Unsichere Unsicherheiten

geschrieben von Chris Frey | 3. Juli 2023

Willis Eschenbach

Ich habe eine Weile darüber nachgedacht, wie ich erklären kann, was meiner Meinung nach falsch daran ist, wie die Unsicherheiten des Klimatrends oft berechnet werden. Lassen Sie mich einen Versuch wagen.

In einem Beitrag auf der CarbonBrief-Website findet man ein Beispiel für einige Trends und die behaupteten damit verbundenen Unsicherheiten. Die Unsicherheiten (in diesem Fall 95 % Konfidenzintervalle) werden durch die schwarzen dünnen Linien („Whisker-Balken“) angezeigt, die sich unter und über jedem Datenpunkt befinden:

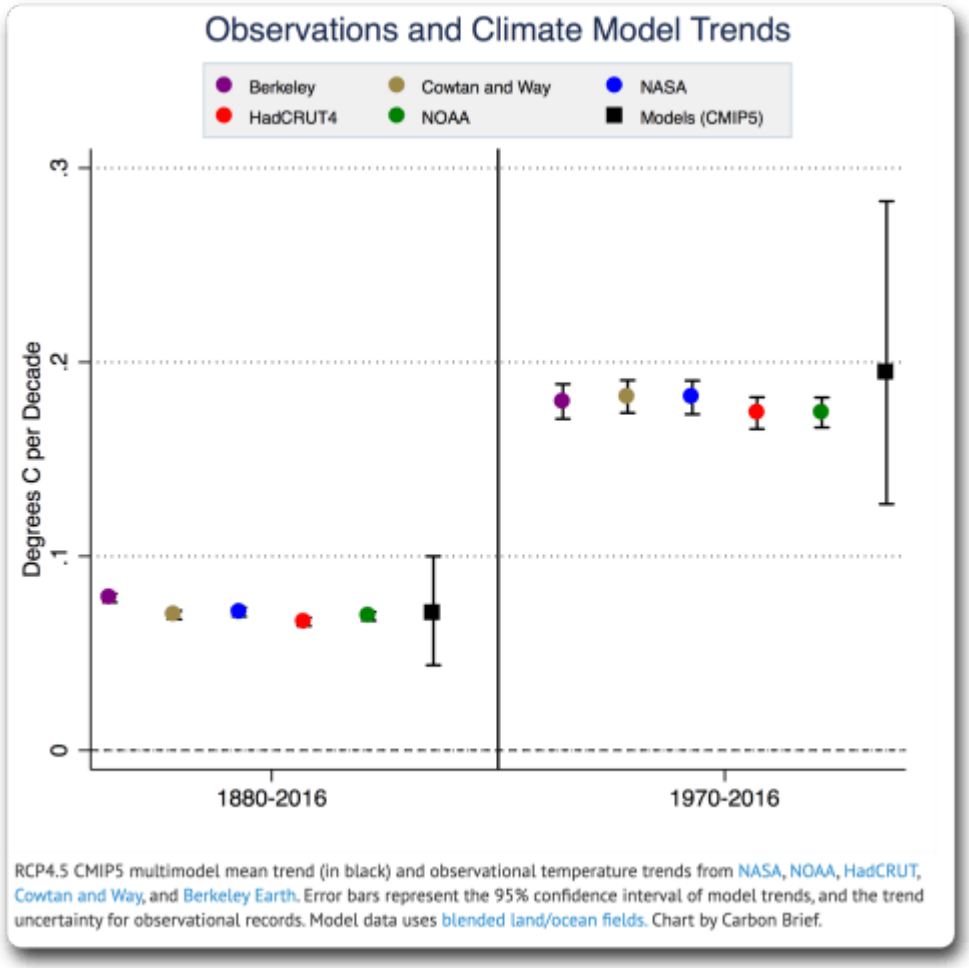

Abbildung 1. Einige Temperaturtrends aus Beobachtungen und Modellen mit den dazugehörigen Unsicherheiten.

Um sicherzustellen, dass ich die Grafik richtig verstehe, hier meine eigene Berechnung des Berkeley Earth Trends und der Unsicherheit:

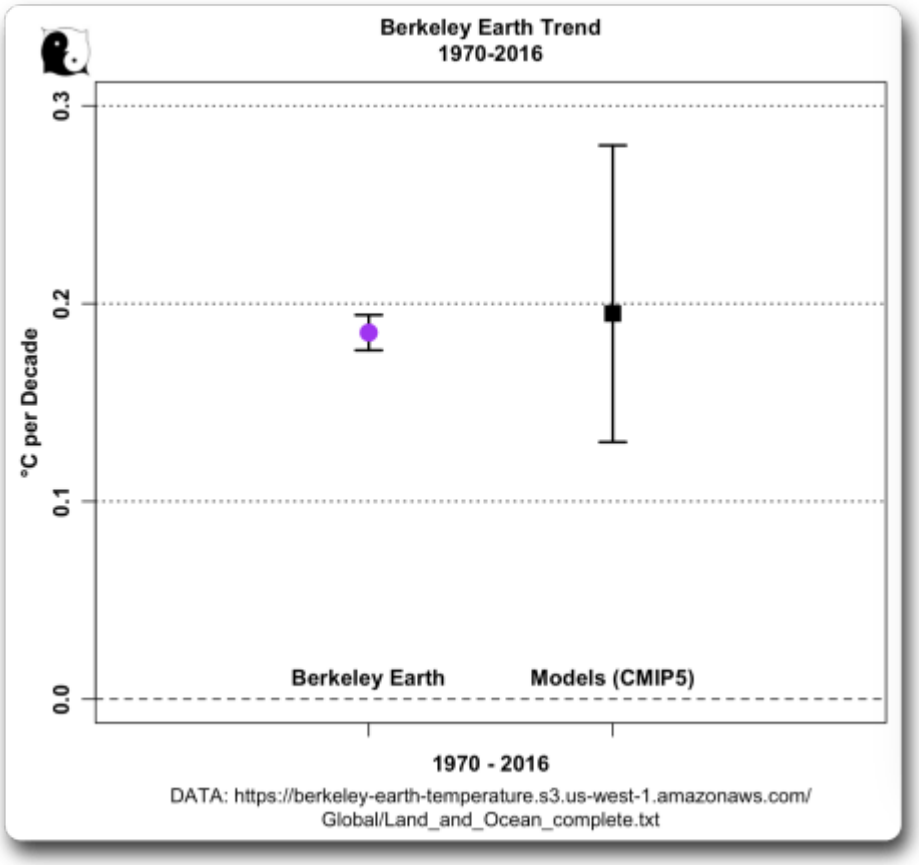

Abbildung 2. Meine eigene Berechnung des Berkeley-Earth-Trends und der Unsicherheit (95 % Konfidenzintervall), ausgehend von den Berkeley-Earth-Daten. Die Modelldaten stammen direkt aus der ClimateBrief-Grafik.

So weit, so gut, ich habe die Berkeley-Earth-Ergebnisse repliziert.

Und wie werden dieser Trend und die Unsicherheit berechnet? Das geschieht mathematisch mit einer Methode namens „lineare Regression“. Unten sehen Sie die Ergebnisse einer linearen Regression, die mit dem Computerprogramm R durchgeführt wurde:

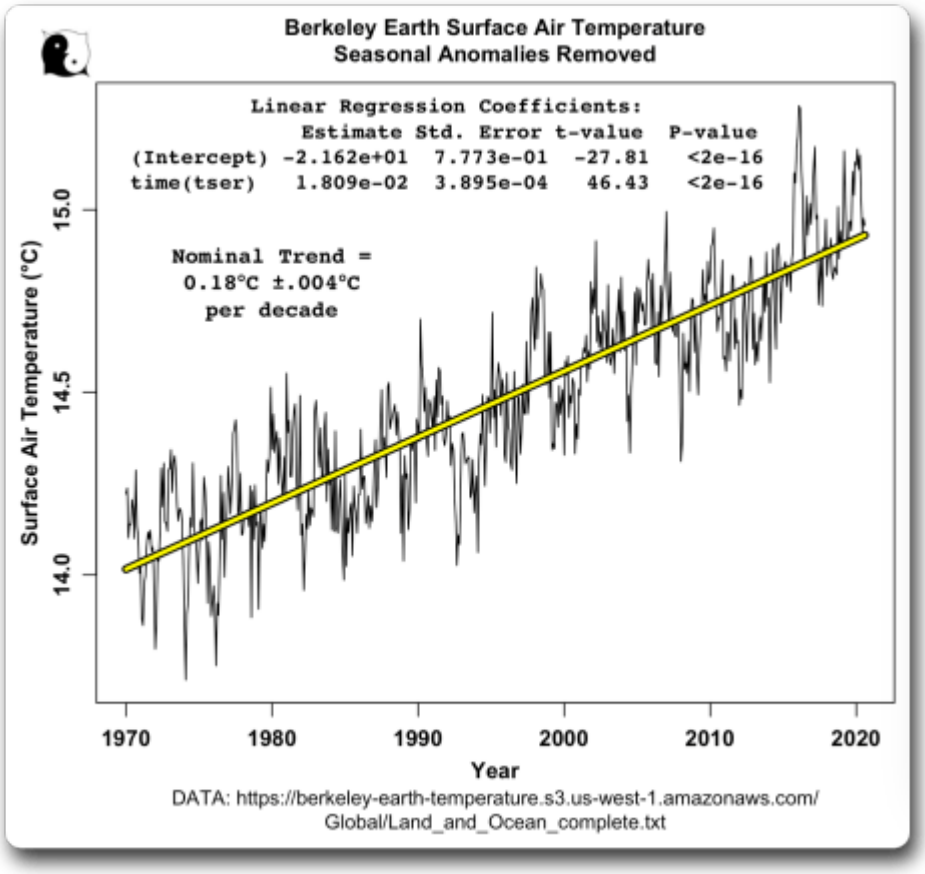

Abbildung 3. Berkeley Earth Temperatur ohne saisonale Anomalien. Die schwarz/gelbe Linie ist der lineare Regressionstrend.

Der Trend wird als „Schätzung“ der zeitlichen Veränderung dargestellt, die als „time(tser)“ in Jahren angegeben ist, und die Unsicherheit pro Jahr ist der „Std. Error“ der zeitlichen Veränderung. Daraus ergibt sich ein jährlicher Temperaturtrend von 0,18°C pro Jahrzehnt (in den „Koeffizienten“ als 1,809E-2 °C pro Jahr angegeben), mit einer damit verbundenen dekadischen Unsicherheit von ±0,004°C pro Jahrzehnt (angegeben als 3,895E-4°C pro Jahr)

Also … was kann daran nicht stimmen?

Nun, die schwarze Linie in Abbildung 3 ist nicht die Aufzeichnung der Temperatur. Es handelt sich um die Aufzeichnung der Temperatur, bei der die jahreszeitlichen Schwankungen entfernt wurden. Hier ist ein Beispiel dafür, wie wir die saisonalen Schwankungen entfernen, diesmal anhand der Temperaturaufzeichnungen der unteren Troposphäre der University of Alabama in Huntsville Microwave Sounding Unit (UAH MSU):

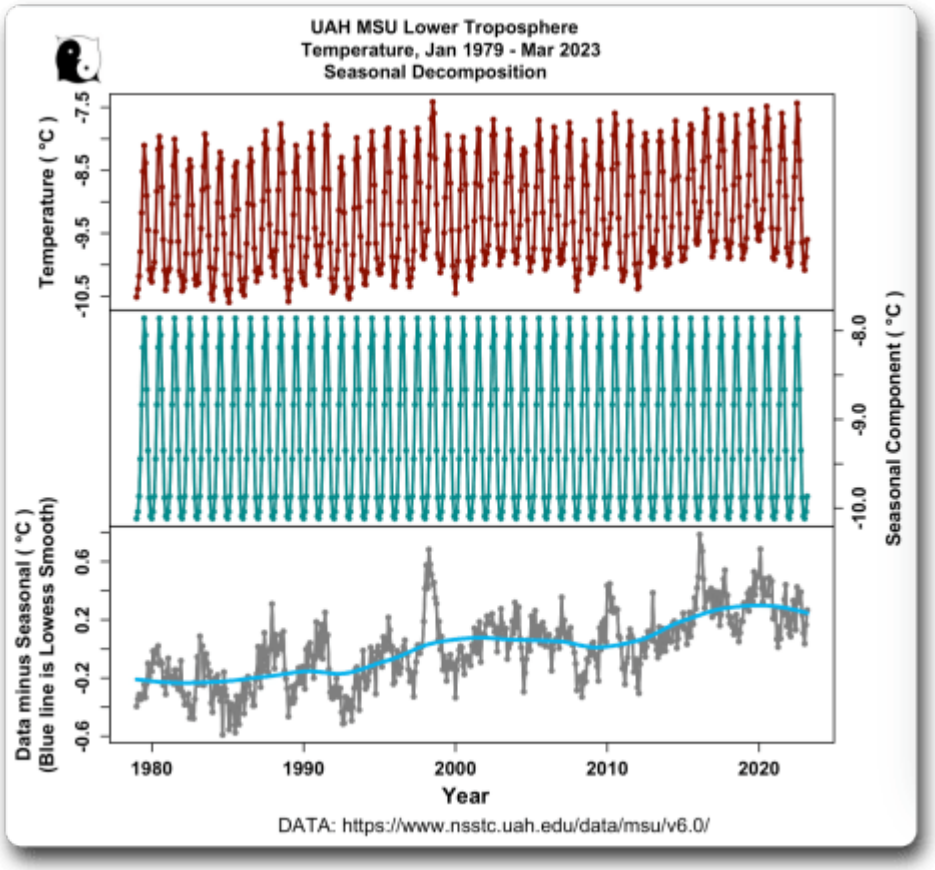

Abbildung 4. UAH MSU-Temperaturdaten der unteren Troposphäre (oberes Feld), die durchschnittliche saisonale Komponente (mittleres Feld) und das Residuum nach Abzug der saisonalen Komponente.

Die saisonale Komponente wird als die durchschnittliche Temperatur für jeden Monat berechnet. Sie wiederholt sich Jahr für Jahr über die Länge des ursprünglichen Datensatzes. Die im unteren Feld angezeigte Residualkomponente besteht aus den Originaldaten (oberes Feld) abzüglich der durchschnittlichen saisonalen Schwankungen (mittleres Feld).

Dieser Restdatensatz (tatsächliche Daten minus saisonale Schwankungen) ist sehr nützlich. damit kann man nämlich geringfügige Abweichungen von den durchschnittlichen Bedingungen für jeden Monat erkennen. In den Restdaten im unteren Feld können wir zum Beispiel die Temperaturspitzen der El Ninos von 1998, 2011 und 2016 sehen.

Zusammengefasst: Das Residuum sind die Daten abzüglich der saisonalen Schwankungen.

Und nicht nur das: Der in Abbildung 3 dargestellte Resttrend von 0,18 °C pro Jahrzehnt ist der Trend der Daten selbst abzüglich des Trends der saisonalen Schwankungen. (Der Trend der saisonalen Schwankungen liegt nahe bei, aber nicht genau bei Null, da die Endpunkteffekte davon abhängen, wann genau die Daten beginnen und enden).

Wie groß ist also die Unsicherheit des Resttrends?

Nun, es ist nicht das, was in Abbildung 3 oben gezeigt wird. Nach den Regeln der Unsicherheit ist die Unsicherheit der Differenz zweier Werte, die jeweils mit einer Unsicherheit verbunden sind, die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der beiden Unsicherheiten. Die Unsicherheit des saisonalen Trends ist jedoch recht gering, typischerweise in der Größenordnung von 1e-6 oder so. (Diese winzige Unsicherheit ist auf die Standardfehler der Mittelwerte der einzelnen Monatswerte zurückzuführen).

Die Unsicherheit des Residuums ist also im Grunde gleich der Unsicherheit der Daten selbst. Und das ist eine viel größere Zahl als die, die normalerweise durch lineare Regression berechnet wird.

Wie viel größer? Nun, für die Berkeley Earth-Daten in der Größenordnung des Achtfachen.

Um dies grafisch zu veranschaulichen, hier noch einmal Abbildung 2, diesmal aber mit den richtigen (rot) und den falschen (schwarz) Berkeley Earth-Unsicherheiten:

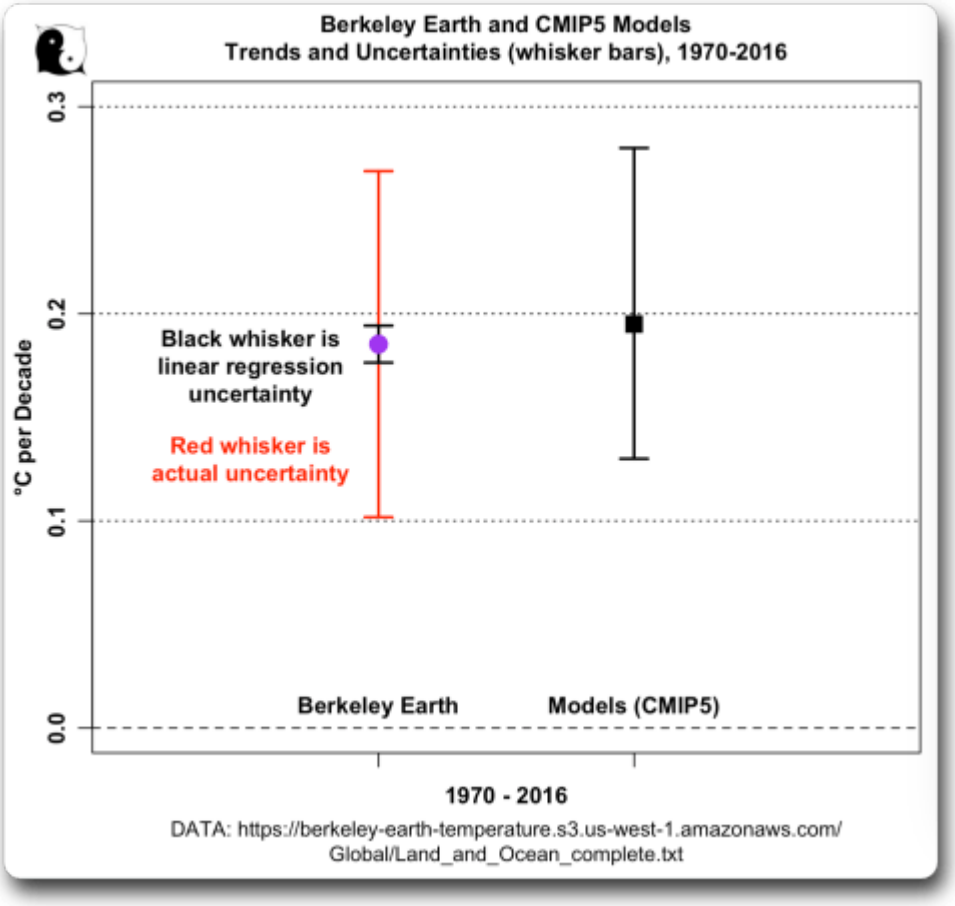

Abbildung 5. Wie in Abbildung 2, aber mit Angabe der tatsächlichen Unsicherheit (95 % Konfidenzintervall) für die Berkeley Earth-Daten.

Hier ist ein weiteres Beispiel. Es wird viel über den Unterschied in den Trends zwischen dem vom UAH MSU-Satelliten gemessenen Temperaturtrend in der unteren Troposphäre und bodengestützten Trends wie dem Berkeley Earth-Trend gesprochen. Hier sind diese beiden Datensätze mit den zugehörigen Trends und den Unsicherheiten (eine Standardabweichung, auch bekannt als 1-Sigma (1σ)-Unsicherheiten), die fälschlicherweise durch lineare Regression der Daten berechnet wurden, wobei die saisonalen Unsicherheiten entfernt wurden:

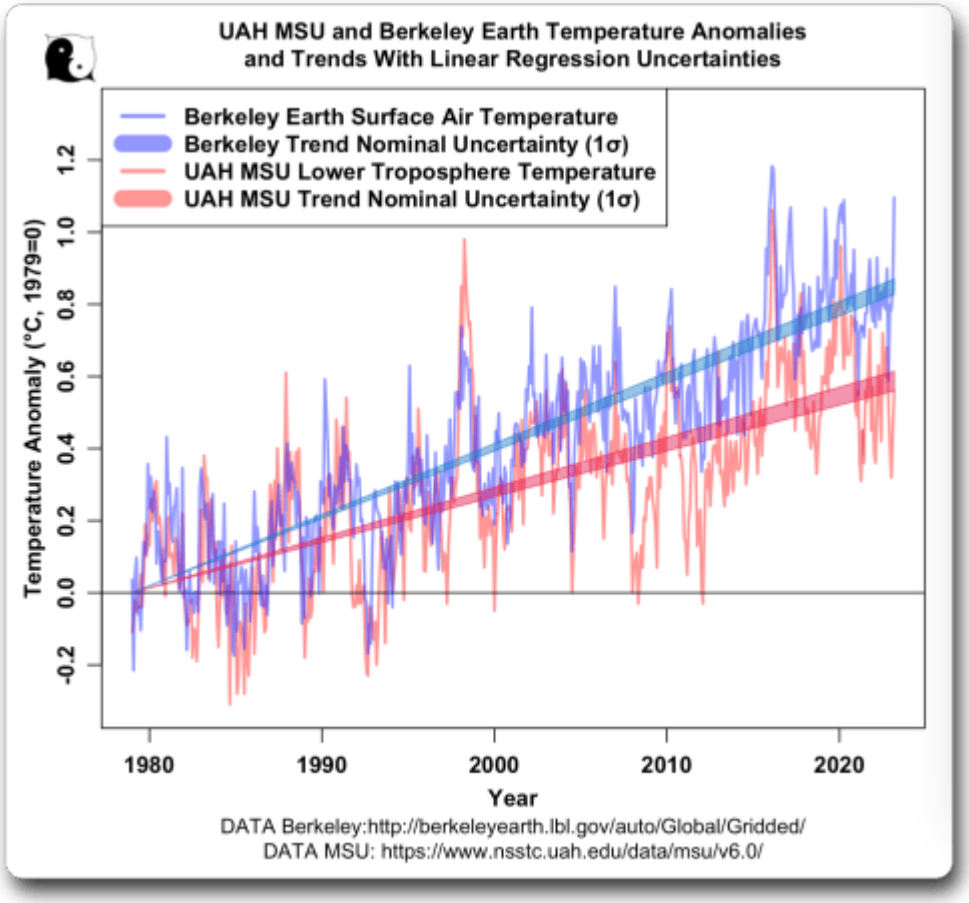

Abbildung 6. UAH MSU-Temperaturen der unteren Troposphäre und Berkeley-Lufttemperaturen, zusammen mit den Trends, welche die linearen Regressions-Unsicherheiten zeigen.

Da sich die Unsicherheiten (transparente rote und blaue Dreiecke) nicht überschneiden, sieht es so aus, als hätten die beiden Datensätze statistisch unterschiedliche Trends.

Wenn wir jedoch die Unsicherheiten korrekt berechnen, ergibt sich ein ganz anderes Bild:

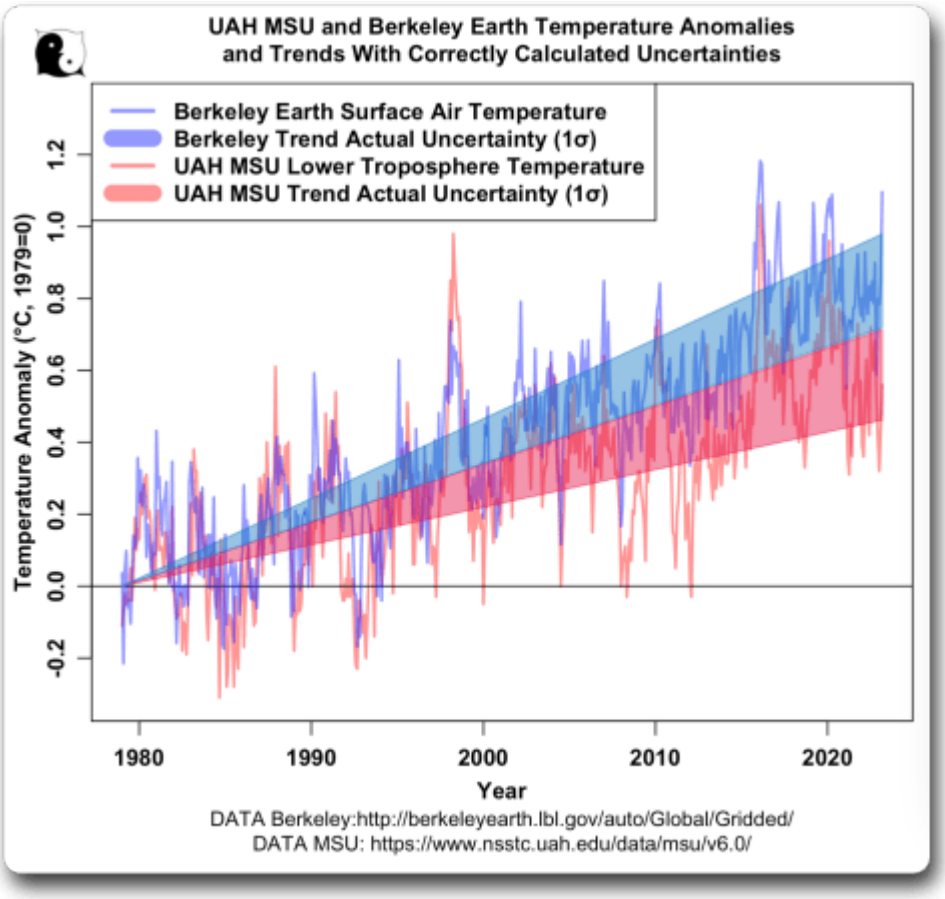

Abbildung 7. UAH MSU-Temperaturen in der unteren Troposphäre und Berkeley-Lufttemperaturen an der Erdoberfläche, zusammen mit den Trends, welche die korrekt berechneten Unsicherheiten zeigen.

Da sich die Unsicherheiten von einem Sigma (1σ) im Wesentlichen berühren, können wir nicht sagen, dass die beiden Trends statistisch unterschiedlich sind.

Link: https://wattsupwiththat.com/2023/06/26/uncertain-uncertainties/

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE