

Atmosphärischer Wasserdampf (TPW) und Klimawandel

geschrieben von Chris Frey | 26. März 2023

[Andy May](#)

Im letzten großen Bericht des IPCC, dem AR6, heißt es: „eine beste Schätzung der Gleichgewichts-Klimasensitivität von 3°C, mit einer sehr wahrscheinlichen Spanne von 2°C bis 5°C“. [1] Sie berichten auch, dass die CO₂-Konzentration den Klimawandel kontrollieren könnte. [2] Diese Schätzung beinhaltet die Laborschätzung, dass CO₂ allein, wenn es sich in der Atmosphäre verdoppelt, die durchschnittliche globale Oberflächentemperatur um 1,2°C erhöhen würde [3]. Die restlichen 1,8°C (60%) werden angeblich durch Rückkopplungen auf die anfängliche CO₂-verursachte Erwärmung erreicht. Der wichtigste vorgeschlagene Rückkopplungsmechanismus ist ein Anstieg des atmosphärischen Wasserdampfs, der durch die CO₂-erwärmte Luft verursacht wird [4]. Wasserdampf ist aufgrund seines größeren Vorkommens ein stärkeres Treibhausgas als CO₂ und kann eine stärkere Erwärmung verursachen [5].

Der IPCC schätzt die Wasserdampf-Rückkopplung anhand der Clausius-Clapeyron-Beziehung. Die Beziehung besagt, dass bei steigender Temperatur mehr Verdunstung auftritt und der atmosphärische Wasserdampf zunimmt, insbesondere in der oberen Atmosphäre.[6] Modelle legen nahe, dass die relative Luftfeuchtigkeit bei Klimaveränderungen „ungefähr konstant“ bleiben sollte. [7] Laut AR5 und AR6:

„... der Gesamtwasserdampf in der Säule (TCWV) hat sehr wahrscheinlich seit den 1970er Jahren zugenommen, und zwar mit einer Rate, die insgesamt mit der Clausius-Clapeyron-Beziehung übereinstimmt (etwa 7 % pro °C), wenn man den beobachteten Anstieg der atmosphärischen Temperatur berücksichtigt.“ – (IPCC 2021, S. 330).

Später in dem Bericht schreiben sie dies:

„Die Clausius-Clapeyron-Gleichung besagt, dass die spezifische Luftfeuchtigkeit in niedrigen Höhenlagen um etwa 7 % pro °C der Erwärmung zunimmt, wenn man davon ausgeht, dass die relative Luftfeuchtigkeit konstant bleibt, was auf globaler Ebene ungefähr zutrifft, aber regional nicht unbedingt gültig ist.“ – (IPCC 2021, S. 1065).

Eine logische Folge der Clausius-Clapeyron-Beziehung ist, dass mit steigender spezifischer Luftfeuchtigkeit (Gesamtwasserdampf in der Luft; die hier verwendeten Einheiten sind kg Wasserdampf pro kg trockener Luft) auch der Niederschlag um etwa den gleichen Betrag zunimmt, wobei die relative Luftfeuchtigkeit in etwa gleich bleibt. Modellstudien

deuten darauf hin, dass die Zunahme der Niederschläge geringer ausfällt, nämlich um etwa 3 % [8]. Diese Annahmen sind zwar logisch nachvollziehbar, werden aber durch Daten aus der realen Welt nicht eindeutig belegt. Außerdem scheint die Verdunstungsrate in der realen Welt stark von der Windgeschwindigkeit und der Temperatur beeinflusst zu werden. [9]

AR6 verweist schräg auf die Abhängigkeit der Verdunstung und des gesamten atmosphärischen Niederschlagswassers (TPW, hier als kg/m^2 angegeben) von der Windgeschwindigkeit, bezeichnet dies aber als „dynamischen Prozess“.

„Nach Theorie, Beobachtungen und Modellen folgt der Wasserdampfanstieg auf der globalen Skala ungefähr der Clausius-Clapeyron-Beziehung, wobei regionale Unterschiede durch dynamische Prozesse dominiert werden ... Ein höherer Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre, insbesondere in der oberen Troposphäre, führt zu einer verstärkten Absorption der langwelligen und kurzwelligen Strahlung und zu einer Verringerung der ausgehenden Strahlung. Dies ist eine positive Rückkopplung.“ – (AR6, S. 969).

Die Clausius-Clapeyron-Beziehung zwischen spezifischer Luftfeuchtigkeit und Temperatur ist im Labor solide, aber Beobachtungen zeigen, dass die Beziehung zwischen Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Niederschlag in der realen Welt komplexer ist. Benestad (2016) berichtete, dass die vorläufige Reanalyse des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF) zeigt, dass das Gesamtvolumen des Wasserdampfs in der Atmosphäre von 1979 bis 2011, einer Zeit der schnellen globalen Erwärmung, um $-0,018 \text{ kg/m}^2$ pro Jahrzehnt abgenommen hat. Dies ist ein Rückgang von etwa $0,07 \%$ pro Jahrzehnt oder $0,007 \%$ pro Jahr (1979-2011). Miskolczi (2014) berichtet, dass der NOAA-R1-Datensatz zeigt, dass die globale Lufttemperatur zwischen 1948 und 2008 um $0,687 \text{ K}$ gestiegen ist, der Wassergehalt jedoch um $0,636 \%$ oder $-0,0106 \%$ /Jahr abgenommen hat, wie dies auch im EZMW-Datensatz zu sehen ist.

Der NOAA-R1-Datensatz existiert immer noch und ist ein Wetter-Reanalysedatensatz, der von NCEP gepflegt wird. Er wurde aktualisiert, seit Miskolczi ihn 2014 verwendet hat. Abbildung 1 zeigt ihn und seinen Nachfolger NCEP-R2 sowie den globalen Temperatur-Datensatz HadCRUT4:

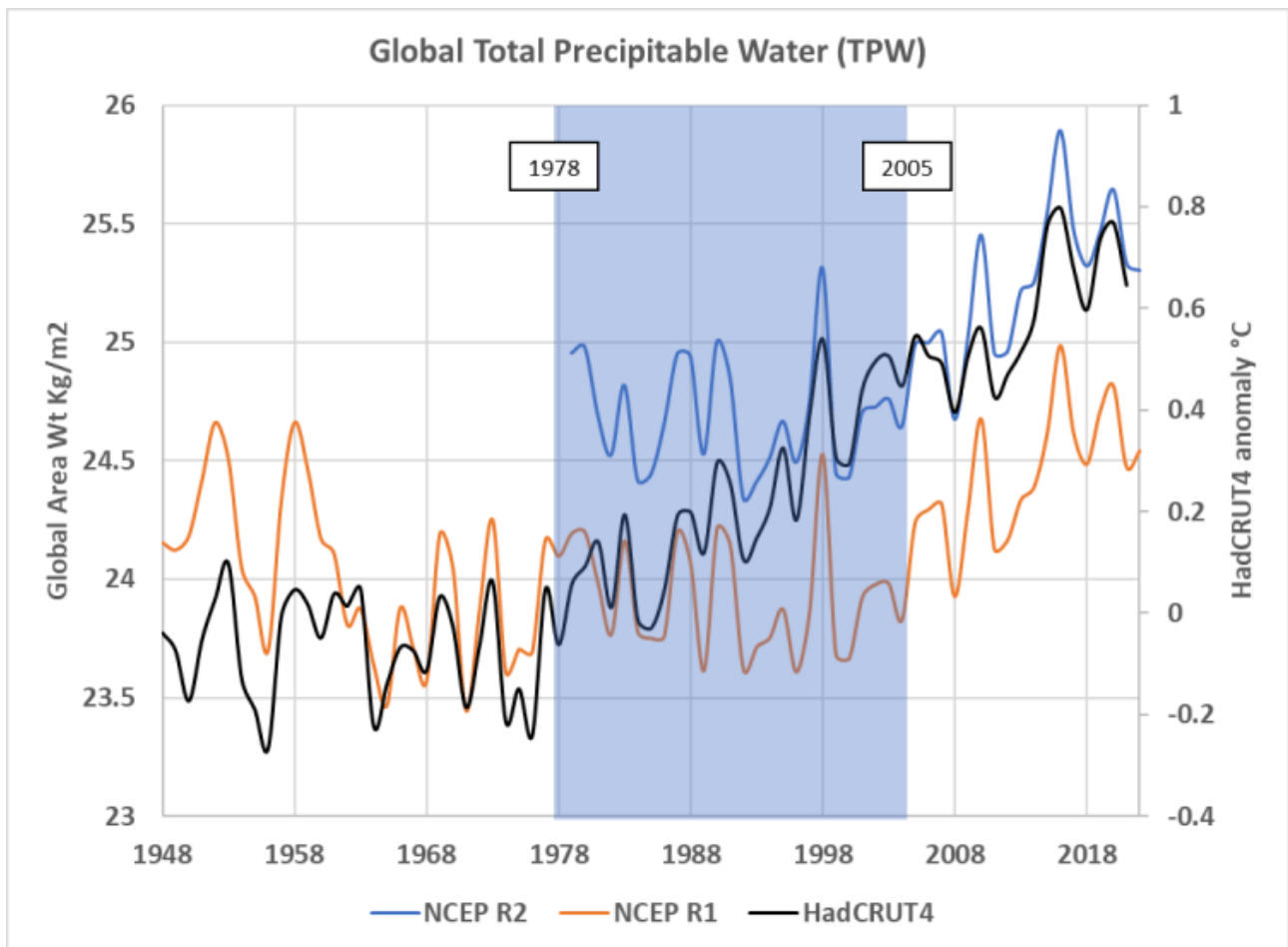


Abbildung 1. NCEP R1 (orange) und R2 (blau) Reanalyse der globalen Gesamt-Niederschlagsmenge im Vergleich zum HadCRUT4-Datensatz der globalen Temperatur (schwarz).

In Abbildung 1 sehen wir, dass vor 1978 das NCEP R1 TPW steiler abnimmt als die Temperatur, aber beide nehmen ab. Nach 2005 steigen die Temperatur und beide NCEP-Reanalysedatensätze an, aber wiederum mit unterschiedlichen Raten. Zwischen 1978 und 2005 nimmt TPW in beiden Datensätzen ab und die Temperatur steigt schnell an. Dies ist ein Zeitraum von 27 Jahren, warum also gegenläufige Trends? Offensichtlich sind es nicht nur die globalen Temperaturen, die TPW beeinflussen, und der Einfluss der Temperatur ist nicht so bedeutend. Yu und Weller [10] betonen, dass die Windgeschwindigkeit ein starker Modulator des latenten Wärmeflusses (Verdunstung) an der Oberfläche ist. Der Wind treibt gesättigte Luft aus dem Weg, so dass die Verdunstung fortgesetzt werden kann. Die Verdunstung stimuliert die Zirkulation, da Wasserdampf eine geringere Dichte als trockene Luft hat und feuchte Luft in der Regel aufsteigt.

NCEP Reanalyse 1 und 2 sind getrennt, wenn sie in kg/m^2 aufgetragen werden, aber sie sehen sich viel ähnlicher, wenn sie als Anomalien vom Mittelwert 1988-2022 aufgetragen werden, wie in Abbildung 2 gezeigt. Wir haben auch die globale HadCRUT4-Temperaturanomalie für den Mittelwert 1988-2021 hinzugefügt. Der Unterschied zwischen der Temperaturanomalie

und den TPW-Anomalien im blau schattierten Bereich ist in dieser Darstellung zwischen 1978 und 2005 dramatischer:

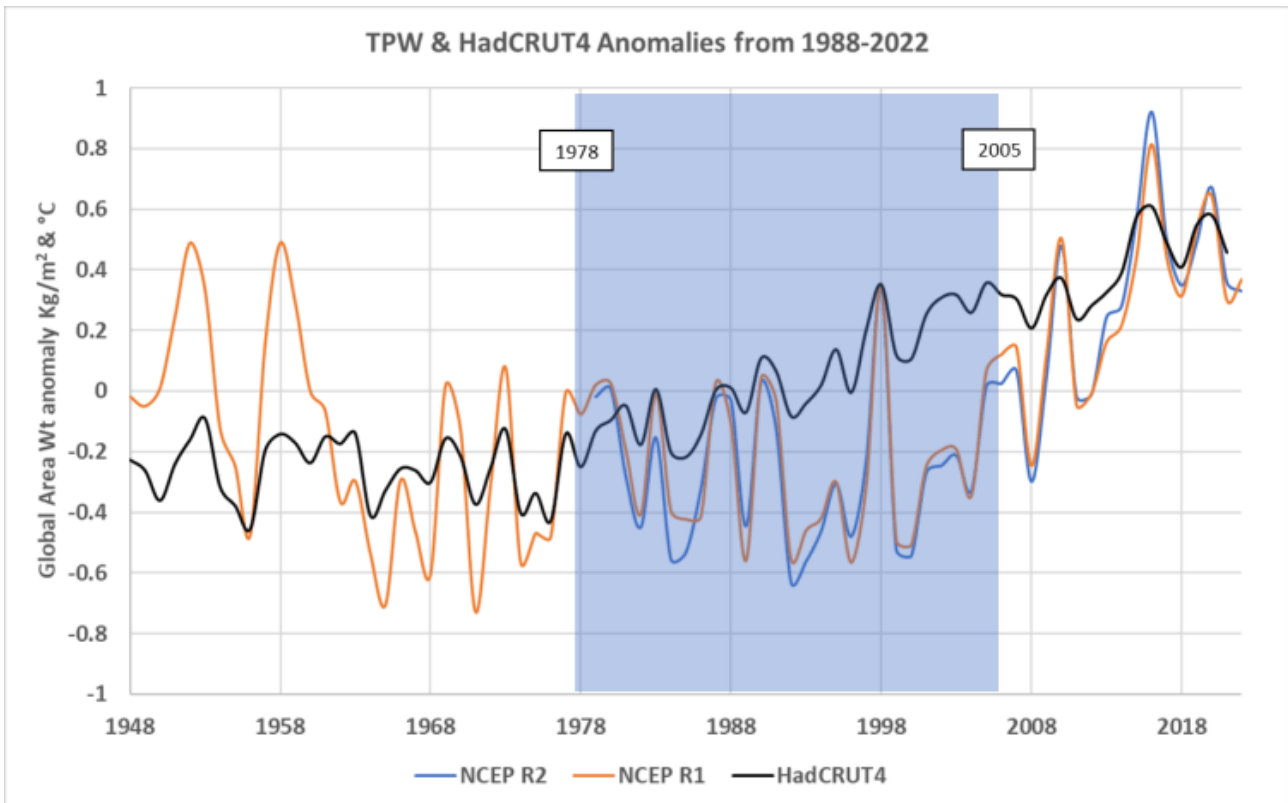


Abbildung 2. Die NCEP-Reanalysedatensätze im Vergleich zu HadCRUT4 als Anomalien.

Carl Mears und Kollegen [11] haben eine Satelliten-Mikrowellen-Helligkeitsaufzeichnung des TPW über den eisfreien Weltmeeren von etwa 60°S bis 60°N veröffentlicht. Da nur die eisfreien Ozeane erfasst werden, beeinträchtigt starker Regen das Signal, und diese Gebiete müssen ausgeschlossen werden. Da es sich nicht um einen wirklich globalen Datensatz handelt, wie NCEP R1 und R2, und die trockeneren Land- und Polargebiete ausgeschlossen werden, hat er einen viel höheren absoluten TPW als die NCEP-Datensätze. Aber wir können ihn mit NCEP als Anomalie zum Mittelwert 1988-2022 vergleichen, siehe Abbildung 3:

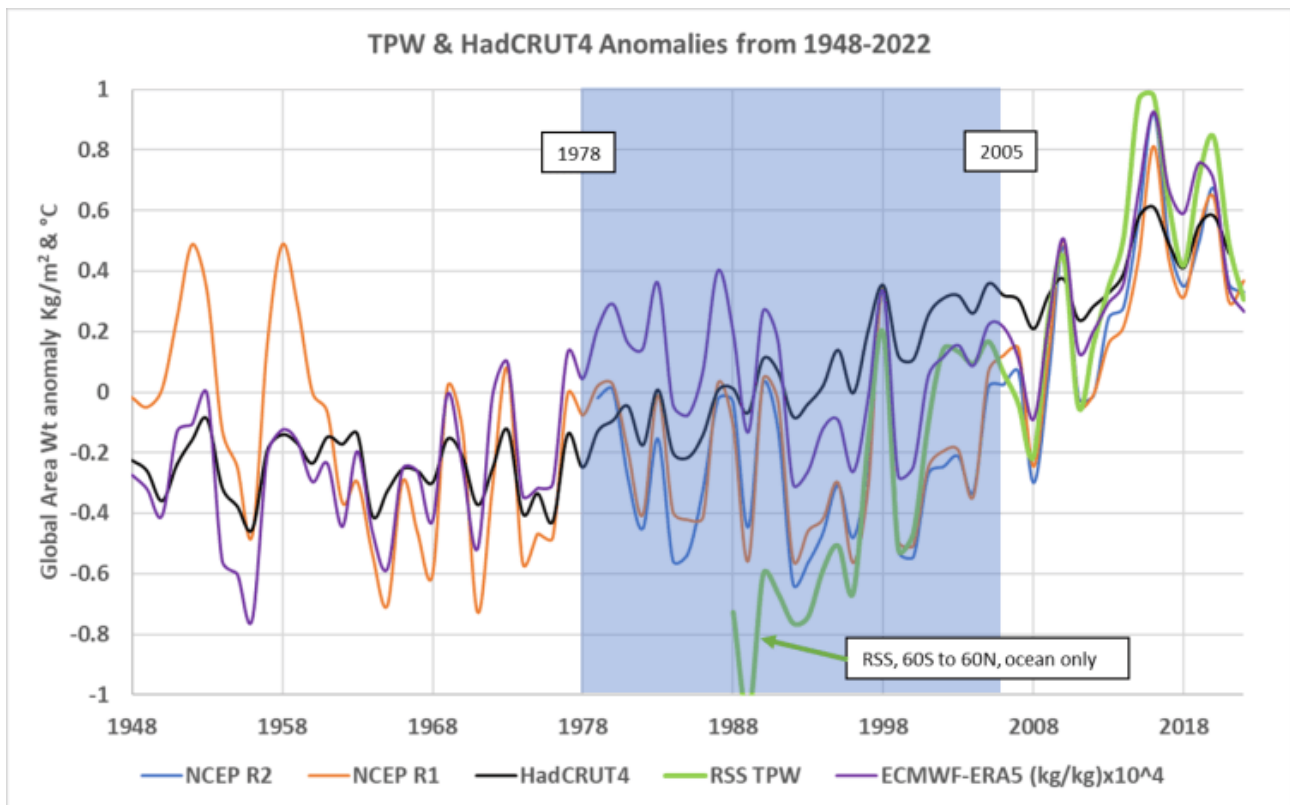


Abbildung 3. Die NCEP- und ECMWF-Reanalysedatensätze im Vergleich zu HadCRUT4 und dem RSS TPW-Datensatz. Der [RSS-Datensatz](#) umfasst 60N bis 60S und nur den Ozean. Die Übereinstimmung, insbesondere mit dem ECMWF-Datensatz, ist außerhalb des blauen Bereichs recht gut.

Die in Abbildung 3 dargestellte neuere spezifische ECMWF-ERA5-Luftfeuchtigkeit hat andere Einheiten als die NCEP- oder RSS-Datensätze. Die aufgezeichneten ECMWF-ERA5-Werte sind der globale flächengewichtete Mittelwert der spezifischen Feuchte (kg Wasserdampf pro kg trockener Luft) von 1000 mbar bis 1 mbar (etwa 0,1 km bis 32 km Höhe). Abbildung 3 ist recht unübersichtlich. Um die Beziehung zwischen der modernen spezifischen ECMWF-ERA5-Luftfeuchtigkeit und der HadCRUT4-Luftfeuchtigkeit zu verdeutlichen, füge ich unten Abbildung 4 ein:

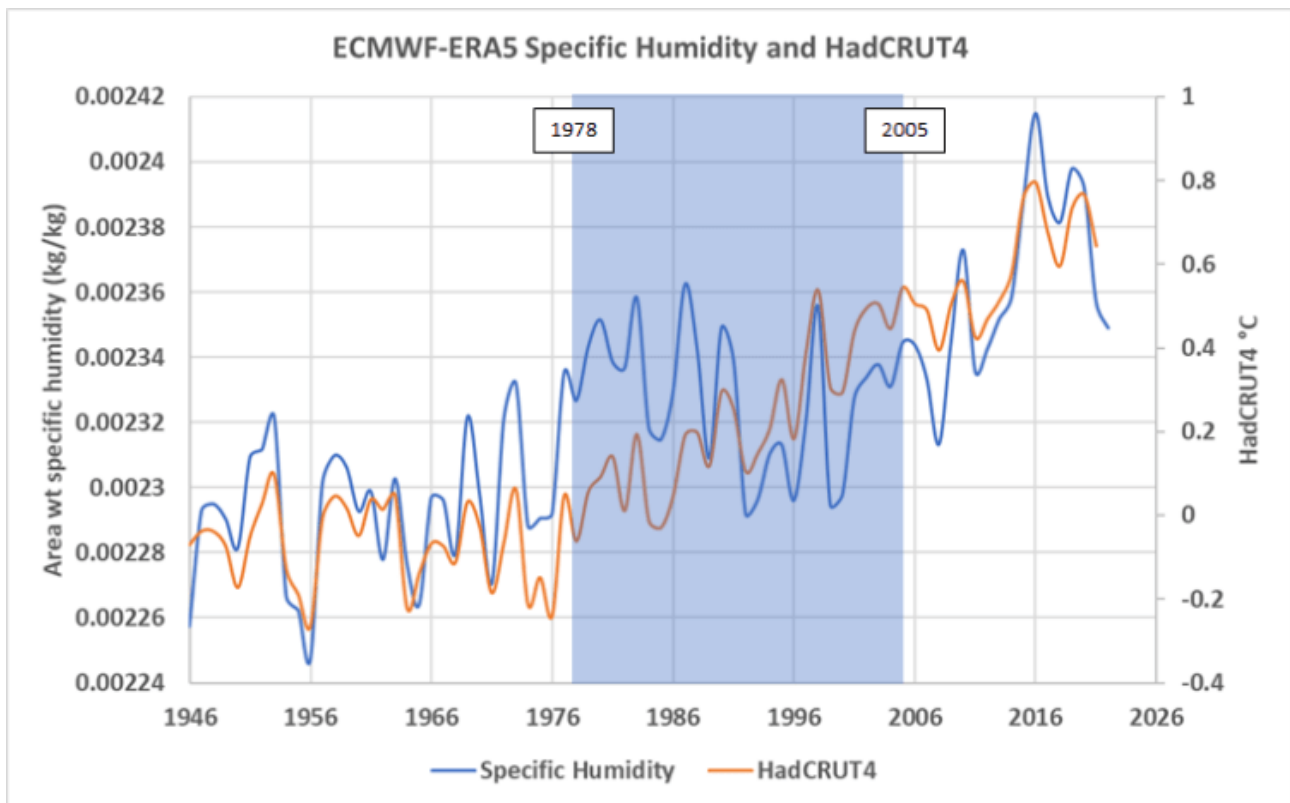


Abbildung 4. Ein Vergleich der globalen spezifischen Luftfeuchtigkeit des ECMWF-ERA5 (0,1 km bis 32 km) und der globalen durchschnittlichen Temperatur nach HadCRUT4.

Abbildung 3 zeigt, dass die scheinbare Korrelation zwischen der globalen Temperatur und dem RSS TPW-Datensatz genau das ist – eine scheinbare Korrelation. Das RSS TPW steigt viel schneller als die Temperaturen, und der Vergleich lässt beide Polarregionen außer Acht. Abbildung 5 zeigt in helleren Farben, woher die RSS-Daten stammen. Die dunkleren blauen und schwarzen Bereiche werden nicht für den „globalen“ RSS-Durchschnitt verwendet:

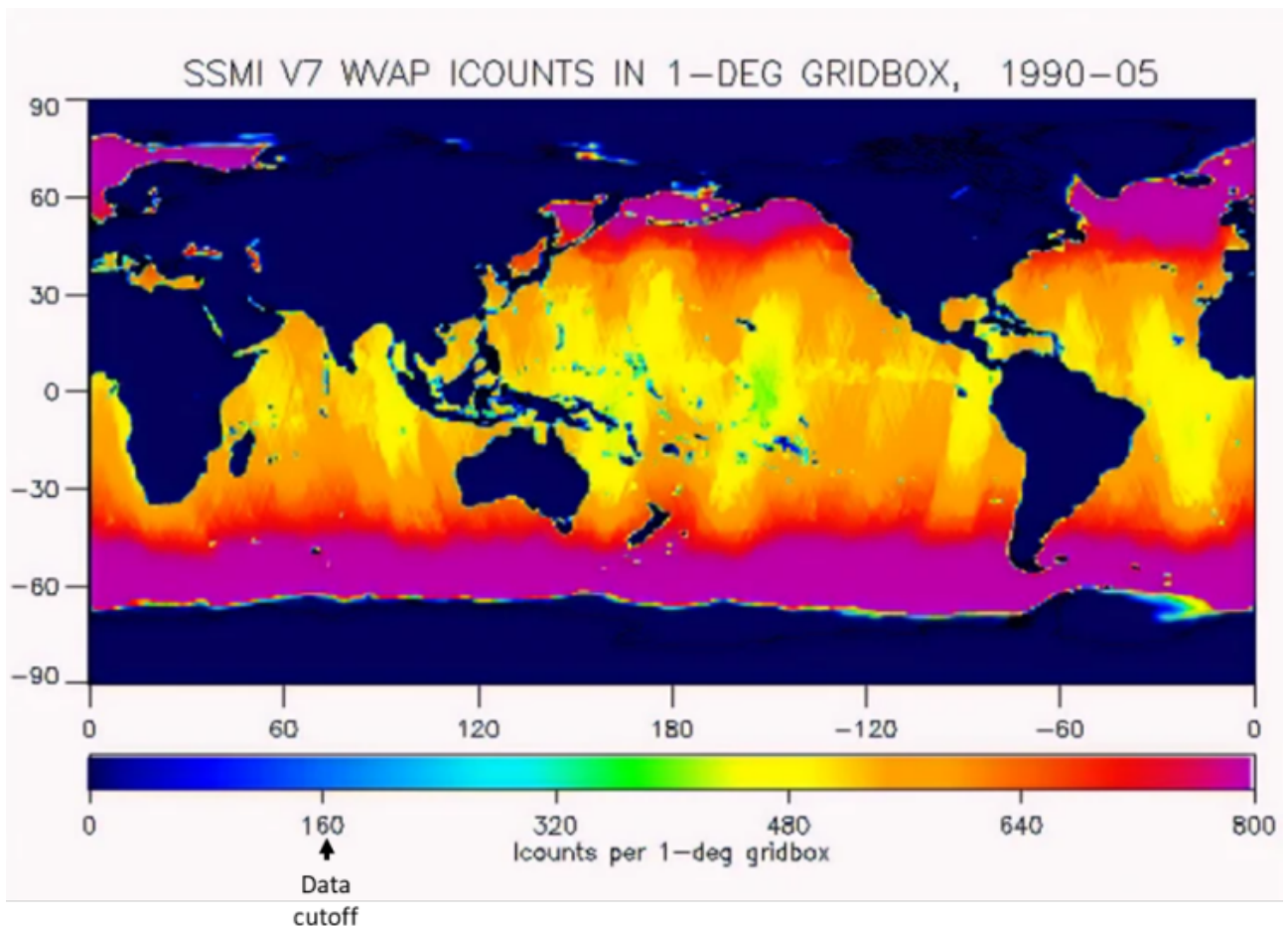


Abbildung 5. Monatliche Satellitenbeobachtungen, die für die Erstellung des RSS TPW-Datensatzes verwendet wurden. Es werden nur Zellen mit mehr als 160 gültigen Beobachtungen verwendet, was alle dunkelblauen und schwarzen Gebiete ausschließt. Dies führt dazu, dass die „globalen“ Durchschnittswerte von RSS TPW viel höher sind als die NCEP-Durchschnittswerte, die die Pole und Landgebiete einschließen. Karte von der RSS-Website [hier](#).

Es ist ziemlich klar, dass die Temperatur zwar einen gewissen Einfluss auf das gesamte niederschlagbare Wasser haben muss, aber nicht der einzige Einfluss ist. Viele werden argumentieren, dass die TPW-Schätzungen von [NOAA](#), dem [ECMWF](#) und die Satellitenmessungen von [RSS](#) allesamt schlecht sind, und sie hätten recht. Aber die Trends in allen Datensätzen stimmen nach 1960 überein, außer in dem blauen anomalen Bereich. NCEP R1 und die AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation) weisen ähnliche Trends auf, wie in [Abbildung 6](#) dargestellt. In [Abbildung 6](#) ist die AMO direkt dargestellt und nicht der AMO-Index, den man oft sieht, daher sind die Einheiten Grad C. Es handelt sich um die flächengewichtete durchschnittliche Meerestemperatur von etwa 0 bis 70° nördlicher Breite und 0-80° westlicher Länge (siehe [hier](#)).

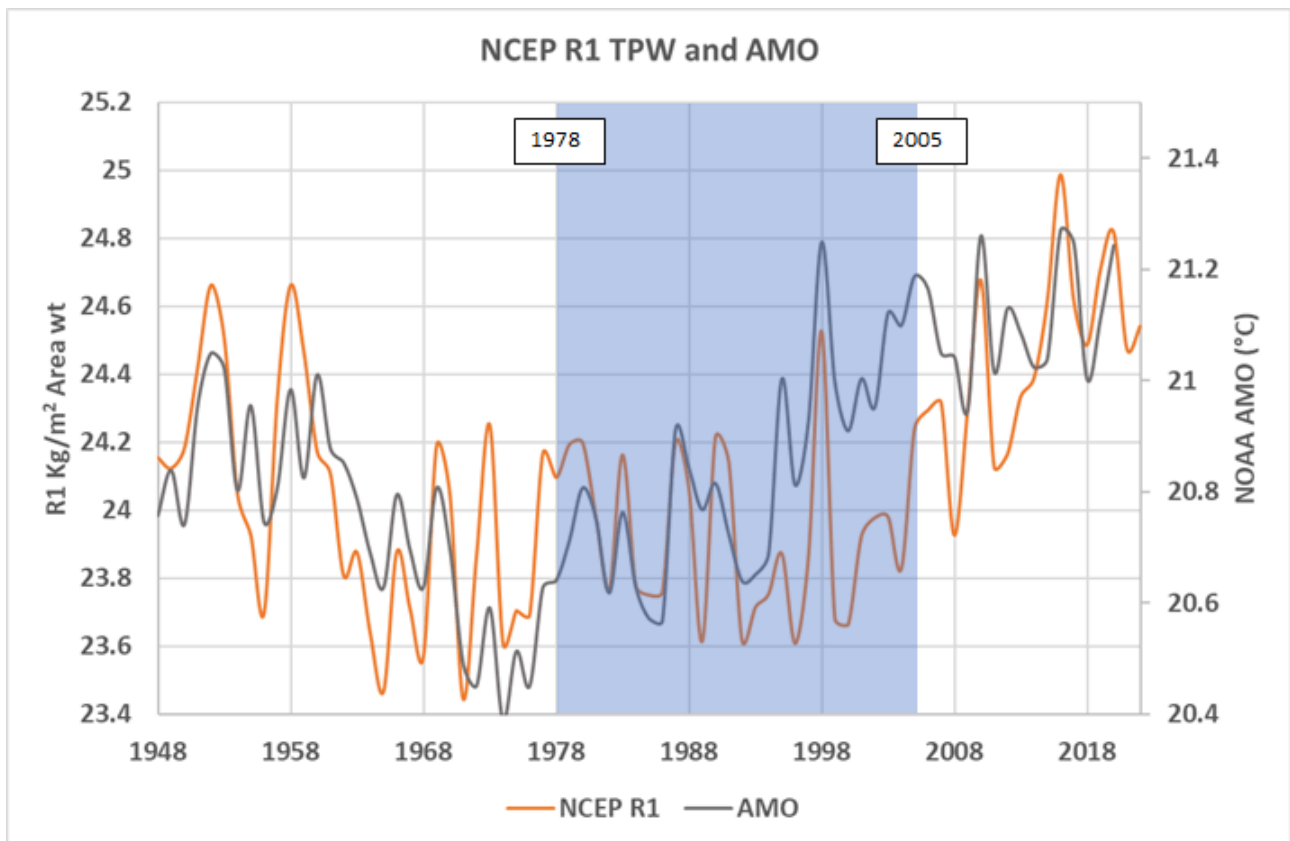


Abbildung 6. Ein Vergleich zwischen der [AMO](#) und der NCEP R1 [TPW-Reanalyse](#).

Die AMO und andere Ozeanschwingungen könnten das TPW beeinflussen, aber es ist schwer zu sagen, da viele die Qualität der frühen Wetterballon-Hygrometerdaten in Frage gestellt haben und moderne Schätzungen des TPW, wie ECMWF-ERA5, eine geringere Korrelation aufweisen.

Auf kurze Sicht, etwa 3-4 Jahre (ENSO-Zeiträume), ist die Korrelation zwischen TPW und Temperaturtrends gut, wie Abbildung 3 zeigt. Diese zeigt auch, dass El Niños und ENSO im Allgemeinen einen großen Einfluss auf das TPW haben, aber da diese Oszillationen den Transfer von Wärme und Feuchtigkeit vom Ozean in die Atmosphäre beeinflussen, ist dies nicht überraschend. Im blau schraffierten 27-Jahres-Zeitraum, in dem die ECMWF-ERA5-, NCEP R1- und R2-Daten verwendet werden, ist die Korrelation gering. In diesem Zeitraum nimmt das TPW mit steigender Temperatur tendenziell ab – warum? Ich glaube nicht, dass das jemand weiß. Wie in den Abbildungen 2 und 3 zu sehen ist, verschlechtert sich die Korrelation in früheren Zeiträumen, was wahrscheinlich auf eine schlechte Datenqualität zurückzuführen ist. Nach 2005 ist die Korrelation visuell gut. Es kommt auf den Zeitraum und die ausgewählten Daten an. Wir sehen, warum AR5 und AR6 keine Diagramme liefern, die die globale Oberflächentemperatur mit dem TPW vergleichen.

TPW in der oberen Troposphäre

Wie Garth Paltridge et al. [12] feststellten, prophezeien Klimamodelle

eine Zunahme der spezifischen Feuchtigkeit in der oberen Troposphäre bei fortschreitender globaler Erwärmung. Dies ist jedoch nicht das, was sie in den Daten der NCEP-Reanalyse 1 sehen, wie in Abbildung 7 dargestellt. Paltridge et al. stellten fest, dass alle Werte oberhalb von 850 mbar (~1,5 km) bis 2007 in den Tropen und den südlichen mittleren Breiten in diesem Datensatz einen negativen Trend aufweisen:

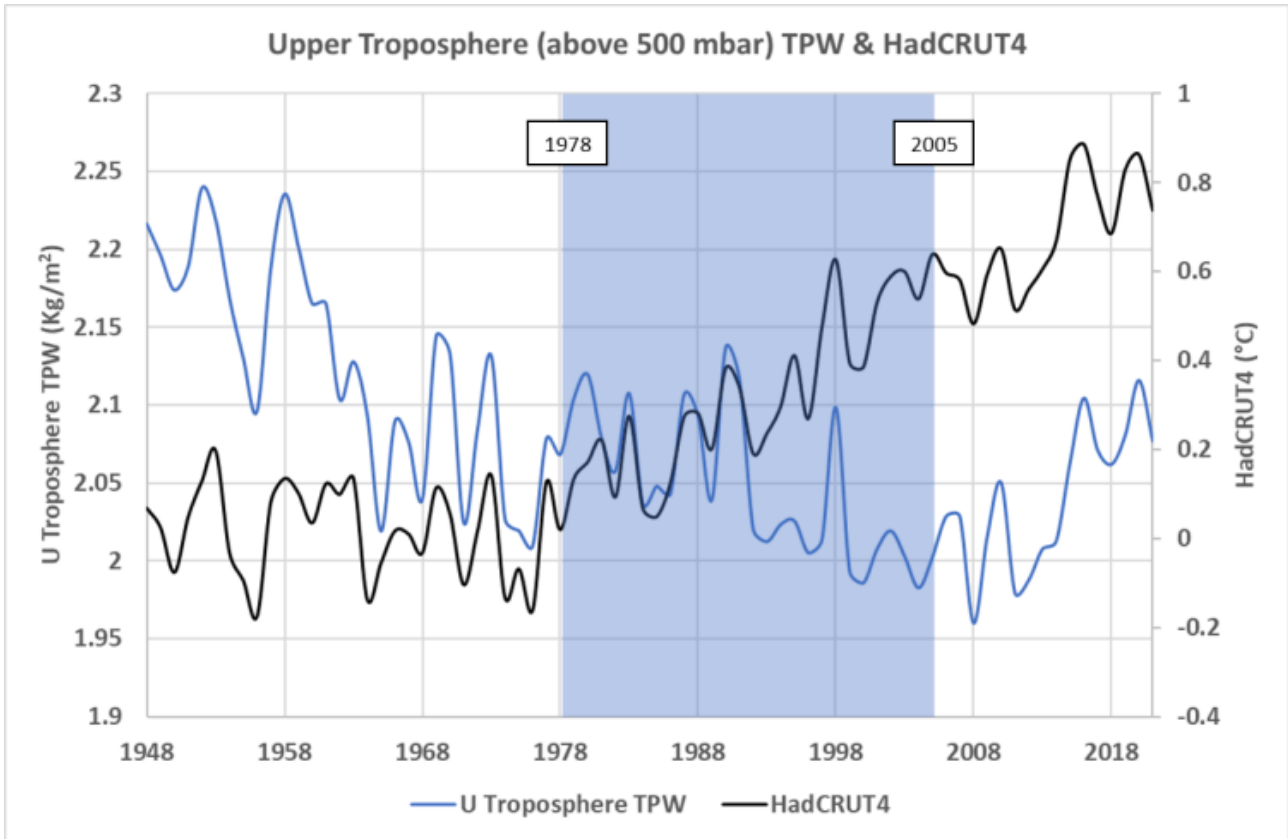


Abbildung 7. Globaler durchschnittlicher TPW (blaue Linie) von 500 mbar bis 300 mbar oder etwa 5,6 km bis 9 km Höhe im Vergleich zur HADCRUT4-Temperaturanomalie. Datenquellen: [NCEP Reanalyse 1](#) und [Met Office Hadley Centre](#).

Erinnern Sie sich an das Zitat aus dem AR6 von vorhin in diesem Beitrag? Ich wiederhole einen Teil davon hier:

„Ein höherer Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre, insbesondere in der oberen Troposphäre, führt zu einer verstärkten Absorption von LW- und SW-Strahlung und zu einer Verringerung der ausgehenden Strahlung. Dies ist eine positive Rückkopplung.“ – (AR6, S. 969).

Die spezifische Feuchtigkeit aus dem moderneren ECMWF-ERA5-Datensatz korreliert besser mit der Temperatur bei 500 mbar (~5,6 km). Dieser Punkt wird von Dessler und Davis [13] in einer Widerlegung von Paltridge et al. angeführt. Allerdings ist die Korrelation zwischen 1985 und 2008 immer noch schlecht, und weder Dessler und Davis noch der IPCC gehen auf dieses Problem ein. Der Bereich der schlechten Korrelation ist in diesem

Beitrag durch blaue Schattierung hervorgehoben. Bei 500 mbar verschiebt sich die schlechte Korrelation um etwa sieben Jahre nach vorne, wie in Abbildung 8 dargestellt, aber sie ist immer noch vorhanden:

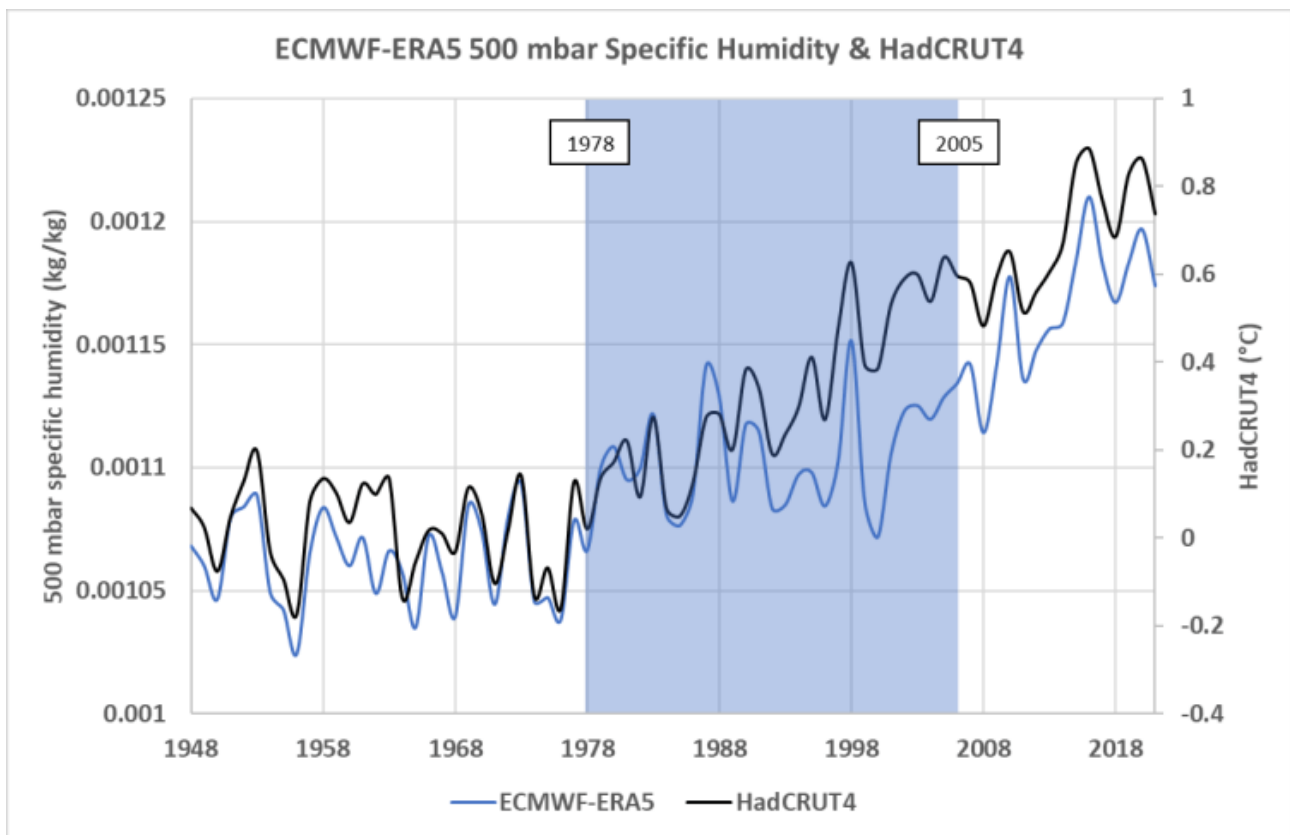


Abbildung 8. Vergleich der globalen flächengewichteten spezifischen Luftfeuchtigkeit bei 500 mbar (~5,6 km) von ECMWF-ERA5 und der globalen durchschnittlichen Oberflächentemperatur von HadCRUT4. Die Korrelation ist ziemlich gut, außer von 1985-2009.

In vielerlei Hinsicht sind die gegenläufigen Trends in Abbildung 7 kontraintuitiv, da wir logischerweise bei einer Erwärmung mehr Verdunstung erwarten würden. Mehr Verdunstung sollte zu einem höheren TPW führen, es sei denn, die Regeneffizienz nimmt zu. Aus Paltridge, et al:

„Negative Trends in q [TPW], wie sie in den NCEP-Daten gefunden wurden, würden bedeuten, dass die langfristige Wasserdampf-Rückkopplung negativ ist – dass sie die Reaktion des Klimasystems auf einen externen Antrieb, wie z.B. durch zunehmendes atmosphärisches CO_2 , eher verringert als verstärkt.“ – (Paltridge, Arking und Pook 2009).

Zu diesem Schluss kam auch Ferenc Miskolczi (Miskolczi 2014). Andere, wie Roy [Spencer](#) und Richard [Lindzen](#), haben vorgeschlagen, dass höhere Temperaturen zu mehr Wolken führen, was die Albedo der Erde erhöht und die Temperaturen senkt oder die Erwärmungsrate verringert (negative Rückkopplung). David Enfield et al. [\[14\]](#) zeigen, dass die

Niederschlagsmuster in den Vereinigten Staaten eng mit der AMO zusammenhängen, doch die Klimamodelle berücksichtigen die AMO nicht. Offensichtlich beeinflusst der Niederschlag das TPW. Die Welt ist komplizierter, als die Clausius-Clapeyron-Beziehung vermuten lässt.

Erwiderung von Dessler und Davis

In AR6 wird die Clausius-Clapeyron-Beziehung kaum diskutiert und auf AR5 verwiesen:

„Laut AR5 deuten Radiosonden-, GPS- und Satellitenbeobachtungen des troposphärischen Wasserdampfs auf einen sehr wahrscheinlichen Anstieg auf nahezu globaler Ebene seit den 1970er Jahren hin, der im Allgemeinen mit der Clausius-Clapeyron-Beziehung (etwa 7 % °C⁻¹ in niedrigen Höhen) und der beobachteten atmosphärischen Erwärmung übereinstimmt“. – (IPCC 2021, S. 1080).

AR6 enthält keine Kapitelnummer, keinen Abschnitt und keine Seitenzahl in AR5, aber wir konnten Folgendes finden:

„Da die globalen Temperaturen gestiegen sind, implizieren die obigen Argumente, dass das WVMR [Wasserdampf-Mischungsverhältnis, d.h. die spezifische Luftfeuchtigkeit] entsprechend ansteigen sollte, und mehrere Beobachtungssysteme zeigen dies tatsächlich ... Eine Studie, die den Wasserdampfanstieg in Frage stellt (Paltridge et al., 2009), verwendete ein altes Reanalyseprodukt, dessen Trends durch neuere (Dessler und Davis, 2010) und durch tatsächliche Beobachtungen widerlegt werden.“ – AR5, S. 586, Kap. 7.

Dessler und Davis weisen darauf hin, dass die neueren Reanalysedatensätze, wie ECMWF, keinen Abwärtstrend bei der spezifischen Luftfeuchtigkeit zeigen und dass ENSO sich in der spezifischen Luftfeuchtigkeit widerspiegelt. Dies ist richtig. Allerdings tragen AR5, AR6 sowie Dessler und Davis die Temperatur nicht gegen die spezifische Luftfeuchtigkeit auf, wie wir es hier getan haben. Daher erklären sie nicht, warum die Trends im Zeitraum 1978-2008 nicht gut korrelieren. Dessler und Davis weisen darauf hin, dass:

„Unser Verständnis des Wasserdampfs in der oberen Troposphäre legt nahe, dass er sich auf Zeitskalen von mehr als einem Monat in einem relativ engen thermodynamischen Gleichgewicht mit der Temperatur befinden sollte [z. B. Minschwaner und Dessler, 2004]. Daher sollte die Reaktion des Wasserdampfs auf eine Klimaschwankung mit einer Zeitskala von einigen Jahren (z.B. ENSO) ungefähr die gleiche sein wie bei einer langfristigen Erwärmung.“ – (Dessler und Davis 2010)

Wir haben kein Problem mit der einmonatigen Gleichgewichtsperiode, aber die Schlussfolgerung, dass die ENSO-bedingte Erwärmung die gleiche sein sollte wie die langfristige Erwärmung, steht im Widerspruch zu den oben gezeigten Daten für den Zeitraum 1978-2008 – Daten, welche das IPCC

sowie Dessler und Davis ignorieren.

Schlussfolgerung und Zusammenfassung

Die verschiedenen verfügbaren Schätzungen des gesamten atmosphärischen TPW und der spezifischen Feuchtigkeit stimmen nicht sehr gut miteinander überein. Selbst die beiden NCEP-Schätzungen, die beide global sind, variieren im Zeitraum 1988-2022 um 3 %. Die Datenerfassungs- und -verarbeitungsverfahren von NCEP R1 waren sehr komplex und fehleranfällig, weshalb NCEP R2 entwickelt wurde [15]. NCEP R2 war von wesentlich höherer Qualität als NCEP R1, aber da NCEP R1 auf das Jahr 1948 zurückgeht, wurden die Daten so weit wie möglich bereinigt und werden weiterhin verwendet. Die Daten vor 1979 sind allerdings von geringerer Qualität.

Diese globalen Schätzungen sind 16 % niedriger als die RSS-Schätzung, die sich nur auf den Ozean zwischen 60S und 60N TPW bezieht. Dies ist jedoch erklärbar. Der atmosphärische Wasserdampfgehalt über den Ozeanen und in den unteren Breiten ist viel höher als über dem Land und in den höheren Breiten. Die drei Schätzungen werden in Abbildung 9 verglichen:

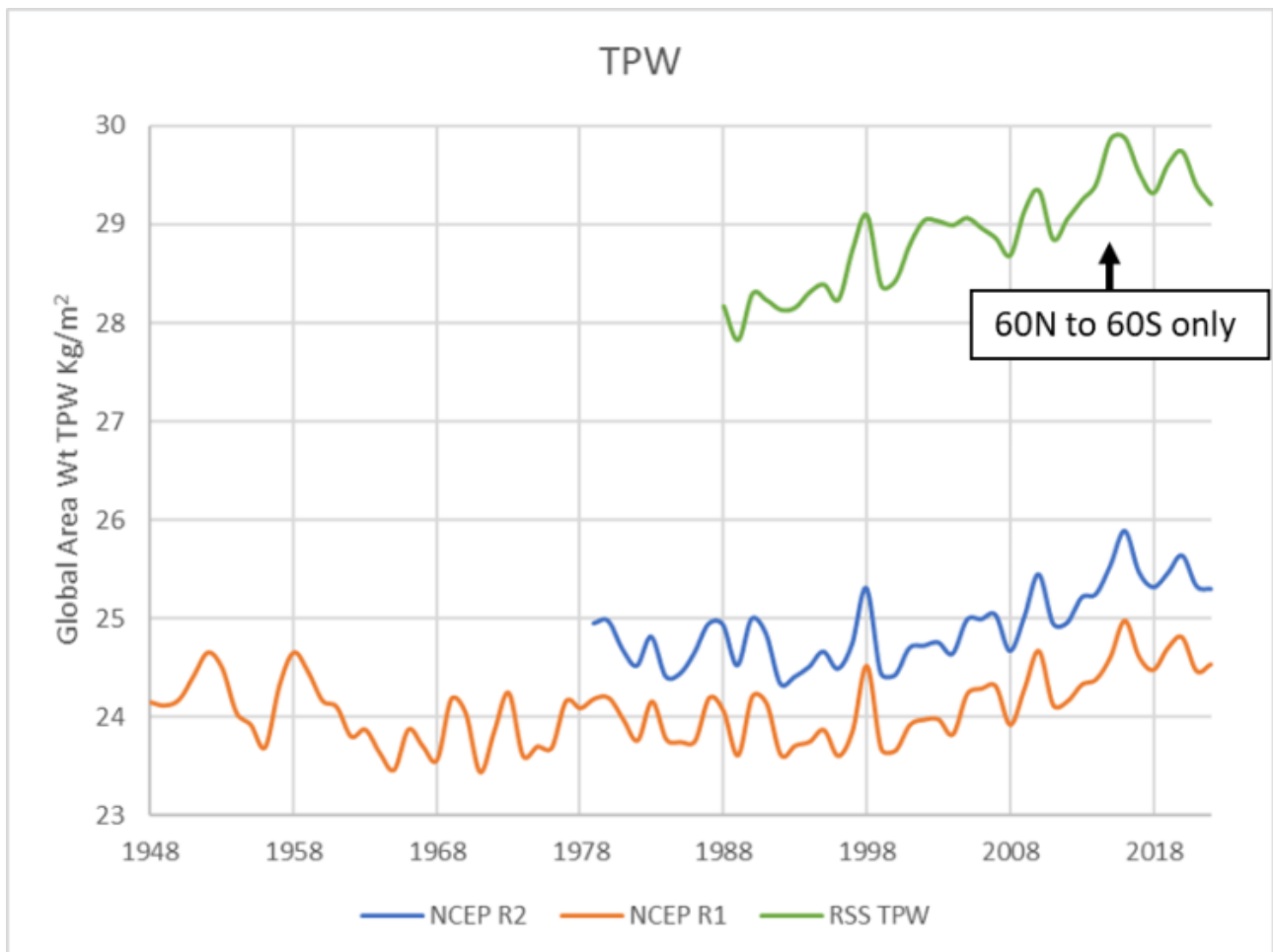


Abbildung 9. Ein Vergleich der TPW-Schätzungen von [NCEP 1](#), [NCEP 2](#) und [RSS](#)

Seit etwa 2005 zeigen alle Schätzungen des gesamten atmosphärischen Wasserdampfs einen Aufwärtstrend, da die AMO auf hohem Niveau abzuflachen beginnt. Vor 2005 ist die Geschichte etwas komplexer. Die längere NCEP-Reanalyse 1-Schätzung weist von 1948 bis 1975 einen Abwärtstrend auf, der mit der AMO übereinstimmt, sich aber von den HADCRUT4- und ECMWF-Trends unterscheidet. Alle Datensätze stimmen darin überein, dass sich kurzfristige ENSO-Änderungen (~5 Jahre) im TPW der Gesamtatmosphäre widerspiegeln, aber es ist nicht klar, dass längerfristige Änderungen (>30 Jahre) im TPW ausschließlich mit den globalen Temperaturen zusammenhängen; sie scheinen auch von anderen Faktoren beeinflusst zu werden, vielleicht auch von der AMO.

Globalen Klimamodellen zufolge soll die globale Erwärmung die spezifische Luftfeuchtigkeit in der oberen Troposphäre erhöhen, aber Reanalysen, die hauptsächlich auf Wetterballondaten beruhen, zeigen einen Rückgang der spezifischen Luftfeuchtigkeit und des TPW von 1978 bis 2005 in der globalen Atmosphäre und eine Abflachung von 1985 bis 2008 in der oberen Troposphäre, beides Zeiträume mit schneller Oberflächenerwärmung. Die Qualität der Feuchtigkeitsdaten nimmt mit der Höhe und den niedrigeren Temperaturen ab, aber selbst in den Tropen, wo die Wasserdampf-Konzentration in großen Höhen hoch ist, bleibt dieser Trend bestehen. Dies steht auch im Widerspruch zu den Satellitendaten, aber die Fähigkeit der Satelliten, das Signal des Wasserdampfs der oberen Troposphäre von dem der unteren zu trennen, ist unklar. Die Genauigkeit der Berechnungen der spezifischen Feuchtigkeit in der oberen Troposphäre kann in Frage gestellt werden. Sowohl die NCEP-Reanalyse als auch die europäische Reanalyse zeigen jedoch einen Rückgang oder eine Abflachung während des betrachteten Zeitraums.

Man beachte dieses Zitat von Pierrehumbert (Pierrehumbert 2011):

„Unter den gegenwärtigen Bedingungen auf der Erde ist CO₂ für etwa ein Drittel des Treibhauseffekts bei klarem Himmel in den Tropen und für einen etwas größeren Anteil in den trockeneren, kälteren Extratropen verantwortlich; der Rest ist hauptsächlich auf Wasserdampf zurückzuführen.“ – (Pierrehumbert 2011).

Wir sehen also die entscheidende Rolle, die dem Wasserdampf in der gesamten Hypothese der vom Menschen verursachten Klimakatastrophe zugeschrieben wird. CO₂ spielt bei der Erwärmung der Erde nur eine untergeordnete Rolle. Nur die *angenommene*, aber schlecht gemessene Rückkopplung von Wasserdampf erlaubt es, einen möglicherweise großen Einfluss auf unser Klima zu berechnen. Doch wie oben gezeigt, kann diese angenommene Rückkopplung mit den uns zur Verfügung stehenden Daten nicht genau gemessen werden. Tatsächlich können wir über einige klimarelevante Zeitskalen (~30 Jahre) nicht einmal sicher sein, dass die Netto-Rückkopplung positiv ist. Es gibt eine starke Korrelation zwischen der Temperatur und der gesamten atmosphärischen Wasserdampf-Konzentration über kurze Zeiträume, aber sie bricht zumindest über einige längere Zeiträume zusammen. Ich stimme zu, dass einige der in diesem Beitrag

präsentierten Daten fragwürdig sind, aber es sind Daten, und Daten übertrumpfen IPCC-Modelle. Dazu Paltridge, et al.:

„... es ist wichtig, dass die Trends des Wasserdampfs, die die NCEP-Daten für die mittlere und obere Troposphäre zeigen, nicht einfach ‚abgeschrieben‘ werden, weil sie von den Klimamodellen nicht gestützt werden – oder sogar auf der Grundlage, dass sie von den wenigen relevanten Satellitenmessungen nicht gestützt werden.“ – (Paltridge, Arking und Pook 2009).

Unterm Strich ist die Wasserdampf-Rückkopplung ein großer Teil (66 % laut Pierrehumbert) der gefährlichen Treibhausgas-Hypothese. Der gesamte atmosphärische Wasserdampfgehalt ist sehr schwer genau zu messen, aber die Messungen und Trends, die wir heute haben, unterstützen die Hypothese nicht über alle Zeiträume hinweg. Es scheint wahrscheinlich, dass die Clausius-Clapeyron-Beziehung nicht der einzige Faktor ist, der den TPW beeinflusst. Dies lässt erhebliche Zweifel an den Ergebnissen der CMIP6-Modelle aufkommen, die sich nur auf Clausius-Clapeyron, menschliche Aktivitäten und sporadischen Vulkanismus stützen.

AR5 und Dessler und Davis [16] behaupteten 2013 bzw. 2010, dass:

„Zusammenfassend deuten Radiosonden-, GPS- und Satellitenbeobachtungen des troposphärischen Wasserdampfs auf eine sehr wahrscheinliche Zunahme auf nahezu globaler Ebene seit den 1970er Jahren hin, die im Allgemeinen mit der Clausius-Clapeyron-Beziehung (etwa 7 % pro Grad Celsius) und dem beobachteten Anstieg der atmosphärischen Temperatur übereinstimmt.“ – (IPCC 2013, S. 208)

AR6 bezieht sich einfach auf diese Quellen und geht davon aus, dass die spezifische Feuchtigkeit (TPW) auf die Temperaturen reagiert und eine positive Rückkopplung darstellt. Die in diesem Beitrag gezeigten Daten lassen jedoch Zweifel an dem obigen Zitat und der AR6-Annahme aufkommen. Die uns vorliegenden Daten, so dürftig sie auch sein mögen, stützen also nicht die Vorstellung, dass die Clausius-Clapeyron-Beziehung auf allen Zeitskalen funktioniert.

Der R-Code und andere Informationen, einschließlich der Tabellen mit den Daten, die zur Erstellung der Abbildungen in diesem Beitrag verwendet wurden, können [hier](#) heruntergeladen werden.

Die Bibliographie können Sie [hier](#) herunterladen.

1. (IPCC 2021, p 93) ↑
2. (IPCC 2021, p 179), (Manabe and Wetherald 1967), and the National Research Council Charney Report (Charney, et al. 1979) ↑
3. (Lacis, et al. 2010), (Lacis, et al. 2013), (Dessler 2013), (Wijngaarden and Happer 2020) ↑
4. (Lacis, et al. 2010) ↑
5. (Wijngaarden and Happer 2020) ↑
6. (IPCC 2021, p 969) ↑

7. (Allen and Ingram 2002) ↑
8. (Allen and Ingram 2002) ↑
9. ([Yu 2007](#)) ↑
10. (Yu and Weller 2007) ↑
11. (Mears, et al. 2018) ↑
12. (Paltridge, Arking and Pook 2009) ↑
13. (Dessler and Davis 2010) ↑
14. (Enfield, Mestas-Nunez and Trimble 2001) ↑
15. (Kanamitsu, Ebisuzaki, et al., NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2) 2002) ↑
16. (Dessler and Davis 2010) ↑

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2023/03/21/atmospheric-water-vapor-tpw-and-climate-change/>

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