

Studien aus 2014 geben Hoffnung: Erwärmungswirkung des CO2 wohl doch deutlich überschätzt. Offizielle Korrektur steht bevor

Evolution of equilibrium climate sensitivity estimates and the range for transient climate response

	ECS	ECS
	Range	Best estimate
	(°C)	(°C)
Report 1979	1.5–4.5	3.0
Report 1983	1.5–4.5	3.0
Reference 1985	1.5–4.5	3.0
Assessment 1990	1.5–4.5	2.5
Third Assessment 1995	1.5–4.5	2.5
Assessment 2001	1.5–4.5	None given
Fourth Assessment 2007	2.0–4.5	3.0
Assessment 2013	1.5–4.5	None given

on models only.

Im heutigen Beitrag wollen wir eine kleine Übersicht über die neuen Studien des vergangenen Jahres (2014) geben. Wer ist mit welchem Wert aktuell im Rennen? Bevor wir beginnen, sollte jedoch noch kurz erwähnt sein, dass es zwei verschiedene Typen der Klimasensitivität gibt, die nicht verwechselt werden dürfen, die ECS und die TCR. Hier sollte man peinlichst darauf achten, um welchen Wert es in der entsprechenden Arbeit geht, ansonsten vergleicht man Äpfel mit Birnen. [Wikipedia](#) erklärt uns den Unterschied:

ECS und TCR

*Aufgrund der thermischen Trägheit der Weltmeere reagiert das globale Klimasystem grundsätzlich nur langsam auf Veränderungen des Strahlungsantriebs. Man unterscheidet daher zwischen der **Equilibrium Climate Sensitivity**, (ECS) und der **Transient Climate Response** (TCR). Die ECS beschreibt den Temperaturanstieg, der zu beobachten ist, nachdem das Klimasystem nach einer Veränderung des Strahlungsantriebs den neuen Gleichgewichtszustand erreicht hat, wofür Jahrtausende nötig sind. Um den Einfluss des Menschen auf das Klima zu quantifizieren, ist die Transient Climate Response besser geeignet. Diese ist definiert als der Temperaturanstieg, der zum Zeitpunkt einer Verdoppelung der CO₂-Konzentration in einem Szenario beobachtet wird, bei dem diese pro Jahr um 1% anwächst.*

Laut dem fünften Klimazustandsbericht des IPCC (AR5) liegt die ECS irgendwo zwischen 1.5°C bis 4.5°C. Der IPCC hat sich diesmal aus taktischen Gründen geweigert, einen offiziellen Mittelwert anzugeben. Nehmen wir daher einen Wert von 3°C an, den hatte der IPCC in seinem vierten Klimabericht (AR4) verwendet und nach eigenen Angaben habe sich vom vierten auf den fünften Bericht nicht viel geändert. Überhaupt geht der IPCC in allen seinen bisherigen Berichten seit 1990 stets von der gleichen Wertespanne aus (Abbildung 1).

Die kurzfristigere TCR sieht der IPCC in ihrem aktuellen AR5-Bericht zwischen 1,0°C und 2,5°C (siehe Seite 14 [hier](#)).

Table 1: Evolution of equilibrium climate sensitivity estimates in the last 35 years and the range for transient climate response since 2001

	ECS Range (°C)	ECS Best estimate (°C)	TCR Range (°C)
Charney Report 1979	1.5–4.5	3.0	
NAS Report 1983	1.5–4.5	3.0	
Villach Conference 1985	1.5–4.5	3.0	
IPCC First Assessment 1990	1.5–4.5	2.5	
IPCC Second Assessment 1995	1.5–4.5	2.5	
IPCC Third Assessment 2001	1.5–4.5	None given	1.1–3.1 ^a
IPCC Fourth Assessment 2007	2.0–4.5	3.0	1.0–3.0
IPCC Fifth Assessment 2013	1.5–4.5	None given	1.0–2.5

^aRange based on models only.

Abbildung 1: Übersicht der in den IPCC-Berichten angegebenen CO₂-Klimasensitivitäten. Aus [Lewis & Crok \(2014\)](#).

ECS – Die Equilibrium Climate Sensitivity [Gleichgewichts-Klimasensitivität]

Beginnen wollen wir unseren wissenschaftlichen Streifzug mit Studien zum Langfrist-Wert, der ECS. Dabei arbeiten wir uns von den hohen zu den niedrigen ECS-Werten.

Im April 2014 erschien im Fachblatt [Climate Dynamics](#) eine Arbeit von Troy Masters. Er kommt auf eine Wertespanne für die ECS von **1,5-2,9°C**, eliminiert also einen Großteil der überhitzten IPCC-Szenarien. Als ECS-Mittelwert gibt Master **2,2° C** an, was knapp ein Grad kälter ist, als der IPCC-Wert.

Fünf Monate später, im September 2014, kamen von der Heydt und Kollegen in einer Studie in den [Geophysical Research Letters](#) auf einen recht ähnlichen Wert, nämlich **2,26°C**. Die Forscher untersuchten hierzu das Paläoklima der letzten 800.000 Jahre. Aus der Kurzfassung:

Wendet man ein neues Verfahren an, um die Abhängigkeit vom Hintergrundzustand [background state dependency] zu berücksichtigen, kommt man zu dem Ergebnis $S_a=0.61\pm0.07$ K (W/ m²)-1 ($\pm 1\sigma$) unter Verwendung einer Rekonstruktion der Abkühlung zum letzten glazialen Maximum (LGM) um -4,0 K und eine deutlich geringere Klimasensitivität während glazialer Klimate.

(Hinweis: Der dort angegebene Wert von $S_a=0,61\pm0,07$ K (W m⁻²)-1 muss mit 3,7 W/m² multipliziert werden, um auf die ECS pro CO₂-Verdopplung zu gelangen.)

In einer Modellierungsstudie ermittelte Crag Loehle vom US-amerikanischen National Council for Air and Stream Improvement eine ECS von **1,99°C**. Die Ergebnisse präsentierte er im März 2014 im begutachteten Fachblatt [Ecological](#)

Modelling.

Im selben Monat erschien im Fachjournal [Earth System Dynamics](#) eine Arbeit von Skeie et al., die auf eine ECS von **1,8°C** kommen. Zum exakt gleichen Ergebnis gelangte auch Jeff L. in einem [Beitrag auf WUWT](#), der dort am 13. Februar 2014 gepostet wurde.

Bereits im Juni 2010 beschrieb [Roy Spencer auf seiner Webseite](#) eine ECS von **1,7°C**:

Unter dem Strich stützt meine Analyse eine Best-Estimate-Klimasensitivität von 1,7°C, was etwas mehr ist als die Hälfte von dem, was Tung & Camp (3,0°C) gefunden haben, und es nähert sich der unteren Grenze dessen, was das IPCC als wahrscheinlich behauptet (1,5°C).

Nur einen Tick niedriger verorteten Nicholas Lewis und Judith Curry die ECS. In ihrer im September 2014 im Fachblatt [Climate Dynamics](#) publizierte Arbeit kamen die Autoren auf einen Wert von **1,64°C**. Lewis präsentierte in einem Beitrag im Blog [Climate Audit](#) zudem eine detaillierte Gesamttabelle mit ECS-Spannen für verschiedene Zeitfenster sowie Vergleichswerte anderer Arbeiten (*Abbildung 2*):

Base period	Final period	ECS best estimate [°C]	ECS 17-83% range [°C]	ECS 5-95% range [°C]	TCR best estimate [°C]	TCR 17-83% range [°C]	TCR 5-95% range [°C]
1859–1882	1995–2011	1.64	1.25–2.45	1.05–4.05	1.33	1.05–1.8	0.9–2.5
1850–1900	1987–2011	1.67	1.25–2.6	1.0–4.75	1.31	1.0–1.8	0.85–2.55
1850–1900	1971–2011	1.56	1.1–2.6	0.9–5.40	1.22	0.9–1.8	0.75–2.7
1930–1950	1995–2011	1.72	1.15–3.15	0.9–9.45	1.33	0.95–2.0	0.8–3.3
<i>Relevant other ranges:</i>							
Otto et al: 2000–09 data		2.0	1.5–2.8	1.2–3.9	1.33	1.05–1.65	0.9–1.95
Otto et al: '70–09 data		1.9	1.3–3.05	0.95–5.0	1.36	0.95–1.9	0.75–2.55
Aldrin et al: uniform in ECS		1.76	1.35–2.45	1.15–3.45			
Aldrin et al: ditto in 1/ECS		1.53	1.2–2.0	1.05–2.55			
Lewis: Objective Bayesian		1.64	1.25–2.25	1.05–2.95	1.27	1.05–1.6	0.9–2.0
Skeie et al: uniform in ECS		1.67	1.2–2.35	0.9–3.15	1.34	1.0–1.8	0.8–2.2
AR5 (Chapter 10)			1.5–4.5	1–NA		1–2.5	NA–3
Lewis & Crok report		1.75	1.25–3.0		1.35	1–2	

Abbildung 2: Klimasensitivitäten nach Lewis & Curry (2014) sowie weitere Vergleichswerte aus der Literatur. Quelle: [Climate Audit](#).

Bemerkenswert ist auch eine Arbeit von [Spencer & Braswell](#) die im Februar 2014 im [Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences](#) herauskam. Die beiden Autoren integrierten die natürliche ENSO-Variabilität in ihr Modell und kamen auf eine ECS von **1,3°C**, was ziemlich genau zwischen den beiden in unserem Buch „Die kalte Sonne“ präsentierten Szenarien liegt.

Einige Autoren sehen sogar die Möglichkeit von ECS-Werten unterhalb von $1,0^{\circ}\text{C}$. So stellte im November 2014 Hermann Harde von der Hamburger Helmut-Schmidt-Universität im [Journal of Atmospheric and Climate Change](#) ein Modell mit einer ECS von $0,6^{\circ}\text{C}$ vor.

Und schließlich sei noch eine Arbeit erwähnt, die im Oktober 2014 auf der [Webseite der Stockholm-Initiative](#) erschien. Magnus Cederlöf beschreibt dort eine ECS von $0,28^{\circ}\text{C}$.

Der generelle Trend in der Wissenschaft hin zu niedrigeren ECS-Klimasensitivitäten ist mittlerweile unübersehbar und stürzt den IPCC und die beteiligten Forscher in ein Dilemma. Viele der Arbeiten erschienen nach Redaktionsschluss des AR5-Klimaberichts und konnten daher nicht mehr in den Bericht eingearbeitet werden. Überhaupt gleichen die IPCC-Klimaberichte einem schweren Supertanker, der etliche Jahre benötigt um seinen Kurs auch nur geringfügig zu ändern. Das Herzstück des AR5 bilden aufwendige Computer-Klimamodellierungen, die noch von einer veralteten, überhöhten ECS ausgingen. Im Prinzip hätte man nun die Modellierungsergebnisse verwerfen und erneut zu rechnen beginnen müssen. Dafür gab es nun aber keine Zeit mehr und die Veröffentlichung des AR5 wäre um mehrere Jahre verzögert worden. Offenbar entschied man sich für die Methode „Augen zu und durch“, in der Hoffnung, dass die Unzulänglichkeiten hoffentlich keinem auffallen. Da der Großteil der Medienlandschaft die IPCC-Ergebnisse sowieso generell ungeprüft übernimmt, hat dies auch ziemlich gut funktioniert.

Im Februar 2014 thematisierten Nicholas Lewis und Marcel Crok das IPCC-Dilemma bezüglich der Klimasensitivität in einem lesenswerten Bericht, der als [GWPF Report 12](#) erschienen ist:

OVERSENSITIVE

How the IPCC hid the good news on global warming

Nicholas Lewis and Marcel Crok

Foreword by Professor Judith Curry

Auszug aus der Zusammenfassung:

Erst während der letzten Jahre ist es möglich geworden, gute empirische Schätzungen der Klimasensitivität vorzunehmen aus gemessenen Daten wie Temperatur und ozeanischen Wärmerekorden. Diese Schätzungen, publiziert in

führenden wissenschaftlichen Journalen, zeigen bei einer Verdoppelung des CO₂-Gehaltes zumeist eine Klimasensitivität, die zu einer langfristigen Erwärmung unter 2°C führt und unter 1,5°C während einer Periode von 70 Jahren. Dies zeigt eindeutig, dass die Modelle eine zu hohe Sensitivität bzgl. Kohlendioxid annehmen und in fast allen Fällen die wahrscheinliche globale Erwärmung übertreiben. ... Gute empirische Schätzungen sowohl langfristig als auch über Zeiträume von 70 Jahren implizieren jetzt sehr unterschiedliche Erwartungen hinsichtlich einer zukünftigen Erwärmung verglichen mit den Klimamodellen – etwa 40% bis 50% niedriger bis zum Zeitraum 2018 bis 2100. Dies ist fast mit Sicherheit das wichtigste Ergebnis der Klimawissenschaft während der letzten Jahre, vor allem weil es gute Gründe gibt, die Zuverlässigkeit der Klimamodell-Vorhersagen anzuzweifeln. Allerdings geht das IPCC in seinem Bericht auf diesen Punkt nur indirekt ein. Mehr noch, anstatt die Best Estimate der Klimasensitivität im Licht der neuen empirischen Schätzungen zu reduzieren hat es einfach die untere Grenze der Unsicherheits-Bandbreite tiefer gelegt und es versäumt, eine Best Estimate zu geben ohne angemessen zu erklären, warum dies zu tun erforderlich war. Erst in der im Januar 2014 veröffentlichten Endfassung wurde in der Technical Summary ein Absatz mit etwas mehr Erklärung hinzugefügt. Die neue Information zur Klimasensitivität zeigt, dass das Zwei-Grad-Ziel der Regierung selbst bei relativ hohen Emissionen wahrscheinlich erst zum Ende des Jahrhunderts erreicht wird.

Eine gute graphische Übersicht von 14 wichtigen Arbeiten der vergangenen vier Jahre haben Patrick Michaels und Paul Knappenberger am 25. September 2014 auf WUWT zusammengestellt (Abbildung 3):

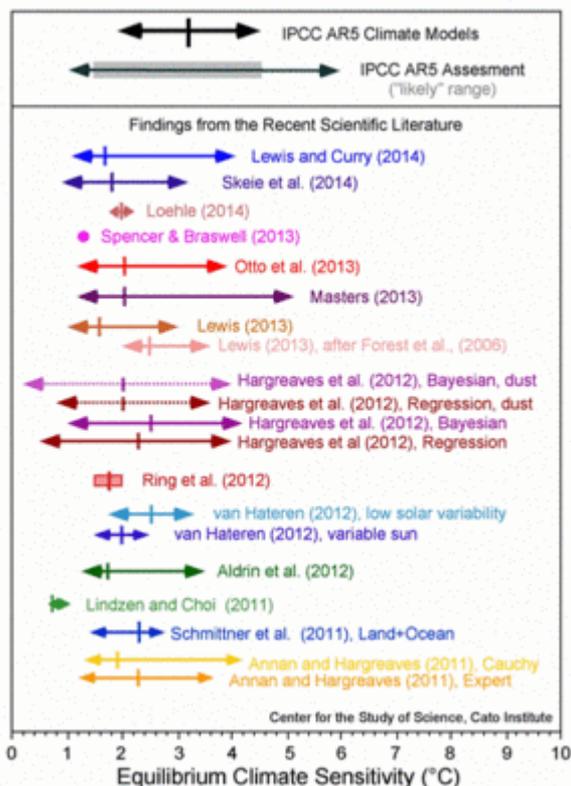


Abbildung 3: Übersicht der ECS-Klimasensitivität aus bedeutenden Arbeiten der vergangenen vier Jahre. Quelle: Patrick Michaels und Paul Knappenberger, WUWT.

Eine noch umfangreichere Auflistung gibt es auf [The Hockeyschtick](#). Hier werden gleich 40 wissenschaftliche Studien vorgestellt, die eine ECS von 2,0°C oder weniger postulieren.

TCR – kurzlebige Reaktionen des Klimas [Transient Climate Response]

Schauen wir jetzt noch kurz in die kurzfristigere TCR. Der IPCC interpretiert in seinem aktuellen 5. Bericht eine TCR zwischen 1,0°C und 2,5°C. Ein Mittelwert ist erneut nicht angegeben, würde aber 1,75°C entsprechen.

Auch hier kommen neuere Studien auf deutlich niedrigere Werte. [So reichten van der Werf und Dolman im Mai 2014](#) eine Arbeit im Fachblatt *Earth System Dynamics* ein, in dem sie eine TCR von 1,3°C darstellen. Das hat den IPCC-Torwächtern natürlich gar nicht gefallen. Im Begutachtungsverfahren „überzeugte“ man die Autoren, die TCR auf 1,6°C hochzusetzen, so dass die [finale Version des Artikels aus dem Oktober 2014](#) jetzt diesen Wert enthält.

Da waren Nicholas Lewis und Judith Curry deutlich standfester. In ihrer im September 2014 in *Climate Dynamics* erschienenen Arbeit berichten sie eine TCR in Höhe von 1,33°C, was am unteren Ende des vom IPCC im AR5 verbreiteten Möglichkeitsspektrums liegt.

Craig Loehle geht mit einer TCR von 1,09°C sogar fast an den untersten Rand der IPCC-Werte. Diese Arbeit erschien wie bereits berichtet im März 2014 im Fachblatt *Ecological Modelling*.

Ein Forscherteam um Krasting und Kollegen ging im April 2014 in den *Geophysical Research Letters* sogar von noch niedrigeren TCR-Werten aus, nämlich einem Bereich zwischen 0,76 und 1,04°C.

Weitere neuere Erkenntnisse

Neben den harten ECS/TCR-Werten gab es auch noch andere Erkenntnisgewinne. So räumte [Kim Cobb im April 2014](#) im IPCC-nahen Fachblatt *Nature Climate Change* ein, dass die Klimasensitivität wohl doch insgesamt niedriger ist als gedacht. Man habe die natürliche Klimavariabilität auf der Südhalbkugel wohl unterschätzt.

Im Dezember 2014 berichteten Winton et al. in den *Geophysical Research Letters* dass man wohl die AMOC-Ozeanzzyklik zu wenig auf der Rechnung hatte und die TCR-Abschätzungen deshalb wohl in der Vergangenheit zu hoch ausgefallen sind.

Einen interessanten Einblick in die Denkweise von IPCC-nahen Wissenschaftlern gab es im April 2014 in den *Geophysical Research Letters*. Dort gestanden Kummer & Dessler ein, dass die historischen Temperaturdaten des 20. Jahrhunderts lediglich eine ECS von 2,3°C rechtfertigen würden, was krass von den 3°C der theoretischen IPCC-Modelle abweicht. Im Paper fangen sie dann an laut zu denken. Wie konnte dies nur passieren, wie kriegen wir diesen unbequemen Umstand möglichst elegant und leise vom Tisch? In ihrer Verzweiflung fangen sie dann an, Gründen für die zu schwache Erwärmung der letzten 150 Jahre zu ersinnen. Dabei greifen sie letztendlich auf den bereits in unserem Buch „Die kalte Sonne“ ausführlich beschriebenen Trick zurück und

erhöhen einfach die kühlende Wirkung der Aerosole, der Schwebeteilchen in der Atmosphäre. Zur Linderung der Modellierungsschmerzen muss auch das Ozon seinen Beitrag leisten. Nach Anwendung von Trick 17 und Trick 18 ist dann die reale Welt an die wunderbare Computerwelt angepasst und alle können wieder beruhigt ihrem alarmistischen Tagesgeschäft nachgehen. Im Folgenden die Kurzfassung der Arbeit:

*Schätzungen der Gleichgewichts-Klimasensitivität der Erde (ECS) aus Beobachtungen im 20. Jahrhundert sagen eine niedrigere ECS vorher als Schätzungen der Klimamodelle, paläoklimatische Daten und Variabilität von Jahr zu Jahr. Hier zeigen wir, dass Schätzungen der ECS aus Beobachtungen im 20. Jahrhundert hinsichtlich der vermuteten Wirksamkeit von Aerosol- und Ozon-Antrieb sensitiv sind (Wirksamkeit eines Antriebs ist die Größe der Erwärmung pro Einheit globaler mittlerer Antrieb dividiert durch die Erwärmung pro Antriebseinheit aus CO₂). Frühere Schätzungen der **ECS auf der Grundlage von Beobachtungen im 20. Jahrhundert** haben nahe gelegt, dass die Wirksamkeit einheitlich ist, wobei sich in unserer Studie eine ECS von **2,3 K** ergibt (5% bis 95% Bandbreite von 1,6 bis 4,1 K), was dicht an der unteren Grenze der vom IPCC angebotenen Bandbreite von 1,5 bis 4,5 K liegt. **Eine Zunahme der Aerosol- und Ozon-Wirksamkeit auf 1,33 lässt die ECS steigen auf 3,0 K** (1,9 bis 6,8 K), ein Wert, der in ausgezeichneter Übereinstimmung mit anderen Schätzungen steht. Die Wirksamkeit von Antrieben bietet daher einen Weg, den Graben zwischen verschiedenen ECS-Schätzungen zu überbrücken.*

Eine mysteriöse Geschichte gab es am 3. Dezember 2014 auf der [Webseite von Bild der Wissenschaft](#) zu lesen:

*Klima: Schnell aufgeheizt und lange warm
Die Treibhauswirkung von Kohlendioxid ist längst unstrittig: Das Gas hält Wärme in der Atmosphäre fest und trägt damit zum Klimawandel bei. Wie schnell sich aber eine Emission von CO₂ tatsächlich am globalen Thermometer bemerkbar macht, das war bisher unklar. Zwei US-Forscher haben diese Unsicherheit nun beseitigt. Ihre Modellsimulationen zeigen, **dass das Klimasystem deutlich schneller auf das CO₂ reagiert als gedacht: Schon zehn Jahre nach einer CO₂-Emission tritt die dadurch verursachte Erwärmung ein** – diese Klimawirkung hält dann allerdings über mehr als ein Jahrhundert an. Für die Klimaverhandlungen in Lima sollte das eine Mahnung sein. [...] Das Ergebnis: Es dauert im Mittel 10,1 Jahre, bis eine Dosis freigesetzten Kohlendioxids ihre maximale Treibhauswirkung entfaltet. Der CO₂-Gehalt der Atmosphäre steigt dabei schon deutlich schneller an. Aber vor allem die thermische Trägheit der Ozeane bremst die dadurch erzeugte Erwärmung ab, so dass sie sich erst nach rund einem Jahrzehnt bemerkbar macht, wie die Forscher erklären.*

Im Prinzip heißt dies nichts anderes, als dass ECS und TCR viel näher aneinander liegen könnten als gedacht. Nach 10 Jahren wäre die volle Wärmewirkung erreicht, lautet das Ergebnis der Modellierung. In der Realität

sieht es leider anders aus: Seit nunmehr 16 Jahren verharrt die globale Temperatur auf einem Plateauwert, und das obwohl der CO₂-Gehalt in der gleichen Zeit munter weiter angestiegen ist. Nach deutlich mehr als 10,1 Jahren hat es das CO₂ offenbar immer noch nicht geschafft, die ihm zugeschriebene starke Erwärmungswirkung zu entfalten. Ist das CO₂ vielleicht doch nicht so klimatreibend wie gedacht? Oder ist die natürliche Variabilität viel stärker als vom IPCC vorgeschlagen? Fakt ist, dass die angeblich so schnell auf das CO₂ reagierende Atmosphäre noch immer voll und ganz durch die natürlichen Prozesse dominiert wird. Weshalb diskutiert Bild der Wissenschaft diese Fragen nicht?

Angesichts der mageren Temperatursteigerung im 20. Jahrhundert und der fehlenden Erwärmung der letzten 16 Jahre fragen sich die Wissenschaftler, wann wohl genug Daten vorliegen könnten, so dass man die wahre CO₂-Klimasensitivität endlich festnageln und genau eingrenzen könnte. Ein Forscherteam um Nathan Urban hat im April 2014 in den [Geophysical Research Letters](#) versucht, einen Entscheidungshorizont abzuschätzen. Vermutlich wird es erst 2030 möglich sein, zu erkennen, ob die ECS eher 1,5°C oder 3,0°C beträgt. Im Falle noch höherer ECS-Wert würde dies sogar noch länger dauern. Allerdings sind höhere ECS-Beträge angesichts der neueren Arbeiten eher unwahrscheinlich. Auszug aus der Kurzfassung:

Wir zeigen, dass eine Klimasensitivität von 1,5°C statistisch unterschieden werden kann von 3°C bis 2030, 3°C von 4,5°C bis 2040 und 4,5°C von 6°C bis 2065. Das Erkennen von Raten ist am langsamsten in den größte Bedenken hervorrufenden Szenarien (hohe Sensitivitäten) infolge einer längeren Zeit der ozeanischen Reaktionen bei der Abwägung zwischen Abwarten und vorsorglicher Abschwächungspolitik.

Wer sich noch tiefer in das Thema einarbeiten möchte, dem sei der Climate Dialogue aus dem Mai 2014 „[Climate Sensitivity and Transient Climate Response](#)“ mit James Annan, John Fasullo und Nic Lewis empfohlen. Eine gute Übersicht zum Thema gibt es auch von Chip Knappenberger, die am 19. März 2012 [auf WUWT](#) erschien. Und schließlich greifen auch Frank Bosse und Fritz Vahrenholt in ihrer monatlichen Sonnenkolumne immer wieder das Thema der CO₂-Klimasensitivität auf (z.B. [hier](#), [hier](#), [hier](#)).

Link:

<http://www.kaltesonne.de/studien-aus-2014-geben-hoffnung-erwärmungswirkung-des-co2-wohl-doch-deutlich-uberschätzt-und-muss-nach-unten-korrigiert-werden/>

Dieser Artikel ist zuerst bei „Die Kalte Sonne“ erschienen (siehe Link). Übersetzungen der englischen Passagen durch [Chris Frey](#) EIKE