
Wissenschaftlicher Leitfaden zur Klimaskepsis



John Cook
skepticalscience.com

Danksagung

Der wissenschaftliche Leitfaden zur Klimaskepsis wurde von John Cook von skepticalscience.com geschrieben. Den folgenden Personen gebührt Dank für ihre Beiträge und Kommentare zu diesem Dokument:

- Dr. John Abraham, Associate Professor of Engineering, University of St. Thomas, St. Paul, Minnesota
- Paul Beckwith, Laboratory for paleoclimatology and climatology, Department of Geography, University of Ottawa, Canada
- Prof. Andrew Dessler, Department of Atmospheric Science, Texas A&M University
- Prof. Ove Hoegh-Guldberg, Director, Global Change Institute, University of Queensland
- Prof. David Karoly, School of Earth Sciences, University of Melbourne
- Prof. Scott Mandia, Physical Sciences, Suffolk County Community College
- Dana Nuccitelli - Environmental Scientist, Tetra Tech, Inc.
- James Prall, The Edward S. Rogers Sr. Department of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto
- Dr. John Price, www.grandkidzfuture.com
- Corinne Le Quéré, Professor of Environmental Sciences, University of East Anglia, UK
- Prof. Peter Reich, Sr. Chair in Forest Ecology and Tree Physiology, University of Minnesota
- Prof. Riccardo Reitano, Department of Physics and Astronomy, University of Catania, Italy
- Prof. Christian Shorey, Geology and Geologic Engineering, Colorado School of Mines
- Suffolk County Community College MET101 students
- Glenn Tamblyn, B Eng (Mech), Melbourne University, Australia
- Dr. André Viau, Laboratory for paleoclimatology and climatology, Department of Geography, University of Ottawa, Canada
- Dr. Haydn Washington, Environmental Scientist
- Robert Way, Department of Geography, Memorial University of Newfoundland, Canada
- Dr. Ray Weymann, Director Emeritus and Staff Member Emeritus, Carnegie Observatories, Pasadena, California; Member, National Academy of Sciences
- James Wight
- Bärbel Winkler, Germany

Erste Ausgabe im Dezember 2010

Für weitere Informationen, oder um dieses Handbuch zu kommentieren, besuchen Sie bitte www.skepticalscience.com

Ins Deutsche übersetzt von Bärbel Winkler, Michael Theusner und Oliver Marchand

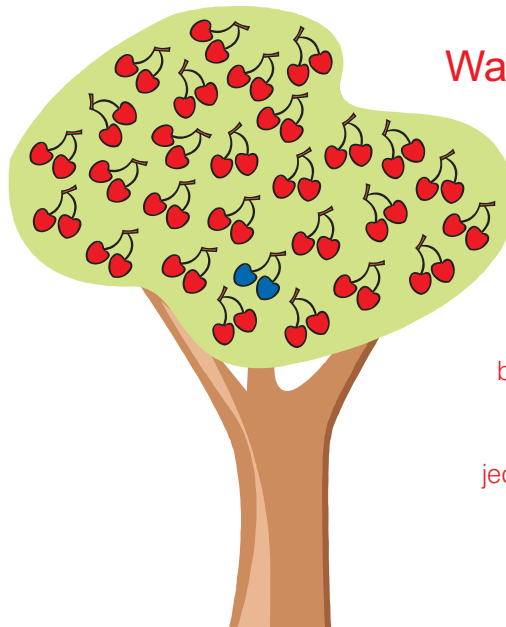


Der wissenschaftliche Leitfaden zur Klimaskepsis ist lizenziert unter folgender Lizenz: Creative Commons unter Namensnennung, nicht kommerziell 3.0 weltweit. Auszüge sind zulässig, sofern sie auf Skeptical Science hinweisen und einen Link auf www.skepticalscience.com beinhalten.

Was bedeutet es, skeptisch zu sein?

Wissenschaftliche Skepsis ist gesund. Tatsächlich ist es so, dass die Wissenschaft von Natur aus skeptisch ist. Echte Skepsis bedeutet, dass man sich zuerst die komplette Beweislage anschaut, bevor man einen Schluss zieht. Die Argumente der Skeptiker am Klimawandel picken häufig einzelne passende Beweise heraus, während alle Daten, die nicht in ein bestimmtes Bild passen, abgelehnt werden. Das ist keine Skepsis. Das ist schlicht das Ignorieren von Fakten und wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Dieser Leitfaden beleuchtet sowohl die Beweise dafür, dass menschliche Aktivitäten die globale Erwärmung verursachen, als auch die Art und Weise, wie "skeptische" Klima-Argumente in die Irre führen können, in dem sie anstatt des kompletten Bildes nur einen kleinen Teil des Puzzles zeigen.



Selektive Wahrnehmung beim Klima

Selektive Wahrnehmung könnte Ihnen vorgaukeln, dass dies ein Baum mit blauen Kirschen ist.

Was sagt Ihnen jedoch die komplette Beweislage?

Die menschlichen Fingerabdrücke beim Klimawandel

Wissenschaftler suchen nach logischen Zusammenhängen, d.h. unabhängigen Beweisketten, die zu einer einzigen, in sich stimmigen Antwort führen. Die komplette Beweislage in der Klimawissenschaft zeigt uns im Klimawandel eine ganze Reihe eindeutiger, erkennbar menschlicher Fingerabdrücke.

Messungen der Arten von Kohlenstoff, die in der Atmosphäre gefunden werden, zeigen, dass die Verbrennung von fossilen Brennstoffen den Kohlendioxidgehalt (CO₂) in der Atmosphäre dramatisch ansteigen lässt. Messungen von Satelliten

und an der Erdoberfläche zeigen, dass zusätzliches CO₂ Wärme zurückhält, die ansonsten ins All entweichen würde. Es gibt mehrere Erwärmungsmuster, die zu einem verstärkten Treibhauseffekt passen. Die ganze Struktur unserer Atmosphäre verändert sich.

Die Beweise für die von Menschen verursachte globale Erwärmung basieren nicht auf reiner Theorie oder Computermodellen, sondern auf vielen direkt beobachteten und unabhängigen Messungen in der realen Welt.

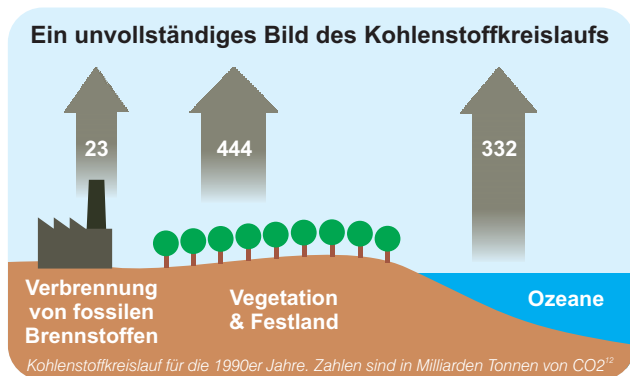
Menschliche Fingerabdrücke im Klimawandel



Die Menschheit lässt den CO₂-Gehalt ansteigen

Wenn man die vielen Argumente der Skeptiker der globalen Erwärmung durchsieht, wird ein Muster sichtbar. Sie tendieren dazu, sich auf die Einzelteile des Puzzles zu konzentrieren und dabei das Gesamtbild zu vernachlässigen. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Argument, dass die menschlichen Kohlendioxid- (CO₂) Emissionen winzig klein im Verhältnis zu den natürlichen Emissionen sind.

Diese Argumentation funktioniert folgendermaßen: Jedes Jahr blasen wir über 20 Milliarden Tonnen CO₂ in die Atmosphäre. Natürliche Emissionen stammen von Pflanzen und den Ozeanen, die CO₂ abgeben. Die natürlichen Emissionen summieren sich auf 776 Milliarden Tonnen pro Jahr. Ohne ein vollständiges Verständnis für den Kohlenstoffkreislauf, erscheinen unsere Emissionen im Verhältnis zu den natürlichen Beiträgen winzig.

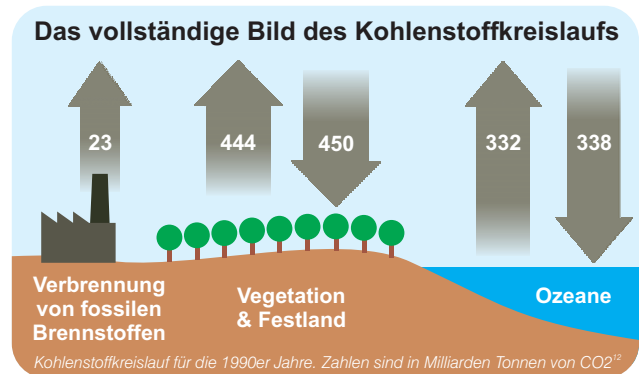


Das fehlende Teil des Puzzles ist, dass die Natur nicht nur CO₂ abgibt - sie nimmt CO₂ auch auf. Pflanzen atmen CO₂ ein und riesige Mengen von CO₂ werden in den Ozeanen gelöst. Die

Natur nimmt jedes Jahr 788 Milliarden Tonnen auf. Diese natürliche Absorption hält sich mit den natürlichen Emissionen ziemlich genau die Waage. Wir erzeugen also durch unsere zusätzlichen Emissionen insgesamt ein Ungleichgewicht. Auch wenn ein gewisser Teil unseres CO₂ durch die Ozeane und Landpflanzen

aufgenommen wird, verbleibt doch ungefähr die Hälfte unserer CO₂-Emissionen in der Atmosphäre.

Das Gewicht des jeden Tag emittierten CO₂ entspricht 8.000 Ölunfällen wie im Golf von Mexiko¹³



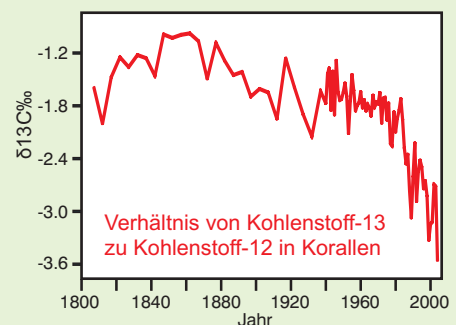
Durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen ist der Gehalt von CO₂ in der Atmosphäre auf seinem höchsten Stand seit mindestens 2 Millionen Jahren. Und der Gehalt steigt immer noch weiter an! Das Argument "menschliches CO₂ ist unbedeutend" führt in die Irre, in dem es einem nur das halbe Bild zeigt.

Menschlicher Fingerabdruck #1 Die Signatur fossiler Brennstoffe in der Luft und in Korallen

In der Luft gibt es verschiedene Arten von Kohlenstoff, die Kohlenstoff-Isotope genannt werden. Die häufigste Art ist Kohlenstoff-12. Eine schwerere Art von Kohlenstoff ist Kohlenstoff-13. Pflanzen bevorzugen den leichteren Kohlenstoff-12.

Fossile Brennstoffe wie Kohle und Öl stammen von uralten Pflanzen. Sobald wir fossile Brennstoffe wie Kohle und Öl verfeuern, schicken wir mehr des leichteren Kohlenstoff-12 in die Luft. Wir erwarten deshalb, dass das Verhältnis von Kohlenstoff-13 zu Kohlenstoff-12 kleiner wird.

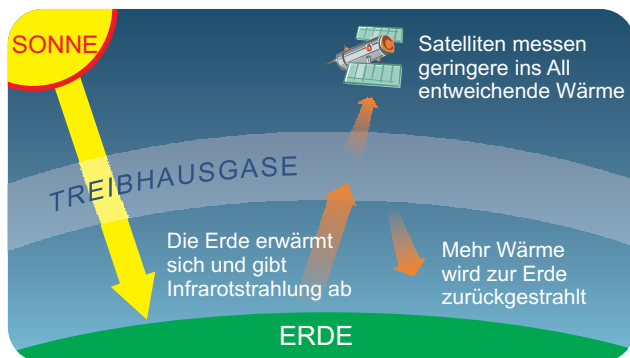
Und genau das können wir in der Atmosphäre und in Korallen messen. Wir haben also einen überzeugenden Beweis dafür, dass die Zunahme von Kohlendioxid in der Luft direkt mit den menschlichen Emissionen zusammenhängt.



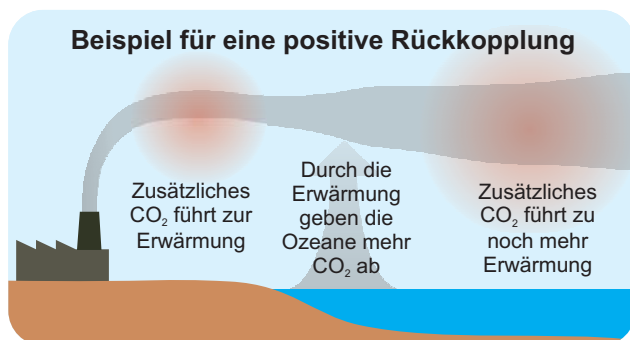
Messwerte von δ13C (Verhältnis von Kohlenstoff-13 zu Kohlenstoff-12) in Korallen des Great Barrier Riffs⁹

Beweise, dass mehr CO₂ zu Erwärmung führt

Kohlenstoffdioxid absorbiert Infrarotstrahlung (allgemein als Wärmestrahlung bekannt). Dies wurde in Laborexperimenten bewiesen und durch Satellitenmessungen belegt, die zeigen, dass in den letzten Jahrzehnten immer weniger Wärme in den Weltraum abgestrahlt wurde (siehe *menschlicher Fingerabdruck #7*). Beides sind direkte Nachweise dafür, dass steigender CO₂-Gehalt Erwärmung zur Folge hat.⁵



Die Klimageschichte der Erde gewährt ebenfalls interessante Einblicke. Eisbohrkerne zeigen, dass CO₂ in der Vergangenheit der Erde anstieg, **nachdem zuerst** eine Erwärmung stattgefunden hatte. Dieses Hinterherhinken des CO₂ bedeutet, dass die Temperatur den CO₂-Gehalt der Atmosphäre beeinflusst. Es ist nun so, dass eine Erwärmung für mehr CO₂ sorgt, und dass das Mehr an CO₂ wiederum die Erwärmung verstärkt. Beides zusammengekommen ergibt eine so genannte positive Rückkopplung. Positive oder negative Rückkopplungen sind aber nicht notwendigerweise gut oder schlecht. Positive Rückkopplungen verstärken lediglich einen schon stattfindenden Klimawandel, während negative Rückkopplungen den Wandel abschwächen oder sogar unterdrücken.



In der Vergangenheit erwärmte sich das Erdklima durch Änderungen der Erdumlaufbahn. Dadurch wurde CO₂ von den Ozeanen mit den folgenden Konsequenzen freigesetzt:

- Das zusätzliche CO₂ verstärkte die ursprüngliche Erwärmung - eine positive Rückkopplung.
- Das zusätzliche CO₂ verteilte sich in der gesamten Atmosphäre und sorgte weltweit für eine weitere Erwärmung.^{17,18}

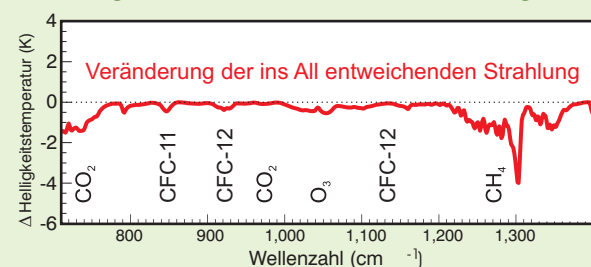
Die Ergebnisse aus den Eisbohrkernen spiegeln den Erwärmungseffekt des CO₂ wieder. Tatsächlich kann die dramatische Erwärmung am Ende einer Eiszeit ohne die CO₂-Rückkopplung gar nicht erklärt werden. Das Hinterherhinken des CO₂ widerlegt also nicht im Entferntesten die Treibhauswirkung des CO₂. Im Gegenteil: Es belegt das Vorhandensein einer positiven Rückkopplung im Klimasystem.

Menschlicher Fingerabdruck #2

Weniger Wärme entweicht ins All

Satelliten messen die von der Erde abgestrahlte Infrarotstrahlung und belegen ganz klar die Existenz des Treibhauseffekts. Ein Vergleich der Satellitendaten von 1970 und 1996 zeigt, dass bei Wellenlängen, die von den Treibhausgasen absorbiert werden, sogar immer weniger Energie die Erde verlässt. Dies wird von den Forschern als "direkter, experimenteller Beweis für die signifikante Zunahme des Treibhauseffekts" beschrieben.

Dies wurde inzwischen durch nachfolgende Messungen verschiedener Satelliten bestätigt.^{19,20}

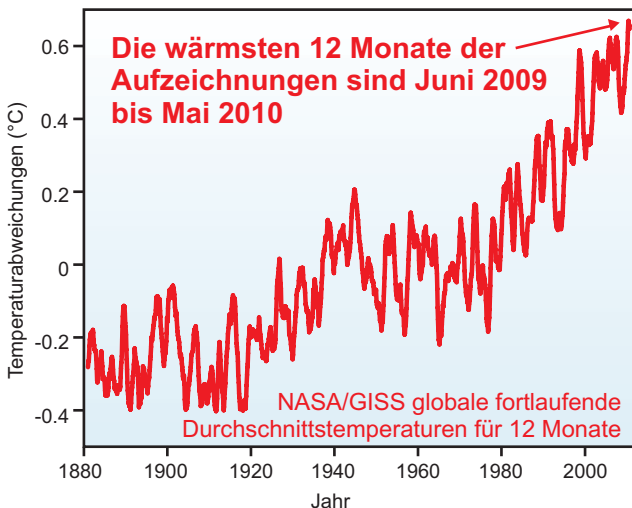


Veränderungen im Spektrum der von der Erde abgestrahlten Energie durch die Zunahme der Treibhausgase zwischen 1970 und 1996. Negative Werte bedeuten weniger abgestrahlte Wärme.⁴

Belege für die aktuell stattfindende Erwärmung

Eines der Argumente der "Skeptiker" erfordert gleich drei Stufen der Rosinenpickerei. Dieses Argument lautet: "Die globale Erwärmung hat 1998 aufgehört".

Die erste herausgepickte Rosine ist die Verwendung von Temperaturdaten, die nicht den gesamten Globus abdecken, so wie z.B. die Daten des Hadley-Zentrums in Großbritannien. Das Hadley-Zentrum berücksichtigt nämlich nicht die arktischen Regionen, in denen die Erwärmung am stärksten ist. Daten, die den ganzen Planeten berücksichtigen, ergeben das Jahr 2005 als das wärmste der Aufzeichnungen. Die wärmsten aufeinander folgenden zwölf Monate waren übrigens Juni 2009 bis Mai 2010.²³

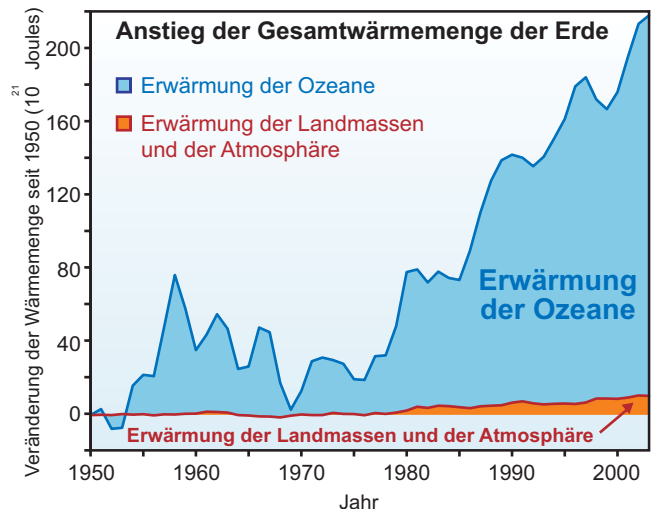


*Zwölfmonatiges, gleitendes Mittel der globalen Temperaturschwankungen.*²⁴

Die zweite Rosine ist das Heraussuchen eines Langzeittrends, der auf handverlesenen Endpunkten basiert. Ozeanphänomene wie El Niño sorgen für einen riesigen Wärmeaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre. Unter anderem deswegen springt die Oberflächentemperatur der Erde von Jahr zu Jahr hin und her. Um aber den langfristigen Trend herauszufinden, verwenden Forscher Methoden wie gleitende Mittel und lineare Regression. Diese berücksichtigen alle Daten. So zeigt sich, dass die Temperaturen auch nach 1998 angestiegen sind.^{23,25}

Die dritte Rosine ist die alleinige Betrachtung der Oberflächentemperatur der Erde, die ein Maß für die Temperatur der Atmosphäre ist. Über 80% der Energie des verstärkten Treibhauseffekts wird jedoch von den Ozeanen aufgenommen und erwärmt diese. Um also herauszufinden, ob sich die Erwärmung auch nach 1998 fortgesetzt hat, muss man deshalb die gesamte im Klimasystem angesammelte

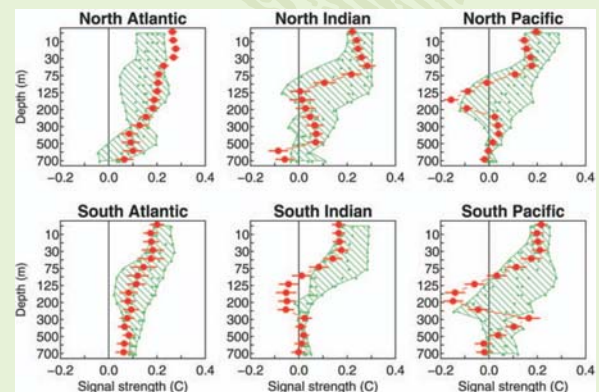
Wärmemenge betrachten. Macht man dies und berücksichtigt die Ozeane, die Atmosphäre, die Land- und die Eismassen, so sieht man, dass die Wärmemenge im Klimasystem immer weiter ansteigt.²⁶



Kumulative Wärmemenge der Erde seit 1950.²⁶ Die Rate der angesammelten Energie seit 1970 entspricht 2,5 Hiroshimabomben pro Sekunde.²⁷

Menschlicher Fingerabdruck #3 Das Muster der Ozeanerwärmung

In den Ozeanen der Erde hat sich in den letzten 40 Jahren stetig Energie angesammelt. Das spezifische Muster der Erwärmung, die von der Oberfläche ausgeht, kann nur durch die Treibhauserwärmung erklärt werden.¹⁰



Gemessene Ozeantemperatur (rot) im Vergleich zu den Modellergebnissen, die die Treibhauserwärmung berücksichtigen (grün).¹⁰

Weitere Beweise, dass die globale Erwärmung ein Fakt ist

So manch einer behauptet, dass ein Großteil der gemessenen Erwärmung ganz einfach auf Wetterstationen zurückzuführen sei, die in der Nähe von Klimaanlagen und Parkplätzen aufgestellt sind. Wir wissen aber aus verschiedenen Gründen, dass das nicht stimmt. Man kann nämlich die Temperaturen von gut und schlecht aufgestellten Stationen vergleichen. Beide zeigen die gleiche Erwärmung.

Zusätzlich kann man die Thermometermessungen auch mit Satellitendaten abgleichen. Diese zeigen einen ähnlichen Grad an Erwärmung und bestätigen somit, dass uns die Thermometer ein genaues Bild liefern.

Neben den überzeugenden Temperaturaufzeichnungen gibt es aber noch einen riesigen Berg an Beobachtungen, die mit einer sich erwärmenden Welt im Einklang sind. Eisdecken schmelzen und verlieren so jährlich Milliarden Tonnen an Masse. Der Meeresspiegel steigt mit größer werdender Geschwindigkeit. Arten wandern in Richtung der Pole und Gletscher ziehen sich zurück (wodurch die Wasserversorgung von Millionen Menschen gefährdet wird).

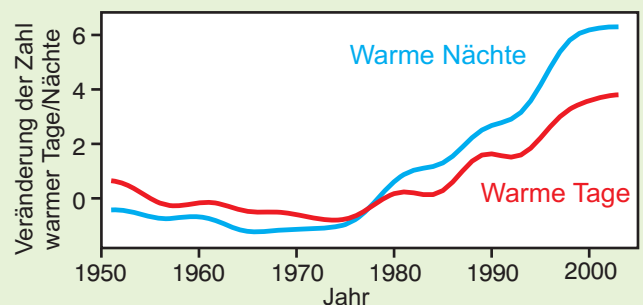
Um das Klimasystem wirklich zu verstehen, muss man sich alle vorliegenden Beweise ansehen. So ergibt sich ein Gesamtbild, das nur den Schluss zulässt, dass die globale Erwärmung Realität ist.



Parnesan & Yohe 2003³², NOAA³⁴

Menschlicher Fingerabdruck #4 Nächte erwärmen sich stärker als Tage

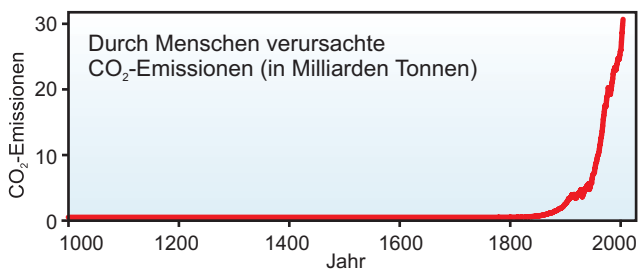
Ein verstärkter Treibhauseffekt bedeutet, dass es sich nachts stärker erwärmen sollte als tagsüber. Während des Tages erwärmt die Sonne die Erdoberfläche. Nachts wird diese Energie ins Weltall abgestrahlt und die Oberfläche kühlt sich ab. Treibhausgase verlangsamen diesen Abkühlungsprozess. Wäre die Erwärmung von der Sonne verursacht, würden sich Tage stärker erwärmen als Nächte. Stattdessen steigt die Zahl warmer Nächte schneller an als die warmer Tage.⁶



Langzeitveränderung der Zahl warmer Tage (rot) und warmer Nächte (blau) pro Jahr. Warm bedeutet die oberen 10%.⁶

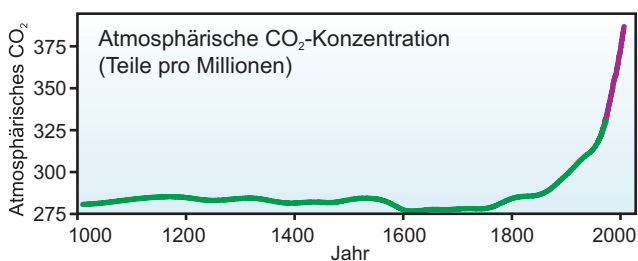
Hockeyschläger oder Hockeyliga?

Als "Hockeyschläger" bezeichnet man gemeinhin Temperaturrekonstruktionen über die letzten 1000 Jahre. Die aktuelle, steile Erwärmung ist dabei das gebogene Ende des Schlägers. Es gibt aber mehrere Hockeyschläger in der Klimaforschung. Das gilt z.B. auch für das von den Menschen freigesetzte CO₂, das zumeist aus der Verwendung fossiler Brennstoffe stammt.



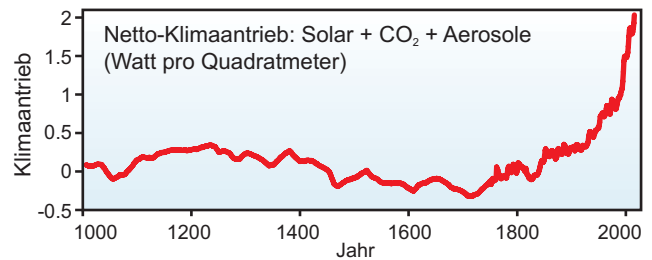
Gesamte jährliche CO₂-Emissionen (Milliarden Tonnen).¹¹

Der dramatische Anstieg der CO₂-Emissionen schlägt sich in einem ebenso steilen Anstieg des atmosphärischen CO₂-Anteils nieder. Dieser hat inzwischen Werte erreicht, die es seit mindestens 2 Millionen Jahren nicht gegeben hat.¹⁴



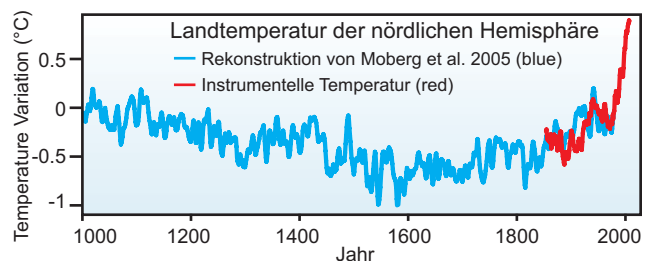
CO₂-Anteil (Teile pro Millionen) aus Eisbohrkernen von Law Dome, Ostantarktis (grün)³⁶ und direkte Messungen von Mauna Loa, Hawaii (violett).³⁷

Klimaantrieb bedeutet eine Veränderung des planetaren Energiegleichgewichts, wodurch das Klimasystem Wärme gewinnt oder verliert. Eine ganze Reihe von Faktoren bewirken solche Veränderungen, wie z.B. Schwankungen der Sonnenaktivität, Aerosole (winzige, in der Luft schwebende Partikel), Änderungen der Erdbulbauhn und CO₂. Der gesamte Klimaantrieb, der sich aus diesen Einflüssen ergibt, zeigt dann ein bekanntes Bild.



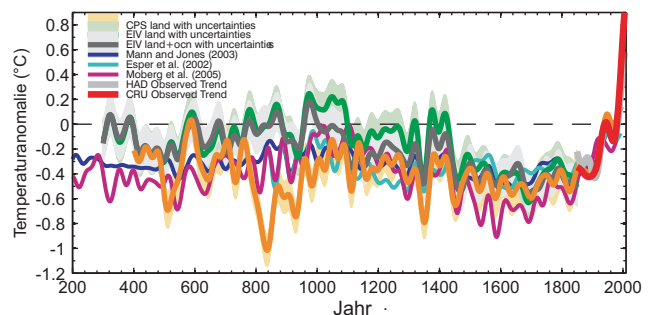
Gesamt-Klimaantrieb durch solare Variation, CO₂ und Aerosole - ohne Kurzzeiteffekte von Vulkanen.³⁸

Es zeigt sich, dass sich in unserem Klima in der jüngsten Vergangenheit Wärme ansammelt. Entsprechend macht sich dies als Erwärmung bemerkbar:



Temperaturrekonstruktion der nördlichen Hemisphäre (blau)³⁹ plus instrumentelle Messungen der Landtemperatur der nördlichen Hemisphäre (rot - 5-Jahres-Mittel).²¹

Während der letzten 10 Jahre wurde in einer ganzen Reihe weiterer Studien ebenfalls der Temperaturverlauf der letzten 1800 Jahre untersucht. Dies geschah mit verschiedensten Datensätzen und Methoden.⁴⁰



Verschiedene Temperaturrekonstruktionen der nördlichen Hemisphäre.⁴⁰

Alle diese Hockeyschläger erzählen dieselbe, in sich stimmige Geschichte: Wir Menschen haben eine weitreichende und rapide Störung in unserem Klimasystem ausgelöst.

Was können wir aus früherem Klimawandel lernen?

Ein oft benutztes 'Skeptikerargument' ist, dass "sich das Klima in der Vergangenheit durch natürliche Ursachen geändert hat und dass die jetzige Erwärmung deswegen nicht durch den Menschen verursacht worden sein kann". Ebenso unsinnig wäre die Aussage, dass "Waldbrände früher natürlich entstanden sind und Menschen deshalb heute nicht an ihrer Entstehung beteiligt sein können".

Wissenschaftler wissen natürlich, dass sich das Klima auch früher geändert hat. Diese Änderungen gewähren uns sogar wertvolle Einblicke, wie unser Planet auf verschiedene Faktoren des Klimawandels reagiert. So weiß man, was passiert wenn sich im Klimasystem Wärme ansammelt, egal ob durch stärkere Sonneneinstrahlung oder durch Treibhausgase. Die entscheidende Erkenntnis, die durch die Analyse verschiedener Phasen der Erdgeschichte erlangt wurde, ist, dass positive Rückkopplungen eine anfängliche Erwärmung verstärken.

Genau das ist der Grund, warum sich das Klima in der Vergangenheit so dramatisch geändert hat. Positive Rückkopplungen verstärken eine irgendwie geartete Temperaturänderung. Rückkopplungen sind der Grund, weswegen unser Klima so empfindlich auf Treibhausgase reagiert, von denen CO₂ der wichtigste Antriebsfaktor ist.

Es entbehrt also nicht einer gewissen Ironie, wenn vergangener Klimawandel als Gegenbeweis zum menschlichen Einfluss auf die globale Erwärmung vorgebracht wird. Die begutachtete Wissenschaft kommt da nämlich zum exakt gegenteiligen Ergebnis. Erdgeschichtlicher Klimawandel ist ein starker Beweis für das Vorhandensein einer positiven Rückkopplung, die die Erwärmung verstärkt.

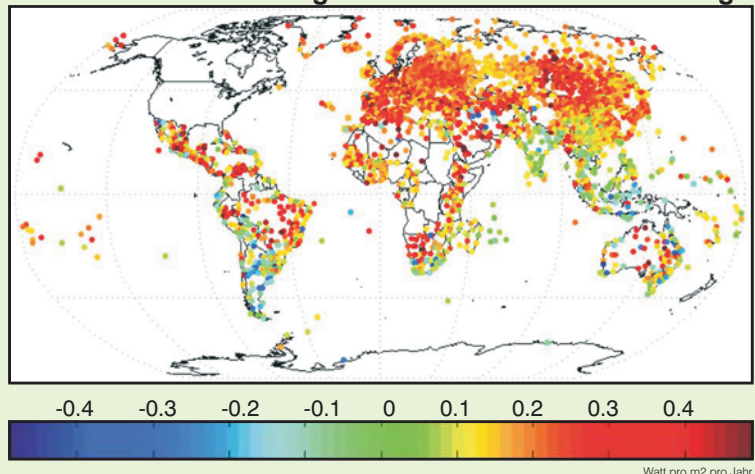


Menschlicher Fingerabdruck #5 Mehr Wärme kehrt zur Erde zurück

Ein verstärkter Treibhauseffekt lässt erwarten, dass mehr infrarote Strahlung von der Atmosphäre zur Erde zurückgestrahlt wird. Dies wird tatsächlich direkt beobachtet. Wenn man sich nun das Spektrum der nach unten gerichteten Strahlung genau ansieht, kann man herausarbeiten, wie groß der Beitrag eines jeden Treibhausgases zur Erwärmung ist. Aus diesen Ergebnissen kann folgendes Fazit gezogen werden:

*"Diese experimentellen Daten sollten das Argument der Skeptiker, dass es keinen experimentellen Beweis für den Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Treibhausgase und der globalen Erwärmung gebe, ein für alle Mal widerlegen."*⁸

Trend der nach unten gerichteten infraroten Strahlung



Trend der nach unten gerichteten Infrarotstrahlung zwischen 1973 und 2008. Für Nordamerika stehen keine Daten zur Verfügung, da diese nicht die ganze Periode von 1973 bis 2008 abdecken.⁴³

Wie sensitiv ist unser Klima?

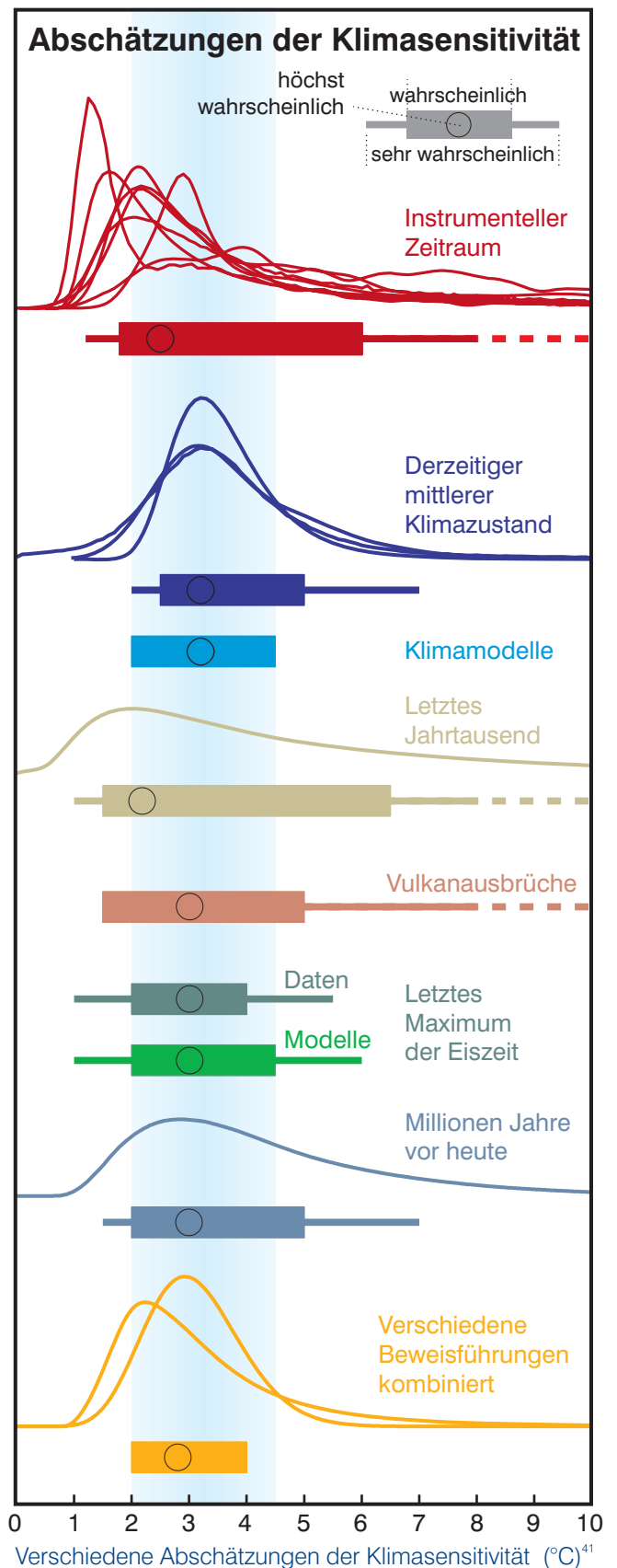
Klimasensitivität ist ein Maß dafür, wie stark sich die Atmosphäre erwärmt, wenn sich das atmosphärische CO₂ verdoppelt. Es ist hinreichend bekannt, dass die direkte Erwärmung bei einer CO₂-Verdoppelung (ohne Klimarückkopplungen) bei etwa 1,2 °C liegt. Die große Frage ist nun, wie die verschiedenen Rückkopplungen auf die anfängliche Erwärmung durch die Treibhausgase reagieren. Verstärken positive Rückkopplungen die anfängliche Erwärmung? Oder wird sie durch negative Rückkopplungen unterdrückt?

Die Klimasensitivität wird mit Hilfe verschiedener Methoden festgestellt. Instrumentelle Aufzeichnungen, Satellitenmessungen, Wärmegehalt der Ozeane, Vulkanausbrüche, Klimawandel in der Vergangenheit und Klimamodelle wurden verwendet, um die Reaktion des Klimas auf einen Anstieg der Wärmemenge zu untersuchen. Uns stehen so eine ganze Reihe unabhängiger Untersuchungen zur Verfügung, die verschiedene Zeitperioden abdecken, verschiedene Aspekte des Klimas behandeln und verschiedene Analysemethoden beinhalten.⁴¹

Diese Vielzahl an Methoden ergibt ein schlüssiges Bild – eine Klimasensitivität im Bereich von 2 bis 4,5 °C, mit einem wahrscheinlichsten Wert von 3 °C. Das heißt also, dass eine positive Rückkopplung die anfängliche, CO₂-bedingte Erwärmung verstärkt.

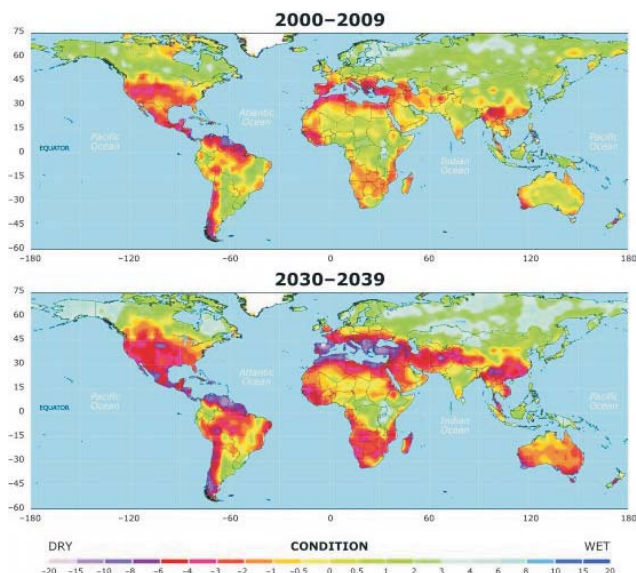
Einige Wissenschaftler vertreten die Ansicht, dass die Klimasensitivität deutlich kleiner als oben angegeben ist und stützen sich dabei auf eine Studie von Lindzen und Choi. Diese Studie verwendet Satellitenmessungen der von der Erde ausgehenden Strahlung und legt eine starke negative Rückkopplung nahe. Jedoch werden dabei nur Daten aus den Tropen berücksichtigt. Die Tropen sind jedoch kein geschlossenes System – eine große Menge Energie wird nämlich zwischen den Tropen und Subtropen ausgetauscht. Um jedoch die globale Klimasensitivität schlüssig berechnen zu können, muss man globale Beobachtungen verwenden. Mit mehreren Studien, die mit fast den kompletten Globus abdeckenden Satellitendaten arbeiten, wurde eine solche positive Rückkopplung nachgewiesen.^{46,47}

Ein korrektes Verständnis der Klimasensitivität erfordert, die Gesamtheit aller Beweise zu berücksichtigen. Zu behaupten, die Klimasensitivität sei niedrig und sich dabei nur auf eine einzelne Studie zu stützen, bedeutet, die vielen anderen Beweisführungen zu ignorieren, die eine positive Rückkopplung und eine hohe Klimasensitivität belegen.



Auswirkungen der globalen Erwärmung

Zu behaupten, dass die globale Erwärmung gut für die Menschheit sei, bedeutet, die vielen negativen Auswirkungen auszublenden. Das häufigste Argument dieser Art ist, dass Kohlendioxid "Pflanzennahrung" ist und deshalb wird einfach unterstellt, dass CO₂-Emissionen eine gute Sache seien. So ignoriert man die Tatsache, dass Pflanzen, um zu überleben, auf mehr als CO₂ angewiesen sind. Der "CO₂-Dünger" Effekt ist begrenzt und wird schnell durch die negativen Auswirkungen wie Hitzestress, Dürre und Smog überwältigt werden, von denen erwartet wird, dass sie in Zukunft häufiger auftreten werden. Im vergangenen Jahrhundert hat die Heftigkeit von Dürren global zugenommen und es wird vorhergesagt, dass sich dies in der Zukunft noch verstärken wird. Pflanzen können nicht von zusätzlichem CO₂ profitieren, wenn sie zuvor verdursten.⁵⁰



Vergangene & zukünftige Dürren unter Verwendung des Palmerindex für die Schwere von Dürren. Blau zeigt nasse, rot trockene Bedingungen. Ein Wert von -4 und darunter steht für extreme Dürre.⁵¹

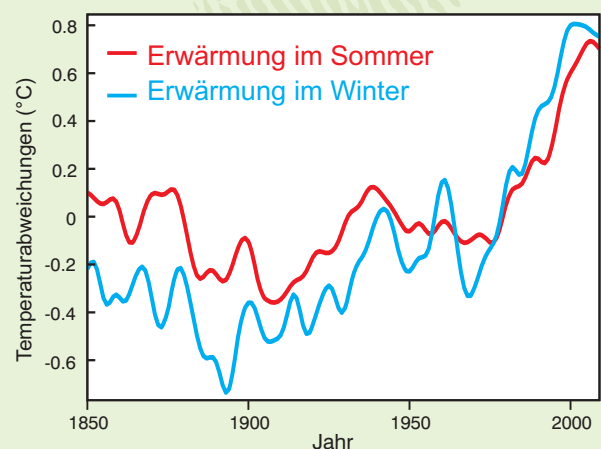
Es gibt viele Auswirkungen des Klimawandels, die keine positiven Aspekte haben. Zwischen 18 und 35% aller Pflanzen- und Tierarten könnten bis 2050 vom Aussterben bedroht sein. Ozeane nehmen viel CO₂ aus der Luft auf, was zur Versauerung der Ozeane führt. Es wird davon ausgegangen, dass dies schwerwiegende destabilisierende Auswirkungen auf die komplette Nahrungskette der Meere haben wird - und das Ganze noch zusätzlich zu den negativen Auswirkungen der Korallenbleiche durch wärmer werdendes Wasser (ein Doppelschlag der globalen Erwärmung). Nach Schätzungen hängt 1 Milliarde Menschen zu einem wesentlichen Teil (> 30%) ihrer Versorgung von tierischen Proteinen aus den Ozeanen ab.⁵⁵

Wenn Gletscher und Schneefelder schrumpfen, schrumpft auch der Wassernachschub für Millionen von Menschen, die gänzlich von diesen Süßwasservorräten abhängig sind, vor allem für landwirtschaftliche Bewässerungssysteme. Der Meeresspiegelanstieg und verstärkte Sturmaktivitäten werden im Laufe dieses Jahrhunderts gleichermaßen Auswirkungen auf Millionen von Menschen haben, wenn Reisfelder mit Salzwasser überschwemmt werden, Meerwasser in Flüsse vordringt, grundwasserführende Schichten verunreinigt und ganze Bevölkerungsgruppen ihre Heimat verlassen müssen. Dies wird Millionen von Menschen dazu zwingen, ins Landesinnere zu ziehen, was das Risiko von Konflikten erhöht.⁵⁶

Wenn also jemand behauptet, dass die globale Erwärmung etwas Gutes sei, indem einzelne positive Auswirkungen erwähnt werden, muss man immer daran denken, dass die komplette Beweislage zeigt, dass die negativen Auswirkungen viel schwerer wiegen als die positiven.

Menschlicher Fingerabdruck #6 Winter erwärmen sich schneller

Bei einer zunehmenden Treibhauserwärmung wird erwartet, dass sich Winter schneller als Sommer erwärmen. Dies liegt daran, dass der Treibhauseffekt auf den Winter stärkeren Einfluss hat. Dies wird durch die instrumentellen Aufzeichnungen bestätigt.^{7,68}



Bereinigte Temperaturabweichungen für Winter und Sommer, im Durchschnitt über Land von 1850 bis 2009.²¹

Sich auf den Überbringer der schlechten Nachricht einschließen

Im November 2009 wurden die Server der Universität von East Anglia angegriffen, und Emails wurden gestohlen. Als eine Auswahl dieser zwischen Klimawissenschaftlern ausgetauschten Emails im Internet veröffentlicht wurde, wurden ein paar suggestive Zitate aus dem Zusammenhang gerissen und so interpretiert, dass die globale Erwärmung als eine Verschwörung entlarvt worden sei. Dies wurde von einigen Personen "Climategate" genannt. Um herauszufinden, ob es irgendein Fehlverhalten seitens der Forscher gegeben hatte, haben sechs unabhängige Kommissionen in England und den

USA die gestohlenen Emails untersucht. Jede einzelne dieser Untersuchungen hat die Klimaforscher von etwaigem Fehlverhalten eindeutig freigesprochen.^{57,58,59,60,61,62}

Die am häufigsten zitierte Email ist die Formulierung "die Abnahme verstecken (hide the decline)", die üblicherweise falsch verstanden wird. Die "Abnahme" bezieht sich tatsächlich auf eine Abnahme des Wachstums der Jahresringe bei Bäumen seit den 60er Jahren. Da das Wachstum von

Bäumen auch durch die Temperaturen beeinflusst wird, stimmt die Dicke der Jahresringe oft sehr gut mit den Thermometer-Messungen der Vergangenheit überein. Es gibt jedoch einige Jahresringe, die seit 1960 von den Thermometer-Messungen abweichen. Dieses Problem wird in der fachlich begutachteten Literatur schon seit 1995 offen diskutiert. Schaut man sich die Email von Phil Jones im Zusammenhang mit der diskutierten Wissenschaft an, handelt es sich nicht um verschwörerische

Machenschaften, sondern um eine technische Diskussion über Techniken zur Datenbehandlung, die in der fachlich begutachteten Literatur jederzeit zugänglich ist.

Es ist wichtig, die gestohlenen Emails zu relativieren. Eine Handvoll Wissenschaftler diskutiert über einige Klimadaten. Selbst ohne die von ihnen diskutierten Daten gibt es eine überwältigende und in sich stimmige Beweislage, die von unabhängigen, über den ganzen Globus verteilten wissenschaftlichen Teams in mühevoller Kleinarbeit zusammengetragen wurden. Einige suggestive und aus dem Zusammenhang gerissene Zitate mögen als Ablenkung für diejenigen dienen, die den physikalischen Realitäten des Klimawandels ausweichen möchten, sie ändern aber nichts an unserem wissenschaftlichen Verständnis der Rolle der Menschheit bei der globalen Erwärmung. Climategate versucht, mit dem Finger auf die Wissenschaftler zu zeigen und lenkt die Aufmerksamkeit ab von dem, was wirklich wichtig ist: der Wissenschaft.

"Die Strenge und Aufrichtigkeit der Wissenschaftler steht außer Frage."

UNABHÄNGIGE
BEURTEILUNG DER
KLIMAWANDEL-EMAILS⁵⁹

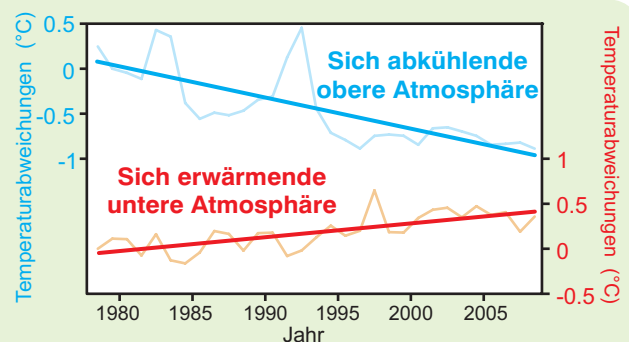
"Es gibt keine glaubwürdigen Beweise dafür, dass Dr. Mann direkt oder indirekt an irgendwelchen Aktivitäten, mit der Absicht Daten zu unterdrücken oder zu fälschen teilnahm, oder dass er daran beteiligt gewesen ist."⁶⁰

PENN STATE
UNIVERSITY

Menschlicher Fingerabdruck #7

Die sich abkühlende obere Atmosphäre

Während die Treibhausgase mehr Wärme in den unteren Atmosphärenschichten zurückhalten, erreicht weniger Wärme die obere Atmosphäre (die Stratosphäre und noch höhere Schichten). Wir erwarten also sich erwärmende untere Atmosphärenschichten und sich abkühlende höhere Schichten. Dies wurde durch Satelliten und Wetterballone gemessen.¹



Temperaturabweichungen (Grad Celsius) in der oberen und unteren Atmosphäre, wie sie durch Satelliten gemessen werden (RSS).⁶⁴

Der wissenschaftliche Konsens zur globalen Erwärmung

Manchmal stößt man vielleicht auf Petitionen, auf denen Wissenschaftler aufgeführt sind, die der Theorie vom menschengemachten Klimawandel skeptisch gegenüberstehen. Nur sehr wenige der Unterzeichner sind jedoch aktiv an der Klimaforschung beteiligt. Es finden sich darunter Mediziner, Zoologen, Physiker und Ingenieure, aber nur sehr wenige, deren Fachgebiet die Klimawissenschaft ist.

Was denken also die echten Experten? Mehrere Studien haben Klimawissenschaftler befragt, die aktive klimarelevante Untersuchungen veröffentlichen. Jede dieser Studie kam zum gleichen Schluss - über 97% der Klimaexperten sind davon überzeugt, dass die Menschheit die globalen Temperaturen verändert.^{65,66}

Dies wird durch die fachlich begutachtete Forschung bestätigt. Eine Untersuchung aller fachlich begutachteter Forschungsergebnisse zum Thema "globaler Klimawandel", die zwischen 1993 und 2003 veröffentlicht wurden, fand heraus, dass von den 928 gefundenen Studien keine einzige die Konsensposition ablehnte, dass menschliche Aktivitäten die globale Erwärmung verursachen.⁶⁷

Über 97 % der Klimaexperten gehen davon aus, dass die Menschheit die globale Erwärmung verursacht



Die Übereinstimmung der Beweise

Das Argument für die von Menschen verursachte globale Erwärmung beruht nicht auf einer Abstimmung per Handzeichen, sondern auf direkten Beobachtungen. Viele voneinander unabhängige Beweisketten führen alle zur gleichen Antwort.

Es gibt eine Übereinstimmung der Beweise dafür, dass die Menschheit den Gehalt von Kohlendioxid in der Atmosphäre erhöht. Dies wird durch Messungen der Arten von Kohlenstoff in der Luft bestätigt. Was wir sehen, ist, dass ein größerer Teil dieses Kohlenstoffs von fossilen Brennstoffen stammt.

Es gibt eine Übereinstimmung der Beweise dafür, dass mehr CO₂ zu einer Erwärmung führt.

Satelliten messen, dass weniger Wärme ins All entweicht. Beobachtungen an der Erdoberfläche belegen, dass mehr Wärme zur Erde zurückgestrahlt wird. Dies passiert genau bei den Wellenlängen, bei denen CO₂ Wärme am Entweichen hindert - ein eindeutiger menschlicher Fingerabdruck.

Es gibt nicht nur einen Konsens der Wissenschaftler - es gibt auch eine Übereinstimmung der Beweise

Es gibt eine Übereinstimmung der Beweise dafür, dass die globale Erwärmung stattfindet. Thermometer und Satelliten messen den gleichen Erwärmungstrend. Weitere Zeichen für die Erwärmung werden überall auf dem Globus

gefunden - kleiner werdende Eisfelder, sich zurückziehende Gletscher, ansteigende Meeresspiegel und sich verändernde Jahreszeiten.

Das Muster der Erwärmung zeigt die verräterische Handschrift eines verstärkten Treibhauseffekts. Nächte erwärmen sich schneller als Tage. Winter erwärmen sich schneller als Sommer. Die unteren Schichten der Atmosphäre erwärmen sich, während die oberen Schichten sich abkühlen.

Bei der Frage, ob die Menschheit den Klimawandel verursacht, gibt es nicht nur einen Konsens der Wissenschaftler - es gibt auch eine Übereinstimmung der Beweise.

Quellenangaben

1. Jones, G., Tett, S. & Stott, P. (2003): Causes of atmospheric temperature change 1960-2000: A combined attribution analysis. *Geophysical Research Letters*, 30, 1228
2. Laštovička, J., Akmaev, R. A., Beig, G., Bremer, J., and Emmert, J. T. (2006). Global Change in the Upper Atmosphere. *Science*, 314(5803):1253-1254.
3. Santer, B. D., Wehner, M. F., Wigley, T. M. L., Sausen, R., Meehl, G. A., Taylor, K. E., Ammann, C., Arblaster, J., Washington, W. M., Boyle, J. S., and Braggemann, W. (2003). Contributions of Anthropogenic and Natural Forcing to Recent Tropopause Height Changes. *Science*, 301(5632):479-483.
4. Harries, J. E., et al (2001). Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997. *Nature*, 410, 355-357.
5. Manning, A.C., Keeling, R.F. (2006). Global oceanic and land biotic carbon sinks from the Scripps atmospheric oxygen flask sampling network. *Tellus*. 58:95–116.
6. Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Tank, A. M. G. K., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Kumar, K. R., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., and Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111(D5):D05109+.
7. Braganza, K., D. Karoly, T. Hirst, M. E. Mann, P. Stott, R. J. Stouffer, and S. Tett (2003), Indices of global climate variability and change: Part I—Variability and correlation structure, *Clim. Dyn.*, 20, 491–502.
8. Evans W. F. J., Puckrin E. (2006), Measurements of the Radiative Surface Forcing of Climate, P1.7, AMS 18th Conference on Climate Variability and Change.
9. Wei, G., McCulloch, M. T., Mortimer, G., Deng, W., and Xie, L., (2009), Evidence for ocean acidification in the Great Barrier Reef of Australia, *Geochim. Cosmochim. Ac.*, 73, 2332–2346.
10. Barnett, T. P., Pierce, D. W., Achutarao, K. M., Gleckler, P. J., Santer, B. D., Gregory, J. M., and Washington, W. M. (2005), Penetration of Human-Induced Warming into the World's Oceans. *Science*, 309(5732):284-287.
11. Boden, T.A., G. Marland, and R.J. Andres. (2009). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001
12. IPCC, (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4). S. Solomon et al. eds (Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA).
13. Mandia, S. (2010), And You Think the Oil Spill is Bad?, <http://profmandia.wordpress.com/2010/06/17/and-you-think-the-oil-spill-is-bad/>
14. Tripathi, A. K., Roberts, C. D., Eagle, R. A., (2009), Coupling of CO₂ and ice sheet stability over major climate transitions of the last 20 million years. *Science* 326 (5958), 1394-1397.
15. Swart, P. K., L. Greer, B. E. Rosenheim, C. S. Moses, A. J. Waite, A. Winter, R. E. Dodge, and K. Helmle (2010), The 13C Suess effect in scleractinian corals mirror changes in the anthropogenic CO₂ inventory of the surface oceans, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L05604, doi:10.1029/2009GL041397.
16. Burch, D. E., (1970), Investigation of the absorption of infrared radiation by atmospheric gases. *Semi-Annual Tech. Rep.*, AFCRL, publication U-4784.
17. Cuffey, K. M., and F. Vimeux (2001), Covariation of carbon dioxide and temperature from the Vostok ice core after deuterium-excess correction, *Nature*, 412, 523–527.
18. Caillon N, Severinghaus J.P, Jouzel J, Barnola J.M, Kang J, Lipenkov V.Y (2003), Timing of atmospheric CO₂ and Antarctic temperature changes across Termination III. *Science*. 299, 1728–1731.
19. Griggs, J. A., Harries, J. E. (2004). Comparison of spectrally resolved outgoing longwave data between 1970 and present, *Proc. SPIE*, Vol. 5543, 164.
20. Chen, C., Harries, J., Brindley, H., & Ringer, M. (2007). Spectral signatures of climate change in the Earth's infrared spectrum between 1970 and 2006. Retrieved October 13, 2009, from European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) Web site: http://www.eumetsat.eu/Home/Main/Publications/Conference_and_Works_hop_Proceedings/groups/cps/documents/document/pdf_conf_p50_s9_01_harries_v.pdf . Talk given to the 15th American Meteorological Society (AMS) Satellite Meteorology and Oceanography Conference, Amsterdam, Sept 2007
21. HadCRUT3 global monthly surface air temperatures since 1850. <http://hadobs.metoffice.com/hadcrut3/index.html>
22. Simmons, A. J., K. M. Willett, P. D. Jones, P. W. Thorne, and D. P. Dee (2010), Low-frequency variations in surface atmospheric humidity, temperature, and precipitation: Inferences from reanalyses and monthly gridded observational data sets, *J. Geophys. Res.*, 115, D01110, doi:10.1029/2009JD012442.
23. Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., Lo, K., (2010), *Rev. Geophys.*, doi:10.1029/2010RG000345, in press
24. NASA GISS GLOBAL Land-Ocean Temperature Index, (2010), <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata/GLB.Ts+dSST.txt>
25. Fawcett, R., Jones, D. (2008), Waiting for Global Cooling, *Australian Science Medical Centre*, <http://www.aussmc.org/documents/waiting-for-global-cooling.pdf>
26. Murphy, D. M., S. Solomon, R. W. Portmann, K. H. Rosenlof, P. M. Forster, and T. Wong, (2009), An observationally based energy balance for the Earth since 1950. *J. Geophys. Res.*, 114 , D17107+. Figure redrawn on data from this paper supplied by Murphy
27. Malik, J., (1985). The Yields of the Hiroshima and Nagasaki Nuclear Explosions, *Los Alamos, New Mexico: Los Alamos National Laboratory*, LA-8819.
28. Menne, M. J., C. N. Williams Jr., and M. A. Palecki (2010), On the reliability of the U.S. surface temperature record, *J. Geophys. Res.*, 115, D11108
29. Karl, T. R., Hassol, S. J., Miller, C. D. and Murray, W. L. (2006). Temperature Trends in the Lower Atmosphere: Steps for Understanding and Reconciling Differences. *A Report by the Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*, Washington, DC.
30. Velicogna, I. (2009). 'Increasing rates of ice mass loss from the Greenland and Antarctic ice sheets revealed by GRACE', *Geophys. Res. Lett.*, 36
31. Church, J., White, N., Aarup, T., Wilson, W., Woodworth, P., Domingues, C., Hunter, J. and Lambeck, K. (2008). Understanding global sea levels: past, present and future. *Sustainability Science*, 3(1), 922.
32. Parmesan, C., Yohe, G. (2003), A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421 (6918), 37-42.
33. Immerzeel, W. W., van Beek, L. P. H., and Bierkens, M. F. P. (2010). Climate change will affect the Asian water towers. *Science*, 328(5984):1382-1385

34. NOAA National Climatic Data Center, State of the Climate: Global Analysis for September 2010, published online October 2010, retrieved on October 30, 2010 from <http://www.ncdc.noaa.gov/bams-state-of-the-climate/2009.php>
35. Mann, M., Bradley, R. and Hughes, M. (1998), Global-Scale Temperature Patterns and Climate Forcing Over the Past Six Centuries, *Nature*, 392:779-787
36. Etheridge, D.M., Steele, L.P., Langenfelds, R.J., Francey, R.L., Barnola, J.-M. and Morgan, V.I. (1998), Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
37. Tans, P., (2009), Trends in Atmospheric Carbon Dioxide - Mauna Loa, NOAA/ESRL. www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends.
38. Crowley, T.J., (2000), Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years, IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series #2000-045. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
39. Moberg, A., et al. (2005), 2,000-Year Northern Hemisphere Temperature Reconstruction. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series # 2005-019. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
40. Mann, M., Zhang, Z., Hughes, M., Bradley, R., Miller, S., Rutherford, S. and Ni, F. (2008), Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(36):13252-13257
41. Knutti, R., Hegerl, G. C., (2008), The equilibrium sensitivity of the earth's temperature to radiation changes. *Nature Geoscience*, 1 (11), 735-743.
42. Lacis, A. A., Schmidt, G. A., Rind, D., and Ruedy, R. A., (2010). Atmospheric CO₂: Principal Control Knob Governing Earth's Temperature. *Science*, 330(6002):356-359
43. Wang, K., Liang, S., (2009), Global atmospheric downward longwave radiation over land surface under all-sky conditions from 1973 to 2008. *Journal of Geophysical Research*, 114 (D19).
44. Lindzen, R. S., and Y.-S. Choi (2009), On the determination of climate feedbacks from ERBE data, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L16705, doi:10.1029/2009GL039628.
45. Trenberth, K. E., J. T. Fasullo, C. O'Dell, and T. Wong (2010), Relationships between tropical sea surface temperature and top-of-atmosphere radiation, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L03702, doi:10.1029/2009GL042314.
46. Murphy, D. M. (2010), Constraining climate sensitivity with linear fits to outgoing radiation, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L09704, doi:10.1029/2010GL042911.
47. Chung, E.-S., B. J. Soden, and B.-J. Sohn (2010), Revisiting the determination of climate sensitivity from relationships between surface temperature and radiative fluxes, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L10703, doi:10.1029/2010GL043051.
48. Challinor, A. J., Simelton, E. S., Fraser, E. D. G., Hemming, D., and Collins, M., (2010). Increased crop failure due to climate change: assessing adaptation options using models and socio-economic data for wheat in China. *Environmental Research Letters*, 5(3):034012+.
49. Tubiello, F. N., Soussana, J.-F., and Howden, S. M. (2007). Crop and pasture response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50):19686-19690.
50. Zhao, M. and Running, S. W. (2010). Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 Through 2009. *Science*, 329(5994):940-943.
51. University Corporation for Atmospheric Research. <http://www2.ucar.edu/news/2904/climate-change-drought-may-threaten-much-globe-within-decades>
52. Thomas, C. D. et al. (2004), Extinction risk from climate change. *Nature*, 427: 145/148.
53. Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C. D., Sale, P. F., Edwards, A. J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C. M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R. H., Dubi, A., and Hatzioiols, M. E. (2007), Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*, 318(5857):1737-1742.
54. Hoegh-Guldberg, O. & Bruno, J. (2010). Impacts of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328, 1523-1528.
55. Tibbets, J. (2004). The State of the Oceans, Part 1. Eating Away at a Global Food Source. *Environmental Health Perspectives*, 112(5):A282-A291
56. Dasgupta, S., Laplante, B., Meisner, C., Wheeler, D. and Yan, J. (2007) The impact of sea-level rise on developing countries: a comparative analysis, World Bank Policy Research Working Paper No 4136, February
57. Willis, P., Blackman-Woods, R., Boswell, T., Cawsey, I., Dorries, N., Harris, E., Iddon, B., Marsden, G., Naysmith, D., Spink, B., Stewart, I., Stringer, G., Turner, D. and Wilson, R. (2010), The disclosure of climate data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia, *House of Commons Science and Technology Committee*, see: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmsstech/387/387i.pdf>
58. Oxburgh, R. (2010), Report of the International Panel set up by the University of East Anglia to examine the research of the Climatic Research Unit, see: <http://www.uea.ac.uk/mac/comm/media/press/CRUstatements/SAP>
59. Russell, M., Boulton, G., Clarke, P., Eyton, D. and Norton, J. (2010), The Independent Climate Change E-mails Review. See: <http://www.cce-review.org/pdf/FINAL%20REPORT.pdf>
60. Foley, H., Scaroni, A., Yekel, C. (2010), RA-10 Inquiry Report: Concerning the Allegations of Research Misconduct Against Dr. Michael E. Mann, Department of Meteorology, College of Earth and Mineral Sciences, The Pennsylvania State University. See http://theprojectonclimatescience.org/wp-content/uploads/2010/04/Findings_Mann_Inquiry.pdf
61. Secretary of State for Energy and Climate Change, (2010). Government Response to the House of Commons Science and Technology Committee 8th Report of Session 2009-10: The disclosure of climate data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia. See <http://www.official-documents.gov.uk/document/cm79/7934/7934.pdf>
62. Assmann, S., Castleman, W., Irwin, M., Jablonski, N., Vondracek, F., (2010). RA-10 Final Investigation Report Involving Dr. Michael E. Mann. See http://live.psu.edu/fullimg/userpics/10026/Final_Investigation_Report.pdf
63. Jacoby, G. and D'Arrigo, R. (1995), Tree ring width and density evidence of climatic and potential forest change in Alaska, *Glob. Biogeochem. Cycles*, 9:22734
64. Mears, C., Wentz, F. (2009), Construction of the Remote Sensing Systems V3.2 atmospheric temperature records from the MSU and AMSU microwave sounders. *J. Atmos. Ocean. Tech.*, 26: 1040-1056.
65. Doran, P. and Zimmerman, M. (2009), Examining the Scientific Consensus on Climate Change, *Eos Trans. AGU*, 90(3)
66. Anderegg, W., Prall, J., Harold, J. and Schneider, S. (2010), Expert credibility in climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(27):12107-12109
67. Oreskes, N. (2004), Beyond the ivory tower: the scientific consensus on climate change, *Science*, 306: 1686
68. Braganza, K., D. J. Karoly, A. C. Hirst, P. Stott, R. J. Stouffer, and S. F. B. Tett (2004), Simple indices of global climate variability and change: Part II: Attribution of climate change during the twentieth century, *Clim. Dyn.*, 22, 823– 838, doi:10.007/s00382-004-0413-1

Das Argument für einen von den Menschen verursachten Klimawandel basiert auf vielen unabhängigen Beweisketten. Skepsis an der globalen Erwärmung konzentriert sich häufig auf einzelne Teile des Puzzles und ignoriert gleichzeitig die komplette Beweislage.

Unser Klima verändert sich und wir sind die Hauptursache durch unsere Emissionen von Treibhausgasen. Um die Welt um uns herum zu verstehen und um informierte Entscheidungen über die Zukunft zu treffen, sind die Fakten über den Klimawandel für uns unverzichtbar.



Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte:



www.skepticalscience.com
