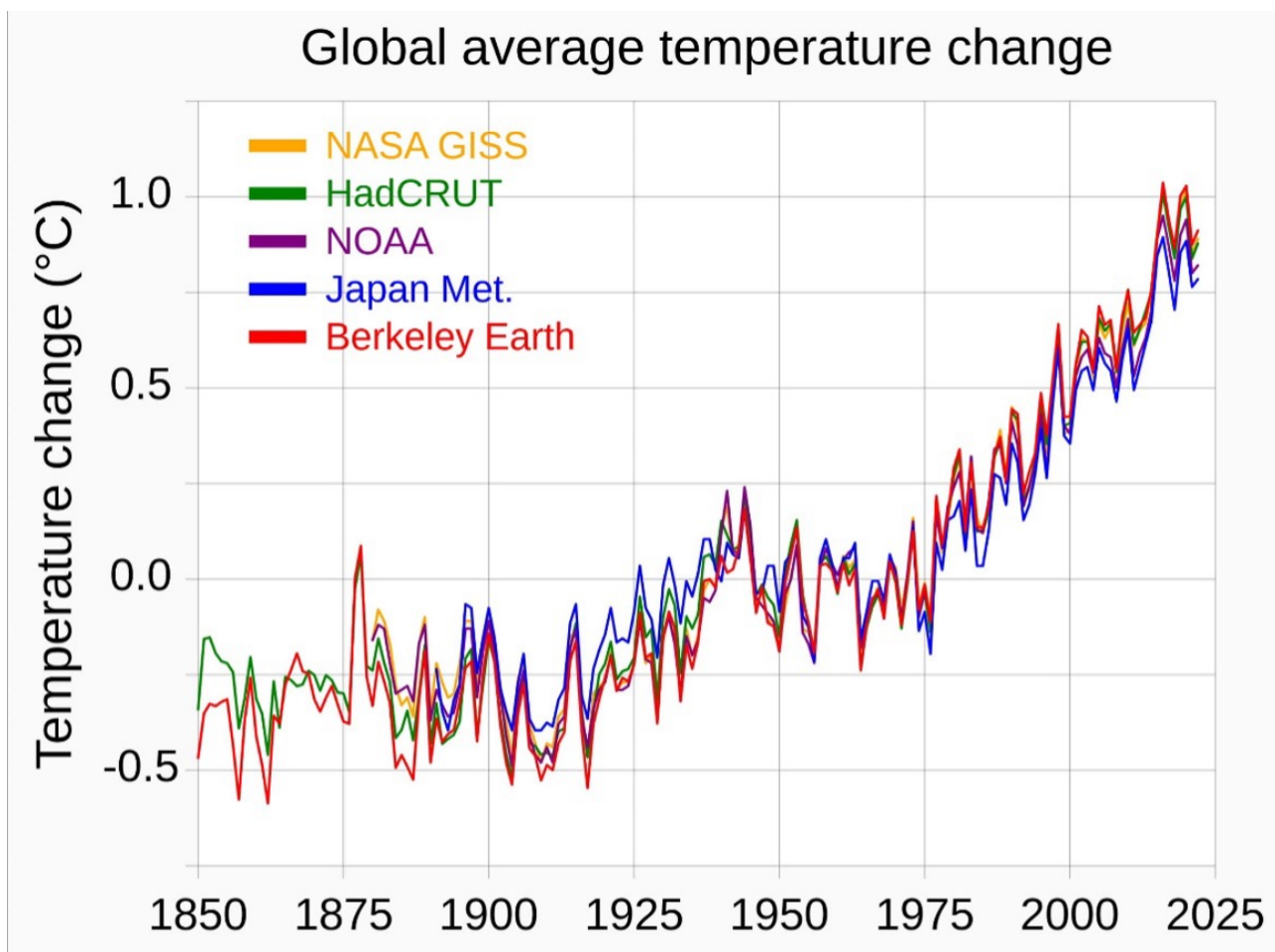


Abb. 3. Darstellung der von verschiedenen Institutionen des globalen Westens veröffentlichten Verläufe des Temperaturanstiegs der Atmosphäre.

Wie üblich werden weder für die Anfangs- noch für die Endtemperatur absolute Werte angegeben, was der IPCC-Klimawissenschaft „Interpretationsspielraum“ verschafft (Grafik: RCraig09⁹⁾, CC4.0)

Im Vergleich zu den 8-9 % beim Wasserdampf stieg der CO₂-Gehalt dagegen um rund 50 %. Die prozentuale Steigerung des CO₂ liegt somit um gut eine halbe Größenordnung höher. Zudem ist nach Ansicht der Klimawandel-Apologeten mit einer weiteren erheblichen Zunahme des CO₂-Gehalts der Atmosphäre bei weiterer Verbrennung fossiler Rohstoffe zu rechnen. Dieses Missverhältnis gehört zu den Argumenten, welche das Dogma stützen, dass Wasserdampf im Klimageschehen nur die Rolle einer „passiven Hilfskraft“ zukomme.

Lacis ist einer der führenden Protagonisten der heute dominierenden Klimalehre, der zusammen mit Co-Autoren wie Hansen und Trenberth die aktuellen IPCC-Klimadogmen geprägt hat. Sie argumentieren, dass „Wasserdampf und Wolken nur eine bereits vorhandene Störung des Energiebudgets verstärken können, aber nicht von sich aus einen anhaltenden Erwärmungs- oder Abkühlungstrend des globalen Klimas herbeiführen oder erzwingen können“. Dies gelte auch dann, wenn sie möglicherweise stärker zur gesamten atmosphärischen Strahlungsstruktur beitragen als die strahlungsfördernden Treibhausgase, die den globalen Temperaturtrend tatsächlich antreiben und kontrollieren. Für diese These wird kein Beweis erbracht. Begründet wird dies lediglich mit ihrer im Vergleich zu Wassermolekülen sehr viel längeren Verweildauer in der Atmosphäre: „CO₂ und die anderen Treibhausgase verbleiben... , sobald sie einmal in die Atmosphäre gelangt sind, dort faktisch auf unbestimmte Zeit, weil sie bei den vorherrschenden atmosphärischen Temperaturen nicht kondensieren oder ausgefällt werden, während sie weiterhin ihren Strahlungsantrieb ausüben“. Doch ist der Begriff „unbegrenzt“ wirklich glaubhaft?

Das atmosphärische CO₂ hängt von mehr Parametern ab als nur von den menschlichen Emissionen

Nüchtern betrachtet ist die Aussage von A. Lacis eine erstaunlich eklatante Leugnung wichtiger Erkenntnisse der modernen Naturwissenschaften. Selbst das IPCC räumt ein, dass es neben den anthropogenen CO₂ -Emissionsquellen auch riesige natürliche Senken wie die Ozeane sowie Landsenken gibt, siehe Abb. 4. Hervorzuheben sind dort insbesondere die enormen Schwankungen der schwarzen Abgrenzungslinie zwischen dem grünen und dem hellblauen Feld im Vergleich mit der viel ruhiger verlaufenden oberen schwarzen Linie, welche die Emissionen nach oben begrenzt. Das wilde Gezappel der Grenzlinie zwischen Grün und Hellblau ist ein klarer Hinweis darauf, dass in dem hier gezeigten Diagramm etwas nichtstimmig ist.

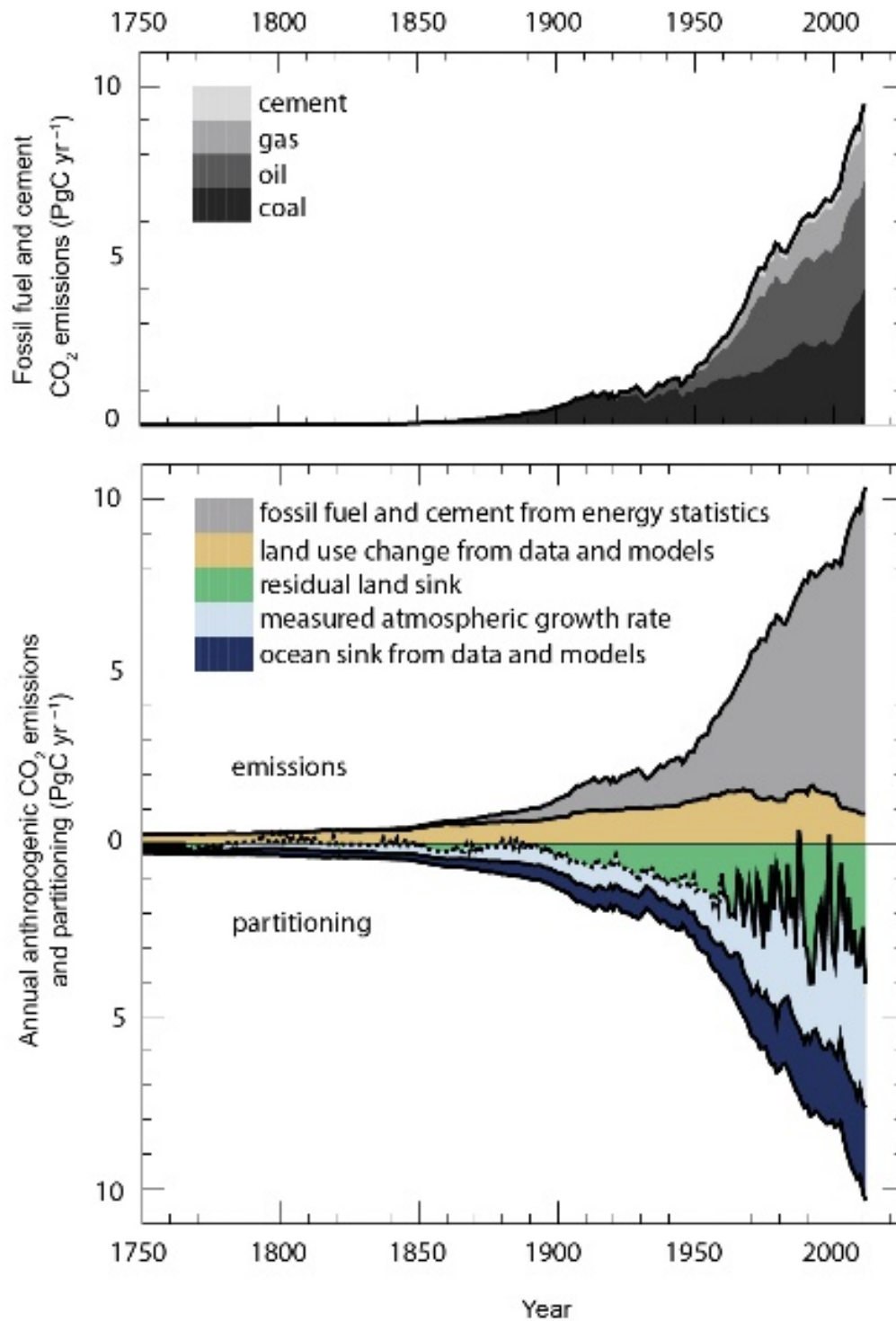


Abb. 4. Die wichtigsten Quellen und Senken für die anthropogenen CO₂-Emissionen nach dem IPCC (Grafik: WG1AR5¹⁰⁾

Vor allem mit Blick auf die Ozeane ignorieren A. Lacis ebenso wie seine Glaubensgenossen ein wichtiges Gesetz der physikalischen Chemie. Dies ist das Henry'sche Gesetz¹¹⁾, das den Ausgleich von Gaspartialdrücken zwischen Wasser und Atmosphäre beschreibt. Ein überschüssiger Partialdruck auf einer Seite der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft führt dazu, dass das entsprechende Gas die Wasseroberfläche durchquert, bis das Gleichgewicht zwischen den beiden Partialdrücken

wiederhergestellt ist ¹²⁾, siehe Abb. 5.

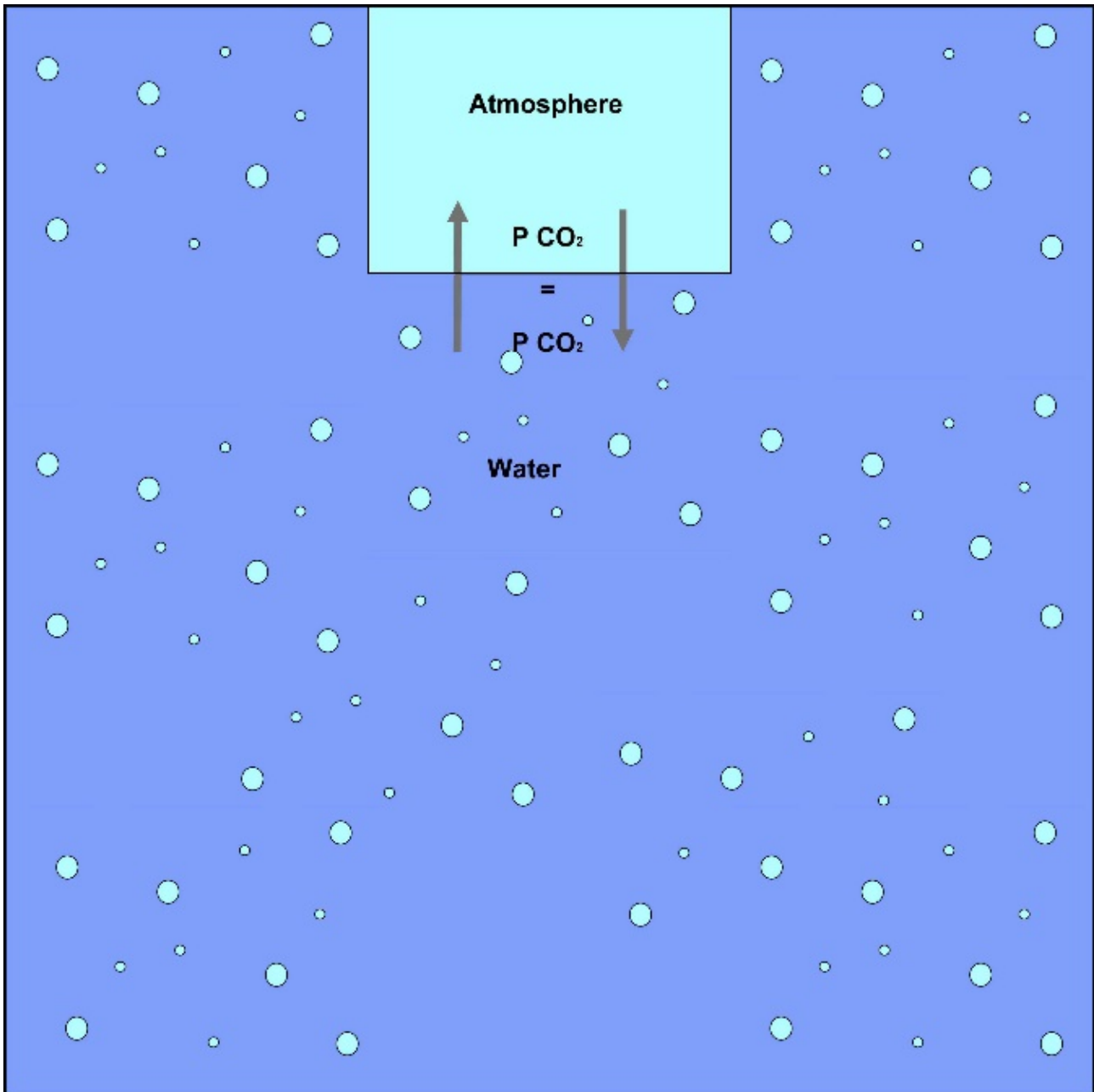


Abb. 5. Nach dem Henry'schen Gesetz gleichen sich die Partialdrücke eines in einer Flüssigkeit löslichen Gases mit dem Partialdruck desselben Gases in der Atmosphäre aus, indem die Gasmoleküle die Oberfläche solange bevorzugt in einer Richtung passieren, bis das Gleichgewicht erreicht ist. Die absoluten Mengen des Gases, die schließlich beidseits der Oberfläche verbleiben, hängen deshalb stark vom Massenverhältnis von Atmosphäre und Wasser ab. Angesichts der enormen Wassermassen in den Ozeanen im Vergleich zur viel kleineren Masse der Atmosphäre werden die Ozeane der Erde früher oder später 98 % jeglicher zusätzlich in die Atmosphäre eingeleiteter Mengen an CO₂ aufnehmen. Dieses allgemein gültige Gesetz der Physikalischen Chemie führt das „Ewigkeits“-Gerade von Klimapropheten wie Prof. Schellnhuber mit seinem Buch über „Selbstverbrennung der Menschheit“ ad Absurdum.

Für die Ozeane bedeutet dies, dass 98 % des gesamten CO_2 , das z. B. durch menschliche Aktivitäten in die Atmosphäre gelangt, über kurz oder lang dort landen, da der Kohlenstoffspeicher der Meere mit ~ 38.000 Gigatonnen (1 Gt = 1 Milliarde Tonnen) 49 Mal größer ist als derjenige der Atmosphäre, die nur 800 Gt Kohlenstoff in Form von CO_2 enthält. Die NOAA gibt an, dass es nur ein Jahr¹³⁾ dauert, bis sich der Oberflächenozean mit dem zusätzlichen CO_2 ausgeglichen hat, das der Atmosphäre zugeführt wurde. Auch zahlreiche weitere Wissenschaftler wie Harde¹⁴⁾, der von vier Jahren ausgeht, vertreten den Standpunkt, dass die tatsächliche Verweilzeit des zusätzlich in die Atmosphäre eingebrachten CO_2 doch recht deutlich unter der von Lacis behaupteten „Ewigkeit“ liegt.

Und es gibt noch einen zweiten Aspekt des Henry'schen Gesetzes, der bei Lacis' Standpunkt zur Langlebigkeit der CO_2 Zugabe in die Atmosphäre ignoriert wird: Der Austausch von CO_2 zwischen den Ozeanen und der Atmosphäre hängt nicht nur von den Partialdrücken in beiden Medien ab, sondern auch von der Temperatur des Wassers. Wie jeder weiß, verringert die Erwärmung von Wasser seine Löslichkeit für Gase. Dies gilt auch für CO_2 . Aus diesem Grund werden Sprudelgetränke stets kalt serviert, siehe Abb. 6.



Abb. 6. Sprudelgetränke sind aufgrund ihres CO_2 Gehalts erfrischend. Deshalb werden sie kalt serviert, weil das CO_2 bei Erwärmung ausgast und das Getränk deshalb schal wird

Und da die Klimawissenschaft behauptet, dass der Mensch die Erde seit 1750 um mehr als 1 °C erwärmt hat, müsste sich dies auch auf die Ozeane und ihren enormen CO₂ Gehalt auswirken. Das IPCC bleibt in Bezug auf diesen Aspekt **erstaunlich** zurückhaltend. Es scheint, dass der von Klimakatastrophen-Vertretern so viel gepriesene „CO₂ -Knopf“ doch noch von etlichen weiteren Parametern abhängt als nur von der Verbrennung fossiler Brennstoffe...

Das rätselhafte Regenparadoxon

Eine Erwärmung des Planeten hätte normalerweise zur Folge, dass mehr Wasser in die Atmosphäre verdunstet (oder von Pflanzen transpiriert wird). Schließlich beträgt die mittlere Verweildauer von Wasserdampf-Molekülen in der Atmosphäre bis zur Rückkehr als Regen, wie bereits oben ausgeführt ⁶⁾, nur etwa 8-10 Tage. Als Folge wären nicht nur mehr Wolken, sondern vor allem auch mehr Regen zu erwarten. Dies ist jedoch nicht in der zu erwartenden Größenordnung der Fall. Für die weltweiten Niederschläge an Land wird ein lediglich leicht positiver Trend durch Veröffentlichungen der NASA ¹⁵⁾ und von OurWorldInData ¹⁶⁾ bestätigt, siehe Abb. 7.

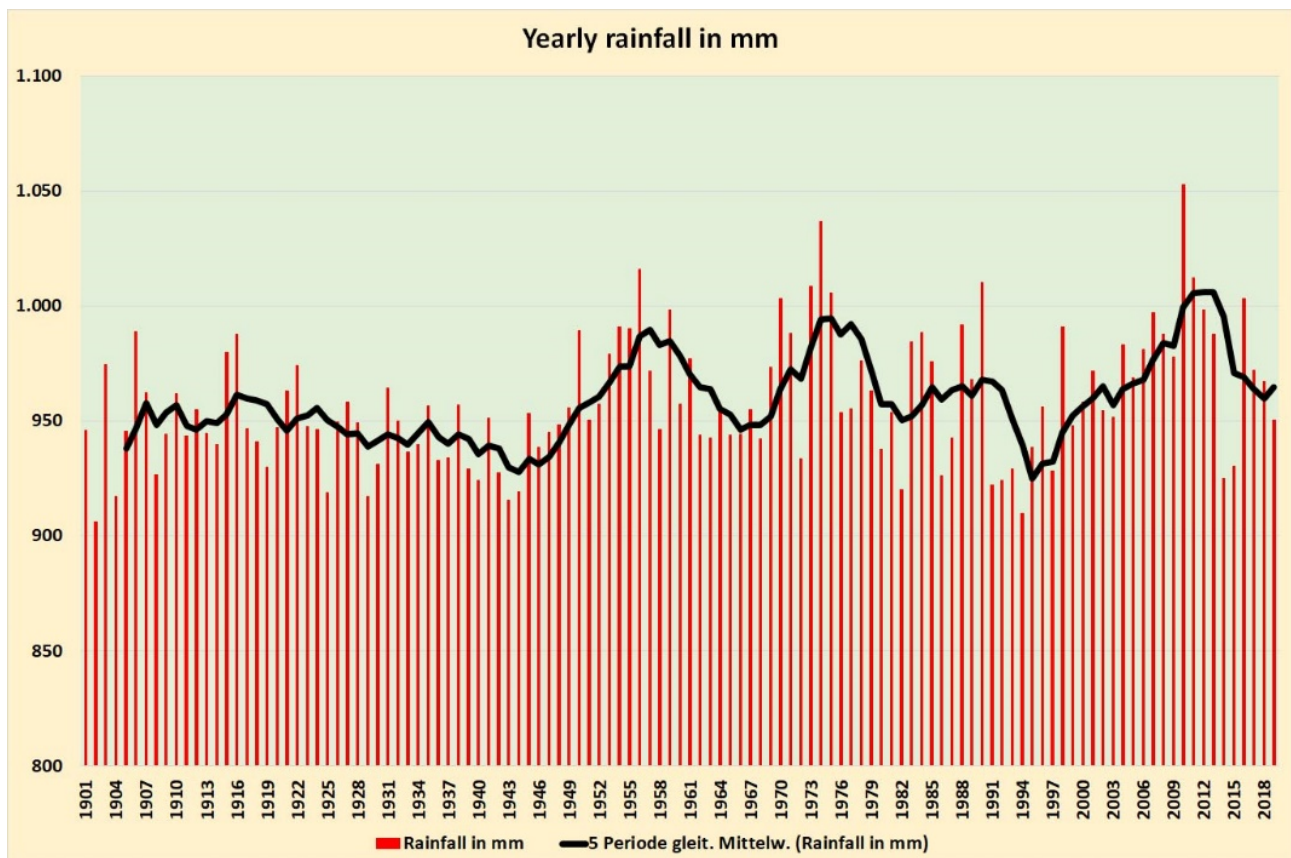


Abb. 7. Grafik der globalen Niederschlagshöhe an Land mit einer gleitenden 5-Jahres-Durchschnitts. (Daten von NASA ¹⁵⁾ und OurWorldInData ¹⁶⁾)

Zur Abb. 7. ist anzumerken, dass es immer schwieriger wird, entsprechende Daten zu erhalten. Die Erfassung von Niederschlägen wurde

von den klassischen Methoden der Meteorologie (Verwendung von Sammelgefäßen) zunehmend auf elektronische Verfahren und zusätzlich auf satellitengestützte Erfassung umgestellt. Diese Umstellung führte jedoch auch dazu, dass die Informationen heute statt in leicht fasslicher tabellarischer Form bevorzugt als überwältigende Flut von schreiend bunten Niederschlagsbildern daherkommen. Auch wird dabei zunehmend mit sogenannten Anomalien gearbeitet, d.h. mit relativen Abweichungen von einem Mittelwert, der oft nicht benannt wird. Dies macht es schwer, Zahlen zu finden, die einen unmittelbaren Vergleich mit historischen Aufzeichnungen ermöglichen. Um eine geschlossene Zeitreihe erstellen zu können, wurde daher eine von 1901 bis 2000 reichende Zeitreihe der NASA mit einer Anomalie-Zeitreihe für das 21. Jahrhundert von Our World In Data komplettiert.

Der gleitende 5-Jahresdurchschnitt in Abb. 7 bestätigt, dass wir im 20. Jahrhundert bei den weltweit an Land gemessenen Niederschlagsmengen zunächst einen leicht negativen Trend hatten. Nach etwa 1945 ging der Trend wieder nach oben und wurde zugleich deutlich unstabiler, wie die starken Ausschläge der schwarzen Linie für das gleitende 5-Jahres-Mittel belegen. Insgesamt hat die weltweite Regenmenge in den 120 Jahren seit 1901 um rund 30 mm bzw. ~ 3 % zugenommen. Dies liegt deutlich unter den rund 8-9 %, die aufgrund der weltweiten Temperaturerhöhung von etwa 1,1 bis 1,3 °C (siehe Abb. 3.) zu erwarten wären.

Abweichend vom globalen Niederschlagstrend gibt es jedoch regional teils stark unterschiedliche Verläufe, so beispielsweise bei der Niederschlagsstatistik für Deutschland für die Jahre 1881 bis 2022, Abb. 8.

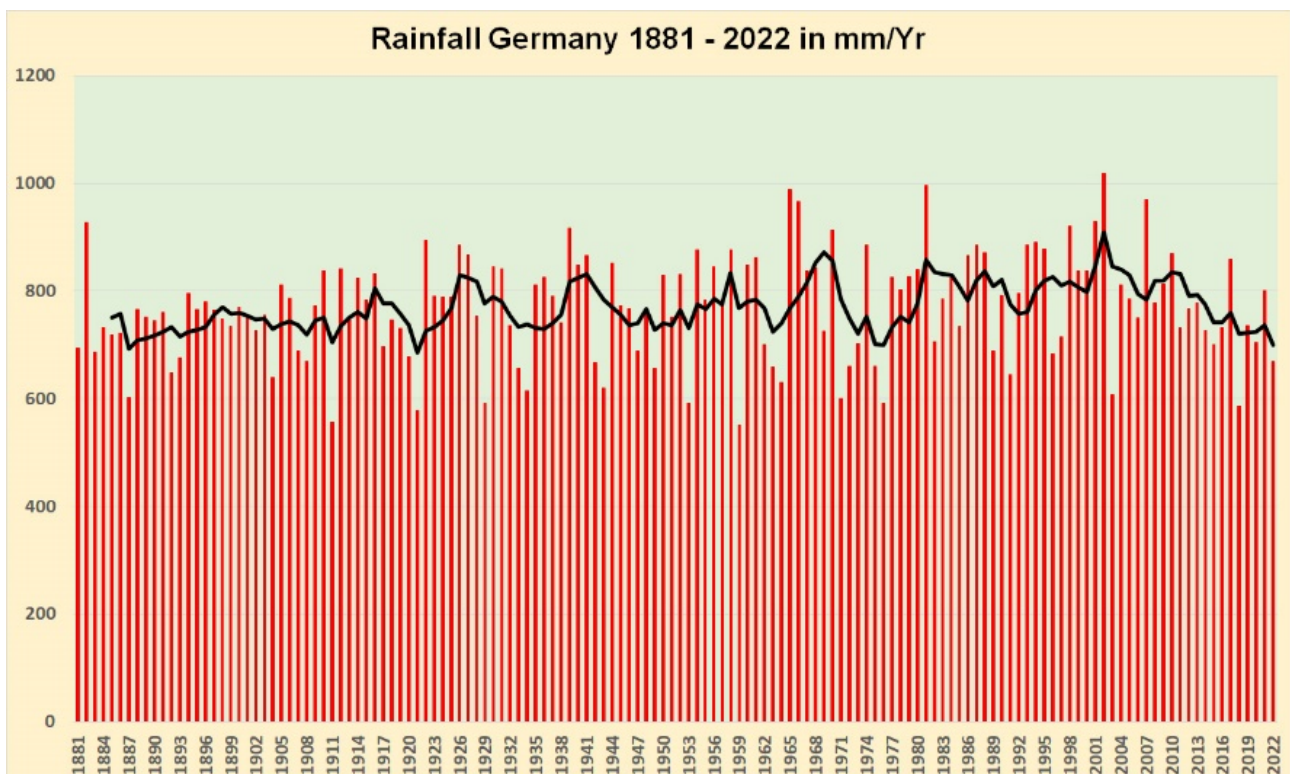


Abb. 8. Nationale Niederschlagsstatistik Deutschlands für die Jahre 1881 – 2022 mit einer 5-jährigen gleitenden Durchschnittstrendlinie. Grafik erstellt mit Daten des Deutschen Wetterdienstes DWD ¹⁷⁾

Vergleicht man die beiden Diagramme, so fällt ins Auge, dass in beiden Fällen die Regenmengen im 20. Jahrhundert zunächst einen positiven Trend aufweisen. Für Deutschland ist der Anstieg bis zum Jahr 2000 deutlich gleichmäßiger und zudem steiler als weltweit. Im Unterschied zum weltweiten Mittel ist jedoch in Deutschland seit dem Jahr 2000 ein deutliches Abknicken der Niederschlagsmengen nach unten erkennbar. Auf diesen Punkt wird in den nächsten Folgen noch näher eingegangen.

Trotz Temperaturanstiegs nicht mehr Regen

Für das Regengeschehen über den Ozeanen ist die Datenverfügbarkeit erheblich schlechter als für Niederschläge an Land. Das liegt daran, dass es auf den Ozeanen kaum meteorologische Messstationen gibt. Deshalb gab es früher keine Möglichkeit, die erforderlichen Daten mit ausreichender Dichte und Genauigkeit zu erfassen. Flächendeckende Aufzeichnungen wurden erst mit dem Aufkommen geeigneter Satellitentechnologien möglich.

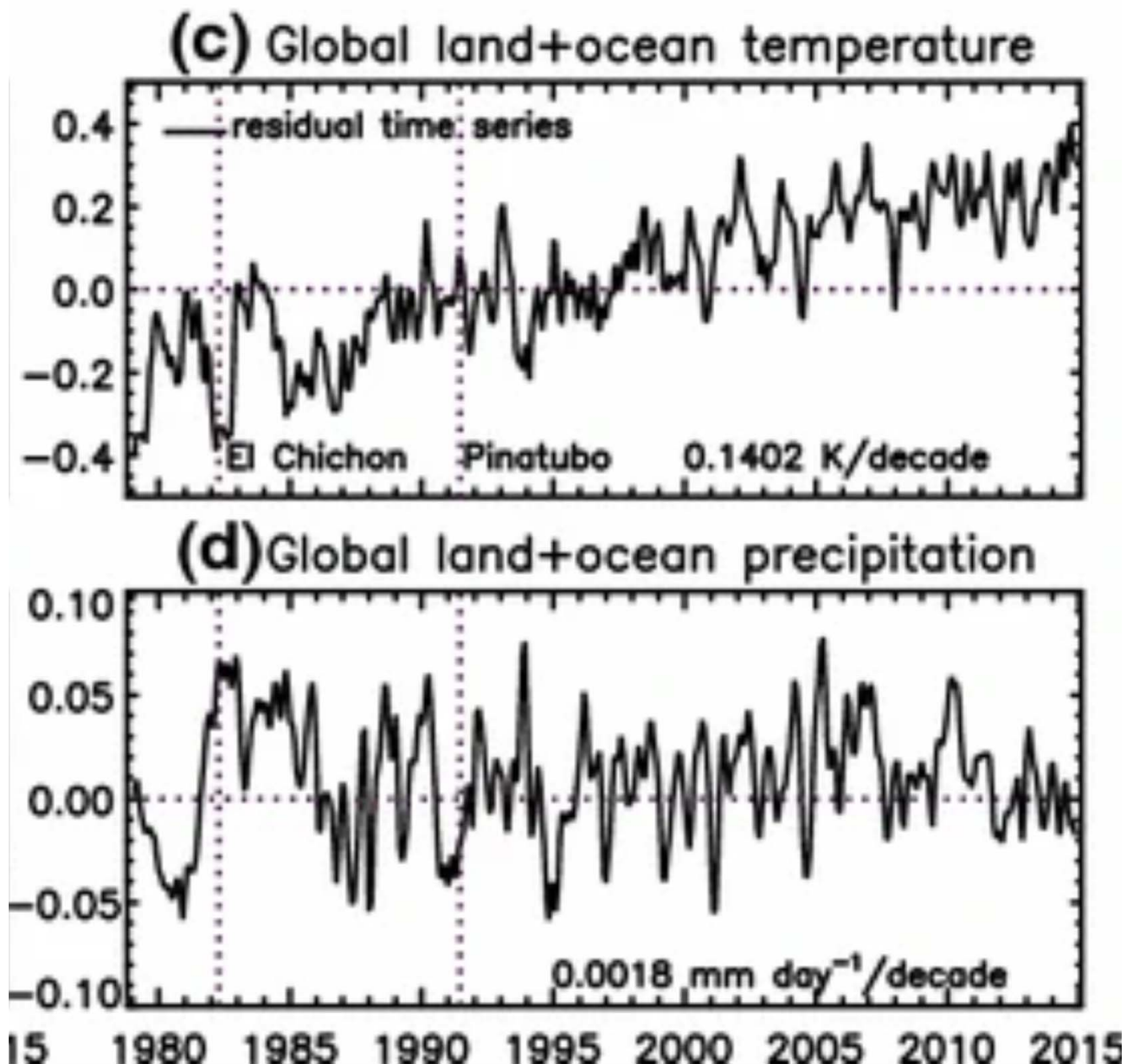


Abb. 9. Auf Satellitendaten gestützte Aufzeichnung der globalen Entwicklung von Temperaturen (oben) und Niederschlägen (unten) sowohl über Land als auch über den Ozeanen im Zeitraum zwischen 1979 -2014 (Grafik: R. Adler et al. ¹⁸⁾)

Interessanterweise zeigen die von R. Adler et al. Mithilfe der Satellitentechnologie gesammelten Daten über Temperatur- und Niederschlagswerte sowohl an Land als auch auf dem Meer, dass im Untersuchungszeitraum zwar die Temperaturen, nicht jedoch die Niederschlagsmengen nach oben gegangen sind. Dies widerspricht in eklatanter Weise dem eigentlich naturgesetzlich zu erwartenden Anstieg.

In diesem Zusammenhang stellt sich natürlich auch die Frage, ob bezüglich einer der beiden Messgrößen ein systematischer Fehler vorliegen könnte. Einen Hinweis darauf, dass die Ergebnisse der **Abb. 9.** bezüglich der Verdunstung über den Ozeanen zutreffend sein könnten,

liefert die Analyse der Häufigkeit und Intensität tropischer Wirbelstürme bzw. Hurrikane von R. Maue ¹⁹⁾, **Abb. 10**.

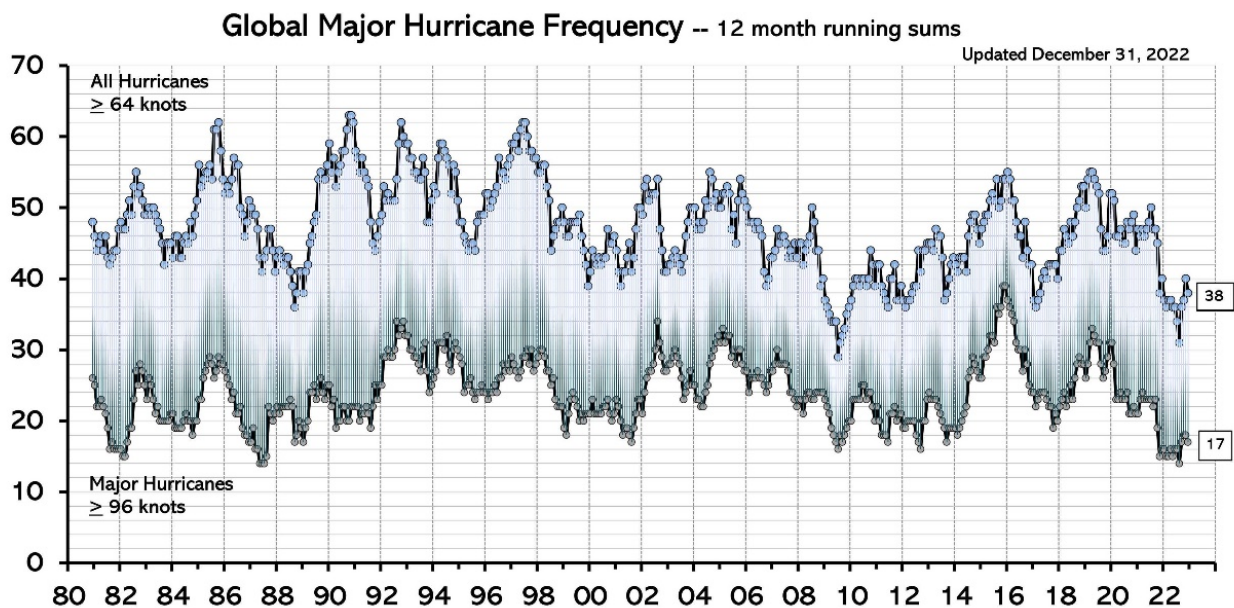


Abb. 10. Weltweite Häufigkeit des Auftretens von Hurrikanen, 12monatliche gleitende Werte. Die obere Kurve beinhaltet alle Hurrikane (Kennzeichen: höchste auftretende Windgeschwindigkeit > 64 Knoten), während die untere Kurve nur solche berücksichtigt, welche der höchsten Stufe (Windgeschwindigkeiten > 96 Knoten) zuzuordnen waren (Grafik: Adaptiert von Maue (2011) GRL) ¹⁹⁾

Diese Übereinstimmung ist umso bemerkenswerter, da Hurrikane nur bei hohen Temperaturen der Meeresoberfläche auftreten können und ihre Energie direkt aus der Verdunstungsenergie des Meerwassers beziehen. Sie beziehen ihren „Treibstoff“ somit direkt aus im Meerwasser gespeicherter solarer Strahlungsenergie und damit aus der gleichen Quelle, die auch zu Regen führt.

Mehr zu den Triebkräften unseres Klimas im nächsten Kapitel. Bleiben Sie neugierig.

Quellen

<https://eike-klima-energie.eu/2023/02/13/klimalatein-fuer-laien/>

<https://eike-klima-energie.eu/2023/02/21/klimalatein-fuer-laien-2/>

<https://eike-klima-energie.eu/2023/03/04/klimalatein-fuer-laien-3/>

https://www.dwd.de/EN/research/observing_atmosphere/lindenberg_column/radiation/wolkenbeobachtung.html

1. <https://www.gfdl.noaa.gov/cloud-radiative-effect/>

<https://www.ukri.org/what-we-offer/browse-our-areas-of-investment-and-su>

pport/uncertainty-in-climate-sensitivity-due-to-clouds/

<https://www.britannica.com/science/hydrosphere/The-water-cycle>

<https://pubs.giss.nasa.gov/abs/la00500y.html>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20200324_Global_average_temperature_-_NASA-GISS_HadCrut_NOAA_Japan_BerkeleyE.svg

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_TS_FINAL.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Henry%27s_law

<https://eike-klima-energie.eu/2021/06/29/karlsruhe-contra-freiheit-der-wissenschaft/>

<https://www.pmel.noaa.gov/co2/story/Ocean+Kohlenstoff+Aufnahme#:~:text=Es%20dauert%20etwa%20ein%20Jahr%20zur%20Ausgleichung%20des%20CO,der%20zeane%20durch%20die%20Biologie%20und%20die%20zeanzirkulation>

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921818116304787>

2. https://data.giss.nasa.gov/precip_cru/graphs/

<https://ourworldindata.org/search?q=global+precipitation+>

<https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html#buehneTop>

1. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10712-017-9416-4>

<https://climatlas.com/tropical/>