

Die erzwungene EV-Revolution – der Boom von *Big Government*, der Zusammenbruch, und Ford allein verschwendete 20 Milliarden US-Dollar.

geschrieben von Chris Frey | 26. Dezember 2025

Jo Nova

Nachdem Autohersteller Milliarden in die Entwicklung von Elektrofahrzeugen investiert und die EU und Großbritannien ein Verbot von Verbrennungsmotoren angekündigt hatten, ist nun alles hinfällig. Donald Trump hat die Subventionen für Elektrofahrzeuge gestrichen und die strengen Emissionsvorschriften für Benzin- und Dieselautos gelockert. Die Verkaufszahlen für Elektroautos in den USA sind im November prompt um 40 % [eingebrochen](#). Bei Ford betrug der Rückgang fast 60 %.

Als Reaktion darauf hat Ford mehrere Elektroautos aus dem Programm genommen und wird eine bittere Pille in Form einer Abschreibung in Höhe von 19,5 Milliarden US-Dollar schlucken müssen. Das sind eine Menge Autos, die verkauft werden müssen, um dieses Geld wieder hereinzuholen. Vorbei sind der vollelektrische F-150, die nächste Generation von Elektro-Lkw und alle Pläne zur Herstellung von elektrischen Nutzfahrzeugen. Stattdessen kündigt Ford an, auf Benzin- und Hybridmodelle umzusteigen.

General Motors hat 3.300 Mitarbeiter in seinen Elektrofahrzeugwerken in den USA [entlassen](#).

Auf der anderen Seite des Pazifiks sind die Aktien koreanischer Batteriehersteller nach Bekanntwerden dieser Nachricht in dieser Woche „durchweg [eingebrochen](#)“.

Am Tag nach der Ankündigung von Ford teilte die Europäische Kommission der Welt mit, dass sie das vollständige Verbot von Verbrennungsmotoren [zurücknehmen](#) werde, das 2035 in Kraft treten sollte. Theoretisch wird das 100-prozentige Verbot nur auf ein 90-prozentiges Verbot reduziert. Aber die Ideologie ist ins Wanken geraten, vor allem aufgrund des Aufruhrs der europäischen Autohersteller, die nicht genug Elektroautos verkauften, um das Verbot umzusetzen.

Es gibt bereits Forderungen, die 90-Prozent-Regelung fallen zu lassen. Das würde bedeuten, dass sich nur noch die Reichen die wenigen neuen Benzin- und Dieselautos leisten könnten, die zum Verkauf stehen.

Vermutlich würden die breiten Massen einfach weiter ihre alten Autos fahren.

Ford lernt eine brutale [Lektion](#) in Sachen Elektroautos

Der Autohersteller schreibt 19,5 Milliarden Dollar auf sein Elektroautogeschäft ab.

The Wall Street Journal

Vor nicht allzu langer Zeit priesen die Autohersteller Elektroautos als die Zukunft an. Nun treten sie kräftig auf die Bremse, da die Marktrealität sie wie ein 16-Rad-Lkw erfasst hat. Siehe die überraschende [Ankündigung](#) von Ford Motor am Montag, dass das Unternehmen eine Belastung in Höhe von 19,5 Milliarden Dollar für sein Elektrofahrzeuggeschäft verbuchen wird.

„Anstatt Milliarden in die Zukunft zu investieren, obwohl wir wissen, dass diese großen Elektrofahrzeuge niemals Geld einbringen werden, schlagen wir einen neuen Kurs ein“, erklärte Ford-CEO Jim Farley, als er die Pläne des Unternehmens zur Erweiterung seines Angebots an benzinbetriebenen Fahrzeugen und Hybridmodellen erläuterte. Ford wird auch seinen vollelektrischen Pickup F-150 Lightning ausmustern, der bei der Elektrofahrzeug-begeisterten Presse sehr beliebt war.

Ford hat seit 2023 13 Milliarden Dollar mit seinem Elektroauto-Geschäft verloren, und für die kommenden Jahre werden noch größere Verluste erwartet. Im vergangenen Jahr verlor Ford etwa 50.000 Dollar pro verkauftem Elektroauto. Die Wahrheit ist, dass die Wirtschaftlichkeit von Elektroautos immer weitgehend von staatlichen Subventionen und Vorschriften abhängig war. Nun, da diese Kombination aus staatlicher Begünstigung und Zwang weitgehend wegfällt, haben die meisten Autohersteller viel weniger Gründe, Elektroautos zu bauen.

In der gleichen Woche, in der CSIRO entschied, dass 90 % erneuerbare Energien [ausreichend](#) seien, tat die EU Ähnliches:

EU [verzichtet](#) auf Verbot von Verbrennungsmotoren ab 2035, steht doch die weltweite Umstellung auf Elektrofahrzeuge vor einer Neubewertung

[Philip Blenkinsop](#), Reuters

STRASSBURG, 16. Dezember (Reuters) – Die Europäische Kommission hat am Dienstag einen Plan [vorgestellt](#), wonach das faktische Verbot der EU für neue Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor ab 2035 aufgehoben werden soll, nachdem der Automobilsektor der Region [Druck](#) ausgeübt hatte. **Dies ist der größte Rückzug der Union von ihrer Umweltpolitik in den letzten Jahren.**

[Hervorhebung im Original]

Dominic Phinn, Leiter der Abteilung Verkehr bei der gemeinnützigen Organisation Climate Group konterte, dass die Maßnahmen einen „tragischen Sieg“ der traditionellen Industrie über Elektroautos darstellten. „Die Abschwächung des Ausstiegs aus Benzin- und Dieselmotoren steht im Widerspruch zu den führenden Unternehmen in ganz Europa, die Milliarden in Elektroflotten investieren und dringend die damit verbundene Stabilität benötigen“, sagte er.

Nach dem Vorschlag vom Dienstag würden die EU-Ziele auf eine Senkung der CO₂-Emissionen um 90 % gegenüber dem Niveau von 2021 verschoben, anstatt der aktuellen Vorschriften, wonach alle neuen Pkw und Lieferwagen ab 2035 emissionsfrei sein müssen.

Die Lehre daraus ist einmal mehr, dass der Versuch der Regierung, Elektroautos künstlich zu verbilligen, dazu geführt hat, dass alle Autos teurer geworden sind. Ford und alle anderen müssen diese Verluste irgendwie ausgleichen. Und bei dem Versuch, die Emissionen zu reduzieren, haben die Bürokraten diese mit ziemlicher Sicherheit erhöht. Indem sie den Armen die Möglichkeit verweigern, ein neues Auto zu besitzen, sorgen sie zweifellos dafür, dass ältere Autos mit höheren Emissionen auf den Straßen bleiben. Nicht, dass Emissionen eine Rolle spielen würden – der Punkt ist, dass der freie Markt es besser gemacht hätte, was auch immer die Genies mit dem Zauberstab erreichen wollten.

[Jo Nova](#) ist Wissenschaftsmoderatorin, Autorin, Rednerin und ehemalige Fernsehmoderatorin sowie Autorin von „The Skeptic’s Handbook“ (Das Handbuch des Skeptikers).

Link:

<https://joannenova.com.au/2025/12/the-forced-ev-revolution-the-big-government-boom-that-busted-and-ford-alone-blew-20b-us/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE

Tech-Gigant schluckt Energieunternehmen in einem 5- Milliarden-Dollar-Deal, um Rechenzentren mit Strom zu versorgen

geschrieben von Chris Frey | 26. Dezember 2025

Audrey Streb, DCNF Energiereporterin, [THE DAILY CALLER](#)

Die Muttergesellschaft von Google Alphabet gab am Montag bekannt, dass sie das Rechenzentrums- und Energieinfrastruktur-Unternehmen Intersect für 4,75 Milliarden US-Dollar in bar und „die Übernahme von Schulden“ erwerben wird.

Obwohl Google bereits eine Mehrheitsbeteiligung an dem Unternehmen hält, wird die **Transaktion** laut Alphabet den Ausbau der Infrastruktur für künstliche Intelligenz (KI) des Big-Tech-Unternehmens weiter unterstützen, während die Geschäftstätigkeit von Intersect separat bleibt. Angesichts des **steigenden** Energiebedarfs in den USA und des **prognostizierten** sprunghaften Anstiegs des Bedarfs an KI-Rechenzentren sucht Big Tech nach zuverlässigen Stromquellen – wobei einige Unternehmen die **Wiederinbetriebnahme** von Kernkraftwerken ins Auge fassen.

„Intersect wird uns dabei helfen, unsere Kapazitäten zu erweitern, beim Bau neuer Kraftwerke im Einklang mit der neuen Datacenter-Auslastung flexibler zu agieren und Energielösungen neu zu konzipieren, um die Innovation und Führungsrolle der USA voranzutreiben. Wir freuen uns darauf, Sheldon und das Intersect-Team willkommen zu heißen“, sagte der CEO von Google und Alphabet Sundar Pichai, in einer Erklärung am Montag.

Alphabet merkt an, dass diese Übernahme „das kontinuierliche Engagement von Alphabet und Google für Partnerschaften mit Versorgungsunternehmen und Energieentwicklern in der gesamten Branche verstärken wird, um eine reichhaltige, zuverlässige und erschwingliche Energieversorgung zu erschließen, die den Ausbau der Infrastruktur für Rechenzentren ermöglicht, ohne die Kosten an die Netzkunden weiterzugeben.“

Intersect hat sich schon immer darauf konzentriert, Innovationen in die Branche zu bringen, und wir freuen uns darauf, als Teil von Google in großem Maßstab voranzukommen“, sagte Sheldon Kimber, Gründer und CEO von Intersect, in einer Erklärung am Montag. „Moderne Infrastruktur ist der Dreh- und Angelpunkt der amerikanischen Wettbewerbsfähigkeit im Bereich der KI. Wir teilen die Überzeugung von Google, dass Energieinnovationen und Investitionen in die Gemeinschaft die Säulen dessen sind, was als Nächstes kommen muss.“

Die Trump-Regierung hat ähnliche Botschaften zur Förderung der Dominanz der USA in der KI-Branche verbreitet und am 11. Dezember eine **Durchführungsverordnung** unterzeichnet, die einen „nationalen politischen Rahmen für KI“ festlegt.

„Wir befinden uns noch in den Anfängen dieser technologischen Revolution und liefern uns mit unseren Gegnern einen Wettlauf um die Vorherrschaft in diesem Bereich“, heißt es in der Verordnung vom 11. Dezember.

Während Präsident Donald Trump **betont**, wie wichtig der Ausbau der

Infrastruktur für Rechenzentren ist, um Amerikas Wettbewerbsvorteil im KI-Wettlauf zu erhalten, [protestieren](#) einige lokale [Gemeinden](#) gegen den Bau von Rechenzentren, weil sie befürchten, dass diese Einrichtungen die Stromkosten in die Höhe treiben, ländliche Flächen beanspruchen und Wasserressourcen verbrauchen.

Staaten wie [Kalifornien](#), [Florida](#) und [New York](#) haben kürzlich KI-Richtlinien vorangetrieben oder unterzeichnet, die laut ihren Gouverneuren die Öffentlichkeit vor Big Tech schützen sollen. Demokraten und Republikaner sind sich hinsichtlich der KI-Botschaften im Vorfeld der Zwischenwahlen 2026 [uneinig](#), wobei prominente Politiker beider Lager [versprechen](#), den Ausbau von Rechenzentren zu stoppen, bis klarere Verbraucher- und lokale Schutzmaßnahmen festgelegt sind.

Bemerkenswert ist, dass einige aktuelle [Berichte](#) auf geheime Vereinbarungen zwischen Technologieunternehmen, Entwicklern und Versorgungsunternehmen über Rechenzentren [hinweisen](#), die den Wünschen der lokalen Gemeinden zuwiderlaufen. Demonstranten haben sich [versammelt](#), um gegen diese sogenannten „geheimen Vereinbarungen“ zu kämpfen, befürchten sie doch, dass die großen Technologieunternehmen auf Kosten der lokalen Gemeinden finanzielle Vorteile erzielen, oft ohne Wissen oder Zustimmung der Anwohner.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2025/12/24/tech-behemoth-gobbles-up-power-company-in-5-billion-deal-to-juice-data-centers/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE

Der Kollaps der Elektrofahrzeuge: Mann, das ging ja schnell!

geschrieben von Chris Frey | 26. Dezember 2025

[Francis Menton](#), [THE MANHATTAN CONTRARIAN](#)

Vor weniger als drei Jahren – Anfang 2023 – schrieb ich über die damals allgemeine Meinung von Regierung und Industrie, dass Elektrofahrzeuge (EVs) bald den amerikanischen Automarkt erobern würden. Im April 2022 hatte die Biden-Regierung aggressive [Fahrzeug-Verbrauchsstandards](#) verabschiedet, die nur durch einen raschen Übergang zu EVs erreichbar sein sollten. Unsere „Klimavorreiter“, also die Bundesstaaten Kalifornien und New York hatten dann im [August](#) bzw. [September](#) 2022 Vorschriften

erlassen, die einen Ausstieg aus dem Verkauf von Verbrennungsfahrzeugen vorschrieben, der 2035 abgeschlossen sein sollte, wonach nur noch EVs zugelassen sein würden. In einem [Beitrag](#) vom Januar 2023 verlinkte ich auf die Websites von Ford und GM, auf denen beide Unternehmen ihre großartigen Pläne für eine rasche Umstellung ihrer Unternehmen auf die Herstellung von überwiegend oder ausschließlich Elektrofahrzeugen anpriesen. Zu diesem Zeitpunkt behauptete Ford, dass es „Amerikas Umstellung auf Elektrofahrzeuge anführen“ und bis 2030 50 % seines Umsatzes in dieser Kategorie erzielen werde. GM prahlte mit seinem „Weg in eine vollelektrische Zukunft“ bis 2035.

In einem [Beitrag](#) vom 23. Februar 2023 äußerte ich mich skeptisch:

Es scheint, als hätten alle klugen Köpfe beschlossen, dass die Zukunft des Automobils den Elektrofahrzeugen gehört. ... Werden Elektrofahrzeuge also bald das Land erobern und zum dominierenden Verkehrsmittel werden? Ich wage das zu bezweifeln.

Hier meine Gründe:

Dies ist nur ein konkretes Beispiel für den allgemeinen Grundsatz, dass es immer ratsam ist, gegen eine zentrale Planung der Wirtschaft zu wetten. Elektroautos mögen für eine kleine Zahl wohlhabender Verbraucher ein erfolgreiches Nischenprodukt sein, aber die Vorstellung, dass sie Benzinfahrzeuge in kurzer Zeit vollständig ersetzen werden, ist der Traum von zentralen Planern, die glauben, ihren Traum mit Zwang durchsetzen zu können. Zentrale Planung funktioniert nie, und auch diesmal wird sie nicht funktionieren.

In den letzten Wochen gab es viele Neuigkeiten zum Thema Elektroautos. Kurz gesagt hätte selbst ich nicht erwartet, wie schnell und vollständig die Elektroauto-Fantasie zusammengebrochen ist.

Der Hintergrund ist natürlich, dass die zweite Trump-Regierung nach ihrem Amtsantritt umgehend Maßnahmen ergriff, um die enorme staatliche Unterstützung für den Verkauf von Elektrofahrzeugen zu beenden. Die hohe Steuergutschrift für den Kauf von Elektrofahrzeugen wurde durch den „One Big Beautiful Bill Act“ [abgeschafft](#), der am 4. Juli unterzeichnet wurde und nach dem 30. September 2025 in Kraft trat. Am 3. Dezember [verkündete](#) die Regierung die Rücknahme der als „CAFE“ bekannten Fahrzeug-Verbrauchsstandards auf ein Niveau, das Verbrennungsmotoren erfüllen können.

Der Einbruch der EV-Verkäufe begann unmittelbar mit dem Ende der Steuergutschrift. Am 31. Oktober [berichtete](#) die Fachzeitschrift Inside EVs über die Ergebnisse des ersten Monats nach dem Ende der Steuergutschrift:

Sowohl J.D. Power als auch S&P Global Mobility schätzen, dass der Marktanteil von Elektrofahrzeugen in den USA im Oktober von einem Rekordhoch von über 12 % im September auf rund 5 % gefallen ist. Der

Anteil batteriebetriebener Fahrzeuge am Gesamtabatz sank im Jahresvergleich ebenfalls deutlich, von über 8 % im Oktober 2024. Das letzte Mal, dass Elektrofahrzeuge 5 % der Fahrzeugverkäufe in den USA ausmachten, war Anfang 2022. Laut S&P Global Mobility wurden im Oktober rund 64.000 neue Elektrofahrzeuge verkauft. Das ist ein dramatischer Rückgang gegenüber September, als die Amerikaner fast 150.000 Elektrofahrzeuge kauften oder leasen, um noch rechtzeitig von der auslaufenden Förderung in Höhe von 7.500 Dollar zu profitieren.

Die großen Automobilhersteller erkannten schnell, dass sie einen Kurswechsel vornehmen mussten. Am 15. Dezember [berichtete](#) das Wall Street Journal, dass Ford eine massive Belastung in Höhe von 19,5 Milliarden Dollar hinnehmen würde, um seine Investitionen in Elektrofahrzeuge abzuschreiben:

Ford Motor gab am Montag bekannt, dass es mit Kosten in Höhe von etwa 19,5 Milliarden US-Dollar rechnet, die hauptsächlich mit seinem Geschäft mit Elektrofahrzeugen zusammenhängen. Dies ist ein schwerer Schlag für den Autohersteller, der angesichts der sinkenden Nachfrage nach Elektrofahrzeugen Einsparungen vornimmt. Der Betrag gehört zu den höchsten Wertminderungen, die jemals von einem Unternehmen vorgenommen worden waren, und markiert die bislang größte Einsicht der US-Autoindustrie, dass sie ihre Ambitionen im Bereich Elektrofahrzeuge in naher Zukunft nicht verwirklichen kann.

Die 19,5 Milliarden US-Dollar kommen zu den rund 13 Milliarden US-Dollar Betriebsverlusten hinzu, die Ford in den letzten drei Jahren bei dem Versuch, im EV-Geschäft zu konkurrieren, trotz der enormen staatlichen Subventionen erlitten hat:

Ford ... hat seit 2023 13 Milliarden US-Dollar mit seinem EV-Geschäft verloren. ...

Bei GM ist die Abschreibung geringer, aber die Richtungsänderung ist nicht weniger drastisch. Aus [NBC News](#), 16. Oktober:

Am Dienstag gab General Motors bekannt, dass es Verluste in Höhe von insgesamt 1,6 Milliarden US-Dollar im Zusammenhang mit geplanten Änderungen bei der Einführung seiner Elektrofahrzeuge verbuchen würde. Das Unternehmen führte einen Teil der Änderung auf die Streichung der von Präsident Joe Biden eingeführten Kaufprämien für Elektrofahrzeuge in Höhe von 7.500 US-Dollar durch Präsident Donald Trump zurück.

Der Einbruch der Elektroauto-Verkäufe beschränkt sich nicht nur auf Ford und GM. Aus dem NBC-Artikel zu Tesla:

Der Einbruch der Verkäufe bei Tesla – nach wie vor der Marktführer bei Elektroautos in den USA – trägt ebenfalls zur Verschlechterung der Aussichten bei. Die Verkäufe des Unternehmens gingen im zweiten Quartal um fast 13 % zurück, und CEO Elon Musk warnte vor einigen „schwierigen Quartalen“ für das Unternehmen.

Ein vergleichbares Phänomen ist auch in anderen Ländern zu beobachten, wenn auch unter unterschiedlichen regulatorischen und politischen Rahmenbedingungen. Aus dem [Wall Street Journal](#) vom 14. Oktober:

Der Rest der Welt folgt Amerikas Rückzug aus dem Bereich der Elektrofahrzeuge. Kanada, Großbritannien und die Europäische Union nehmen angesichts der wirtschaftlichen Realität Abstand von ihren Zielen für Elektrofahrzeuge, und sogar China zeigt Risse. . . . Die Autohersteller argumentieren, dass das Geschäftsmodell für Elektrofahrzeuge angesichts der nach wie vor hohen Batteriekosten, der lückenhaften Ladenetzwerke und der sinkenden staatlichen Subventionen unrentabel ist. In ganz Europa, den USA und Kanada wurden Förderprogramme eingestellt oder gekürzt.

Seien wir ehrlich: Das war von Anfang an eine schlecht durchdachte zentrale Planung, die niemals funktionieren konnte. Ich habe mir noch einmal die Links angesehen, die ich in meinem Beitrag vom Januar 2022 zu den Websites von [Ford](#) und [GM](#) eingefügt hatte. Beide Links sind weiterhin aktiv, aber die begeisterten Äußerungen über den Weg in eine Zukunft mit ausschließlich Elektrofahrzeugen wurden von beiden Seiten entfernt. Stattdessen finden Sie dort im Fall von GM weitere Links, wenn Sie sich ein Elektrofahrzeug kaufen möchten, und im Fall von Ford allgemeine Nachrichten über das Unternehmen. Die Realität ist zurückgekehrt.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2025/12/18/the-electric-vehicle-collapse-wow-that-was-quick/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE

Anmerkung des Übersetzers: Schauen wir mal, wann Deutschland aufwacht!

Neue Studie wirft erneut Fragen hinsichtlich unserer Fähigkeit auf, die globale Durchschnittstemperatur aussagekräftig zu bewerten

geschrieben von Chris Frey | 26. Dezember 2025

[Kenneth Richard](#)

„Die Temperatur ist eine intensive Eigenschaft, die nur in

Gleichgewichtssystemen definiert ist und über Nicht-Gleichgewichtssysteme hinweg nicht sinnvoll gemittelt werden kann.“ – Cohler, 2025

Eine mathematische **Beweisführung** aus dem Jahr 2007, wonach es in Wirklichkeit keine globale Durchschnittstemperatur gibt (da ein Temperaturdurchschnitt nur in Gleichgewichtssystemen definiert werden kann), wurde nie widerlegt.

Beispielsweise hängt die Feststellung, ob eine Tasse Kaffee sich erwärmt oder abkühlt – und um wie viel –, vollständig von der willkürlich gewählten Mittelwertformel ab. In der Studie wurden vier Verfahren der Bildung von Mittelwerten ausgewählt, um die Veränderung der durchschnittlichen Kaffeetemperatur im Laufe der Zeit zu bewerten. Alle vier ergaben unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich Erwärmung und Abkühlung.

cup of coffee at 33°C. The two remain isolated, but are allowed to relax to room temperature, which is 20°C, according to Newtonian cooling (heating). To complete the example, a plausible relaxation time of eight minutes for each container was set for the sake of this illustration, but the phenomenon we will find is not unique to this value. In this manner, the ice water is allowed to warm, while the coffee cools accordingly.

For this example, the two independent temperatures were averaged in four different ways. They are not exhaustive by any means. Furthermore, examples with other temperature units and other averages may be formulated, but these would not add materially to the value of the example.

The averages used are:

$$\begin{aligned} \mathcal{A}_{\mathcal{R}_1}(T_1, T_2) &= \left(\frac{T_1^{-1} + T_2^{-1}}{2} \right)^{-1}, \\ \mathcal{A}_{\mathcal{R}_2}(T_1, T_2) &= \left(\frac{T_1 + T_2}{2} \right), \\ \mathcal{A}_{\mathcal{R}_3}(T_1, T_2) &= \left(\frac{T_1^2 + T_2^2}{2} \right)^{1/2}, \\ \mathcal{A}_{\mathcal{R}_4}(T_1, T_2) &= \left(\frac{T_1^4 + T_2^4}{2} \right)^{1/4}. \end{aligned} \tag{9}$$

\mathcal{R}_1 is the harmonic mean. It is preceded, for example, in the case of temperature in connection with minimum entropy production and the radiation field [17]. It also appears in connection with average resistance in a parallel circuit and in average travel times on a road network with varying speed limits.

\mathcal{R}_2 is the simple mean, often used over small temperature ranges and in connection with simple Newtonian heat exchange.

\mathcal{R}_3 is the root mean square, which is well preceded in statistics and statistical mechanics. In the latter case, it appears particularly in connection with kinetic energy. It can also emerge in connection with the potential energy of a spring.

\mathcal{R}_4 would appear in connection with black body radiation.

The results of the Newtonian cooling calculations are shown in Figure 1. It is clear that the starting “system temperature” varies widely depending on the averaging formula chosen. Because of the property that all averages must be the same for a set composed of equal values, all averages must approach the room temperature. All of these averages clearly exhibit this proper behavior.

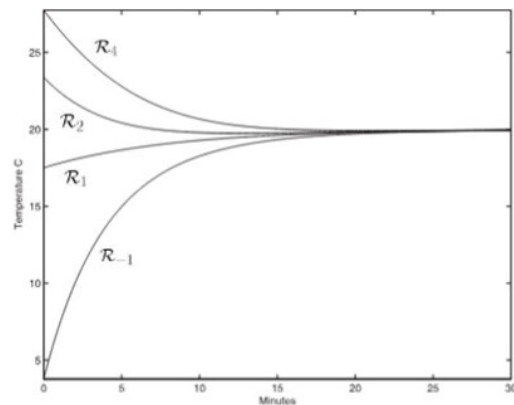


Figure 1 Four averages over one thermodynamic system. The rules for each, denoted by \mathcal{R}_1 , \mathcal{R}_2 and \mathcal{R}_4 are defined in Eq. (9).

Clearly, whether the system seems “warmer” or “cooler” at time $t = 5$, say, in relation to $t = 0$ depends on the average chosen. But the data are independent of the averaging rule used, therefore the sign of the derivatives is not intrinsic to the data, but a property of the averaging rule selected.

If the physics does not prescribe one rule to be used over another, as it does not for temperature, we may use any rule. If one interpreter of the data chooses one rule, while another chooses a different rule, there is no way to settle a disagreement as to whether the system is getting “warmer” or “cooler” with time.

Alternatively, if one has a change of opinion about what rule to use, the ranking of the two systems may be instantaneously reversed. In a mathematical sense, this would just be a quantitative alteration in the time derivative. However, “warming” versus “cooling” is a qualitative distinction for thermodynamics. Changing the sign of the derivative reverses the ranking of the two states catastrophically, in the sense of a qualitative change that is extrinsic to the system studied. That is, rank order is catastrophically reversed by simply changing how the data are interpreted – a rank order catastrophe.

There are only two options: admit the possibility that non-equilibrium systems can simultaneously warm and cool or take the position that these terms

Image Source: [Essex et al., 2007](#)

Die Graphik in deutscher Übersetzung (Google translate)

Eine Tasse Kaffee bei 33 °C. Die beiden bleiben isoliert, können sich aber gemäß der Newtonschen Abkühlung (Erwärmung) auf Raumtemperatur von 20 °C entspannen. Um das Beispiel zu vervollständigen, wurde für jedes Gefäß eine plausible Relaxationszeit von acht Minuten festgelegt, aber das Phänomen, das wir finden werden, ist nicht auf diesen Wert beschränkt. Auf diese Weise kann sich das Eiswasser erwärmen, während der Kaffee entsprechend abkühlt.

Für dieses Beispiel wurden die beiden unabhängigen Temperaturen auf vier verschiedene Arten gemittelt. Diese sind keineswegs vollständig. Darüber hinaus können Beispiele mit anderen Temperatureinheiten und anderen Mittelwerten formuliert werden, aber diese würden den Wert des Beispiels nicht wesentlich erweitern.

Die verwendeten Mittelwerte sind:

$$\mathcal{M}_{R-1}(T_1, T_2) = \left(\frac{T_1^{-1} + T_2^{-1}}{2} \right)^{-1},$$

$$\mathcal{M}_{R1}(T_1, T_2) = \left(\frac{T_1 + T_2}{2} \right),$$

$$\mathcal{M}_{R2}(T_1, T_2) = \left(\frac{T_1^2 + T_2^2}{2} \right)^{1/2},$$

$$\mathcal{M}_{R4}(T_1, T_2) = \left(\frac{T_1^4 + T_2^4}{2} \right)^{1/4}.$$

R-1 ist das harmonische Mittel. Es wurde beispielsweise im Fall der Temperatur im Zusammenhang mit minimaler Entropieproduktion und dem Strahlungsfeld [17] verwendet. Es tritt auch im Zusammenhang mit dem mittleren Widerstand in einem Parallelkreis und bei mittleren Fahrzeiten in einem Straßennetz mit unterschiedlichen Geschwindigkeitsbegrenzungen auf

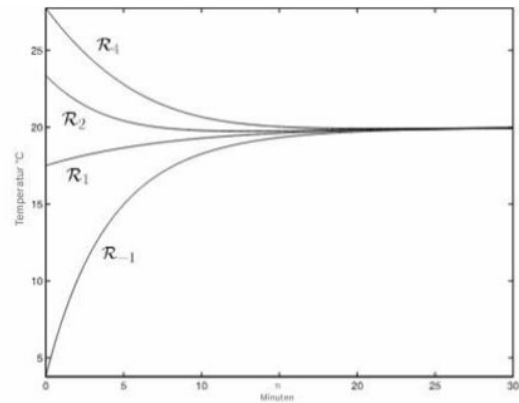
R₁ ist der einfache Mittelwert, der häufig über kleine Temperaturbereiche und im Zusammenhang mit dem einfachen Newtonschen Wärmeaustausch verwendet wird.

R² ist der quadratische Mittelwert, der in der Statistik und der statistischen Mechanik gut etabliert ist. Im letzteren Fall tritt er insbesondere im Zusammenhang mit kinetischer Energie auf. Er kann auch im Zusammenhang mit der potenziellen Energie einer Feder auftreten.

R⁴ würde im Zusammenhang mit der Schwarzkörperstrahlung auftreten.

Die Ergebnisse der Berechnungen zur Newtonschen Abkühlung sind in Abbildung 1 dargestellt.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die anfängliche "Systemtemperatur" je nach gewählter Mittelwertformel stark variiert. Aufgrund der Eigenschaft, dass alle Mittelwerte für eine Menge gleicher Werte gleich sein müssen, müssen sich alle Mittelwerte der Raumtemperatur annähern. Alle diese Mittelwerte zeigen dieses korrekte Verhalten deutlich.



(9)

Abbildung 1 Vier Mittelwerte über ein thermodynamisches System. Die Regeln für jeden Mittelwert, bezeichnet mit 1, 2 und 4, sind in Gl. (9) definiert.

Es ist klar, dass es vom gewählten Mittelwert abhängt, ob das System zum Zeitpunkt 1 = 5 im Vergleich zu 1 = 0 "wärmer" oder "kälter" erscheint. Die Daten sind jedoch unabhängig von der verwendeten Mittelwertbildungsregel. Daher ist das Vorzeichen der Ableitungen nicht den Daten inhärent, sondern eine Eigenschaft der gewählten Mittelwertbildungsregel.

Wenn die Physik keine Regel vorschreibt, die einer anderen vorzuziehen ist, wie dies beispielsweise bei der Temperatur der Fall ist, können wir jede beliebige Regel verwenden. Wenn ein Interpret der Daten die eine Regel wählt, während ein anderer eine andere Regel wählt, gibt es keine Möglichkeit, eine Meinungsverschiedenheit darüber beizulegen, ob das System mit der Zeit "wärmer" oder "kälter" wird

Alternativ kann sich die Rangfolge der beiden Systeme schlagartig umkehren, wenn man seine Meinung darüber ändert, welche Regel anzuwenden ist. Mathematisch gesehen wäre dies lediglich eine quantitative Änderung der zeitlichen Ableitung. In der Thermodynamik ist „Erwärmen“ versus „Abkühlen“ jedoch eine qualitative Unterscheidung. Die Änderung des Vorzeichens der Ableitung kehrt die Rangfolge der beiden Zustände katastrophal um, im Sinne einer qualitativen Änderung, die außerhalb des untersuchten Systems liegt. Das heißt, die Rangfolge wird katastrophal umgekehrt, indem man einfach die Interpretation der Daten ändert – eine Rangordnungskatastrophe.

Es gibt nur zwei Möglichkeiten: die Möglichkeit zuzulassen, dass sich Nichtgleichgewichtssysteme gleichzeitig erwärmen und abkühlen können, oder die Position einzunehmen, dass diese Terme

Eine neue Studie eröffnet diese Debatte erneut, indem sie bekräftigt, dass es „unendlich viele Möglichkeiten gibt, die Durchschnittstemperatur zu berechnen“. Die in der modernen „Klimawissenschaft“ gewählte Berechnungsmethode ist willkürlich, nicht physikalisch und liefert im Vergleich zu anderen Verfahren grundlegend andere Ergebnisse.

„Jeder Ansatz führt zu unterschiedlichen numerischen Ergebnissen und unterschiedlichen Trends der Durchschnittstemperatur im Zeitverlauf.“

The Father of Lies Hijacking Climate Science: Global Mean Surface Temperature Does Not Exist

Jonathan Cohler, B.A.

"The very concept of objective truth is fading out of the world. Lies will pass into history."
— George Orwell, *Looking Back on the Spanish War* (1943)

ABSTRACT

Trillions of dollars are being spent ostensibly to avert a threatened global climate disaster. According to the UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the global mean surface temperature (GMST) must not increase more than a stated amount above the pre-industrial baseline (1850–1900) to prevent irreversible catastrophe. However, the GMST does not have a precise regulatory definition, and is in fact physically meaningless based on fundamental principles of thermodynamics. Nevertheless, all IPCC climate models are tuned to reproduce historical GMST trends. This represents what Orwell presciently described: the systematic replacement of objective truth with politically convenient fiction.

Introduction

The UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has assessed the risks of global warming at 1.5°C or 2°C above pre-industrial levels as critical thresholds that some have characterized as the most important numbers in the world. According to the IPCC assessments, global mean surface temperature (GMST) must not increase more than these amounts above the pre-industrial baseline (1850–1900) to prevent irreversible catastrophes from global warming. This target was formally adopted by 196 nations in the Paris Agreement of 2015.¹

However, the mathematical and physical foundation underlying this entire framework does not exist, demonstrating that the concept of global temperature is not merely imprecise or approximate—it is mathematically and physically meaningless.

The fundamental principles of thermodynamics were well established by the 1880s. In 2007, Essex, McKittrick, and Andresen published rigorous mathematical proofs based on the fundamentals of thermodynamics and mathematics demonstrating that "there is no physically meaningful global temperature for the Earth in the context of the issue of global warming."² This lengthy set of mathematical proofs has remained unchallenged for more than 18 years—highly unusual in modern science when dealing with highly controversial topics. Typically, papers challenging established paradigms generate vigorous scientific debate, follow-up studies, and detailed rebuttals. The complete absence of any peer-reviewed refutation or any discussion at all of these fundamental mathematical proofs suggests something far more troubling than mere scientific and mathematical oversight.

The mathematical foundation for this conclusion rests on

pure fundamental mathematics and thermodynamic principles taught in first-year thermodynamics courses—also known as statistical physics.

Temperature is an *intensive* property that is defined only in equilibrium systems and cannot be meaningfully averaged across non-equilibrium systems. The Earth's surface air and ocean water is a large non-equilibrium system with enormous spatial and temporal variations in temperature, pressure, humidity, and heat capacity, in addition to the more than 800-fold mass density difference between sea water and air. It is well understood that as an intensive thermodynamic property, temperature is neither additive nor meaningfully averageable across such a system, in contrast to *extensive* properties such as energy, mass, and volume, which scale directly with the amount of matter and can be summed over subsystems. As Essex et al. demonstrate, there is no *physical* principle that dictates how surface temperatures should be averaged globally to produce a meaningful statistic, making any such human-chosen averaging methodology arbitrary, resulting in a statistical artifact with no physical meaning.

This arbitrariness is not a minor technical detail. There are infinite ways to average temperatures—arithmetic mean, geometric mean, harmonic mean, root mean square, and the entire family of Hölder means, among infinitely many others. Each method produces different numerical results and different trends over time. Without a physical principle to select one averaging method over another, the choice becomes purely arbitrary. As the Essex paper conclusively demonstrates, "if the physics does not prescribe one averaging rule to be used over another, as it does not for temperature, we may use any rule. If one interpreter of the data chooses one rule while another chooses a different rule, there is no way to settle a disagreement as to whether the system is getting warmer or cooler with time."²

The implications extend far beyond academic thermodynamics. Every climate model used by the IPCC (CMIP models) is tuned to reproduce historical GMST trends. When models are calibrated to match a physically meaningless quantity, their outputs become equally meaningless—not just for temperature projections, but for all variables, since these are coupled global circulation models where all components interact. The fundamental principle of scientific modeling requires that models be validated against physically meaningful observables.

Furthermore, the systematic misrepresentation of this arbitrary statistic as an actual "temperature" or "temperature anomaly" (complete with °C symbols) constitutes a deliberate deception. True thermal energy calculations require mass, heat capacity, and temperature,

$$Q = mc\Delta T$$

Where Q represents the energy transferred.

GMST calculations use area-weighted temperature averages

Image Source: [Cohler, 2025](#)

In deutscher Übersetzung:

Der Vater der Lügen kapert die Klimawissenschaft: Die globale mittlere Oberflächentemperatur existiert nicht

Jonathan Cohler, B.A.

„Der Begriff der objektiven Wahrheit verschwindet aus der Welt. Lügen werden in die Geschichte eingehen.“ – George Orwell, Rückblick auf den Spanischen Bürgerkrieg (1943)

ZUSAMMENFASSUNG

Billionen von Dollar werden angeblich ausgegeben, um eine drohende globale Klimakatastrophe abzuwenden. Laut dem Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) der Vereinten Nationen darf die globale mittlere Oberflächentemperatur (GMST) nicht mehr als einen bestimmten Betrag über dem vorindustriellen Basiswert (1850–1900) ansteigen, um eine irreversible Katastrophe zu verhindern. Die GMST hat jedoch keine präzise regulatorische Definition und ist tatsächlich physikalisch bedeutungslos, basierend auf fundamentalen Prinzipien der Thermodynamik. Dennoch sind alle Klimamodelle des IPCC so eingestellt, dass sie historische GMST-Trends reproduzieren. Dies entspricht dem, was Orwell vorausschauend beschrieb: die systematische Ersetzung der objektiven Wahrheit durch politisch opportunistische Fiktion.

Einleitung

Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) der Vereinten Nationen hat die Risiken der globalen Erwärmung bei 1,5 °C oder 2 °C über dem vorindustriellen Niveau als kritische Schwellenwerte bewertet, die von einigen als die wichtigsten Zahlen der Welt bezeichnet wurden. Laut den IPCC-Bewertungen darf die globale mittlere Oberflächentemperatur (GMST) nicht mehr als diese Werte über dem vorindustriellen Ausgangsniveau (1850–1900) ansteigen, um irreversible Katastrophen durch die globale Erwärmung zu verhindern. Dieses Ziel wurde von 196 Nationen im Pariser Abkommen von 2015 formell angenommen.¹

Die mathematische und physikalische Grundlage, die diesem gesamten Rahmenwerk zugrunde liegt, existiert jedoch nicht, was zeigt, dass das Konzept der globalen Temperatur nicht nur ungenau oder annähernd ist – es ist mathematisch und physikalisch bedeutungslos.

Die fundamentalen Prinzipien der Thermodynamik waren in den 1880er Jahren gut etabliert. Im Jahr 2007 veröffentlichten Essex, McKittrick und Andresen strenge mathematische Beweise, die auf den Grundlagen der Thermodynamik und Mathematik basieren und zeigen, dass es „im Kontext der Frage der globalen Erwärmung keine physikalisch sinnvolle globale Temperatur für die Erde gibt“. Diese umfangreiche Reihe mathematischer Beweise ist seit mehr als 18 Jahren unangefochten geblieben – höchst ungewöhnlich in der modernen Wissenschaft, wenn es um hochkontroverse Themen geht. Typischerweise führen Arbeiten, die etablierte Paradigmen in Frage stellen, zu lebhaften wissenschaftlichen Debatten, Folgestudien und detaillierten Widerlegungen. Das völlige Fehlen einer von Fachkollegen begutachteten Widerlegung oder jeglicher Diskussion dieser fundamentalen mathematischen Beweise deutet auf etwas weitaus Beunruhigenderes hin als bloße wissenschaftliche und mathematische Nachlässigkeit. Die mathematische Grundlage für diese Schlussfolgerung beruht auf

reiner fundamentaler Mathematik und thermodynamischen Prinzipien, die in Thermodynamik-Kursen des ersten Studienjahres, auch bekannt als statistische Physik, gelehrt werden.

Temperatur ist eine intensive Größe, die nur in Gleichgewichtssystemen definiert ist und nicht sinnvoll über Nichtgleichgewichtssysteme gemittelt werden kann. Die Erdoberfläche mit Luft und Meerwasser ist ein großes Nichtgleichgewichtssystem mit enormen räumlichen und zeitlichen Schwankungen in Temperatur, Druck, Feuchtigkeit und Wärmekapazität, zusätzlich zum mehr als 800-fachen Unterschied in der Massendichte zwischen Meerwasser und Luft. Es ist bekannt, dass Temperatur als intensive thermodynamische Größe weder additiv noch sinnvoll über ein solches System gemittelt werden kann, im Gegensatz zu extensiven Größen wie Energie, Masse und Volumen, die direkt mit der Stoffmenge skalieren und über Teilsysteme summiert werden können. Wie Essex et al. zeigen, gibt es kein physikalisches Prinzip, das vorschreibt, wie Oberflächentemperaturen global gemittelt werden sollten, um eine sinnvolle Statistik zu erhalten. Daher ist jede solche vom Menschen gewählte Mittelungsmethode willkürlich und führt zu einem statistischen Artefakt ohne physikalische Bedeutung.

Diese Willkür ist kein unbedeutendes technisches Detail. Es gibt unendlich viele Möglichkeiten, Temperaturen zu mitteln – arithmetisches Mittel, geometrisches Mittel, harmonisches Mittel, quadratisches Mittel und die gesamte Familie der Hölder-Mittelwerte, neben unendlich vielen anderen. Jede Methode liefert unterschiedliche numerische Ergebnisse und unterschiedliche Trends im Zeitverlauf. Ohne ein physikalisches Prinzip, das die Wahl einer Mittelungsmethode gegenüber einer anderen rechtfertigt, wird die Wahl rein willkürlich. Wie die Arbeit von Essex schlüssig beweist: „Wenn die Physik keine bestimmte Mittelungsregel vorschreibt, wie es bei der Temperatur der Fall ist, können wir jede beliebige Regel verwenden. Wenn ein Interpret der Daten die eine Regel wählt, während ein anderer eine andere Regel wählt, gibt es keine Möglichkeit, eine Meinungsverschiedenheit darüber beizulegen, ob das System mit der Zeit wärmer oder kälter wird.“²

Die Auswirkungen reichen weit über die akademische Thermodynamik hinaus. Jedes vom IPCC verwendete Klimamodell (CMIP-Modelle) ist darauf ausgelegt, historische GMST-Trends zu reproduzieren. Wenn Modelle so kalibriert werden, dass sie einer physikalisch bedeutungslosen Größe entsprechen, werden ihre Ergebnisse ebenso bedeutungslos – nicht nur für Temperaturprognosen, sondern für alle Variablen, da es sich um gekoppelte globale Zirkulationsmodelle handelt, bei denen alle Komponenten interagieren. Das Grundprinzip der wissenschaftlichen Modellierung erfordert, dass Modelle anhand physikalisch sinnvoller Beobachtungsgrößen validiert werden.

Darüber hinaus stellt die systematische Fehldarstellung dieser willkürlichen Statistik als tatsächliche „Temperatur“ oder „Temperaturanomalie“ (mit °C-Symbolen) eine bewusste Täuschung dar. Echte thermische Energieberechnungen erfordern Masse, Wärmekapazität und Temperatur.

$$Q = mc\Delta T$$

Wobei Q die übertragene Energie darstellt.

GMST-Berechnungen verwenden flächengewichtete Temperaturmittelwerte

Eine Studie aus dem Jahr 2020, die dieses wenig beachtete statistische Problem illustriert, das für die moderne „Klimawissenschaft“ von grundlegender Bedeutung ist, wies darauf hin, dass eine große Anzahl von Wissenschaftlern die globale durchschnittliche Temperatur zwischen 1877 und 1913 auf 14,0 bis 15,1 °C oder etwa 14,5 °C berechnet hatte.

Den Berechnungen von HadCRUT4, NASA GISS und Berkeley Earth zufolge lag die globale Durchschnittstemperatur von 1991 bis 2018 jedoch bei 14,4 °C, 14,5 °C bzw. 14,5 °C. Mit anderen Worten: Es lässt sich nachweisen, dass sich die globale Durchschnittstemperatur in den letzten 100 Jahren nicht verändert hat.

Meridional Distributions of Historical Zonal Averages and Their Use to Quantify the Global and Spheroidal Mean Near-Surface Temperature of the Terrestrial Atmosphere

Gerhard Kramm¹, Martina Berger², Ralph Dlugi¹, Nicole Mölders³

¹Engineering Meteorology Consulting, Fairbanks, AK, USA; ²Arbeitsgruppe Atmosphärische Prozesse (AGAP), Munich, Germany; ³Department of Atmospheric Sciences and Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK, USA

The zonal averages of temperature (the so-called normal temperatures) for numerous parallels of latitude published between 1852 and 1913 by Dove, Forbes, Ferrel, Spitaler, Batchelder, Arrhenius, von Bezold, Hopfner, von Hann, and Börnstein were used to quantify the global (spherical) and spheroidal mean near-surface temperature of the terrestrial atmosphere. Only the datasets of Dove and Forbes published in the 1850s provided global averages below $\langle T \rangle = 14^\circ\text{C}$, mainly due to the poor coverage of the Southern Hemisphere by observations during that time. The global averages derived from the distributions of normal temperatures published between 1877 and 1913 ranged from $\langle T \rangle = 14.0^\circ\text{C}$ (Batchelder) to $\langle T \rangle = 15.1^\circ\text{C}$ (Ferrel). The differences between the global and the spheroidal mean near-surface air temperature are marginal. To examine the uncertainty due to interannual variability and different years considered in the historic zonal mean temperature distributions, the historical normal temperatures were perturbed within $\pm 2\sigma$ to obtain ensembles of 50 realizations for each dataset. Numerical integrations of the perturbed distributions indicate uncertainties in the global averages in the range of $\pm 0.3^\circ\text{C}$ to $\pm 0.6^\circ\text{C}$ and depended on the number of available normal temperatures. Compared to our results, the global mean temperature of $\langle T \rangle = 15.0^\circ\text{C}$ published by von Hann in 1897 and von Bezold in 1901 and 1906 is notably too high, while $\langle T \rangle = 14.4^\circ\text{C}$ published by von Hann in 1908 seems to be more adequate within the range of uncertainty. The HadCRUT4 record provided $\langle T \rangle \cong 13.7^\circ\text{C}$ for 1851-1880 and $\langle T \rangle = 13.6^\circ\text{C}$ for 1881-1910. The Berkeley record provided $\langle T \rangle = 13.6^\circ\text{C}$ and $\langle T \rangle \cong 13.5^\circ\text{C}$ for these periods, respectively. The NASA GISS record yielded $\langle T \rangle = 13.6^\circ\text{C}$ for 1881-1910 as well. These results are notably lower than those based on the historic zonal means. For 1991-2018, the HadCRUT4, Berkeley, and NASA GISS records provided $\langle T \rangle = 14.4^\circ\text{C}$, $\langle T \rangle = 14.5^\circ\text{C}$, and $\langle T \rangle = 14.5^\circ\text{C}$, respectively. The comparison of the 1991-2018 globally averaged near-surface temperature with those derived from distributions of zonal temperature averages for numerous parallels of latitude suggests no change for the past 100 years.

Table 1. Average temperature for the Northern Hemisphere (NH), Southern Hemisphere (SH), and the Earth as reported by von Hann ([15, 16]).

| Author | Year of publication | NH (°C) | SH (°C) | Earth* (°C) |
|---------------------------------|---------------------|---------|---------|-------------|
| Dove [19] | 1852 | 15.5 | - | - |
| Schoch [20] | 1856 | 15.1 | 14.9 | 15.0 |
| Satorius von Waltershausen [21] | 1865 | - | 15.8 | - |
| Ferrel [12] | 1877 | 15.3 | 16.0 | 15.7 |
| Spitaler [10] | 1885 | 15.4 | 14.8 | 15.1 |
| von Hann [28] | 1882 | - | 15.4 | - |
| von Hann [15, 16] | 1897/1903 | - | 14.7 | - |

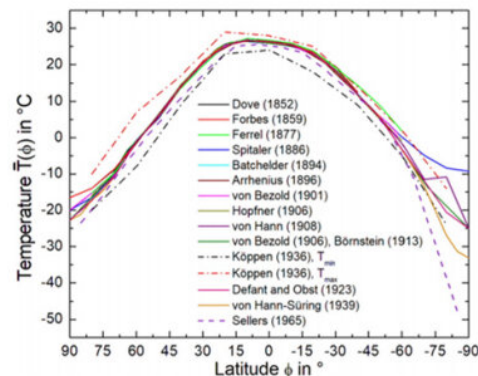


Figure 20. Comparison of the meridional distributions of zonal averages of temperature, $\bar{T}(\phi)$, as derived by Dove [19] (Do1852), Forbes [23] (Fo1859), Ferrel [12] (Fe1877), Spitaler [10] (Sp1885), Batchelder [11] (Ba1894), Arrhenius [26] (A1896-1), von Bezold [7] (vB1901-1), Hopfner [33] (Ho1906-1), von Hann [32] (vH1908), von Bezold [29] (vB1906), Börnstein [35] (Bö1913), Defant and Obst [36] (De1923), Köppen [37], von Hann-Süring [38] (vHS1939, eventually adopted by Haurwitz and Austin [40] and Blüthgen [41]), and Sellers [39] (Se1965).

Image Source: Kramm et al., 2020

In deutscher Übersetzung:

Meridionale Verteilungen historischer Zonenmittelwerte und ihre Verwendung zur Quantifizierung der globalen und sphäroidalen mittleren bodennahen Temperatur der Erdatmosphäre

Gerhard Kramm¹, Martina Berger², Ralph Dlugi², Nicole Mölders³

¹Engineering Meteorology Consulting, Fairbanks, AK, USA; ²Arbeitsgruppe Atmosphärische Prozesse (AGAP), Munich, Germany; ³Department of Atmospheric Sciences and Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK, USA

Die zwischen 1852 und 1913 von Dove, Forbes, Ferrel, Spitaler, Batchelder, Arrhenius, von Bezold, Hopfner, von Hann und Börnstein veröffentlichten Zonenmittelwerte der Temperatur (die sogenannten Normaltemperaturen) für zahlreiche Breitengrade wurden verwendet, um die globale (sphärische) und sphäroidale mittlere bodennahe Temperatur der Erdatmosphäre zu quantifizieren Lediglich die in den 1850er Jahren veröffentlichten Datensätze von Dove und Forbes lieferten globale Mittelwerte unter 14 °C (T), hauptsächlich aufgrund der unzureichenden Datenlage auf der Südhalbkugel zu jener Zeit. Die aus den zwischen 1877 und 1913 veröffentlichten Verteilungen normaler Temperaturen abgeleiteten globalen Mittelwerte reichten von 14,0 °C (Batchelder) bis 15,1 °C (Ferrel). Die Unterschiede zwischen der globalen und der sphäroidalen mittleren bodennahen Lufttemperatur sind gering. Um die Unsicherheit aufgrund der jährlichen Schwankungen und der unterschiedlichen Jahre, die in den historischen zonalen Mittelwertverteilungen der Temperatur berücksichtigt wurden, zu untersuchen, wurden die historischen Normaltemperaturen innerhalb von ±20° variiert, um Ensembles von 50 Realisierungen für jeden Datensatz zu erhalten. Numerische Integrationen der gestörten Verteilungen deuten auf Unsicherheiten der globalen Mittelwerte im Bereich von ±0,3 °C bis ±0,6 °C hin, die von der Anzahl der verfügbaren Normaltemperaturen abhängen. Im Vergleich zu unseren Ergebnissen ist die von von Hann (1897) und von Bezold (1901 und 1906) veröffentlichte globale mittlere Temperatur von (T) = 15,0 °C deutlich zu hoch, während der von Hann (1908) veröffentlichte Wert von (T) = 14,4 °C innerhalb der Unsicherheitspanne angemessener erscheint. Die HadCRUT4-Datenreihe lieferte für den Zeitraum 1851–1880 einen Wert von (T) = 13,7 °C und für den Zeitraum 1881–1910 einen Wert von (T) = 13,6 °C. Die Berkeley-Datenreihe lieferte für diese Zeiträume Werte von (T) = 13,6 °C bzw. (T) = 13,5 °C. Die NASA GISS-Aufzeichnung ergab für 1881–1910 ebenfalls (T) = 13,6 °C. Diese Ergebnisse sind deutlich niedriger als jene, die auf den historischen zonalen Mittelwerten basieren. Für 1991–2018 lieferten die HadCRUT4-, Berkeley- und NASA GISS-Aufzeichnungen (T) = 14,4 °C, (T) = 14,5 °C bzw. (T) = 14,5 °C. Der Vergleich der global gemittelten bodennahen Temperatur von 1991–2018 mit den aus den Verteilungen der zonalen Temperaturmittelwerte für zahlreiche Breitenkreise abgeleiteten Werten deutet auf keine Veränderung in den letzten 100 Jahren hin.

Tabelle 1. Durchschnittstemperatur für die Nordhalbkugel (NH), die Südhalbkugel (SH) und die Erde, wie von von Hann ([15, 16]) berichtet.

| Autor | Erscheinungsjahr | NH (°C) | SH (°C) | Erde* (°C) |
|---------------------------------|------------------|---------|---------|------------|
| Dove [19] | 1852 | 15,5 | - | - |
| Schoch [20] | 1856 | 15,1 | 14,9 | 15,0 |
| Satorius von Waltershausen [21] | 1865 | - | 15,8 | - |
| Ferrel [12] | 1877 | 15,3 | 16,0 | 15,7 |
| Köppen [36] | 1885 | 15,4 | 14,8 | 15,1 |
| von Hann [28] | 1882 | - | 15,4 | - |
| von Hann [15, 16] | 1897/1903 | - | 14,7 | - |

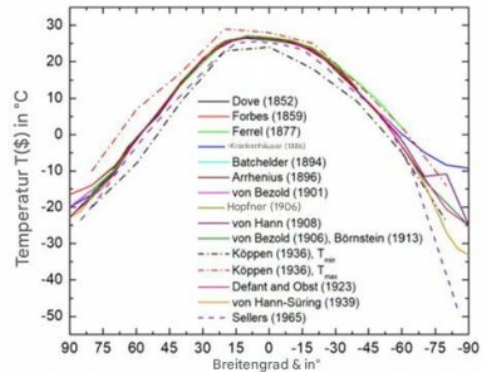


Abbildung 20. Vergleich der meridionalen Verteilungen der zonalen Mittelwerte der Temperatur, T(4), wie sie von Dove [19] (Do1852), Forbes [23] (Fo1859), Ferrel [12] (Fe1877), Spitaler [10] (Sp1885), Batchelder [11] (Ba1894), Arrhenius [26] (A1896-1), von Bezold [7] (vB1901-1), Hopfner [33] (Ho1906-1), von Hann [32] (vH1908), von Bezold [29] (vB1906), Börnstein [35] (Bö1913), Defant und Obst [36] (De1923), Köppen [37], von Hann-Süring [38] (vHS1939, schließlich übernommen von Haurwitz und Austin) abgeleitet wurden [40] und Blüthgen [41]), und Sellers [39] (Se1965).

Link:

<https://notrickszone.com/2025/12/15/new-study-reopens-questions-about-our-ability-to-meaningfully-assess-global-mean-temperature/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE

Hintergründe zu der Studie zur ITCZ und der Hadley-Zirkulation

geschrieben von Chris Frey | 26. Dezember 2025

[Andy May](#)

Alles begann vor acht Jahren, als ich die ersten drei Artikel von Ronan und Michael Connolly über ihre Ideen zur „molaren Dichte-Schnittstelle“ las und [rezensierte](#), die sich direkt unterhalb der Tropopause befindet. Ich mochte Michael Connolly sehr, der leider im August 2025 plötzlich verstorben ist. Wir alle vermissen ihn sehr.

Wie ich in meinem [Artikel](#) (May 2025) erkläre, bildet das molare Dichteprofil der Atmosphäre zwei sich schneidende Linien der kleinsten

Quadrate, wenn es gegen den Luftdruck aufgetragen wird, wie in Abbildung 1 dargestellt. Der Schnittpunkt der Connollys ist durch die horizontale gestrichelte Linie gekennzeichnet:

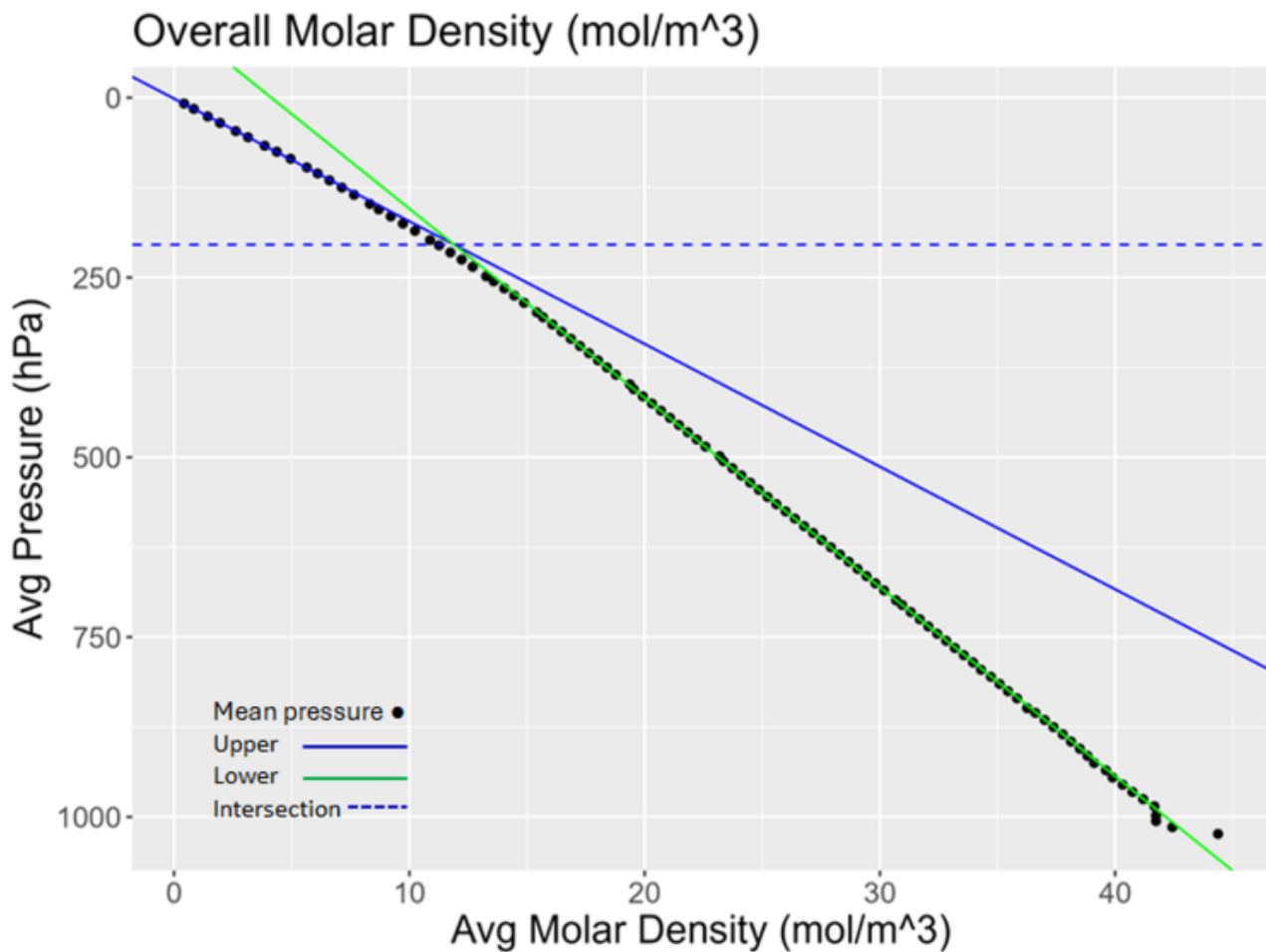


Abbildung 1. Der Schnittpunkt der molaren Dichte ist durch die horizontale gestrichelte Linie markiert. Es handelt sich um den Schnittpunkt der blauen Linie der kleinsten Quadrate der oberen Atmosphäre und der grünen Linie der kleinsten Quadrate der unteren Atmosphäre. Die Punkte sind globale Durchschnittswerte von 10-hPa-Bins von 1030 bis 0 hPa. Quelle: (May 2025).

Die für die Erstellung von Abbildung 1 verwendeten Daten stammen von 1.136 Wetterstationen, die jeweils mehrere Wetterballon-Radiosondenaufstiege pro Tag von 1990 bis 2025 durchgeführt haben. Dies ist eine Teilmenge der vollständigen IGRA2-Radiosondendatenbank mit 2.921 Wetterstationen. Die verwendeten Radiosondendaten umfassen Aufstiege mit mindestens 90 Druckstufen, sodass sie die Troposphäre gut definieren. Dieser Teil wurde vertikal auf 10-hPa-Bins (ein Hektopascal entspricht 100 Pascal oder einem Millibar) reduziert. Somit ist Abbildung 1 das Gesamtdiagramm der globalen durchschnittlichen molaren Dichte und zeigt immer noch eine deutliche Knickstelle und Schnittstelle bei 204 hPa (~11,8 km). Diese Änderung der Steigung ist unerwartet; die

Formel für die molare Dichte lautet:

$$D = \frac{P}{RT} \text{ (Eq. 1)}$$

In der Gleichung ist „D“ die Molardichte in mol/m³, „P“ der Druck in Pascal, „R“ die Gaskonstante (= 8,3145) und „T“ die Temperatur in Kelvin. Wie aus der Gleichung hervorgeht, sollte die Steigung der Molardichte-Druck-Kurve eine Linie mit konstanter Steigung sein, wenn sich die Zusammensetzung und der Zustand der Atmosphäre nicht ändern. Wie Abbildung 1 jedoch zeigt, findet im Durchschnitt in einer Höhe von etwa 11,8 km eine deutliche Veränderung statt. In dieser Höhe beträgt die durchschnittliche Molardichte 11,9 mol/m³, die durchschnittliche Temperatur -53,8 °C und die relative Luftfeuchtigkeit 21 %. Der Schnittpunkt liegt überall auf der Erde knapp unterhalb der klassischen Tropopause der WMO, außer am sehr kalten Südpol, wo weder die klassische Tropopause der WMO noch die Schnittpunkttechniken sehr gut funktionieren (WMO & Ashford, 1957) und (Xian & Homeyer, 2019).

Die klassische Tropopause der WMO mit ihrer Lapse-Rate funktioniert in höheren Breitengraden im Allgemeinen nicht sehr gut. Sie definiert häufig mehrere Tropopausen, wahrscheinlich weil atmosphärische [Rossby-Wellen](#) eine Vermischung von troposphärischer und stratosphärischer Luft verursachen (Xian & Homeyer, 2019). Aufgrund dieser Verwirrung wurden viele Ersatzdefinitionen vorgeschlagen (Connolly et al., 2024), (Reichler et al., 2003) und (Reutter & Spichtinger, 2025). Diese basieren auf Änderungen der relativen Luftfeuchtigkeit, der Ozonkonzentration und anderen Veränderungen, die in diesem Bereich der Atmosphäre stattfinden. Die weltweit einheitlichste Messgröße ist jedoch die molare Dichte-Schnittstelle. Das einzige Problem ist, dass wir nicht wirklich wissen, warum sie auftritt oder warum sie so konsistent ist. Aber unabhängig von der Ursache ist sie ein guter Marker, und ihre Erkennung kann automatisiert werden. Der R-Code zu ihrer Erkennung ist in den ergänzenden [Materialien](#) zu meiner Arbeit sowie im Anhang der Arbeit verfügbar (May 2025).

Michael und Ronan haben ihre Wetterballon-Ergebnisse nicht kartografisch dargestellt; sie haben die Ergebnisse immer anhand von atmosphärischen Profilen betrachtet und nie in 3D. Als Michael Connolly einen Vortrag in Tuscon, Arizona, hielt (Connolly M., 2025), erhielt er eine interessante Frage von John Clauser (Connolly M., 2025) (siehe [hier](#), etwa bei Minute 38) zu Ozeanwirbeln und der Hadley-Zirkulation. Kurz gesagt, Dr. Clauser ist der Meinung, dass die Wirbel ein Beweis für die Hadley-Zirkulation sind (Hadley, 1735), während Dr. Michael Connolly dies nicht glaubt (Connolly et al., 2021).

Dieses Gespräch hat mich motiviert, und ich habe einige R-Programme

geschrieben, um die Windgeschwindigkeit und -richtung zu kartieren und zu profilieren. Es hat sich herausgestellt, dass die Hadley-Zirkulation real ist und tatsächlich mit den Ozeanwirbeln zusammenhängt. Abbildung 2 zeigt die Zirkulation in einem Diagramm.

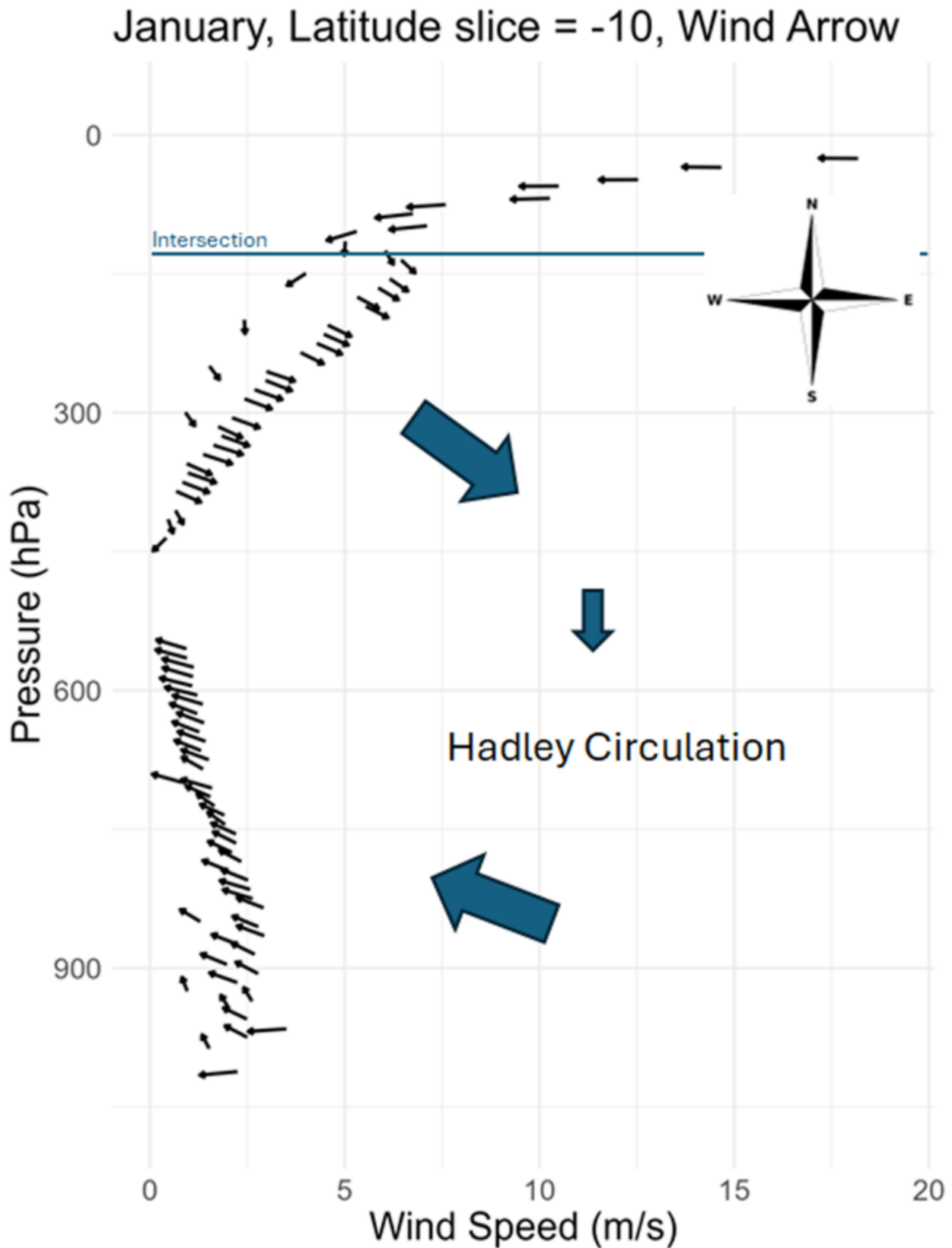


Abbildung 2. Schematische Darstellung eines Teils der Hadley-Zirkulation.

Abbildung 2 (sowie die Abbildungen 3, 4 und 5) zeigen geschwindigkeitsgewichtete, vektor-gemittelte „Windpfeile“, wobei die x-Achse die Windgeschwindigkeit, die y-Achse den Luftdruck und die Pfeile die Windrichtung anzeigen (entgegen der meteorologischen Konvention). Die Details zur Berechnung der Windrichtung und der R-Code sind in den ergänzenden Materialien und in Anhang A des Artikels zu finden. Abbildung 2 bezieht sich nur auf den Monat Januar und auf Wetterstationen zwischen 10° südlicher Breite und dem Äquator (Scheibe „-10“, Scheiben sind nach ihrer südlichen Grenze benannt). Die Windrichtung ändert sich, wenn die Windgeschwindigkeit zwischen etwa 450 und 500 hPa abnimmt. Oberhalb dieser Abnahme weht der Wind vom Äquator und der innertropischen Konvergenzzone (ITCZ, im Januar durchschnittlich etwa 5°S) weg, und die Windgeschwindigkeit nimmt mit der Höhe zu. Unterhalb dieser Abnahme kehrt sich der Wind um und weht in Richtung Äquator (in diesem Fall nach Nordwesten), wobei die Geschwindigkeit zur Oberfläche hin leicht zunimmt.

Das Hauptproblem bei der Diskussion über die Molardichte in Connolly und Connolly (2014 und 2014a) war, dass sie ihre Ergebnisse nicht kartografisch dargestellt haben. Daher konnten sie keine Hinweise auf die Hadley-Zirkulation (Hadley, 1735) erkennen und spekulierten, dass diese möglicherweise nicht existiert (Connolly et al., 2021). Im Mai 2025 argumentiere ich, dass sie sehr wohl existiert, es sich jedoch um eine komplexe 3D-Zirkulation handelt und nicht um eine einfache 2D-Nord-Süd-Zirkulation, wie sie oft in der Literatur dargestellt wird (Dima & Wallace, 2003) und (Cook & Webster, 2004). Eine ähnliche Sichtweise einer komplexeren 3D-Hadley-Zirkulation wird in (Karnauskas & Ummenhofer, 2014) vertreten, wo auch einige der damit verbundenen Prozesse erläutert werden.

Hoch in der Troposphäre wird die aufsteigende Luft in der ITCZ horizontal abgelenkt, wenn sie auf die homogen geschichtete Stratosphäre trifft, und bewegt sich in beiden Hemisphären polwärts. Die Kraft der aufsteigenden Luft in der ITCZ drückt auch die tropische Stratosphäre auf über 14 km Höhe*. Dann beginnt sie einen langen Weg hinunter zur Oberfläche, während Wasserdampf aus ihr ausfriert, was die Luftdichte erhöht (Wasserdampf hat ein Molekulargewicht von 14 gegenüber 29 für trockene Luft). Wenn die dehydrierte Luft die Oberfläche erreicht, erwärmt sie sich und schafft eine trockene Hochdruckregion.

**Einschub des Übersetzers dazu: Gemeint ist in diesem Satz die Grenze zur Stratosphäre, also die Tropopause. Die Höhe derselben ist jedoch nicht von der Konvektion abhängig, sondern der viel größeren Schichtdicke der Troposphäre im Vergleich zu kälteren troposphärischen Bereichen. Die tropische Konvektion hat also viel mehr Raum nach oben als die Konvektion in kälteren Bereichen. M. a. W. die hoch reichende*

Konvektion ist eine Folge der höher liegenden Tropopause und nicht deren Ursache. Ein Anheben der Tropopause durch Konvektion kommt nur stellenweise bei besonders starken Gewitter-Entwicklungen zustande, dem sog. „Overshooting“, und ist sehr kurzlebig. Ein solches Overshooting ist im Eingangsbild oben erkennbar – der Wolkenbuckel, der über die Obergrenze des CB-Schirms hinausragt. – Ende Einschub.

Die Hadley-Zirkulation ist schwer zu erkennen, da sich das Gebiet mit aufsteigender feuchter tropischer Luft, das Zentrum der ITCZ, mit dem Wechsel der Jahreszeiten ständig mit der Sonne nach Norden und Süden bewegt. Man muss die Luftströmung am richtigen Ort und zur richtigen Zeit überprüfen. Glücklicherweise liegt die ITCZ im Januar durchschnittlich bei etwa 5° südlicher Breite (May 2025) und im Winter der nördlichen Hemisphäre ist die Hadley-Zirkulation etwas stärker als in anderen Monaten (Nguyen et al., 2013).

Ein weiterer Beweis für die Existenz der Hadley-Zirkulation sind die subtropischen Wüsten wie die Sahara, das australische Outback und die Atacama-Wüste. Diese Wüstenregionen sind in Abbildung 3 eingekreist:

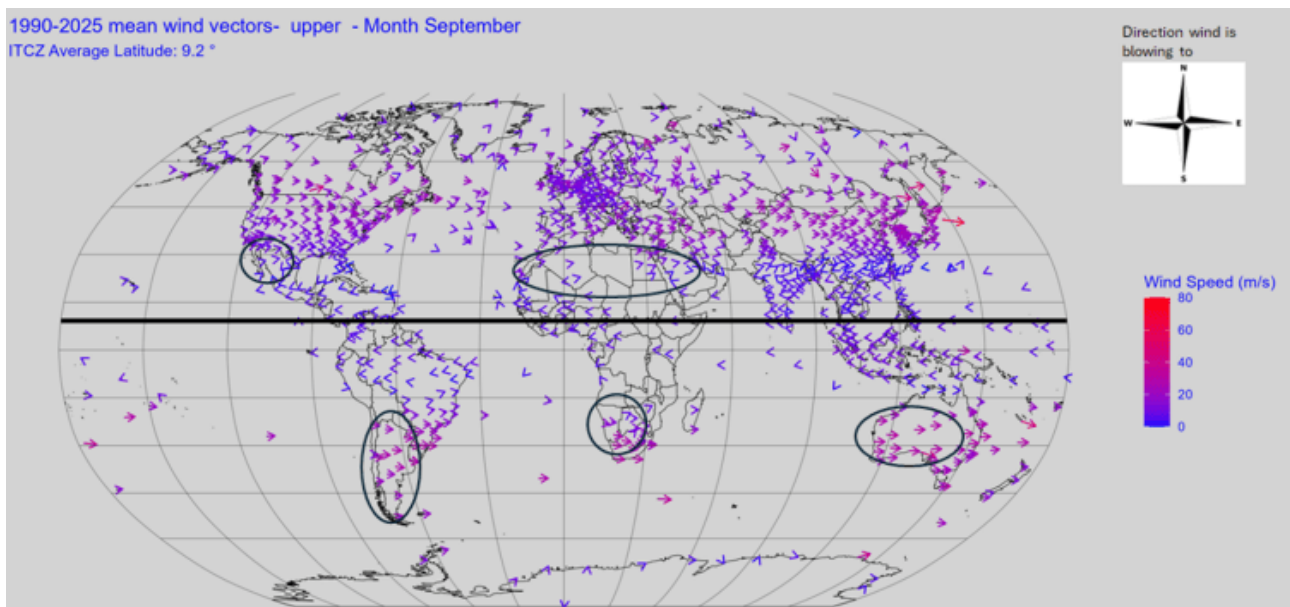


Abbildung 3. Windpfeile (die die Windrichtung anzeigen) für alle Wetterstationen in der oberen Troposphäre. Die angezeigte Windrichtung ist ein geschwindigkeitsgewichteter Vektordurchschnitt für September aus den Jahren 1990 bis 2025. Die subtropischen Wüstenregionen sind eingekreist.

Der Wind in der oberen Troposphäre in den Wüstenregionen weht in die entgegengesetzte Richtung wie die tropischen Winde und oft mit einem leicht polwärts gerichteten Vektor. Diese Wüsten entstehen dort, wo die Winde in der oberen Troposphäre ihre Richtung umkehren und die geringste horizontale Windgeschwindigkeit aufweisen. Sie befinden sich also über Hochdruckgebieten, in denen die Luft absinkt und austrocknet. Die

Ozeanwirbel, die ebenfalls aus dieser Zirkulation resultieren, sind in der oberen Troposphäre sichtbar, jedoch nicht so deutlich wie in der unteren Troposphäre, wie in Abbildung 4 dargestellt:

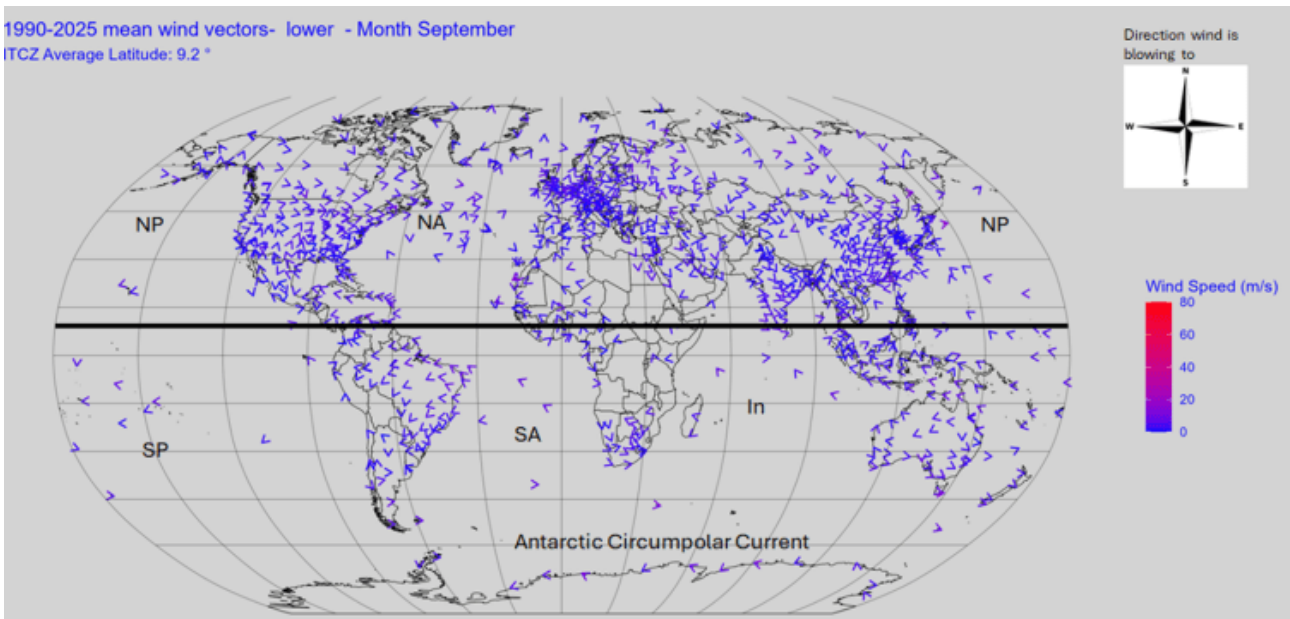


Abbildung 4. Die mittleren Radiosonden-Windvektoren für den Zeitraum 1990–2025. Die normalen Ost-West-Winde in den Tropen bilden zusammen mit aufsteigender Luft an der ITCZ und absinkender trockener Luft bei etwa 20°–30° N/S sowie den kontinentalen westlichen Beckenrändern die Ozeanwirbel. Die Wirbel sind wie folgt gekennzeichnet: „In“ Indischer Ozean, „NP“ Nordpazifik, „SP“ Südpazifik, „SA“ Südatlantik, „NA“ Nordatlantik. Zusätzlich ist die antarktische zirkumpolare West-Ost-Strömung gekennzeichnet.

Abbildung 4 zeigt, wie die Lage der Kontinente in Verbindung mit der Umkehrung der Windrichtung in der unteren Troposphäre bei niedrigen Windgeschwindigkeiten zwischen 20° und 30° nördlicher/südlicher Breite zur Bildung der Wirbel beiträgt. Die Ausbreitung der Umkehrung der Windrichtung bei niedrigen Windgeschwindigkeiten ist in Abbildung 5 dargestellt:

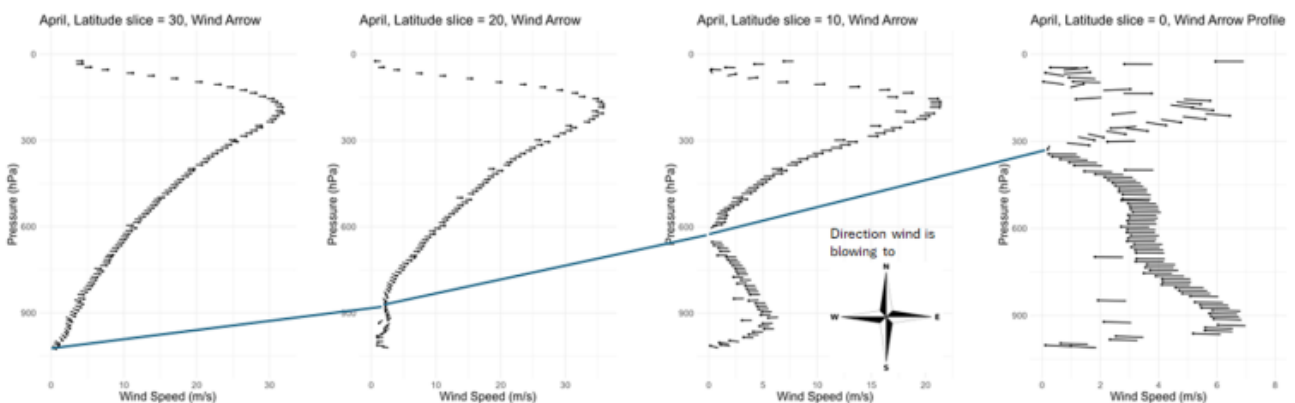


Abbildung 5. Die Ausbreitung der Umkehrung der Richtung der niedrigen Windgeschwindigkeit vom Äquator (rechts) zum Breitengrad 30°-40° N auf der linken Seite.

Wie Abbildung 5 zeigt, beginnt die Windrichtungsumkehr im April bei etwa 300 hPa (~9 km) am Äquator und verschwindet an der Oberfläche im Bereich zwischen 30° und 40° nördlicher Breite. Die Windrichtung an der Oberfläche (wiederum ein geschwindigkeitsgewichteter Vektordurchschnitt) ist im Bereich zwischen 10° N und 20° N leicht polwärts, dreht jedoch im Bereich zwischen 20° N und 30° N äquatorwärts. Ein ähnliches Muster ist auch in der südlichen Hemisphäre zu beobachten.

Diskussion

Bei der Untersuchung eines 3D-Problems ist es am besten, dies mit 3D-Werkzeugen zu tun. Einfache 2D-Diagramme reichen dafür nicht aus. Wenn die Radiosondendaten mithilfe von geschwindigkeitsgewichteten Vektordurchschnittswindpfeilen kartiert und profiliert werden, zeigt sich die Hadley-Zirkulation. In 2D-Diagrammen der Windrichtung ist sie nicht zu erkennen, da die allgemeine Windrichtung in den kritischen Breiten entweder Ost-West (Tropen) oder West-Ost (mittlere Breiten) ist und die kritische Windrichtungsänderung bei niedrigen Geschwindigkeiten normalerweise nicht zu sehen ist. Die Richtungsänderung des Windes mit niedriger Geschwindigkeit in den Subtropen ist gering und verschiebt sich ständig mit den Jahreszeiten. Dieses Muster ist auf den Karten in den ergänzenden Materialien zu sehen, auf denen die monatlichen Bewegungen der ITCZ verzeichnet sind.

Die gesamte Hadley-Zirkulation ist nur selten in einem Profil zu sehen, wie in Abbildung 2 dargestellt, da es sich um ein komplexes 3D-Windmuster handelt, das sich mit der Zeit ständig verändert. Man könnte es als komplexes 4D-Windmuster bezeichnen. Abbildung 2 ist ideal gelegen, sodass sich die ITCZ in diesem Monat immer in diesem Breitengrad befindet und nahe am Äquator liegt, wo die aufsteigende feuchte Luft die molare Dichtekreuzung sehr hoch gedrückt hat. Die ITCZ ist relativ schmal, insbesondere der Teil mit der aufsteigenden Luftsäule, sodass sie schwer zu lokalisieren ist. Die Region, in der die kühle, dehydrierte Luft in beiden Hemisphären absinkt, ist sehr groß, aber die meridionale Windkomponente ist gering.

Die einfachste und konsistenteste Methode, die Hadley-Zirkulation zu beobachten, ist die Profilerstellung der in Abbildung 5 dargestellten Umkehrung der Fallwindrichtung bei niedriger Geschwindigkeit. Dieser Bereich mit niedriger Geschwindigkeit erreicht die Oberfläche bei etwa 30° N/S, den Breitengraden der großen Ozeanwirbel. Dies ist auch der Breitengrad der subtropischen Wüsten, die in Abbildung 3 zu sehen sind. Es ist die Bewegung der Windrichtungsänderung bei niedriger Geschwindigkeit, die die Hadley-Zirkulation am besten und deutlichsten charakterisiert.

All dies wird in meiner neuen Abhandlung ausführlich behandelt, die hier heruntergeladen werden kann. Sie steht im Widerspruch zu dem, was Michael geschrieben und geglaubt hat, aber ich bin sehr traurig, dass er verstorben ist, bevor ich diese Arbeit fertiggestellt habe. Wie ich ihn kenne, wäre er nicht verärgert gewesen, sondern hätte sich über die Darstellung der Daten gefreut und wäre begeistert gewesen, mit mir über die Ideen zu diskutieren. Er war immer ein sehr datenorientierter Mensch.

Kommentar des Übersetzers hierzu: Hier wird exemplarisch dargestellt, wie die Diskussion über verschiedene Standpunkte stattfinden sollte – nämlich konstruktiv und sachlich und nicht verzerrt durch Propaganda, wie es derzeit so weit verbreitet der Fall ist.

Code availability

Eine ZIP-Datei mit dem R-Code, zusätzlichen Diagrammen, die im Text der Arbeit erwähnt werden, sowie einigen Testdaten kann hier oder (May, 2025b) heruntergeladen werden. Die ZIP-Datei enthält auch einige Code-Dokumentationen und die Diagramme, die zur Auswahl der ITCZ-Breitengrade für jeden Monat verwendet wurden.

Daten-Verfügbarkeit

Die verwendeten Daten können [hier](#) oder [hier](#) heruntergeladen werden. Die FTP-Seite ist wesentlich praktischer, erfordert jedoch eine FTP-Anwendung wie Filezilla.

Dieser [Artikel](#) ist auch auf Researchgate verfügbar.

Schlusswort

Manche werden fragen, warum ich diesen Artikel über OSF und außerhalb des üblichen Peer-Review-Verfahrens veröffentlicht habe. Die Antwort ist einfach: Ich bin im Ruhestand, und wenn ich nicht wie bei unserem [AJES-Artikel](#) eine spezielle Einladung für einen Artikel habe oder eine Befreiung von den Veröffentlichungsgebühren erhalte, ist es zu teuer und das Geld nicht wert. Wenn ich jünger wäre und das Prestige einer Fachzeitschrift mit Peer-Review kaufen müsste, wäre es das vielleicht wert, aber die Gebühren betragen mehrere tausend Dollar, und das interessiert mich nicht. Der wahre Wert liegt in der Studie, die ich durchgeführt habe, und darin, wie ich sie verfasst habe. In welcher Zeitschrift sie erscheint, ist reine Eitelkeit. Die Leute werden sie lesen und kommentieren, unabhängig davon, wo sie veröffentlicht wird.

Referenzen

Connolly, M. (2025). 20 Million weather balloons: How this data shows that all the climate models are based on wrong assumptions. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=48Hp9CqSlMQ&t=1026s>

Connolly, M., Connolly, R., Soon, W., Velasco Herrera, V., Cionco, R., & Quaranta, N. (2021). Analyzing Atmospheric Circulation Patterns Using Mass Fluxes Calculated from Weather Balloon Measurements: North Atlantic Region as a Case Study. *Atmosphere*, 12.
<https://doi.org/10.3390/atmos12111439>

Connolly, M., Dingley, O., Connolly, R., & Soon, W. (2024). Comparing Different Tropopause Estimates From High-Resolution Ozonesondes. *Earth and Space Science*, 11(5). <https://doi.org/10.1029/2024EA003584>

Cook, K., & Webster, P. (2004). The Elementary Hadley Circulation. In H. F. Diaz, & R. S. Bradley, *The Hadley Circulation: Present, Past and Future*. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2944-8_2

Dima, I. M., & Wallace, J. M. (2003). On the Seasonality of the Hadley Cell. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 60(12), 1522 – 1527.
[https://doi.org/10.1175/1520-0469\(2003\)060<1522:OTS0TH>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(2003)060<1522:OTS0TH>2.0.CO;2)

Hadley, G. (1735). Concerning the cause of the general trade-winds. *Phil. Trans.*, 29, 58-62.

Karnauskas, K., & Ummenhofer, C. (2014). On the dynamics of the Hadley circulation and subtropical drying. *Climate Dynamics*, 42, 2259-2269.
<https://doi.org/10.1007/s00382-014-2129-1>

May, A. (2025). The Molar Density Tropopause Proxy and its relation to the ITCZ and Hadley Circulation. *OSF*.
https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KBP9S_ URL: <https://osf.io/eq75t>

May, A. (2025b, November 28). *Supplementary Materials: The Molar Density Tropopause Proxy and Its Relation to the ITCZ and Hadley Circulation*.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17752293>

Nguyen, H., Evans, A., Lucas, C., Smith, I., & Timbal, B. (2013). The Hadley Circulation in Reanalyses: Climatology, Variability, and Change. *Journal of Climate*, 26(10), 3357 – 3376.
<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00224.1>

Reichler, T., Dameris, M., & Sausen, R. (2003). Determining the tropopause height from gridded data. *Geophysical Research Letters*, 30(20). <https://doi.org/10.1029/2003GL018240>

Reutter, P., & Spichtinger, P. (2025). The frosty frontier: redefining the mid-latitude tropopause using the relative humidity over ice. *Atmos. Chem. Phys.*, 25, 16303–16314. https://doi.org/10.5194/acp-25-16303-2025_2025

WMO, & Ashford, O. M. (1957, October). Meteorology – A three-dimensional science, second session of the commission for aerology. *WMO Bulletin*, 6(4), 134-138.

Xian, T., & Homeyer, C. R. (2019). Global tropopause altitudes in radiosondes and reanalyses. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(8), 5661–5678. <https://doi.org/10.3390/atmos12111439>

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2025/12/19/the-story-behind-my-paper-on-the-itcz-and-the-hadley-circulation/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE