

Den Rückwärtsgang einlegen

geschrieben von Chris Frey | 14. August 2022

[Willis Eschenbach](#)

Wir wissen aus Erfahrung, wie sich die Strahlung auf Objekte auswirkt. Oh, nicht nukleare Strahlung, das ist etwas anderes. Ich spreche von Dingen wie Sonnenstrahlung, auch bekannt als Sonnenschein. In der Welt der Klimawissenschaft wird die Sonneneinstrahlung auch als „kurzwellige Strahlung“ bezeichnet.

Dies dient der Unterscheidung von der thermischen „langwelligen“ Infrarotstrahlung. Langwellige Wärmestrahlung wird ständig von allem um uns herum abgegeben, auch von der Atmosphäre. Deshalb funktionieren Nachtsichtgeräte. Sie „sehen“ die langwellige Strahlung. Langwellige Strahlung ist auch der Grund, warum wir die Hitze eines heißen gusseisernen Ofens quer durch den Raum spüren können – wir können die Hitze auf unserem Körper durch die langwellige Strahlung spüren.

In der Klimawissenschaft wird die Strahlung nach ihrer Richtung unterschieden: entweder aufsteigend (in den Weltraum) oder absteigend (zur Erdoberfläche).

Diese Arten werden oft mit Abkürzungen bezeichnet. So ist die abwärts gerichtete kurzwellige Strahlung (Sonnenschein) DSR. Aufsteigende kurzwellige Strahlung (Sonnenschein, der von der Oberfläche und den Wolken reflektiert wird) ist USR. In ähnlicher Weise wird die aufsteigende langwellige Strahlung (der Teil der thermischen langwelligen Infrarotstrahlung, der ständig von der Oberfläche und der Atmosphäre emittiert wird und in den Weltraum gelangt) als ULR und die absteigende langwellige Strahlung (der Teil der langwelligen Strahlung, der von der Atmosphäre emittiert wird und auf die Erdoberfläche trifft) als DLR bezeichnet.

Wie ich bereits eingangs sagte, haben wir ein Erfahrungsverständnis für die Wirkung von Strahlung auf Objekte. Unser Erfahrungsverständnis der Wirkung von Sonnenstrahlung ist recht einfach.

Je mehr Strahlung von einem Gegenstand absorbiert wird, desto heißer wird er.

Unsere Erfahrung mit langwelliger Strahlung ist ebenfalls einfach, z. B. wenn wir die Wärme eines gusseisernen Holzofens auf der anderen Seite des Raumes spüren. Dieses Verständnis lautet:

Je heißer ein Gegenstand wird, desto mehr langwellige Strahlung gibt er ab.

Beides erleben wir recht häufig. In der Tat gibt es eine Reihe

wissenschaftlicher Gleichungen, mit denen wir genau berechnen können, wie viel heißer etwas wird, wenn es eine bestimmte Menge an Strahlung absorbiert, und wie viel Strahlung ein Gegenstand bei einer bestimmten Temperatur abgibt.

Und in der Tat liegt dem grundlegenden Paradigma der Klimawissenschaft unser Erfahrungsverständnis von Sonnenschein zugrunde:

Je mehr Strahlung von der Planetenoberfläche absorbiert wird, desto wärmer wird sie.

Das scheint unanfechtbar wahr zu sein, sowohl aufgrund unserer Erfahrung als auch aufgrund der Gleichungen, mit denen man die Erwärmung für eine bestimmte Strahlungsmenge berechnen kann. Ich meine, wir können jeden Tag sehen, wie die Sonne aufgeht und die Erde wärmer wird ... einfache Physik, nicht wahr?

Stimmt es also immer, dass ein Objekt wärmer wird, wenn mehr Strahlung von ihm absorbiert wird?

Nun ... bedenken Sie, was passiert, wenn Sie tagsüber im Freien spazieren gehen. Sofort absorbieren Sie Hunderte von Watt zusätzlicher Energie von der Sonne.

Aber obwohl Sie eine große Menge an Sonnenstrahlung absorbieren, bleibt Ihre durchschnittliche Gesamttemperatur unverändert ... mehr Strahlung hat Sie nicht wärmer gemacht.

Das liegt aber daran, dass der menschliche Körper über Systeme verfügt, die unsere Temperatur regulieren. Wir haben Systeme, die den Wärmeverlust erhöhen, wenn die absorbierte Strahlung zunimmt, die die absorbierte Energie dorthin leiten, wo sie an die Luft verloren gehen kann ... und, so werden die Leute sagen, das ist etwas ganz anderes als das Klima.

Nun ja, schauen wir mal.

Damit im Hinterkopf möchte ich in diesem Sinne einen kleinen Umweg machen. Es gibt eine mathematische Maßzahl namens „Korrelation“. Sie misst die Ähnlichkeit zweier Datensätze und hat für jedes Paar von Datensätzen einen Wert zwischen minus eins und eins. „Die Korrelation misst, ob sich zwei Datensätze, z. B. Temperatur und absorbierte Strahlung, in dieselbe Richtung bewegen. Eine Korrelation von 1,0 bedeutet, dass sich die beiden Datensätze immer in die gleiche Richtung bewegen – wenn zum Beispiel die absorbierte Strahlung zunimmt, steigt auch die Temperatur.

Eine negative Korrelation bedeutet, dass sich die beiden Datensätze im Allgemeinen in entgegengesetzte Richtungen bewegen. Eine Korrelation von -1,0 bedeutet, dass sich die beiden Datensätze immer in entgegengesetzte Richtungen bewegen – wenn der eine steigt, sinkt der andere immer.

Und eine Korrelation von Null bedeutet, dass es keine Beziehung zwischen den Veränderungen in einem Datensatz und den Veränderungen im anderen Datensatz gibt.

Betrachten wir nun die Korrelation zwischen der Oberflächentemperatur der Erde und der Strahlungsmenge, die die Oberfläche empfängt. Nach unserer Erfahrung sollte die Korrelation stark positiv sein, d. h. je mehr Strahlung von der Planetenoberfläche absorbiert wird, desto wärmer sollte sie werden, und je weniger Strahlung absorbiert wird, desto kühler sollte sie werden.

Die folgende Abbildung zeigt anhand der CERES-Satellitendaten eine gitterzellenweise Darstellung dieser Korrelation. Jede Gitterzelle entspricht 1° Breitengrad mal 1° Längengrad:

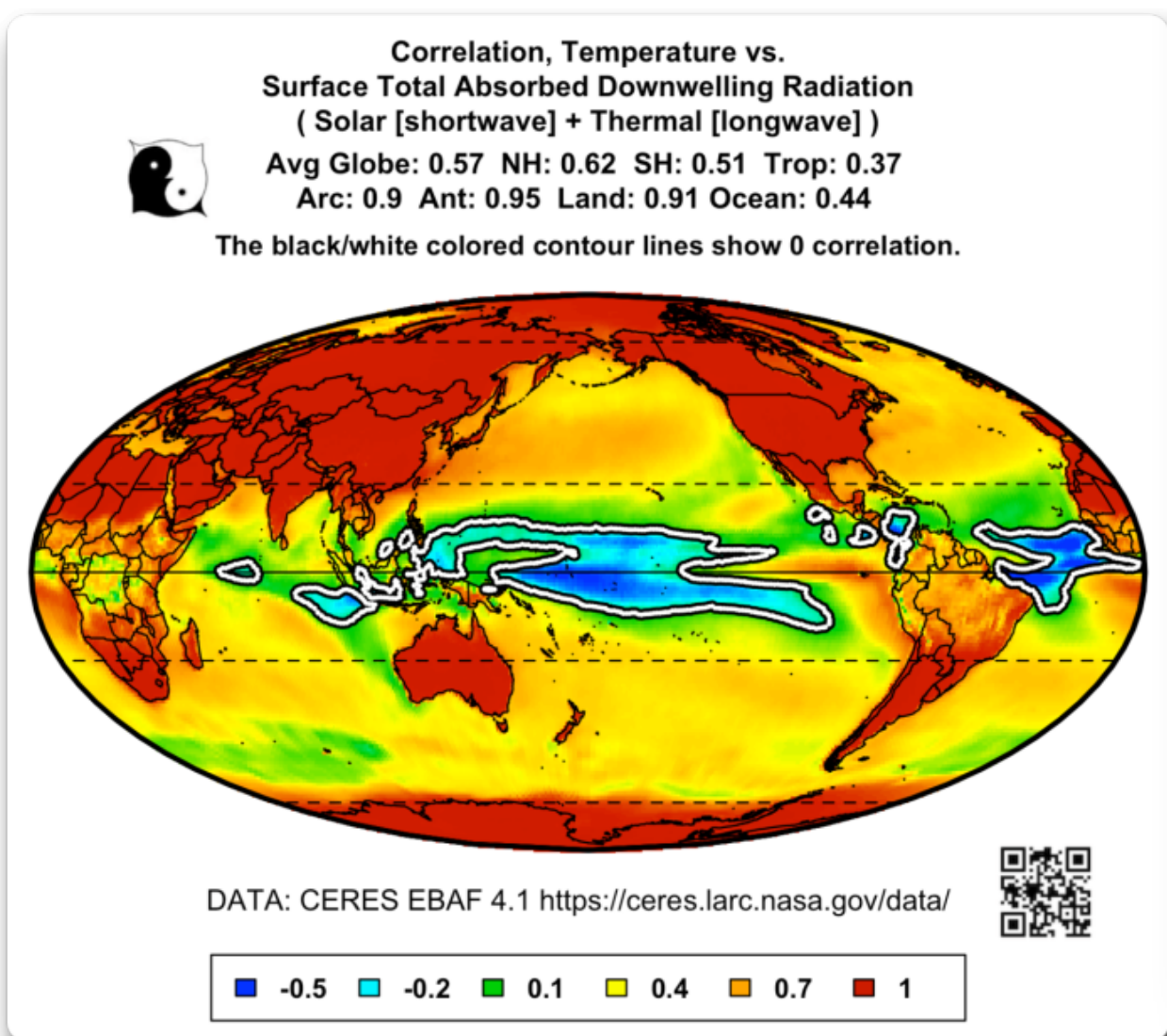


Abbildung 1. Korrelation der absorbierten Oberflächenstrahlung (kurzwellig + langwellig) und der Oberflächentemperatur, Gitterzelle für Gitterzelle. Die Gitterzellen entsprechen 1° Breitengrad mal 1° Längengrad.

Dies ist ein sehr interessantes Ergebnis. Überall auf dem Land, ohne Ausnahme, ist die Korrelation genau so, wie wir es erwarten würden – nicht nur positiv, sondern im Allgemeinen stark positiv. Die Gesamtkorrelation über dem Land beträgt 0,91, eine starke positive Korrelation, die unser Erfahrungswissen über absorbierte Strahlung und Temperatur unterstützt. Wenn die absorbierte Strahlung auf dem Land zunimmt, steigen die Temperaturen tatsächlich – und umgekehrt. Positive Korrelation. Einfache Physik.

Aber über weiten Teilen des tropischen Ozeans besteht schockierenderweise eine negative Korrelation. Entgegen unserem Erfahrungsverständnis, entgegen dem zentralen Paradigma der Klimawissenschaft, entgegen der „einfachen Physik“ macht mehr absorbierte Strahlung in diesen Gebieten die Planetenoberfläche NICHT wärmer. Sie macht die Oberfläche kühler ... was nicht möglich ist, wenn die absorbierte Strahlung die Temperatur bestimmt.

Daraus können wir nur schließen, dass in diesen Gebieten die Ursache umgekehrt ist. Anstatt dass die gesamte absorbierte Strahlung die Temperatur bestimmt, bestimmt die Temperatur die gesamte absorbierte Strahlung.

Ein primärer Mechanismus, der diese scheinbare Unmöglichkeit erklärt, ist die temperaturgesteuerte Entstehung von Kumulusfeldern und Gewitterstürmen. Diese nehmen mit steigender Temperatur zu und verringern die von der Oberfläche absorbierte Sonnenstrahlung erheblich. Die Temperatur reguliert also die Menge der absorbierten Sonnenstrahlung über Wolken und Gewitter.

Und das ist eine sehr starke Regulierung. Hier ein Streudiagramm des Nettoeffekts der Wolken auf die abwärts gerichtete Strahlung in Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur:

Scatterplot, Average Surface Cloud Radiative Effect vs
Sea Surface Temperature, 1°x1° Gridcells, Mar 2000 - Feb 2020

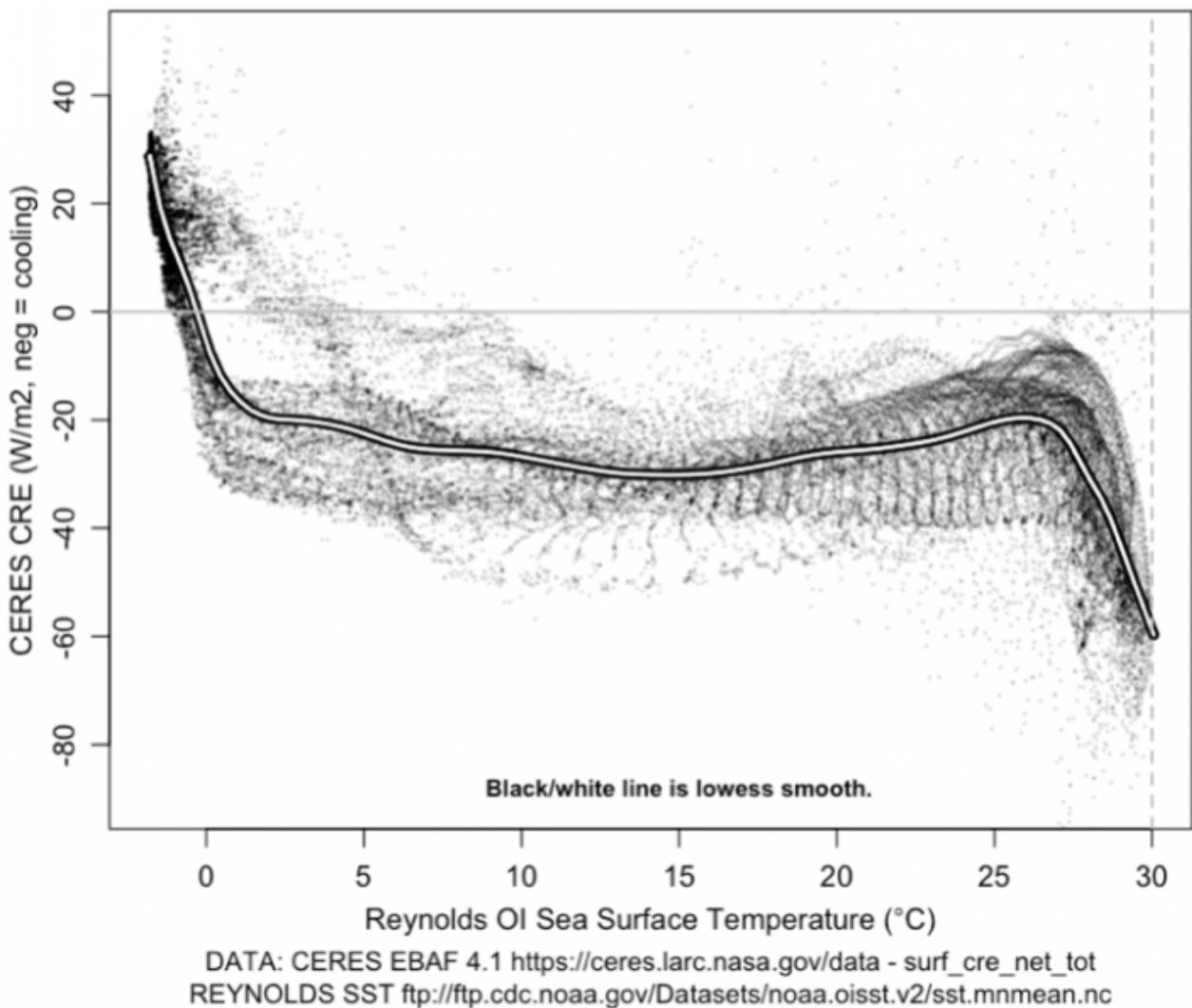


Abbildung 2. Streudiagramm, Ozeantemperatur gegenüber der Änderung der gesamten abwärts gerichteten Strahlung aufgrund von Wolken (Wolkenstrahlungseffekt, „CRE“).

Man beachte, dass die Wolken bei den höchsten Temperaturen die gesamte abwärts gerichtete Strahlung (Kurzwelle + Langwelle) um bis zu 60 W/m² reduzieren ... zum Vergleich: eine Verdoppelung des CO₂ erhöht die Strahlung um 3,7 W/m².

Als nächstes muss ich zeigen, dass das Phänomen der umgekehrten Verursachung/negativen Korrelation tatsächlich mit der Temperatur zusammenhängt. Ich meine, es könnte sich ja auch nur um eine Besonderheit des tropischen Ozeans handeln, die nicht unbedingt mit der Temperatur zusammenhängt.

Als erstes untersuchte ich diese Frage, indem ich ein Streudiagramm der Beziehung zwischen der Temperatur und der in Abbildung 1 dargestellten Korrelation erstellte. Hier ist das Ergebnis:

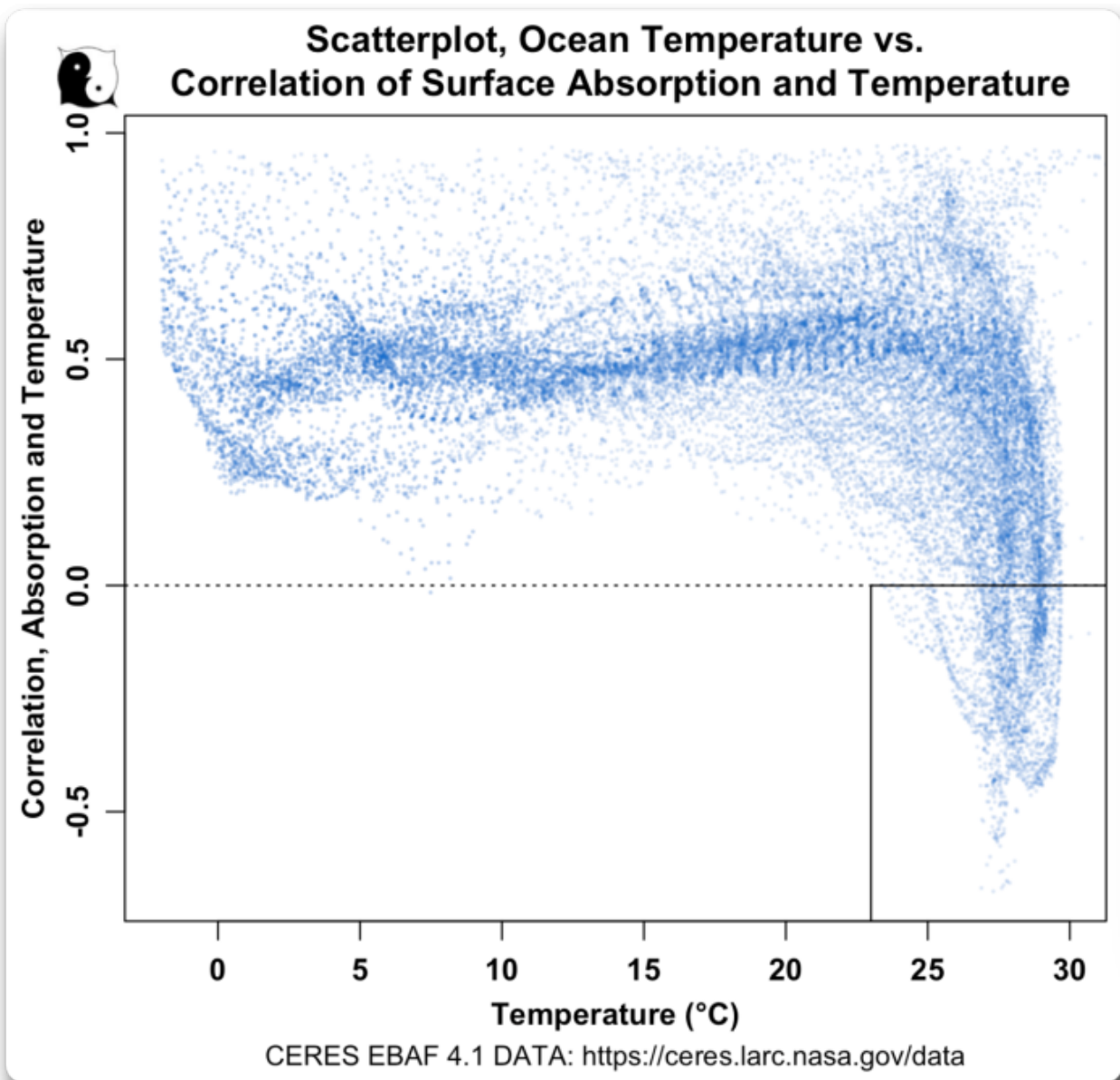


Abbildung 3. Streudiagramm. Die horizontale Achse zeigt die Temperatur in jeder $1^\circ \times 1^\circ$ -Gitterzelle. Die vertikale Achse zeigt die Korrelation von Absorption und Temperatur in dieser Gitterzelle. Der Kasten unten rechts umfasst alle Gitterzellen, die eine negative Korrelation zwischen der absorbierten Strahlung und der Temperatur aufweisen.

Hier werden einige Dinge deutlich. Erstens tritt die Umkehrung von Ursache und Wirkung, die zu einer negativen Korrelation zwischen Absorption und Temperatur führt, nur bei Ozeantemperaturen über $\sim 23^\circ\text{C}$ auf.

Und zweitens ist in dem Bereich unten rechts, der alle Gitterzellen mit negativer Korrelation zeigt, die maximale negative Korrelation umso größer, je wärmer es ist.

Dies ist also ein deutlicher Beleg dafür, dass das Auftreten einer

negativen Korrelation tatsächlich auf die Temperatur zurückzuführen ist.

Dies zeigt zwar die durchschnittlichen Bedingungen über den Zeitraum der Satellitenaufzeichnungen, ist aber nur eine langfristige Berechnung. Wir müssen noch untersuchen, was in den Gitterzellen passiert, wenn die Temperaturen im Laufe der Zeit steigen und sinken.

Meine Hypothese ist nun, dass die Oberflächentemperatur durch aufkommende Phänomene wie tropische Kumulusfelder und Gewitter reguliert wird. Wenn das der Fall ist, dann sollte die Stärke dieser negativen Korrelation mit steigender Temperatur zu- und abnehmen.

Genauer gesagt, eine Folge meiner Hypothese ist, dass der Bereich der Meeresoberfläche, in dem die Korrelation negativ ist, im Sommer größer sein sollte, wenn das Meer wärmer ist, und der Bereich der negativen Korrelation sollte im Winter kleiner sein, wenn das Meer kühler ist. Also habe ich die Berechnungen durchgeführt und die Ergebnisse grafisch aufbereitet. Dazu musste ich die Daten natürlich in Gitterzellen der nördlichen und südlichen Hemisphäre aufteilen, da die Jahreszeiten auf den beiden Hemisphären umgekehrt sind.

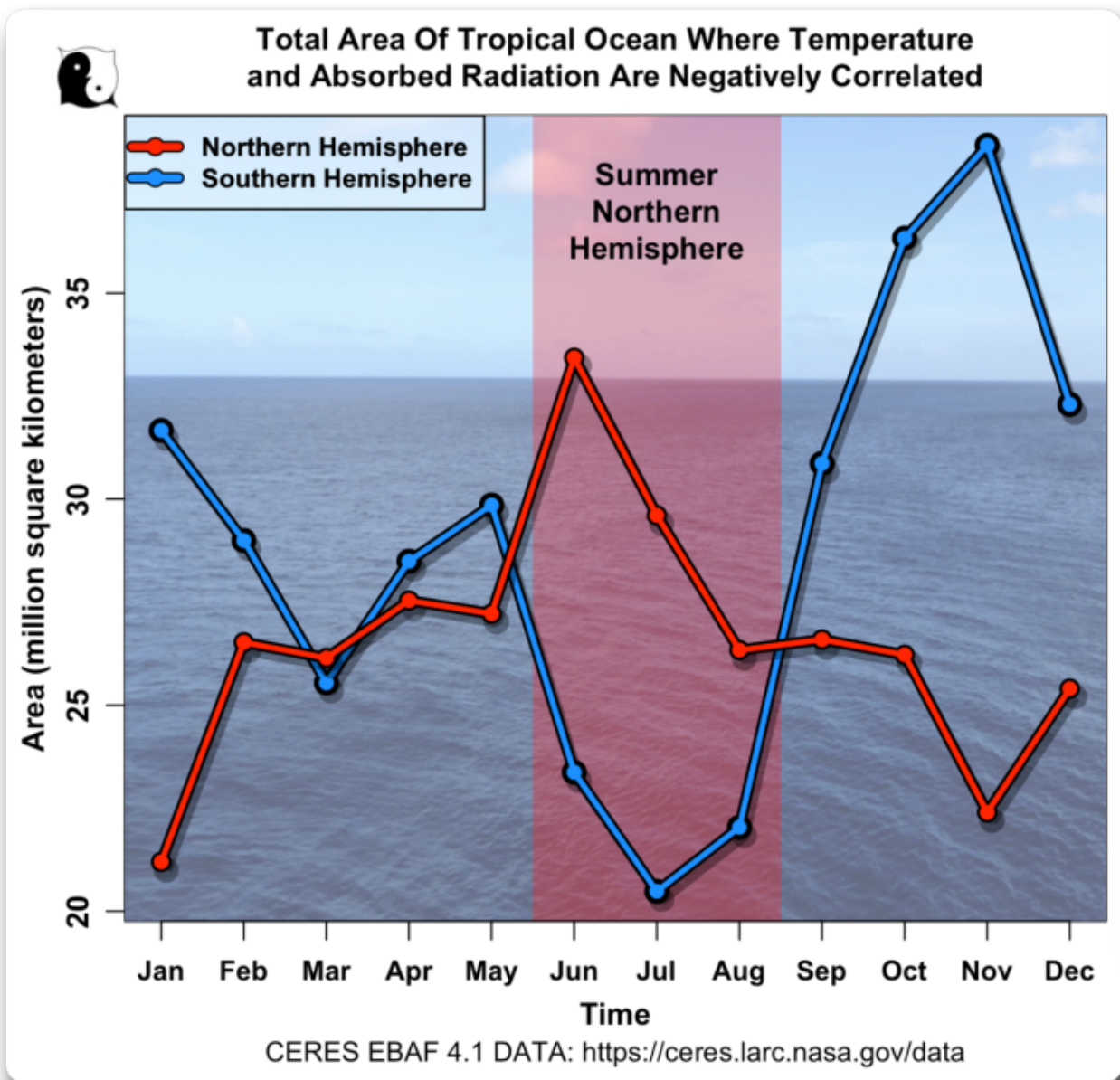


Abbildung 4. Monatliche Schwankungen in dem Bereich der Meeresoberfläche, in dem die Temperatur und die absorbierte Strahlung negativ korreliert sind.

Wie zu erwarten, wenn meine Hypothese richtig ist, ist der Bereich der negativen Korrelation auf der Nordhalbkugel (rote Linie) im Sommer am größten. Tatsächlich erreicht sie im Sommer einen Spitzenwert, der etwa 50 % größer ist als das Winterminimum.

Gleichzeitig ist der Bereich auf der Südhalbkugel (blaue Linie) am geringsten, da dort der Winter herrscht. In der südlichen Hemisphäre ist die Schwankung sogar noch größer, wobei die maximale Fläche der negativen Korrelation fast doppelt so groß ist wie die minimale Fläche.

Beide Verfahren zeigen also, dass die negative Korrelation tatsächlich eine Funktion der Temperatur ist.

Zusammenfassung: Wenn die Temperatur des Ozeans hoch genug ist, bricht die normale, alltägliche, „einfache physikalische“ positive Korrelation zwischen absorbierte Strahlung und einem daraus resultierenden Temperaturanstieg zusammen, und die Korrelation zwischen Strahlung und Temperatur wird negativ. Dies führt zu einer Verringerung der Oberflächentemperatur des Ozeans. Dies ist ein weiteres der vielen auftauchenden Phänomene, die zusammenwirken, um den Planeten zu thermoregulieren.

Wie gut ist diese planetarische Wärmeregulierung? Nun, obwohl wir in einer Welt leben, in der das Temperaturgleichgewicht in der Größenordnung von 50 °C höher ist, als es ohne Treibhausgase der Fall wäre, in einer Welt, die durch Wolken, Winde und Wellen reguliert wird, in einer Welt, in der die Landtemperatur von Sommer zu Winter um bis zu ± 30 °C (± 10 %) und die Meerestemperatur von Sommer zu Winter um bis zu ± 8 °C (± 3 %) schwankt ... trotz all dieser täglichen und monatlichen Schwankungen schwankte die globale Durchschnittstemperatur während des gesamten 20. Jahrhunderts um ± 0.4 °C (± 0.1 %).

Für mich ist dies die große unbeantwortete Frage in der Klimawissenschaft – nicht, warum die Temperatur schwankt, sondern warum sie so wenig schwankt. Und die Existenz der oben erwähnten negativen Korrelation ist ein Beweis dafür, dass die „einfache Physik“ völlig unzureichend ist, um das unglaublich komplexe, chaotische Klimasystem zu erklären.

Link: <https://wattsupwiththat.com/2022/08/07/putting-it-into-reverse/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE