

Klimawandel: Natürliche Faktoren vs. CO₂

geschrieben von Chris Frey | 10. November 2024

[Andy May](#)

Die „Konsens“-Wissenschaftler glauben nicht, dass die Sonnenvariabilität, die interne Klimavariabilität (in diesem Modell vereinfacht auf die ~67-jährige Stadium-Welle) oder der Vulkanismus einen Einfluss auf die globale Nettoerwärmung oder den Klimawandel seit 1750 haben, doch gibt es beträchtliche Beweise dafür, dass genau dies doch der Fall ist. Ich habe bereits ein Modell der [HadCRUT5-Durchschnittstemperatur](#) (siehe [hier](#)) aus sieben bekannten Klima- und Sonnenzyklen mit Hilfe der multiplen Regression erstellt und war damit recht erfolgreich.

In diesem Versuch verwende ich die sechs am besten dokumentierten Sonnen-/Klima-Zyklen in Tabelle 1 und den Zyklus der Stadium-Welle, der nur die innere Variabilität des Klimas betrifft, um ein multiples Regressionsmodell für HadCRUT5 zu erstellen.

Cycle Name	Reference	Period	Evidence
Bray/Hallstatt	Usoskin, 2016	2400	Glacial records and solar proxies
Eddy	Scafetta, 2012	1000	Historical records, glacial records, solar proxies
Suess/deVries	Ma, 2020	209.5	Tree rings, sunspots, solar proxies
Feynman	Feynman, 2014	105	Solar measurements, sunspots, aaindex, historical records, tree rings, solar proxies
Stadium wave	Wyatt, 2013	67	Ocean oscillations, like the AMO
Hale	Mitchell, 1979	22.14	Solar observations, drought records
Barycenter	Stefani, 2024	19.86	Solar observations, no unique climate signature
Log2_CO2	Arrhenius, 1908	NA	Lab measurements, correlation, models

Tabelle 1. In diesem Modell verwendete solare und klimatische Proxies und Messungen.

Bei der Verwendung vieler Reihen zur Erstellung eines multiplen Regressionsmodells wird man immer mit von Neumans [Witz](#) konfrontiert, dass man mit vier beliebigen Parametern einen Elefanten beschreiben kann. Außerdem sind alle diese Reihen seriell [korreliert](#), was die berechneten Statistiken der resultierenden Anpassung wie R^2 schwächt. Keine dieser Reihen sind jedoch „willkürliche Parameter“. Mit Ausnahme der Stadium-Welle und des \log_2 CO₂ handelt es sich um beobachtete Sonnen- und Klimazyklen, die die gleiche Periode haben und in Phase zueinander sind. Alle sind durch mehrere Beweise gut belegt. Sie sind

also ziemlich zwingend und nicht willkürlich.

Sie sind zwar nicht willkürlich im von-Neuman'schen Sinne, aber auch nicht unabhängig voneinander. Wahrscheinlich steckt der Sonnendynamo hinter all diesen Phänomenen, aber der Zusammenhang Sonne → Klima ist für keines von ihnen verstanden, außer vielleicht für den Hale-Zyklus und das Baryzentrum. Der Sonnendynamo ist recht komplex, vor allem auf längere Sicht.

Die Stadium-Welle ist nicht mit einem Sonnenzyklus verbunden und scheint eine rein interne Variabilität zu sein. Sie hat eine Periode von etwa 67 Jahren und korreliert gut mit der globalen Durchschnittstemperatur ([May & Crok, 2024](#)). Die interne Klimavariabilität ist kaum verstanden, und die Stadium-Welle als Beispiel zu wählen, ist wahrscheinlich eine starke Vereinfachung, aber es ist das Beste, was ich tun kann. Für eine gute und aktuelle Diskussion der Komponenten der internen Variabilität empfehle ich die ausgezeichnete [Arbeit](#) von Marcia Wyatt über Zirkulationsmuster (Wyatt M. , Circulation Patterns: Atmospheric and Oceanic, 2020). Der Bericht ist kostenpflichtig, aber eine etwas andere frühere Version desselben kann [hier](#) heruntergeladen werden.

Der Sinn der Einbeziehung der Stadium-Welle besteht darin, die variable Verzögerung bei der Abstrahlung der empfangenen Sonnenstrahlung in den Weltraum zu berücksichtigen. Der größte Teil der Sonnenstrahlung wird in den Tropen empfangen, mehr als sie in den Weltraum abstrahlen können. Infolgedessen muss ein Teil der in den Tropen empfangenen Strahlung in höhere Breiten transportiert werden, die vor allem in den Wintermonaten mehr Energie abstrahlen als sie empfangen. Atmosphärische und ozeanische Zirkulationsmuster verändern den Zeitpunkt dieses Energietransfers von den Tropen zu den Polen. Je länger die Abstrahlung der absorbierten Sonnenenergie dauert, desto mehr erwärmt sich der Planet, und je kürzer die Zeit, desto mehr kühlt er sich ab. Die Erde befindet sich nie im thermischen Gleichgewicht, es sei denn, das ist zufällig kurzzeitig der Fall. Aber die Verweildauer der thermischen Energie im Klimasystem Ozean/Atmosphäre ändert sich ständig, scheint aber einen Zyklus von etwa 67 Jahren zu haben. Der 67-Jahres-Zyklus überlagert einen längeren säkularen Trend der Veränderung, der auf Sonnenzyklen oder CO₂ oder beides zurückzuführen sein könnte. Siehe [Abbildung 2](#) in [May & Crok](#) als Beispiel.

Es gibt keine Messungen aus dem Weltraum oder in der Atmosphäre, die die Hypothese stützen, dass zusätzliches CO₂ (vom Menschen verursacht oder nicht) die globale Erwärmung verursacht, sondern lediglich Labormessungen, Korrelationen und Klimamodelle, die diese Hypothese stützen. CO₂ hat eine gewisse Auswirkung, aber wie stark, ist derzeit noch unklar. Wir versuchen, mit Hilfe einer multiplen Regression einen Wert abzuleiten.

Entscheidende solare Zyklen

In diesem Abschnitt beschreiben wir kurz jeden der sechs gut dokumentierten Sonnenzyklen, die in Tabelle 1 aufgeführt sind und die nachweislich einen Einfluss auf das Klima der Erde haben, und geben Literaturhinweise zu ihnen.

Bray/Hallstatt-Zyklus

Roger Bray hat anhand von Aufzeichnungen über Gletschervorstöße und -rückzüge einen etwa 2400-jährigen Klimazyklus ermittelt, der ursprünglich als „Hallstatt-Zyklus“ bezeichnet wurde (Bray, 1968). Obwohl er ursprünglich aufgrund seiner Auswirkungen auf das Erdklima entdeckt wurde, gibt es einen damit verbundenen Sonnenzyklus, der mit dem Klimazyklus phasengleich ist und die gleiche Periode aufweist, wie sie [hier](#) diskutiert wird. Eine detailliertere Diskussion des solaren Bray/Hallstatt-Zyklus wird von Ilya Usoskin et al. [hier](#) vorgestellt (Usoskin, Gallet, Lopes, Kovaltsov, & Hulot, 2016). Eine Abschwächung des Bray-Zyklus spielte eine Rolle bei der Entstehung der sehr kalten Periode von etwa 1650-1715 n. Chr. während der Kleinen Eiszeit.

Eddy-Zyklus

Der etwa 1000-jährige Eddy-Zyklus wurde von José A. Abreu und Kollegen benannt (Abreu, Beer, & Ferriz-Mas, 2010). Sie weisen darauf hin, dass John Eddy Perioden mit sehr geringer Sonnenaktivität identifiziert und dokumentiert hat, die mit kälteren Klimazonen auf der Erde wie der Kleinen Eiszeit einhergingen (Eddy, 1976). Der 1000-jährige Klimazyklus wird deutlich, wenn man die mittelalterliche Warmzeit (etwa 800 bis 1250 n. Chr.) mit der Kleinen Eiszeit (etwa 1300 bis 1850 n. Chr.) kombiniert. Sonnenproxies zeigen einen 1000-jährigen Sonnenzyklus, der mit dem Klimazyklus übereinstimmt, wie John Eddy feststellte (siehe Abbildung 5 in (Eddy, 1976)). Weitere Informationen über den Eddy-Zyklus finden Sie in Javier Vinós' Buch (Vinós, 2022), Kapitel 8, Seite 123 [hier](#). Der starke Bray-Zyklus und der Eddy-Zyklus hatten beide Minima zwischen 1470 und 1680, die zweifellos zu dieser extrem kalten Zeit während der Kleinen Eiszeit beitrugen. Weitere Informationen über die Kleine Eiszeit findet man bei May & Crok, 2024 und [hier](#).

De Vries-Zyklus

Der De Vries-Zyklus wird oft auch als Suess-Zyklus bezeichnet, nach Hans Suess (Suess, 1955) und (Sonett & Suess, 1984). Wie die meisten Zyklen wurde er zuerst in Klimaproxies entdeckt, insbesondere in Baumringaufzeichnungen. Er hat eine Periode von 193-209 Jahren. Der dazu passende Sonnenzyklus hängt wahrscheinlich mit einer Schwebungsperiode zwischen dem fundamentalen Hale-Sonnenzyklus und der rosettenartigen Bewegung der Sonne um das Baryzentrum des Sonnensystems zusammen (Stefani, Horstmann, Klevs, Mamatsashvili, & Weier, 2023).

Feynman-Zyklus

Es war immer bekannt, dass es eine Art Sonnenzyklus mit einer Periode zwischen 50 und 150 Jahren gab, und der mysteriöse, schlecht definierte Zyklus wurde gewöhnlich als Gleissberg-Zyklus bezeichnet. Inzwischen wurde auch ein Klimazyklus mit einer Länge von etwa 100 Jahren beobachtet. Schließlich legte Joan Feynman im Jahr 2014 fest, was heute als ~100-jähriger Feynman-Sonnenzyklus bezeichnet wird (Vinós, 2022, S. 129) und (Feynman & Ruzmaikin, 2014). Wir verwenden einen Zeitraum von 105 Jahren für den Feynman-Zyklus. Der Feynman-Klima- und Solarzyklus haben den gleichen Zeitraum und sind in Phase.

Hale-Zyklus

Der 22,14-jährige Hale-Zyklus ist ein sehr ausgeprägter Sonnenzyklus, der durch eine 22-jährige Grundperiode der solaren magnetischen Aktivität gebildet wird. Er umfasst zwei Sonnenzyklen, die durch Umkehrungen des solaren Magnetfelds gekennzeichnet sind. So kommt es in einem Hale-Zyklus zu einer Umkehrung des Magnetfelds und anschließend zu einer Rückkehr zur ursprünglichen Polarität. Der Hale-Zyklus ist eng mit dem 22-jährigen Dürrezyklus im Südwesten der USA verbunden (Mitchell, Stockton, & Meko, 1979).

Solare Barycenter-Rosette

Die Sonne führt eine komplizierte rosettenartige Bewegung um das Baryzentrum des Sonnensystems aus, die 19,86 Jahre dauert (Stefani, Horstmann, Klevs, Mamatsashvili, & Weier, 2023). Jeder damit verbundene Klimazyklus ist mit dem Hale-Zyklus überlagert oder wird möglicherweise mit ihm geteilt.

Andere natürliche Klimazyklen

Stadium-Welle

Der sogenannte Stadium-Wellen-Zyklus oder die Oszillation ist ein sehr starker globaler Klimazyklus mit einer Periode von etwa 67 Jahren (Wyatt & Curry, Role for Eurasian Arctic Shelf Sea Ice in a secularly varying hemispheric climate signal during the 20th century, 2014) und (Wyatt M. G., 2012c). Sie setzt sich aus vielen Klimaschwingungen zusammen, die sich organisiert über die nördliche Hemisphäre ausbreiten und das Klima eines großen Teils der Erde beeinflussen. Es ist nicht klar, ob diese Oszillation mit einem Sonnenzyklus zusammenhängt.

CO₂

CO₂ als Einflussfaktor auf das Klima wurde erstmals von Svante Arrhenius in seinem Buch *Worlds in the Making* (Arrhenius S. , 1908) richtig beschrieben, aber auch in einer früheren Arbeit (Arrhenius S. , 1896) diskutiert. Noch vor Arrhenius' Versuch, die Auswirkungen der

atmosphärischen CO₂-Konzentration auf das Klima zu quantifizieren, wurde der Gedanke, dass CO₂ das Erdklima beeinflussen kann, auch von Fourier (Fourier, 1824), Tyndall (Tyndall J. , 1861) und (Tyndall J. , 1859) sowie Langley (Langley, 1884) erörtert, wenn auch auf weniger quantitative Weise. Keiner dieser damaligen Autoren schlug vor, dass die atmosphärische CO₂-Konzentration „das Klima kontrolliert“, wie der IPCC im AR6 und früheren Berichten (IPCC, 2021, S. 179), (Lacis, Hansen, Russell, Oinas, & Jonas, 2013) und (Lacis, Schmidt, Rind, & Ruedy, 2010) behauptet. Sie glaubten auch nicht, dass die menschlichen CO₂- und anderen Treibhausgasemissionen für fast die gesamte Erwärmung der Erde seit 1750 verantwortlich sind, wie der IPCC im AR6, Seite 961, Abbildung 7.7, behauptet.

Nichtsdestotrotz beeinflussen die Konzentrationen von CO₂ und anderen Treibhausgasen wahrscheinlich die durchschnittliche atmosphärische Temperatur, aber die Vorstellung, dass sie irgendwie die globale durchschnittliche Temperatur und den Klimawandel „kontrollieren“, ist höchst zweifelhaft.

Abbildung 1 ist eine Darstellung aller in diesem Beitrag besprochenen Reihen.

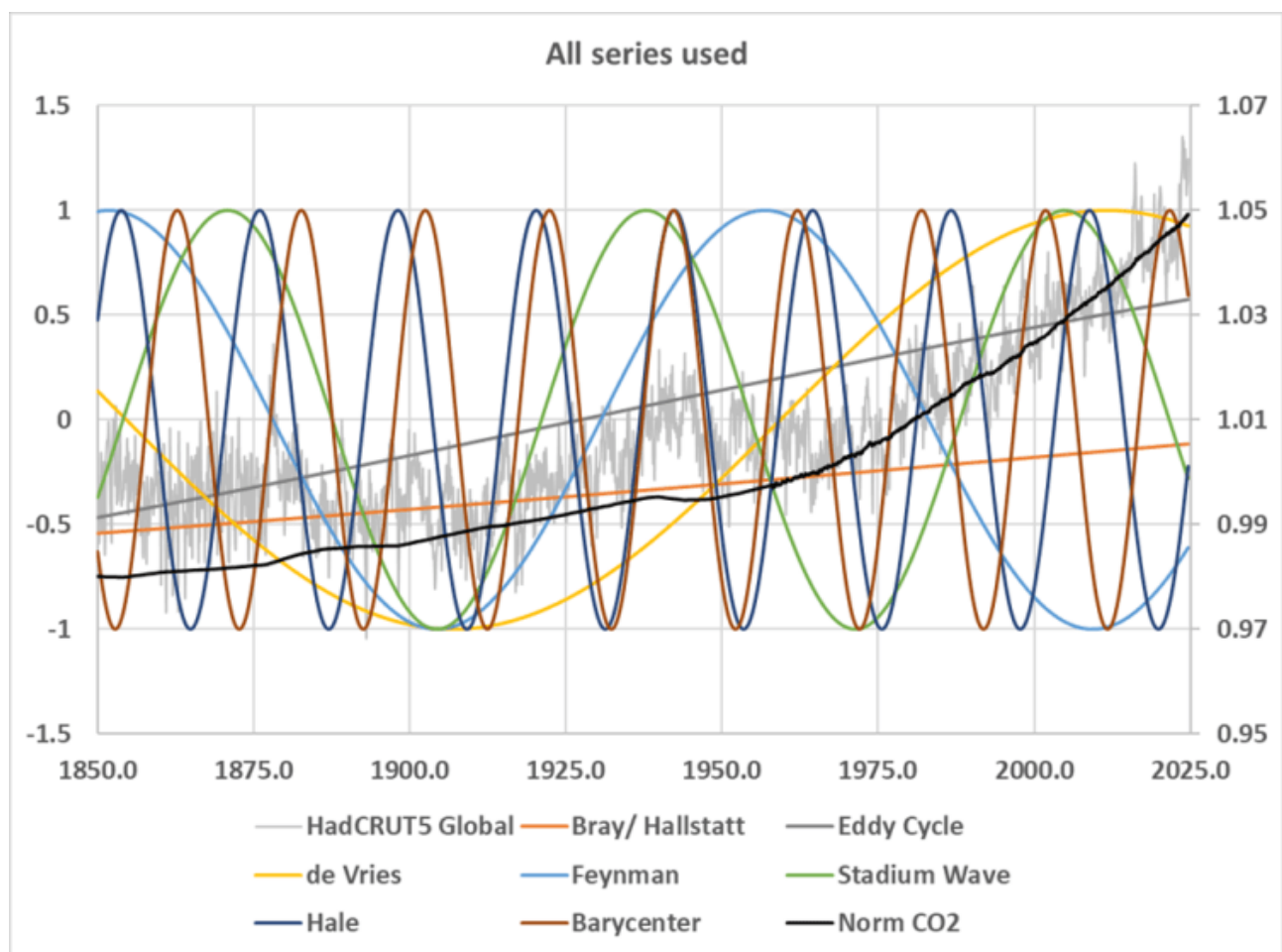


Abbildung 1. Die in diesem Beitrag behandelten Zeitreihen.

Diskussion

Wenn wir die sieben in Tabelle 1 aufgelisteten Top-Reihen verwenden, also alles **außer** CO₂, und gegen HadCRUT5 regressieren, erhalten wir das in Abbildung 2 orange dargestellte Ergebnis. Wenn wir dann alles, **einschließlich** CO₂, regressieren, erhalten wir die blau gestrichelte Linie in Abbildung 2. Die beiden Linien sind nahezu identisch.

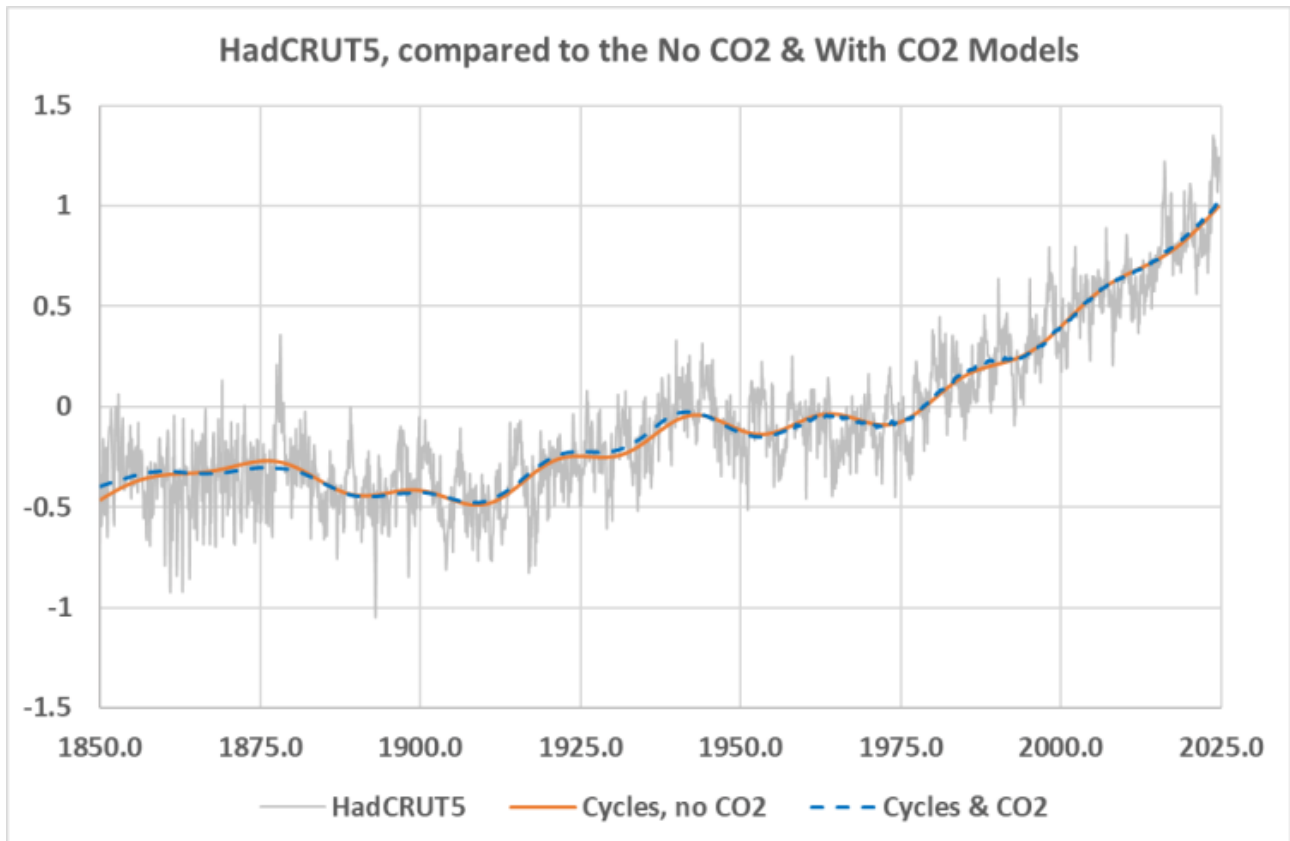


Abbildung 2. Die schwache graue Linie ist HadCRUT5, die orangefarbene Linie ist eine Regression dagegen, die nur die Sonnen- und Klimazyklen verwendet, die blaue gestrichelte Linie verwendet die gleichen Zyklen, fügt aber den Logarithmus zur Basis 2 von CO₂ hinzu.

Das ist wirklich interessant! Die Anpassung nur mit den Klima-/Solarzyklen und die Anpassung mit CO₂ und denselben Zyklen sind fast identisch. Wir brauchen mehr Informationen, um dies zu verstehen. Nachstehend die Statistiken der beiden Regressionen:

No CO2	<i>Coefficients</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Normalized Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	17.20				0.58	29.64	1.8E-161	16.06	18.34
Bray/ Hallstatt	48.34	-0.33	0.12	393.77	1.62	29.80	6.4E-163	45.16	51.53
Eddy Cycle	-18.23	0.06	0.31	-59.63	0.63	-28.90	8.4E-155	-19.47	-17.00
de Vries	-0.07	-0.12	0.71	0.06	0.01	-5.36	9.38E-08	-0.10	-0.05
Feynman	0.08	-0.07	0.72	0.20	0.01	10.63	9.71E-26	0.06	0.09
Stadium Wave	0.08	0.12	0.68	-0.05	0.01	15.00	2.25E-48	0.07	0.09
Hale	0.04	0.00	0.71	0.06	0.00	7.77	1.25E-14	0.03	0.05
Barycenter	0.02	0.00	0.71	0.02	0.00	3.51	0.000454	0.01	0.03

Tabelle 2. Statistik der Regression mit allen Sonnen-/Klimazyklen, aber ohne CO₂. Bereinigtes R² = 0,8523.

Tabelle 2 zeigt die Statistiken der Regression ohne CO₂. Die abgeleiteten Koeffizienten stehen links, und der Mittelwert und die Standardabweichung jeder Reihe werden gezeigt, dann die normalisierten Koeffizienten. Es ist zu erkennen, dass die Bray- und Eddy-Zyklen die wichtigsten Reihen sind, und dass sie leicht gegenläufig sind, da sie unterschiedliche Vorzeichen haben. Alle „P“-Werte sind gut. Die Standardfehler für die Bray- und Eddy-Zyklen sind etwas hoch, aber das kann daran liegen, dass ihre Koeffizienten entgegengesetzte Vorzeichen haben.

In Tabelle 3 sind die Statistiken für die Regression aufgeführt, die CO₂ enthält:

With CO2	<i>Coefficients</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Normalized Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-17.84				6.54	-2.73	0.006441	-30.67	-5.01
Bray/ Hallstatt	11.74	-0.33	0.12	97.67	7.00	1.68	0.093463	-1.98	25.46
Eddy Cycle	-4.71	0.06	0.31	-15.54	2.59	-1.82	0.069543	-9.79	0.38
de Vries	-0.07	-0.12	0.71	0.07	0.01	-5.04	5.05E-07	-0.09	-0.04
Feynman	0.10	-0.07	0.72	0.23	0.01	11.97	5.57E-32	0.08	0.12
Stadium Wave	0.06	0.12	0.68	-0.07	0.01	10.76	2.68E-26	0.05	0.08
Hale	0.04	0.00	0.71	0.06	0.00	7.81	9.27E-15	0.03	0.05
Barycenter	0.02	0.00	0.71	0.02	0.00	3.70	0.000222	0.01	0.03
Norm CO2	21.98	1.00	0.02	1137.88	4.09	5.38	8.42E-08	13.96	30.00

Tabelle 3. Die Regressionsstatistiken, wenn CO₂ hinzugefügt wird. Bereinigtes R² = 0,8548

Tabelle 3 enthält eine Menge neuer und wertvoller Informationen. In Tabelle 2 zeigen die normalisierten Koeffizienten, dass die Bray- und Eddy-Zyklen die Regression dominierten, aber in Tabelle 3 ist es CO₂, und zwar mit großem Abstand, und die P-Werte sowohl für Bray als auch für Eddy sind inakzeptabel geworden. CO₂ hat im Wesentlichen die starken

Bray- und Eddy-Zyklen ersetzt und sie verdrängt. Das Entfernen dieser beiden Zyklen führt dazu, dass der De Vries-Zyklus mit einem P-Wert von 0,37 inakzeptabel wird, also habe ich ihn ebenfalls entfernt, und das Ergebnis ist in Tabelle 4 dargestellt:

<i>Removing Bray, Eddy, and de Vries</i>	<i>Coefficients</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Normalized Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-20.34				0.21	-97.23	0	-20.75	-19.93
Feynman	0.06	-0.07	0.72	0.17	0.01	11.05	1.3E-27	0.05	0.07
Stadium Wave	0.08	0.12	0.68	-0.05	0.01	16.16	2.05E-55	0.07	0.09
Hale	0.03	0.00	0.71	0.05	0.00	6.72	2.26E-11	0.02	0.04
Barycenter	0.02	0.00	0.71	0.03	0.00	4.54	5.9E-06	0.01	0.03
Norm CO2	20.27	1.00	0.02	1045.01	0.21	96.78	0	19.86	20.68

Tabelle 4. Die Regressionsstatistiken, wenn CO₂ hinzugefügt wird.
Bereinigtes R² = 0,8548

In Tabelle 4 sind alle P-Werte akzeptabel und CO₂ dominiert die Regression. Für alle praktischen Zwecke ist das bereinigte R² aller drei Regressionen mit etwa 0,85 identisch. Das „bereinigte R²“ wird um die Anzahl der Prädiktorvariablen und die Anzahl der Beobachtungen korrigiert. In all diesen Fällen ist das reguläre R² nahezu identisch mit dem bereinigten R².

Abbildung 3 vergleicht den Fall ohne CO₂ mit dem in Tabelle 4 beschriebenen Fall:

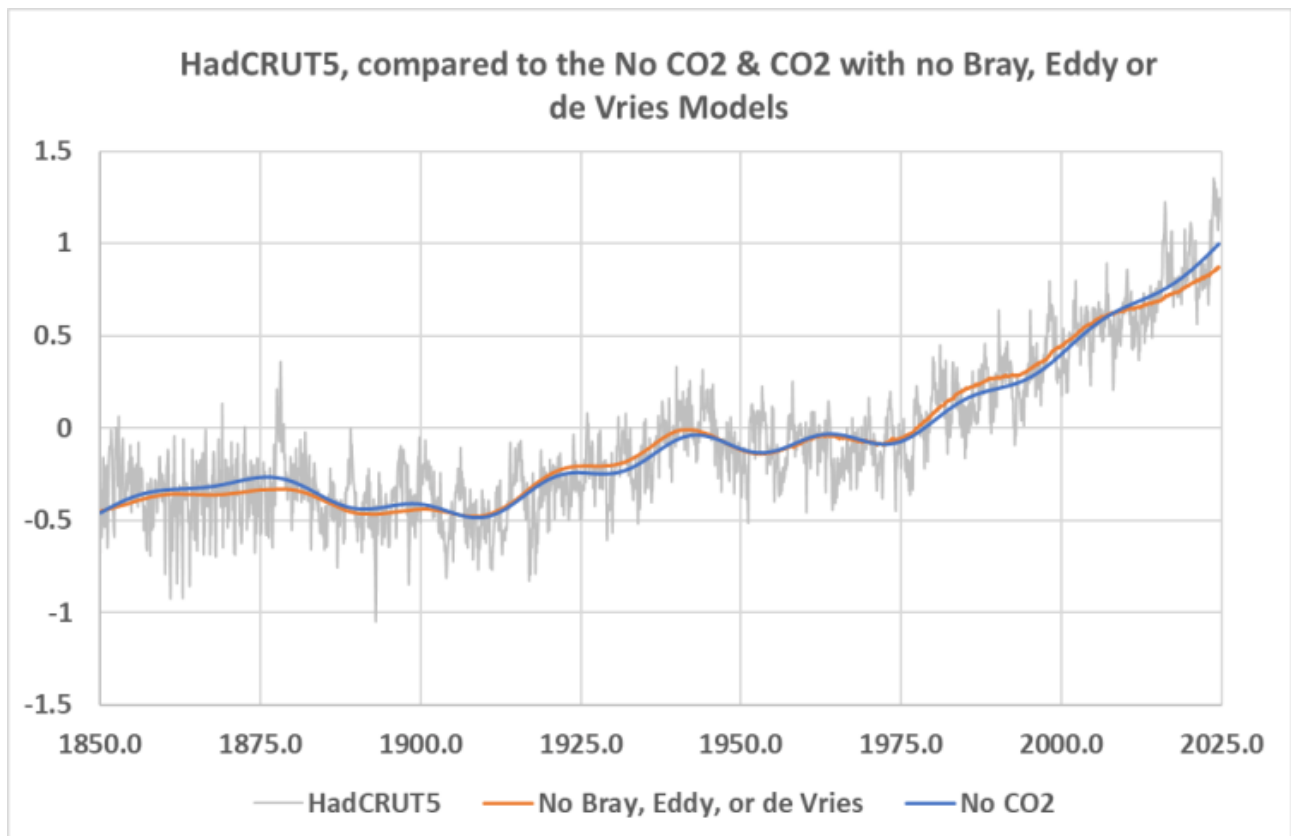


Abbildung 3. Vergleich der Regression „alle Zyklen/kein CO₂“ in blau mit der Regression „CO₂ und keine Bray-, Eddy- oder de Vries-Zyklen“ in orange. Die Statistiken für die orangefarbene Regression sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Schlussfolgerungen

Wie in der Klimawissenschaft (und der statistischen Analyse) üblich, kann man aus dieser Analyse mitnehmen, was man will. Statistik und Klimawissenschaft sind in dieser Hinsicht ähnlich, man kann immer eine Menge Diskussionen über beide führen und trotzdem nichts wissen.

CO₂ macht keinen Unterschied, wenn alle Klima-/Solarzyklen verwendet werden, aber CO₂ kann die stärksten Sonnen-/Klimazyklen von Bray, Eddy und de Vries ersetzen. Objektiv könnte man darauf hinweisen, dass die Sonnenzyklen (einschließlich der Milankovitch-Zyklen) den Klimawandel angetrieben haben, soweit wir sie anhand von Proxies und historischen Aufzeichnungen zurückverfolgen können. Warum also sollten wir glauben, dass CO₂ das Klima antreibt, wenn es bei der Regression keinen Unterschied macht?

Andererseits kann CO₂ die sehr starken Bray-, Eddy- und de Vries-Zyklen ersetzen und erhält das gleiche Ergebnis. Wie üblich zeigt diese Analyse nur, dass wir keine Ahnung haben, was den Klimawandel antreibt, aber haben wir das nicht die ganze Zeit gesagt?

Man kann sich diese Diagramme und Statistiken ansehen und zu dem Schluss

kommen, dass der Einfluss von CO₂ auf das Klima gleich Null ist, oder man kann zu dem Schluss kommen, dass er 100% beträgt. Diese Studie ist für sich genommen nicht schlüssig. Sie zeigt jedoch auch, dass die bekannten Sonnenzyklen in Verbindung mit internen Schwankungen die jüngste globale Erwärmung erklären können; CO₂ ist dafür nicht erforderlich.

Wie alle rein statistischen Studien ist auch dieses Regressionsmodell für Prognosen oder Hindcasting ungeeignet, wie die großen Koeffizienten in den Tabellen 2 bis 4 zeigen. Der Wert der Studie besteht lediglich darin zu zeigen, dass CO₂ zur Erklärung der jüngsten Erwärmung nicht notwendig ist.

In diesem Beitrag wird das Problem „Steuert CO₂ die globale Erwärmung?“ aus einer statistischen Perspektive betrachtet. Um zu sehen, wie Experten der Klimawissenschaft das Problem aus der Perspektive der Atmosphärenphysik betrachten, lohnt es sich, den ausgezeichneten Workshop der American Physical Society von 2014 zum Klimawandel zu lesen, der von Steve Koonin veranstaltet wurde. Er wird [hier](#) diskutiert und zusammengefasst.

This post is the result of many email conversations with Charlie May, who contributed substantially to the ideas and models presented herein.

Download the bibliography [here](#)

Download the Regression statistics [here](#).

Download the data used and the plots [here](#).

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2024/11/05/natural-climate-change-factors/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE