

Globale Streudiagramme

geschrieben von Chris Frey | 19. Oktober 2022

[Willis Eschenbach](#)

Seit einiger Zeit verwende ich eine seltsame Art von Streudiagramm. Hier ist ein Beispiel. Es zeigt die Beziehung zwischen der Oberflächentemperatur und den Auswirkungen der Wolken auf die Oberflächenstrahlung. Wolken können die Oberfläche entweder erwärmen oder abkühlen, je nach Ort, Zeit und Art. Dieses Phänomen wird als „Wolkenstrahlungseffekt“ (Cloud Radiative Effect, CRE) bezeichnet.

Das Ausmaß der Erwärmung oder Abkühlung durch Wolkenstrahlung (CRE) wird in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) gemessen. Ein positiver Wert bedeutet, dass die Wolken die Oberfläche erwärmen, ein negativer, dass die Wolken die Oberfläche abkühlen. Im flächengewichteten Durchschnitt kühlen die Wolken die Oberfläche um etwa $21 \text{ W}/\text{m}^2$ ab.

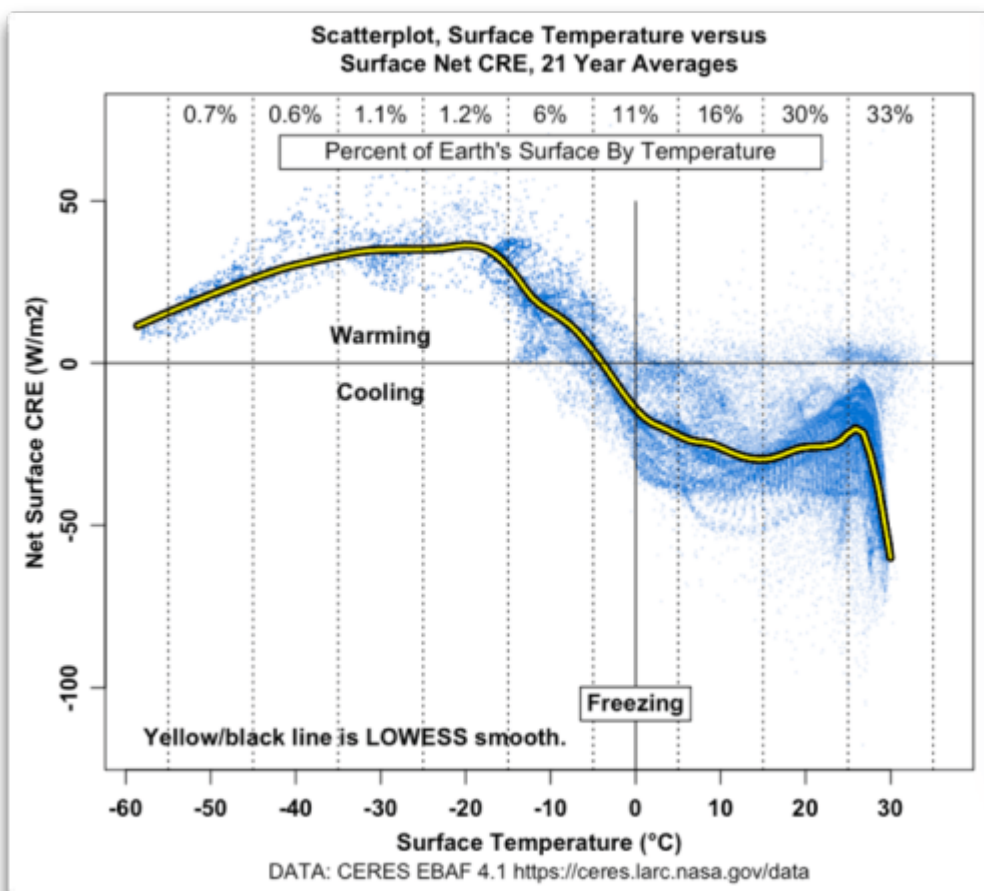


Abbildung 1. Streudiagramm, Oberflächentemperatur (horizontale X-Achse) gegenüber dem Netto-Strahlungseffekt der Wolken (vertikale Y-Achse). Das gibt dem Wort „nichtlinear“ eine neue

Bedeutung.

Jeder blaue Punkt in Abbildung 1 steht für eine Gitterzelle von 1° Breitengrad und 1° Längengrad irgendwo auf der Erdoberfläche. Jeder Punkt ist horizontal in Bezug auf seine 21-Jahres-Durchschnittstemperatur und vertikal in Bezug auf seine 21-Jahres-Wolkenstrahlungswirkung angeordnet. Die gelb/schwarze Linie ist eine LOWESS-Glättung, die den Gesamttrend der Daten zeigt.

Von besonderem Interesse ist die Steigung der gelb-schwarzen Linie, die angibt, wie stark sich die Strahlungswirkung der Wolken pro 1°C Temperaturänderung ändert.

Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, dass Wolken im Allgemeinen die kältesten Gebiete des Planeten erwärmen. Gitterzellen in den ~ 10 % der Erde, in denen die mittlere Jahrestemperatur unter -5 °C liegt, werden durch Wolken erwärmt.

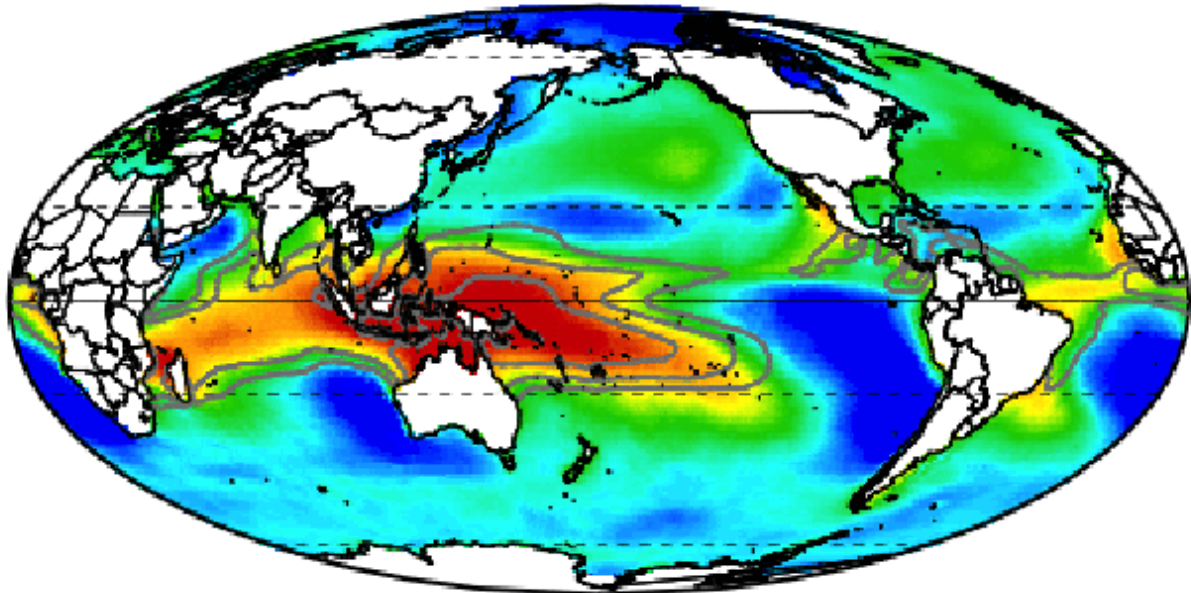
In wärmeren Gebieten hingegen kühlen die Wolken die Oberfläche ab. Und wenn die Temperatur über 25-26 °C steigt, nimmt die Abkühlung durch Wolken mit steigender Temperatur stark zu. In diesen Gebieten nimmt die Wolkenabkühlung mit jedem zusätzlichen Grad Temperatur um bis zu 15 W/m² zu. Das liegt daran, dass Anzahl, Größe und Stärke der thermisch bedingten Gewitter in den feuchtwarmen Tropen oberhalb von 26 °C rasch zunehmen.

Hier ist ein Video, das zeigt, wie die Gewitter dem warmen Wasser das ganze Jahr über folgen:

Cloud Top Altitude January Average

Avg Globe: 4 NH: 4 SH: 3.9 Trop: 4.8
Arc: 2.6 Ant: 3.2 Land: NaN Ocean: 4 km

Gray lines show sea surface
temperatures of 27, 28, and 29°C.



CERES Data Mar 2000 - Feb 2017

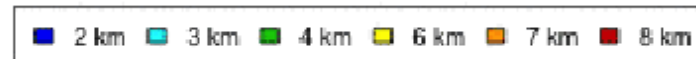


Abbildung 2. Die Gewitterintensität wird durch Farben dargestellt (die Höhe der Wolkenobergrenze ist ein Maß für die Stärke des Gewitters). Die grauen Konturlinien zeigen Temperaturen von 27, 28 und 29°C.

Daraus ist ersichtlich, dass sich Gewitter bevorzugt über den Hot Spots bilden und den Temperaturanstieg in diesen Gebieten wirksam begrenzen. Dies ist der Grund dafür, dass nur 1 % der Erdoberfläche und praktisch kein offener Ozean eine Jahresdurchschnittstemperatur von mehr als 30 °C aufweist.

Da nur wenige Klimatologen ein Streudiagramm auf der Grundlage von Gitterzellen verwenden, möchte ich nun auf diese Art von Streudiagramm eingehen. Sie hat eine sehr wertvolle Eigenschaft. Der Wert besteht darin, dass die Methode längerfristige Durchschnittswerte betrachtet. In Abbildung 1 zum Beispiel sind dies die

Durchschnittstemperaturen, auf die sich jede der Gitterzellen nach Jahrtausenden eingestellt hat. Infolgedessen enthalten die Temperaturen der einzelnen Gitterzellen alle möglichen Rückkopplungen und den Großteil der langsamen Reaktionen auf sich ändernde Bedingungen.

Dies ermöglicht es uns, Fragen zu beantworten wie: „Wie werden die Wolken reagieren, wenn die Temperaturen langsam steigen“? Die Alarmisten wollen uns glauben machen, dass die Erwärmung durch die Rückkopplung der Wolken verstärkt wird.

Aber Abbildung 1 erzählt eine viel komplexere und nuanciertere Geschichte. Die Steigung der gelb/schwarzen Linie zeigt die Veränderung der CRE als Reaktion auf eine Temperaturänderung von 1°. Wenn sie nach rechts abfällt, zeigt dies, dass das Ausmaß der wolkenbedingten Abkühlung mit steigender Temperatur zunimmt – die CRE wird negativer, und die Wolken bewirken mehr Abkühlung.

Es gibt nur zwei Stellen, an denen die Wolken die zugrunde liegende Erwärmung verstärken. Dies sind die Bereiche in Abbildung 1, in denen die gelb-schwarze Linie nach rechts oben abfällt. Es handelt sich um die 3 % der Oberfläche, die kälter als -20 °C sind, und die ~30 % der Erde zwischen 15 °C und 25 °C. Diese machen etwa ein Drittel des Planeten aus.

Bei allen anderen Temperatur-Bereichen kühlen die Wolken mit zunehmender Erwärmung immer mehr, insbesondere in dem Drittel der Erde, das im Durchschnitt über 25 °C liegt.

Schlussfolgerung? Nur ein Drittel des Globus' hat eine wärmende Wolkenrückkopplung, und diese ist nicht sehr stark. Zwei Drittel der Erde haben eine kühlende Wolkenrückkopplung, und darüber hinaus ist die kühlende Rückkopplung viel stärker als die wärmende Rückkopplung.

Wir können also sagen, dass die Wolkenrückkopplung im Durchschnitt negativ und nicht positiv ist. Ein flächengewichteter Durchschnitt der obigen Daten zeigt, dass die Wolkenabkühlung weltweit im Durchschnitt -3,2 W/m² Abkühlung für jedes Grad C Erwärmung beträgt. (In Wirklichkeit wird die Gesamtreaktion der Wolken geringer ausfallen, da sich die wärmsten Gebiete der Erde, in denen die Wolkenrückkopplung am stärksten ist, im Allgemeinen nicht sehr stark erwärmen werden).

Ich habe oben erklärt, dass dieses Verfahren uns die langfristige Antwort liefert, nachdem fast alle verschiedenen Rückkopplungen, langsamen Erwärmungen und Anpassungen stattgefunden haben. Ich habe erklärt, dass dies nicht die kurzfristige Reaktion der Wolken auf die Oberflächentemperatur ist. Es handelt sich um die langfristige, im Wesentlichen stationäre Reaktion.

Damit kann die Frage nach der langfristigen Reaktion der Wolken auf 1°C Erwärmung tatsächlich beantwortet werden. Und sie kann die Frage im Detail beantworten, indem sie zeigt, wie die Rückkopplung der Wolken von

den Polen zu den Tropen variiert.

Das einzige Argument, das ich dagegen sehen kann ist, dass eine langsame thermische Anpassung durch die jüngste Erwärmung noch nicht eingetreten ist. Möglich, aber hier ist der Grund, warum das wahrscheinlich kaum einen Unterschied machen wird – eine steigende Flut hebt im Allgemeinen alle Boote.

Mit anderen Worten: Wenn wir mehrere nahe gelegene Gitterzellen haben und eine davon eine langsame thermische Restanpassung durch die jüngste Erwärmung erfährt, werden aller Wahrscheinlichkeit nach auch die anderen nahe gelegenen Zellen eine ähnlich langsame thermische Restanpassung erfahren.

Dadurch bleibt die interessierende Steigung, die Steigung der gelben Linie in Abbildung 1, so gut wie unverändert.

Zumindest besagt das meine Logik. Aber ich habe schon immer Daten der Logik vorgezogen. Nach einigem Nachdenken wurde mir klar, dass ich dies testen konnte, indem ich anstelle des vollen 21-Jahres-Durchschnitts kürzere Durchschnittswerte der CERES-Daten nahm. Ich habe 5-Jahres-Durchschnittswerte der gleichen CERES-Daten verwendet. Zum Vergleich habe ich sie im gleichen Maßstab wie in Abbildung 1 aufgetragen:

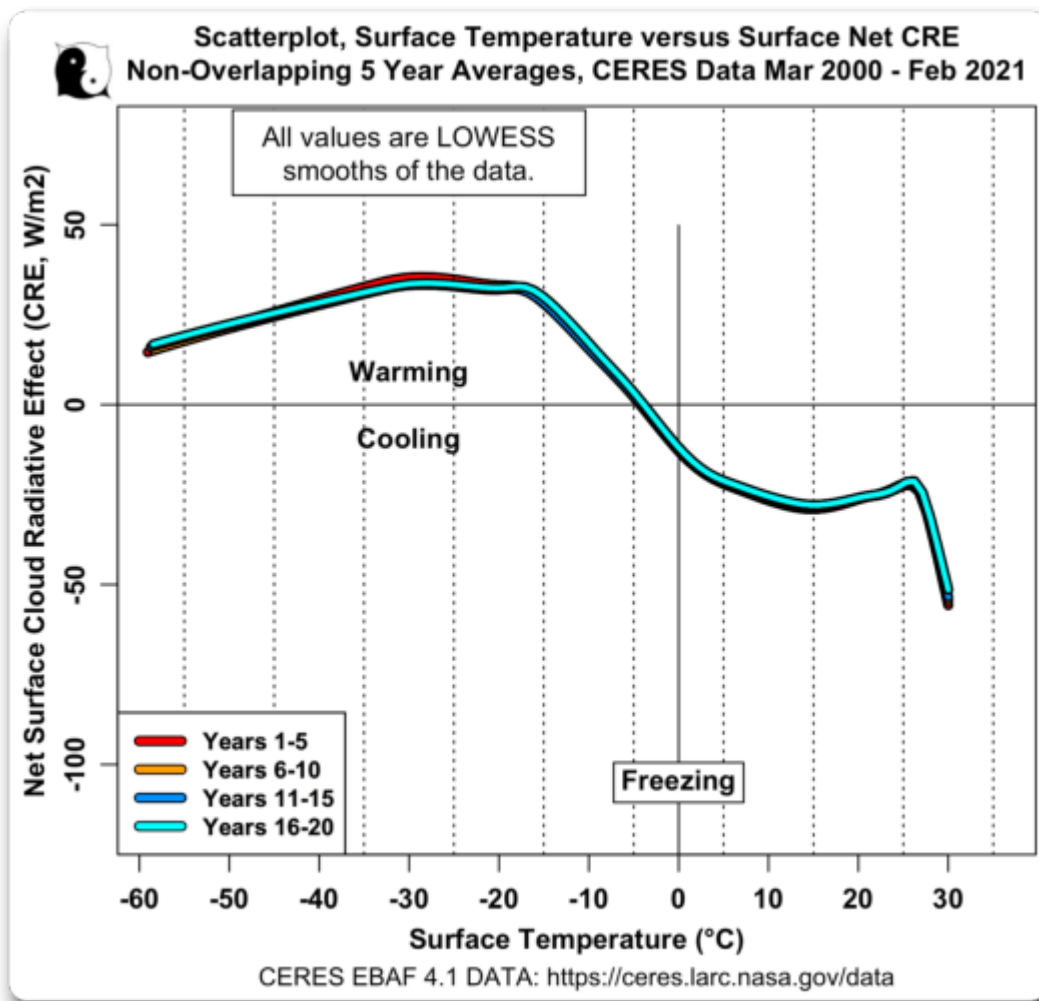


Abbildung 3. LOWESS-Glättungen der Streudiagramme von vier ausgewählten Teilmengen der CERES-Daten. Die zugrundeliegenden Streudiagramm Daten sind nicht dargestellt.

Wie man sieht, liegen die glatten LOWESS-Trendlinien aller vier Rasterzellen-Scatterplots so dicht beieinander, dass sie sich gegenseitig überdecken. Dies zeigt eindeutig, dass ein Rasterzellen-Scatterplot tatsächlich die langfristige, allumfassende Beziehung zwischen den beiden interessierenden Variablen anzeigt. Sie wird durch die Veränderungen bei CRE und Temperatur zwischen den 5-Jahres-Zeiträumen kaum beeinflusst.

Link: <https://wattsupwiththat.com/2022/10/14/global-scatterplots/>

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