

# Zahlen – verzwickte, verzwickte Zahlen: Teil 3

geschrieben von Chris Frey | 29. August 2022

[Kip Hansen](#)

*[Alle Hervorhebungen in diesem Beitrag im Original]*

In dieser Reihe von Essays geht es um Zahlen. Nicht die von der Regierung kontrollierten Lotteriespiele oder die ältere [Version](#), die von kriminellen Organisationen in jeder US-Stadt betrieben wird, sondern nur diese: „Eine **Zahl** ist ein mathematisches **Objekt**, das zum **Zählen**, **Messen** und **Bezeichnen** verwendet wird. Die ursprünglichen Beispiele sind die [natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4](#) und so weiter.“ Ein Großteil der Wissenschaft (in fast allen Disziplinen) beschäftigt sich mit Messungen aller Art – Messungen, die am häufigsten als numerische Größen ausgedrückt werden – eben als Zahlen.

In [Teil 1](#) dieser Reihe [in deutscher Übersetzung [hier](#)] wurde darauf hingewiesen, dass „Zahlen nur Zahlen sind“. Mit Zahlen lassen sich viele interessante Dinge anstellen, und noch viel interessantere Dinge lassen sich mit Zahlenmengen – Datensätzen und Zeitreihen – durch die Magie der statistischen Analyse und statistischer Mathematikprogramme anstellen. Was mit den Zahlen gemacht werden kann, ist jedoch nicht dasselbe wie mit den „Dingen“, die die Zahlen aufzählen. Dinge wie Kilogramm, Hertz-Frequenz als Zyklen pro Sekunde, Längen, Temperaturen in verschiedenen Graden, Farbe als Frequenz des ausgestrahlten oder reflektierten Lichts, Dichte, Härte – all die messbaren Eigenschaften der physikalischen Materie, einschließlich derer, die Qualitäten sind. Wenn die Zahlen einer Sache so behandelt werden, als ob sie die aufgezählte(n) Sache(n) sind (oder mit ihnen identisch sind), dann ist ein Problem entstanden – die Verdinglichung hat stattgefunden, jemand ist dazu gekommen“ ... etwas Abstraktes als eine physische Sache zu [betrachten](#) oder zu behandeln.“

In [Teil 2](#) [in deutscher Übersetzung [hier](#)] dieser Serie ging es um die Gründe, warum man keine Durchschnittstemperaturen bilden kann. Diese Tatsache ist für die meisten etwas schwieriger zu verstehen, da es eine alltägliche Praxis ist, Durchschnittswerte für Temperaturen zu bilden und von der „Durchschnittstemperatur“ eines Tages, einer Stadt, einer Region oder sogar des gesamten Globus‘ zu sprechen. Wenn also gezeigt wird, dass diese Praxis wissenschaftlich nicht korrekt ist und die Ergebnisse unsinnig sind (außer im einfachsten, alltäglichen pragmatischen Sinne), kommt es zu Verwirrung und [Widerspruch](#).

In diesem dritten und letzten Teil der Serie werde ich auf die Gründe eingehen, warum die Temperaturen nicht gemittelt werden können und warum die Ergebnisse nicht das wiedergeben, was sie vorgeben zu sein.

In diesem Aufsatz werde ich die „Mittelwertbildung von Temperaturen“ auf ihre heutige Verwendung in der Klimawissenschaft beschränken, bei der durchschnittliche Temperaturen, die im Laufe der Zeit an unterschiedlichen Orten gemessen wurden, als Beweis dafür verwendet werden, dass das Erdklima insgesamt mehr Energie speichert und somit „wärmer“ wird. Auf [Climate.gov](https://climate.gov) wird es so ausgedrückt:

*„Indem die Menschen der Atmosphäre mehr Kohlendioxid zuführen, verstärken sie den natürlichen Treibhauseffekt, wodurch die globale Temperatur ansteigt. Nach Beobachtungen des NOAA Global Monitoring Lab war im Jahr 2021 Kohlendioxid allein für etwa zwei Drittel der gesamten Erwärmung aller vom Menschen erzeugten Treibhausgase verantwortlich.“*

Oder [dies](#) aus dem Abschnitt der NY Times *„The Science of Climate Change Explained: Facts, Evidence and Proof – Definitive answers to the big questions“*:

*„Wir wissen, dass dies wahr ist, dank einer überwältigenden Fülle von Beweisen mittels Temperaturmessungen an Wetterstationen und auf Schiffen ab Mitte des 18. Jahrhunderts. Später begannen Wissenschaftler, die Oberflächentemperaturen mit Satelliten zu verfolgen und in geologischen Aufzeichnungen nach Hinweisen auf den Klimawandel zu suchen. Zusammengenommen erzählen diese Daten alle die gleiche Geschichte: Die Erde wird heißer.“*

Es gibt viele unterschiedliche Meinungen darüber, ob diese Aussage wirklich den Tatsachen entspricht, aber ich will mit dem Zitat nur zeigen, dass die „**globale Temperatur**“ als Maß für die „**globale Erwärmung**“ dargestellt wird. Aber wie ich in Teil 2 gezeigt habe, ist die Temperatur kein Maß für die Wärme (oder den Wärmehalt). Selbst wenn also die globale Temperatur (falls es so etwas gibt) steigt, sagt uns dieses Maß [„ein System zur [Messung](#) von etwas“] nicht, ob das Klima der Erde an Wärme gewinnt oder nicht.

[Wie ich bereits [sagte](#), erwärmt sich das Erdklima nach meinem Verständnis seit Mitte oder Ende der 1700er Jahre, als die Erde die kleine Eiszeit hinter sich ließ. ]

Inwiefern ist die Temperatur kein Maß für die Wärme?

Die folgenden Definitionen und Formeln stammen von der [technischen Website BrightHubEngineering](#):

„**Gesamtwärmegehalt** der Luft – Der Gesamtwärmegehalt der Luft ist die Summe aus der fühlbaren Wärme der Luft und der latenten Wärme der Luft. Daraus folgt:

Gesamtwärme der Luft = SH + LH

Die fühlbare Wärme (SH) hängt von der potentiellen Temperatur der Luft ab, während die latente Wärme (LH) von der Taupunktstemperatur der Luft

abhängt, so dass die Gesamtwärmemenge der Luft von der fühlbaren und der latenten Temperatur (Taupunkt) der Luft abhängt. Außerdem kann es für jede Kombination von potentieller- und Taupunkttemperatur nur eine pseudopotentielle Temperatur geben, so dass die Gesamtwärmemenge in der Luft auch von der Feuchttemperatur abhängt.“

Die aktuellen Versionen der [globalen mittleren Lufttemperatur](#) (und davon gibt es viele) werden oft als „Anomalien“ (Differenzen) der Durchschnittstemperatur des aktuellen Zeitraums (täglich, monatlich, jährlich) gegenüber der Durchschnittstemperatur eines früheren 30-jährigen Basiszeitraums angegeben (es gibt keinen Standard – Earth Observatory – der vorherige Link – verwendet 1951-1980 – andere gemeldete Anomalien verwenden 1981-2010 und 1991-2020). Bei diesen Anomalien handelt es sich um Differenzen von Durchschnittswerten zu anderen Durchschnittswerten, die so verwendet werden, als ob die numerischen Ergebnisse in Grad (normalerweise °F oder °C) angegeben werden könnten, als ob es sich bei der Zahl um eine tatsächliche Temperatur handelte. In keinem Fall – selbst wenn die Zahl tatsächlich eine Temperatur darstellen würde – würde die gemeldete numerische Zahl ein größeres oder kleineres Maß an Wärme darstellen. Wie im obigen Absatz erwähnt, benötigt man mehr Informationen, um aus der **Temperatur** die **Wärme** zu ermitteln.

*[Gemeint ist Folgendes {vereinfacht!}: Eine Luftmasse aus der Sahara mit einer Temperatur von 40°C und einem Taupunkt von 0°C hat einen **geringeren** Gesamt-Wärmeinhalt als eine Luftmasse über tropischen Ozeanen mit einer Temperatur von 28°C und einem Taupunkt von 26°C. Konkretes Beispiel: **Fall 1:** Lufttemperatur 17°C, Taupunkt -1°C ergibt **47°C** Gesamt-Wärmeinhalt. **Fall 2:** Lufttemperatur 16°C, Taupunkt 13°C ergibt einen solchen von **63°C!** Oder anders erklärt: Würde man im Fall 2 die gesamte latente Wärme in fühlbare Temperatur umwandeln, ergäbe sich eine Lufttemperatur von 63°C bei einer Relativen Luftfeuchtigkeit von Null Prozent! Die dabei frei werdende Wärme entspricht genau der Wärme, die durch die Verdunstung dieser Feuchtemenge verbraucht worden ist. Man erkennt hierbei auch, welche Größenordnung die latente Wärme hat. A. d. Übers.]*

[Im Folgenden finden Sie die Formeln zur Bestimmung des Wärmeinhalts einer beliebigen Luftmenge – denken Sie zum Beispiel an den Kubikmeter Luft, der eine MMTS oder einen Stevenson Screen in einer Wetterstation umgibt. Es ist nicht unbedingt notwendig, diese Formeln zu verstehen, um den Sinn dieses Aufsatzes zu begreifen – die Leser können sie überfliegen, wenn sie nicht besonders an den komplizierten Details interessiert sind.]

Zunächst müssen wir die [fühlbare Wärme](#) (ganz einfach „die Wärme, die gefühlt werden kann“) bestimmen, was wie folgt geschieht:

Die **fühlbare Wärme** der Luft wird wie folgt berechnet:

$$SH = m \cdot 0,133 \cdot DBT$$

Dabei ist  $m$  die Masse der trockenen Luft,  $0,133$  ist die [spezifische Wärme](#) der Luft in Kcal/kg und  $DBT$  ist die [Trocken-Temperatur](#) der Luft.

Wir müssen auch die latente Wärme bestimmen:

Die **latente Wärme** der Luft wird wie folgt berechnet:

$$LH = m \cdot w \cdot hw$$

Dabei ist  $m$  die Masse der trockenen Luft,  $w$  die spezifische Feuchtigkeit der trockenen Luft und  $hw$  die spezifische [Enthalpie](#) des Wasserdampfes, die aus den Dampftabellen als Enthalpie des Wasserdampfes bei [Taupunkttemperatur](#) entnommen wird.

Wenn wir uns die Temperaturaufzeichnungen einer Wetterstation ansehen, sehen wir nicht immer die Messgrößen, die wir brauchen, um herauszufinden, wie viel Wärme in der Luft um den Stevenson Screen oder den MMTS Deep L Sensor enthalten ist.

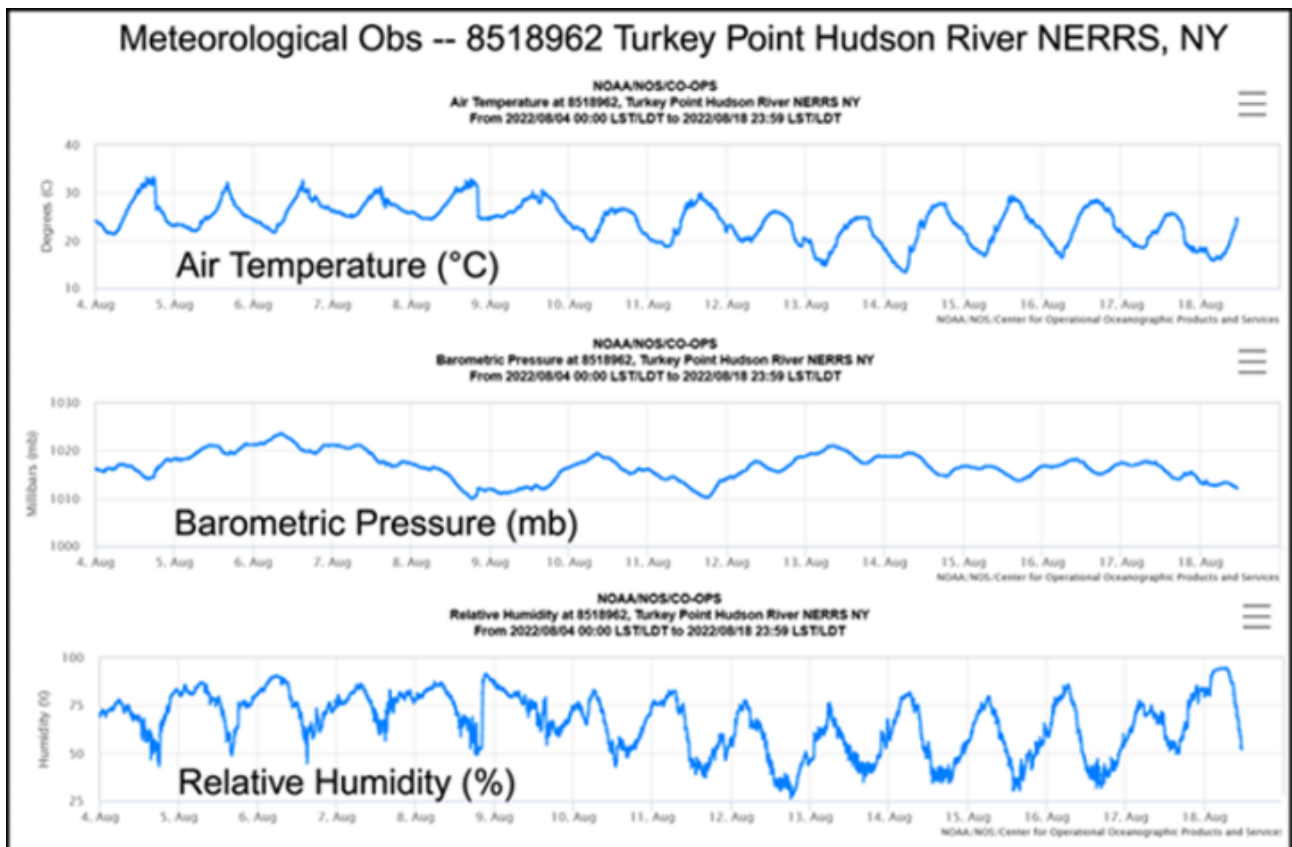
Um den Gesamtwärmegehalt der Luft (ein bestimmtes Luftvolumen) zu berechnen, benötigen wir Folgendes:

1. Die Masse der fraglichen Luft. Die Masse der Luft erfordert „Volumen“ und „Luftdruck“ – die Masse der Luft in einem Kubikmeter Luft nimmt mit steigendem Luftdruck zu.
2. Die relative Luftfeuchtigkeit – und hier geraten wir ein wenig ins Ungewisse, denn die [Luftfeuchtigkeit](#) ist nicht einfach. Aber wir werden von der modernen Technologie gerettet – denn „dafür gibt es eine [Website](#)“. Um diese Parameter zu sortieren, können wir den praktischen Rechner zur [Berechnung](#) von Taupunkt und Feuchttemperatur aus der relativen Luftfeuchtigkeit verwenden.

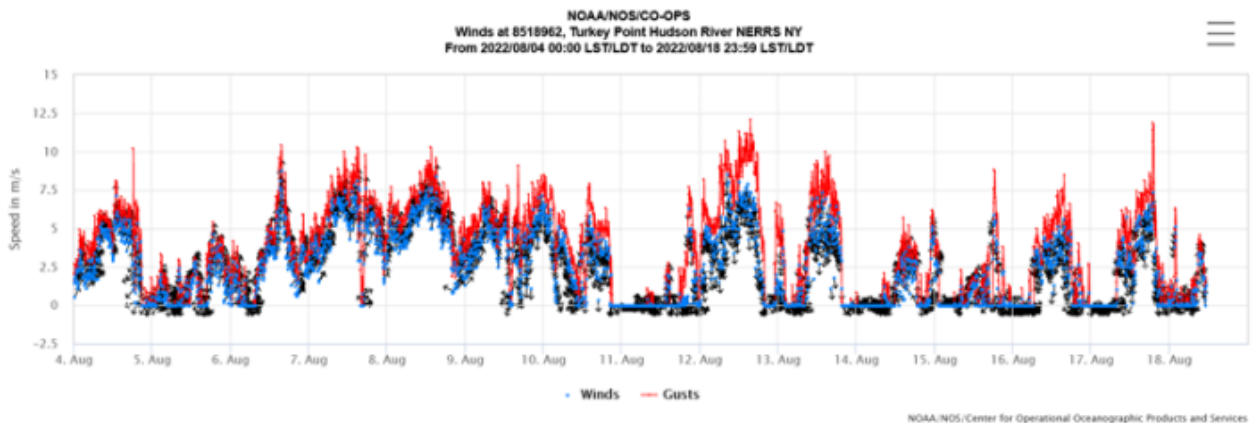
Ich hoffe, die Leser erwarten nicht von mir, dass ich den Wärmeinhalt der Luft an einer Wetterstation zu einem bestimmten Zeitpunkt berechne. Ich möchte nur klarstellen, dass dies möglich ist, aber nicht gemacht wird – und weil es nicht gemacht wird, haben wir kein zuverlässiges Maß für den Wärmeinhalt der Luft zu einem bestimmten Zeitpunkt und somit auch kein zuverlässiges Maß für die regionale oder globale Wärme.

Versuchen wir herauszufinden, warum sie nicht berechnet und verwendet wird, obwohl der Taschenrechner auf Ihrem Smartphone leistungsfähig genug ist, um die Berechnungen durchzuführen. Hier sind die meteorologischen Beobachtungen einer CO-OPS-Wetterstation, die ausgewählt wurde, weil sie Temperatur, Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit meldet (nicht alle Stationen tun dies oder haben diese Informationen öffentlich zugänglich). Beachten Sie, dass sich diese Wetterstation direkt am Wasser befindet – buchstäblich nur wenige Meter vom Flussufer entfernt.

(Die Leser können die Diagramme und Erklärungen schnell überfliegen – bis zur Zeile mit den Tilden (~~~))

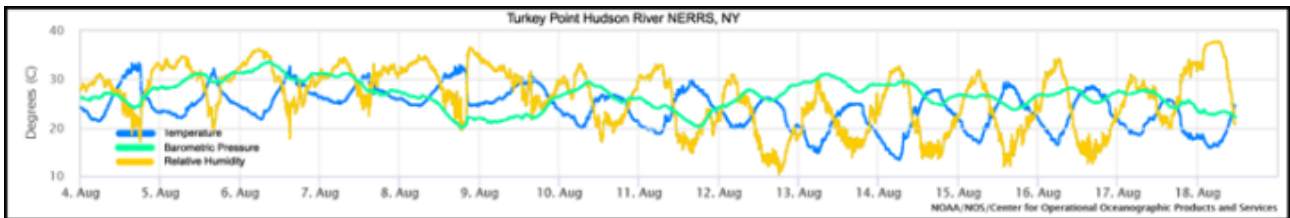


Diese Wetterstation zeigt auch Windgeschwindigkeit und -richtung an (die Windrichtung ist auf diesem Bild schwer zu erkennen, siehe Link oben):



Die Windgeschwindigkeit wird in Metern pro Sekunde angegeben. Der eine Kubikmeter Luft, der den MMTS-Sensor umgibt, ist in der Regel nicht von einer Sechs-Sekunden-Messung zur nächsten gleich, schon gar nicht bei den Sechs-Minuten-Mittelwerten.

Um die Beziehung zwischen den drei wichtigen Messgrößen zu verdeutlichen, habe ich sie übereinander gelegt:



Temperatur (blau) und relative Luftfeuchtigkeit (bernsteinfarben) scheinen einander entgegengesetzt zu sein, während der Luftdruck (grün) mehr oder weniger unabhängig ist. Diese Beziehungen sind jedoch eng miteinander verknüpft, wie diese eintägige Grafik zeigt:



Bei der rot eingekreisten Luftdruckverschiebung handelt es sich um eine Front, die gegen Mitternacht durchzieht und einen radikalen Temperaturabfall und einen ebenso radikalen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit verursacht.

~~~~~

Wärme ist eine extensive Eigenschaft der Materie – sie ist eine Energiemenge – und kann daher addiert, geteilt und gemittelt werden. Dies steht im Gegensatz zur Temperatur, die eine qualitativ intensive Eigenschaft ist. Temperatur lässt sich nicht zu Temperatur addieren und kann daher nicht gemittelt werden (siehe Teil 2).

Ein großer Teil der Klimawissenschaft befasst sich mit der Energiespeicherung im Klimasystem – die möglicherweise stattfindet – aber in einem Punkt können wir uns sicher sein: *gemittelte Temperaturaufzeichnungen* sind kein Beweis dafür.

Der Beweis für einen zunehmenden Wärmeinhalt des Erdklimas erfordert wissenschaftliche Messungen der Wärme über den Zeitraum des Klimas – mindestens 30 Jahre. Es gibt eine ganze Reihe von Proxies, die nach Ansicht des IPCC und anderer in dieser Hinsicht brauchbar sind, darunter verschiedene Formen von Temperaturmittelwerten und sogar kombinierte Mittelwerte der Temperaturen verschiedener Arten von Objekten, wie z. B. die aus Satellitenbeobachtungen berechnete Hauttemperatur der Meeresoberfläche und krigierte Anomalien der Oberflächenlufttemperatur aus gemittelten Thermometerablesungen. Keines dieser Verfahren ist natürlich in Bezug auf die Physik der Thermodynamik gültig (siehe Teil 2).

[Proxy: „Eine Variable, die zur Modellierung oder Generierung von Daten

verwendet wird, von denen angenommen wird, dass sie den Daten ähneln, die mit einer anderen Variablen verbunden sind, die normalerweise schwieriger zu erforschen ist.“ [\[Quelle\]](#) ]

Einige dieser Näherungswerte für die (zunehmende oder abnehmende) Erwärmung des Erdklimas sind bekanntlich alles andere als streng wissenschaftlich. Die von Satelliten gemessene Temperatur der [Meeresoberfläche](#) misst die Temperatur der obersten paar Millimeter des Meeres. Es handelt sich nicht um die Temperatur eines bestimmten Volumens des Meerwassers oder des Wassers unter der Oberfläche, dessen Temperatur sich in der Tiefe ändert. Die tatsächlichen Temperaturen des Meeres sind äußerst [kompliziert](#) und können teilweise nicht einmal gemessen werden.

Es liegt auf der Hand, dass die Mittelung der Temperaturen an der Meeresoberfläche mit den 2-Meter-Lufttemperaturen auch kein Maß für die Wärme im Klimasystem der Erde ergibt.

### **Unter dem Strich:**

1. Um die Behauptung zu untermauern, dass das Klimasystem der Erde „heißer wird“, muss man eine langfristige Zeitreihe von Messungen der Wärme im Klimasystem haben.
2. Die derzeitigen Datensätze zur globalen Mitteltemperatur messen keine Wärme und können daher keinen Beweis für Punkt 1 liefern.
3. Das Fehlen einer solchen Zeitreihe bedeutet nicht, dass das Erdklima nicht an Energie (Wärme) zunimmt – es bedeutet lediglich, dass wir keine verlässlichen Messwerte dafür haben.
4. Die Klimawissenschaft hat vielleicht einige Beweise für den langfristigen Energiegewinn oder das, was gemeinhin als „Energiebudget der Erde“ bezeichnet wird – Energiezufuhr/Energieabfuhr – aber es scheint in der laufenden Klimakontroverse nicht zu dominieren. Die neueste [Studie](#) zeigt, dass wir den momentanen Strahlungsantrieb immer noch nicht direkt messen können. *„Diese fundamentale Messgröße wurde bisher weltweit nicht direkt beobachtet, und **frühere Schätzungen stammen aus Modellen**. Dies liegt zum Teil daran, dass die derzeitigen weltraumgestützten Instrumente nicht in der Lage sind, den momentanen Strahlungsantrieb von der Strahlungsantwort des Klimas zu unterscheiden“*. Es kann sein, dass zukünftige Satellitenmissionen in der Lage sein werden, die ein- und ausgehende Energie der Erde direkt und genau zu messen.

### **Kommentar des Autors:**

Diese Reihe baut auf den Grundlagen der Quantifizierung auf – dem Zählen der Anzahl von Dingen. Riesige und schwerwiegende wissenschaftliche Fehler entstehen, wenn die gezählten Dinge nicht wirklich das sind, was

man zu zählen glaubt. Einer dieser Fehler ist die seltsame, unphysikalische Behauptung, die Temperatur sei ein Ersatz für die gemessene Wärme.

Was die Behauptung angeht, dass die Erde „heißer“ wird – die globale Durchschnittstemperatur (wie sie behauptet wird) liegt derzeit bei knapp 15°C oder etwa 58,8°F. Nach meinen Maßstäben kühl, aber sicher nicht **heiß**.

In diesem speziellen Fall habe ich das Konzept vorgestellt, dass Temperaturen, Temperaturmessungen in beliebigen Graden, intensive Eigenschaften der Materie sind und nicht addiert, multipliziert oder anschließend geteilt werden können, was die Bildung von Durchschnittswerten für Temperaturen ausschließt. Man kann sicherlich eine Zahl finden, indem man die Temperatur von Los Angeles heute Mittag zur Temperatur von Chicago gestern Mittag addiert und durch 2 dividiert, aber das Ergebnis wird nicht die Temperatur eines beliebigen Ortes zu einem beliebigen Zeitpunkt sein. Dies gilt auch für eines der Probleme der globalen, regionalen, staatlichen, nationalen, wöchentlichen und jährlichen Temperaturen und ihrer Anomalien über verschiedene Zeiträume und Räume hinweg.

Temperaturdurchschnittswerte (oder ihre gemittelten Anomalien) haben auch alle **Probleme** von Durchschnittswerten im Allgemeinen (und Gesetze des Durchschnitts [Teil 2](#) und [Teil 3](#)).

Viele Leute sind echte Fans der globalen Durchschnittstemperaturen ..., aber ich möchte an ihre wahre Anwendung erinnern, wie sie von Steven Mosher beleuchtet wird: „Die globale Temperatur existiert. Sie hat eine präzise physikalische Bedeutung. Es ist diese Bedeutung, die es uns erlaubt zu sagen ... Die LIA war kühler als heute ... Es ist die Bedeutung, die es uns erlaubt zu sagen, dass die Tagseite des Planeten wärmer ist als die Nachtseite ... Die gleiche Bedeutung, die es uns erlaubt zu sagen, dass Pluto kühler ist als die Erde und Quecksilber wärmer ist. [\[Quelle\]](#) Und ich stimme von ganzem Herzen zu. Aber nur das und nur das allein.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2022/08/23/numbers-tricky-tricky-numbers-part-3/>

Übersetzt und ergänzt von Christian Freuer für das EIKE