

# Die Debatte um Klima-Rückkopplungen

geschrieben von Chris Frey | 23. Januar 2023

## Bob Irvine

Der IPCC geht von einer Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration (CO<sub>2</sub>x2) aus und stellt fest, dass eine anfängliche Erwärmung im Gleichgewicht von 1,1°C ohne Rückkopplung durch eine starke positive Netto-Rückkopplung fast um das Dreifache auf etwa 3,0°C erhöht wird.

Diese starke positive Netto-Rückkopplung auf eine geringe anfängliche Erwärmung durch eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration impliziert mehrere unwahrscheinliche Ergebnisse:

- Erstens, dass CO<sub>2</sub> der dominante Steuerknüppel des Klimas sein muss. Daraus folgt, dass fast der gesamte 33°C-Treibhauseffekt verschwinden würde, wenn die 8°C-CO<sub>2</sub>-Komponente entfernt würde. Und das, obwohl die Sonne immer noch stark auf die tropischen Ozeane einstrahlt und große Mengen an Wasserdampf erzeugt, der ein starkes Treibhausgas ist. In Lacis et al. (2010) wurde der CO<sub>2</sub> GHE auf Null gesetzt und folglich reduzierte die modellierte hohe Rückkopplung die globale mittlere Oberflächentemperatur um 34,8°C innerhalb von 50 Jahren. Sie verwendeten das GISS 2° x 2,5° Modell E (AR5 Version), um dieses unwahrscheinliche Ergebnis zu erzielen.
- Zweitens: Alle Modelle, die diese hohe Netto-Rückkopplung beinhalten, laufen zu heiß und wurden verfälscht.
- Und drittens, dass sich die Temperatur in den letzten Jahrtausenden kaum oder gar nicht verändert hat, gefolgt von einem starken Anstieg, als die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen ab etwa 1950 zunahmen. Die Hockeyschläger-Grafiken, die vom IPCC zur Untermauerung dieser Behauptung erstellt wurden, sind ganz offensichtlich entweder wissenschaftlich sehr schlecht oder korrupt – gelinde gesagt.

Das Problem und Paradoxon besteht darin, dass alle bekannten Rückkopplungen des IPCC zusammengenommen einen starken positiven Temperaturanstieg ergeben, während Messungen in der realen Welt auf eine gutartige oder sogar negative Rückkopplung hindeuten.

## Welche Netto-Klima-Rückkopplung des IPCC erzeugt dieses Paradoxon?

Das IPCC AR4 (2007) definiert seine Netto-Klima-Rückkopplung wie folgt:

*In AOGCMs stellt die Wasserdampf-Rückkopplung die bei weitem stärkste Rückkopplung dar, mit einem Multi-Modell-Mittelwert und einer Standardabweichung für die MMD bei PCMDI von  $1,80 \pm 0,18 \text{ W/m}^2\text{C}$ , gefolgt von der (negativen) Rückkopplung des Temperaturgefälles ( $-0,84 \pm 0,26$*

$W/m^2C$ ) und der Oberflächen-Albedo-Rückkopplung ( $0,26 \pm 0,08 W/m^2C$ ). Die mittlere Wolkenrückkopplung beträgt  $0,69 W/m^2C$  mit einer sehr großen Streuung zwischen den Modellen von  $\pm 0,38 W/m^2C$  (Soden und Held, 2006). 4

Der IPCC AR6 (2019) ändert einige dieser Rückkopplungen erheblich, kommt aber auf ungefähr die gleiche Netto-Rückkopplung. Die AR4- und AR6-Rückkopplungen werden in der nachstehenden Tabelle verglichen. Die Rückkopplung der Rückkopplung des Temperaturgefälles (LRF) und die Rückkopplung des Wasserdampfs (WV) wurden in dieser Tabelle zu Vergleichszwecken zusammengefasst:

FEEDBACK	AR4 (2007) (W/M-2 °C-1)	AR6 (2019) (W/M-2 °C-1)
Combined WV + LRF	$0.96 \pm 0.08$	1.30 (1.15 to 1.47)
Albedo	$0.26 \pm 0.08$	0.35 (0.1 to 0.6)
Cloud	$0.69 \pm 0.38$	0.42 (-0.1 to 0.94)
Bio	N/A	-0.1 (-0.27 to 0.25)
Other (Approximate)	0.19	0.04
TOTAL	2.1	2.1

Tabelle 1 – Globale Temperaturreckkopplung bei CO<sub>2</sub>-Verdopplung im AR4 und AR6 des IPCC.

Man sieht, dass wir, wenn wir die AR4- und AR6-Gesamtsumme (2,1) mit dem Standard-Umrechnungsfaktor (λ) 0,3 multiplizieren und dann das Ergebnis in die Standard-Rückkopplungsgleichung einsetzen, die wahrscheinliche Gleichgewichtstemperatur des IPCC erhalten, nachdem alle Rückkopplungen gewirkt haben.

**Gleichung 1:** Gleichgewichts-Temperatur für CO<sub>2</sub>x2 (ECS) =  $1.1/[1-(2.1 \times 0.3)] = 3.0^{\circ}C$

Zunächst fällt auf, dass der IPCC-Parameter für die Wolkenrückkopplung zwischen 2007 und 2019 vermutlich deutlich gesunken ist, wobei dieser Rückgang durch einen starken Anstieg der kombinierten WV und LRF kompensiert wurde. Vielleicht kann einer der Leser hier eine gute Erklärung dafür liefern, aber es scheint unwahrscheinlich, wenn man den Rückgang der globalen relativen Luftfeuchtigkeit bedenkt, welcher vom britischen Met Office festgestellt wurde (Abbildung 2) und der weiter unten diskutiert wird.

Außerdem ist zu beachten, dass die hohe Rückkopplung des IPCC uns sehr nahe an eine verrückte Diskontinuität führt, wie in Abbildung 1 unten zu

sehen ist. Wenn zum Beispiel die LRF nicht relevant wäre oder entfernt würde, dann würde die Gleichgewichts-Klimasensitivität (ECS) ( $\text{CO}_2 \times 2$ ) unter Verwendung der AR4-Zahlen zu einem unwahrscheinlichen Wert von  $9,16^\circ\text{C}$  führen, wie in Gleichung 2 dargestellt.

**Gleichung 2:** Gleichgewichts-Temperatur für  $\text{CO}_2 \times 2$  (ECS) (2007) =  $1.1/[1 - (2.94 \times 0.3)] = 9.16^\circ\text{C}$

Die Gleichgewichts-Klima-Sensitivität (ECS) erhöht sich um unwahrscheinliche  $6,16^\circ\text{C}$  ( $9,16 - 3,0$ ), wenn man den LRF entfernt. Dies wäre zum Beispiel der Fall, wenn der Hot Spot über den Tropen weniger als erwartet oder unbedeutend wäre, was der Fall zu sein scheint. Die Atmosphäre würde in diesem Szenario mit starker Rückkopplung sehr instabil werden und sich von der Atmosphäre unterscheiden, mit der wir täglich leben.

Dies ist vielleicht nicht nur eine wilde Vermutung, denn unser Verständnis der durchschnittlichen Emissionsveränderungen bei einer Erwärmung der durchschnittlichen Emissionshöhe ist begrenzt, wie man an der großen Veränderung von  $\text{WV} + \text{LRF}$  des IPCC von 2007 bis 2019 sehen kann. Obwohl sie dasselbe darstellen, konnten sie nicht einmal erreichen, dass sich ihre Modellspanne (Vertrauensgrenzen) überschneidet. Was ist hier eigentlich los?

Eine Folge davon ist, dass kleine Änderungen in unserem Verständnis von  $\text{WV}$  und  $\text{LRF}$  eine unverhältnismäßig große Auswirkung auf den geschätzten ECS haben.

Diese hohe positive Netto-Rückkopplung auf  $\text{CO}_2 \times 2$  könnte natürlich möglich sein, ist aber meines Erachtens sehr unwahrscheinlich, insbesondere angesichts der Temperaturschwankungen in den letzten Jahrtausenden und des jüngsten Scheiterns der Klimamodelle, die diese hohe Netto-Rückkopplung einbeziehen.

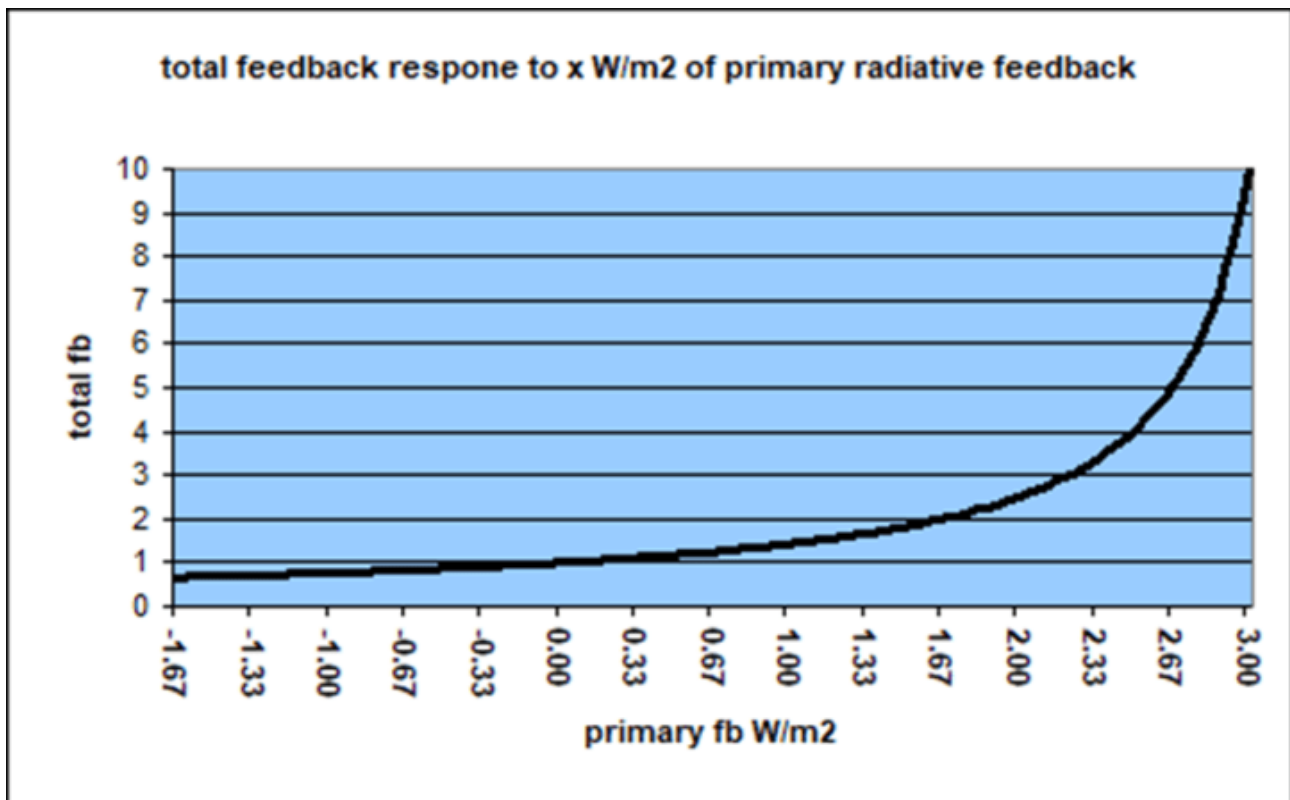


Abbildung 1 – Primäre Rückkopplung im Vergleich zur Gleichgewichtsendtemperatur, °C. Grafik – Dank an „The GH Defect...saving the planet from idiocy (2).

Um die hohe Rückkopplung des IPCC zu widerlegen, müssen Skeptiker wie ich ein praktikables Alternativszenario entwerfen. Dies habe ich im nächsten Abschnitt versucht.

### **Mögliche Gründe, warum die Netto-Klima-Rückkopplung gutartig oder möglicherweise negativ ist**

Es gibt mehrere mögliche Gründe, warum die Netto-Rückkopplung deutlich niedriger sein könnte als die vom IPCC veröffentlichte Spanne (siehe Tabelle 1), einschließlich verschiedener negativer Wolkenrückkopplungen, die bisher in den Klimamodellen nicht berücksichtigt wurden. Darüber hinaus wird im Folgenden die Möglichkeit erörtert, dass eine abnehmende relative Luftfeuchtigkeit die Rückkopplungsreaktion in einer sich erwärmenden Welt deutlich verringern würde.

Die globale spezifische Luftfeuchtigkeit folgt der globalen Temperatur sehr genau, d.h. die Atmosphäre sammelt Feuchtigkeit an, während sie sich erwärmt. Das Problem für die Klimamodelle besteht darin, dass sie davon ausgehen, dass die globale relative Luftfeuchtigkeit konstant bleibt oder über den Ozeanen leicht ansteigt, wenn sich der Planet erwärmt. Dies ist nach Angaben des britischen Met Office einfach nicht der Fall, was erhebliche Auswirkungen auf die WV-Rückkopplung und ihren Partner, den LRF, hat.

Inwieweit sich dies auf die ECS und unser Verständnis der WV/LRF-Rückkopplung auswirken würde, ist schwer zu sagen. Was wir sagen können ist, dass es die negative LRF-Rückkopplung im Vergleich zur positiven WV-Rückkopplung erheblich verstärken dürfte. Die modellierte Signatur dieser WV-Rückkopplung ist eine deutliche Erwärmung hoch über den Tropen. Dies ist nicht wie erwartet eingetreten und hat viele veranlasst, die Modelle in diesem Bereich anzuzweifeln. Der Rückgang der relativen Luftfeuchtigkeit über den Ozeanen könnte mit dem Ausbleiben dieses Hotspots zusammenhängen und möglicherweise dazu beitragen, ihn zu erklären.

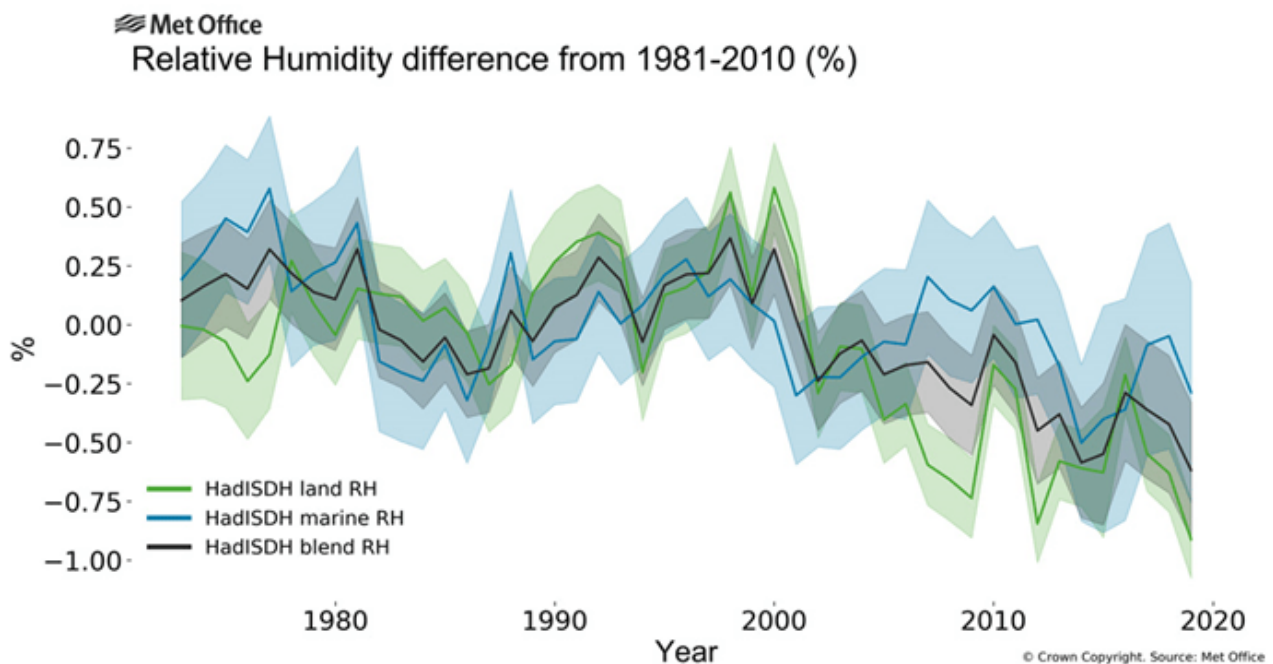


Abbildung 2: Globale Zeitreihen der durchschnittlichen jährlichen relativen Luftfeuchtigkeit für das Land (grüne Linie), den Ozean (blau) und den globalen Durchschnitt (dunkelblau), bezogen auf 1981-2010. Dargestellt sind die Standard-Abweichungsbereiche zwei für die Unsicherheit, die sich aus der Kombination von Beobachtungs-, Stichproben- und Erfassungsunsicherheit ergeben. Quelle: [Met Office Climate Dashboard](#)

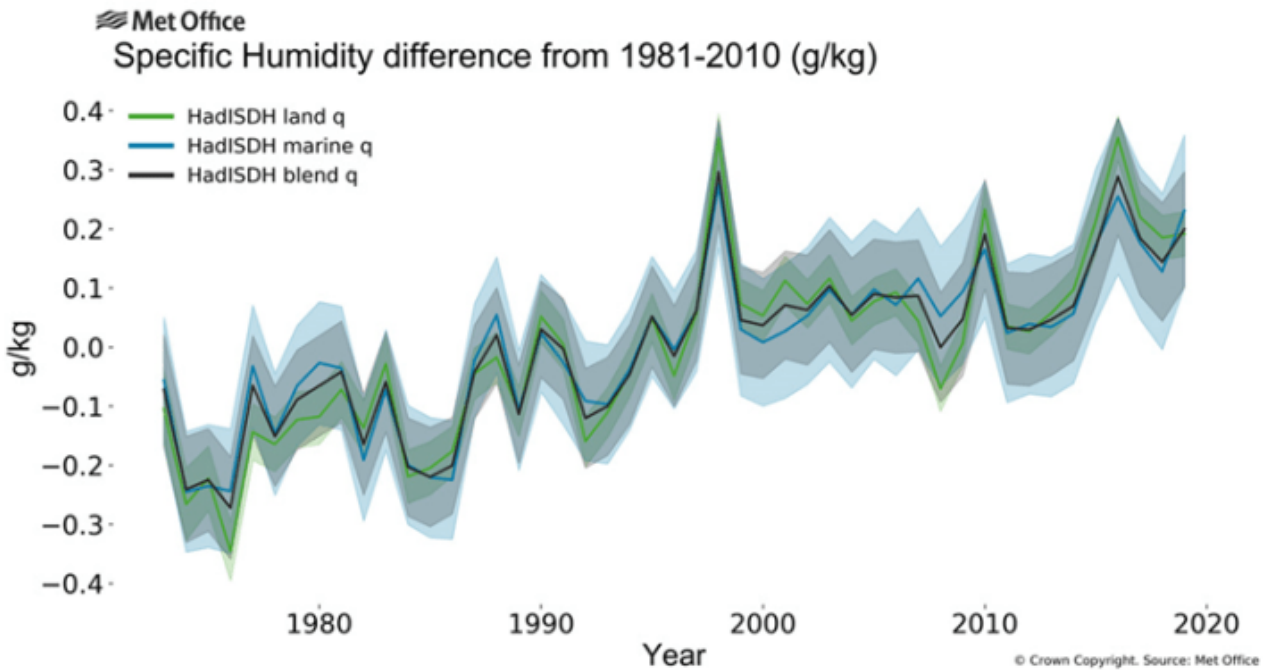


Abbildung 3: Globale Zeitreihen der durchschnittlichen jährlichen spezifischen Luftfeuchtigkeit für das Land (grüne Linie), den Ozean (blau) und den globalen Durchschnitt (dunkelblau), bezogen auf 1981-2010. Es werden die Standard-Abweichungsbereiche zwei für die Unsicherheit gezeigt, die die Beobachtungs-, Stichproben- und Erfassungsunsicherheit kombinieren. Quelle: [Met Office Climate Dashboard](#).

Hinweis: Die in Abbildung 3 dargestellte spezifische Luftfeuchtigkeit weist eine auffällige Ähnlichkeit mit der UAH-Satelliten-Temperaturreihe auf, während sie mit der NASA-GISS-Reihe überhaupt nicht übereinstimmt.

Die Entwicklung dieser Diagramme wird [hier](#) diskutiert.

Hier ein Zitat von Dr. Kate Willett, welches das Problem aufzeigt, das dieser Rückgang der relativen Luftfeuchtigkeit für die Klimamodelle haben könnte:

*„Dieser Rückgang ist angesichts unseres derzeitigen physikalischen Verständnisses von Feuchtigkeit und Verdunstung schwer zu erklären. Die Klimamodelle gehen zum Beispiel davon aus, dass die relative Luftfeuchtigkeit im Ozean ziemlich konstant bleiben oder leicht ansteigen sollte.“* – [Dr. Kate Willett](#), Klimawissenschaftlerin am [Hadley-Centre](#) des Met Office im [Gastbeitrag](#): Untersuchung des „Feuchtigkeitsparadoxons“ des Klimawandels – Carbon Brief

Bony et al. erörtern im Folgenden die Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Rückkopplung im Klimasystem:

„Wie in [Abb. 12](#) dargestellt, ist die freie Troposphäre besonders entscheidend für die Wasserdampf-Rückkopplung, da Feuchtigkeitsänderungen in höheren Lagen eine größere Strahlungswirkung haben ([Shine and Sinha 1991](#); [Spencer and Braswell 1997](#); [Held and Soden 2000](#); [Marsden and Valero 2004](#); [Forster and Collins 2004](#); [Inamdar et al. 2004](#)). In den Tropen ist die obere Troposphäre auch der Ort, an dem die mit einer bestimmten Oberflächenerwärmung verbundene Temperaturänderung am größten ist, was auf die Abhängigkeit der Feuchtigkeitsadiabate von der Temperatur zurückzuführen ist. Wenn sich die relative Luftfeuchtigkeit nur geringfügig ändert, ist eine Erwärmung der tropischen Troposphäre daher mit einer negativen Rückkopplung des Temperaturgradienten und einer positiven Rückkopplung des Wasserdampfs in der oberen Troposphäre verbunden. Wie von [Cess \(1975\)](#) erläutert, erklärt dies einen großen Teil der in der Einleitung besprochenen Anti-Korrelation zwischen den Wasserdampf- und Gradient-Rückkopplungen der Klimamodelle ([Abb. 1](#)). **Es erklärt auch, warum das Ausmaß der Änderungen der relativen Luftfeuchtigkeit so wichtig für das Ausmaß der kombinierten Wasserdampf-Gradientraten-Rückkopplungen ist: Eine Änderung der relativen Luftfeuchtigkeit verändert den Strahlungsausgleich zwischen den Wasserdampf- und Gradient-Variationen, so dass eine Zunahme (Abnahme) der relativen Luftfeuchtigkeit die Wasserdampf-Rückkopplung im Verhältnis zur Gradient-Rückkopplung verstärkt (abschwächt).**„ – [Quelle](#)

[Hervorhebung im Original]

## Schlussfolgerung

Der IPCC hat mehrfach darauf hingewiesen, dass er die wissenschaftlichen Erkenntnisse zur globalen Klima-Rückkopplung für gesichert hält. Wie lässt sich dies mit den veröffentlichten WV/LRF vereinbaren, die zwischen ihrem Bericht von 2007 und ihrem Bericht von 2019 erheblich gestiegen sind (Tabelle 1)? Die veröffentlichten Konfidenzgrenzen überschneiden sich nicht einmal.

Die Klimamodelle gehen davon aus, dass die relative Luftfeuchtigkeit mit steigender Temperatur konstant bleiben oder leicht ansteigen sollte. Dies ist nicht der Fall (Abbildung 2) und kann nicht mit dem starken Anstieg von WV/LRF zwischen den IPCC-Berichten 2007 und 2019 in Einklang gebracht werden.

Wenn nicht jemand eine bessere Erklärung hat, scheint es **wahrscheinlich, dass der IPCC die 3,0°C ECS aus politischen Gründen beibehalten musste und einfach die verschiedenen Rückkopplungs-Parameter entsprechend geändert hat.**

[Hervorhebung vom Übersetzer]

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2023/01/18/the-climate-feedback-debate/>

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