

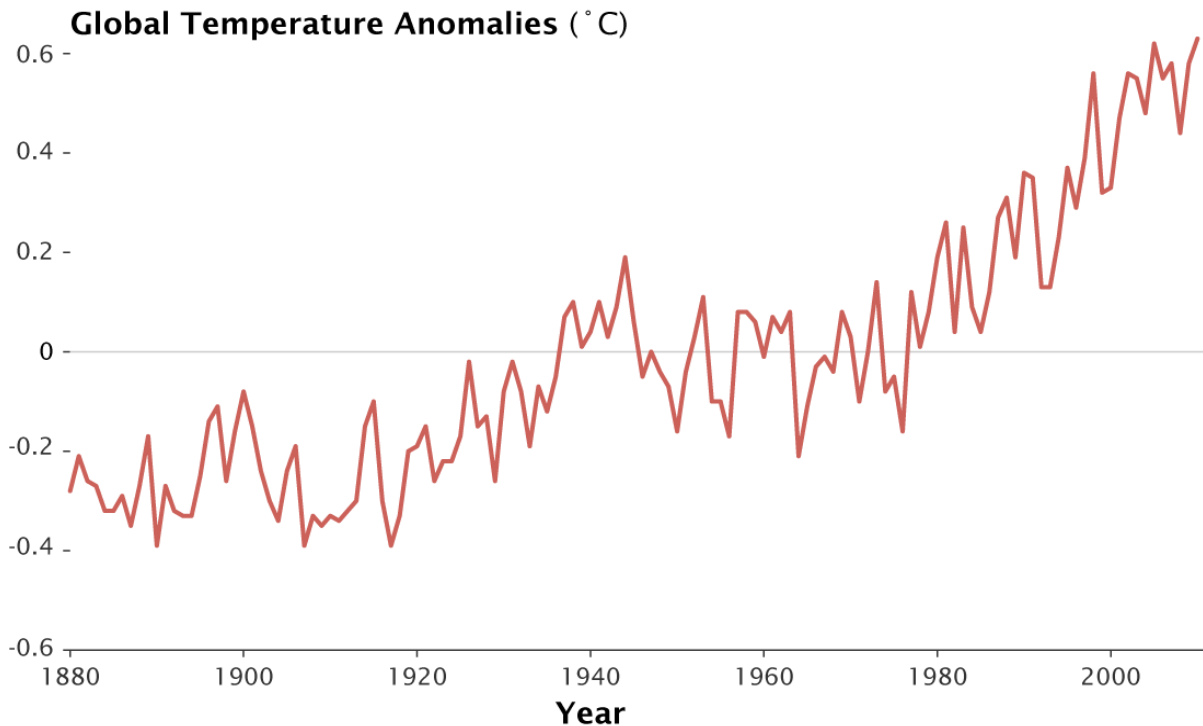
### Wie warm war das Jahr 2010?

Um herauszufinden, wie warm das Jahr 2010 war, werten die Meteorologen die weltweiten Messungen der bodennahen Lufttemperatur aus. Mit Hilfe von Rechenvorschriften interpolieren und mitteln sie diese Daten räumlich über die ganze Erde, um ein globales Mittel der Temperatur zu erhalten sowie zeitlich über ein ganzes Jahr – in diesem Falle das Jahr 2010.

Nun ist das globale Temperaturmittel von 2010 allein wenig aussagekräftig. Mehr Informationen gewinnen wir aus der Abweichung des globalen Mittels von 2010 vom Mittelwert in einem zurückliegenden, längeren Zeitraum (Referenzzeitraum) – wir sehen dann, ob 2010 wärmer oder kühler als im langjährigen Durchschnitt war. Zudem benötigen wir eine Zeitreihe der globalen Mitteltemperatur, um Erkenntnisse über die zeitliche Änderung der Temperatur – den Trend – ableiten zu können. Die Meteorologen wählen als Referenzzeitraum beispielsweise die Jahre 1961 – 1990 und bilden aus den globalen Temperaturmitteln der einzelnen Jahre dieser Periode den 30-jährigen Mittelwert. Nun konstruieren sie eine Zeitreihe (beispielsweise von 1900 bis 2010), indem sie auf der x-Achse der Darstellung alle Jahre (von 1900 bis 2010) abtragen und auf der y-Achse für jedes einzelne Jahr die Abweichung des globalen Temperaturmittels vom Mittelwert des 30-jährigen Referenzzeitraumes.

Derartige Reihen zur Analyse der zeitlichen Entwicklung der globalen Mitteltemperatur werden von verschiedenen wissenschaftlichen Institutionen berechnet und veröffentlicht. Viel genutzt ist der Datensatz der NASA (Goddard Institute for Space Studies – **GISS**), der Datensatz der Universität von East Anglia und des Britischen Meteorologischen Dienstes (Climate Research Unit at the University of East Anglia und Hadley Center – **HadCRUT**) sowie die Zeitreihe der amerikanischen Ozean-Atmosphärenbehörde **NOAA** (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Sowohl die NASA als auch die NOAA kommen zu dem Ergebnis, dass das Jahr 2010 das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen im 19. Jahrhundert war – mit einem minimalen Vorsprung zum bisherigen Rekordjahr 2005 (NASA 2011, NOAA 2011). Die Abbildung 1 zeigt die Zeitreihe der NASA, der als Referenzzeitraum zur Berechnung der Temperaturabweichungen die Periode 1951 – 1980 zugrunde liegt:



**Abbildung 1:** Abweichungen des globalen Mittels der bodennahen Lufttemperatur vom Mittelwert im Referenzzeitraum 1951 – 1980 (x-Achse: Jahre 1880-2010, y-Achse: Temperaturabweichung)

**Quelle:** <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20110112/>

Seit Ende der 1970er Jahre geht die Kurve in der Abbildung 1 steil nach oben und verdeutlicht den Trend der globalen Erwärmung. Die 10 wärmsten Jahre seit Beginn der Aufzeichnungen traten seit 1998 auf.

Die amerikanische Ozean-Atmosphärenbehörde NOAA charakterisiert die Dekade 2001 – 2010 als die wärmste seit 1880. Die Abweichung des globalen Temperaturmittels dieser Dekade vom Mittelwert im 20. Jahrhundert (1901 – 2000) beträgt 0,56°C. Zum Vergleich: Die Temperaturabweichung der bisher wärmsten Dekade 1991 – 2000 liegt bei 0,36°C (NOAA 2011).

Bedingt durch unterschiedliche Referenzzeiträume und geringfügige Abweichungen in den Methoden zur Berechnung der globalen Mitteltemperatur sind die Zeitreihen der verschiedenen wissenschaftlichen Institute nicht ganz identisch (NASA 2011a). So weist die Temperaturreihe der Universität von East Anglia und des Britischen Meteorologischen Dienstes (HadCRUT) das Jahr 1998 als wärmstes Jahr seit Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen aus:

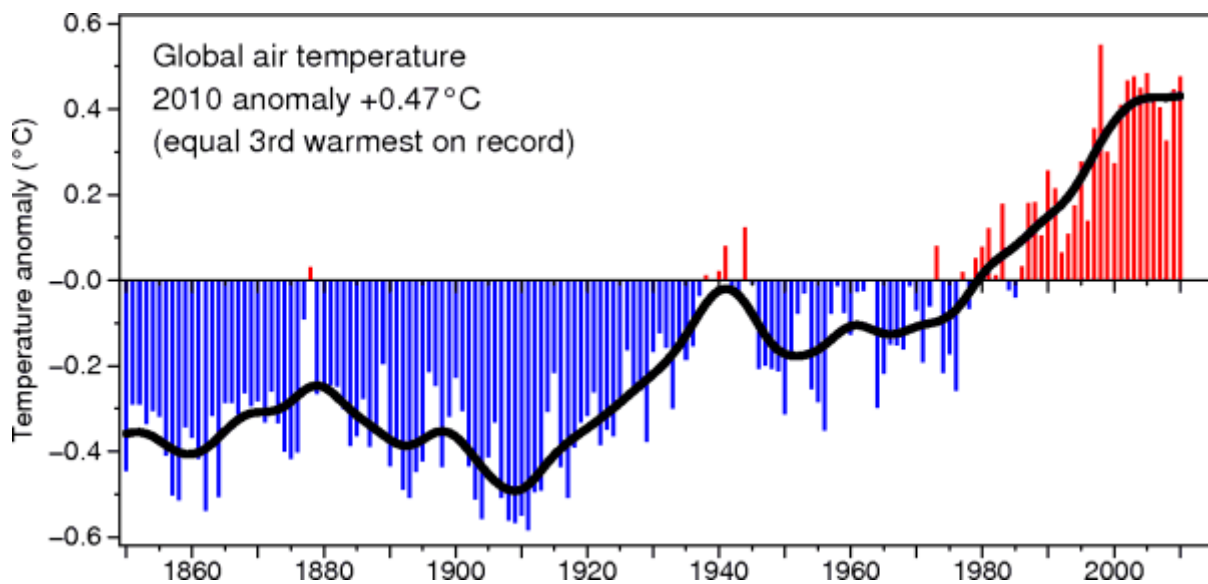


Abbildung 2: Abweichungen des globalen Mittels der bodennahen Lufttemperatur vom Mittelwert im Referenzzeitraum 1961 – 1990 (rote und blaue Balken), die durchgezogene schwarze Linie stellt den nichtlinearen Trend dar (x-Achse: Jahre 1850-2010, y-Achse: Temperaturabweichung)

Quelle: <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming/>

Die HadCRUT-Reihe wird verschiedentlich falsch interpretiert: Vor allem Zweifler an der anthropogenen (vom Menschen verursachten) Erwärmung betrachten isoliert den Zeitraum seit 1998 – dem wärmsten Jahr dieser Reihe – und argumentieren, die globale Erwärmung sei seit 1998 zum Stillstand gekommen. Wenn wir dieser Argumentation folgen, „lügen wir uns aus folgenden Gründen selbst in die Tasche“:

1. In der Klimatologie werden lange Zeitreihen (soweit vorhanden) und langfristige Trends untersucht. Auf langfristige Änderungen des Klimas müssen wir uns in besonderer Weise einstellen und Maßnahmen ergreifen. Die HadCRUT-Reihe in Abbildung 2 zeigt eine fortschreitende globale Erwärmung seit mehr als 30 Jahren. Das ist ein langfristiger Erwärmungstrend. Eine langfristige Stagnation der globalen Erwärmung hingegen ist nicht erkennbar. Wir können uns auf Grund der vorliegenden Daten nicht zurücklehnen und sagen: „Alles in bester Ordnung, die globale Erwärmung kommt zum Stillstand.“
2. Die vom Menschen verursachte Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre bewirkt einen langfristigen Anstieg der globalen Mitteltemperatur, keine stärkeren Schwankungen von Jahr zu Jahr oder über den Zeitraum weniger Jahre. Derartige Schwankungen haben andere Ursachen. Innerhalb einer globalen Erwärmung können durchaus einige kühlere Jahre auftreten, die am langfristigen Erwärmungstrend nichts

ändern. Deshalb wäre eine Handvoll kühler Jahre kein überzeugendes Argument für Zweifler an der anthropogenen Erwärmung.

3. Es gibt keinen physikalisch plausiblen Grund, das Jahr 1998 als Wendepunkt der globalen Erwärmung anzunehmen. Diesen Grund gäbe es vielleicht, wenn wir in diesem Zeitraum die atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen auf einem bestimmten Niveau stabilisiert hätten, mehrere große Vulkane ausgebrochen wären und eine lange – über mehrere Dekaden dauernde – Phase vornehmlich inaktiver Sonne prognostiziert worden wäre. Wohlgemerkt: diese Gründe müssten schon zusammenkommen. Denn trotz Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen würde die Erwärmung zunächst andauern. Welche Abkühlung ein großer Vulkanausbruch bewirkt, sehen wir in den Abbildungen 1 und 2 deutlich am Beispiel des Pinatubo 1991. Und auch die Sonne kann das Ruder nicht herumreißen: seit mehreren Jahren ist die Sonnenleuchtkraft im tiefsten Minimum seit Beginn der Satellitenmessungen in den 1970er Jahren (Rahmstorf 2011). Trotzdem fallen mit Ausnahme des Jahres 2008 sämtliche Jahre der Dekade 2001 – 2010 unter die 10 wärmsten Jahre seit Beginn der instrumentellen Beobachtungen (NOAA 2011).
4. Wir kennen einen wesentlichen Grund dafür, warum das Jahr 1998 besonders warm war: 1998 fand das bisher stärkste verzeichnete El Niño-Ereignis statt (Rahmstorf 2011a). El Niño (spanisch: das Christkind) ist die Warmphase einer periodisch wiederkehrenden Erwärmung und Abkühlung der Meeresoberflächentemperaturen im tropischen Pazifik. Dieses Phänomen beeinflusst in starkem Maße die atmosphärische Zirkulation und damit die Witterung weit über den tropischen Pazifik hinaus (MPG 2007, MPI 2011). El Niño Southern Oscillation (ENSO) – wie die vollständige Bezeichnung lautet – entsteht durch die Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre und zeigt sich in kurzfristigen Schwankungen des globalen Mittels der bodennahen Lufttemperatur. Ein besonders warmes Jahr in Zusammenhang mit einem besonders starken El Niño-Ereignis – einem natürlichen, im Abstand weniger Jahre wiederkehrenden Phänomen – ist wahrlich kein Anzeichen für eine etwaige Umkehr eines langfristigen Trends.

Kehren wir zurück zu den verschiedenen Zeitreihen des globalen Temperaturmittels. Prinzipiell kommt es in diesen Reihen weniger auf die Mitteltemperatur eines einzelnen Jahres als vielmehr auf den Temperaturtrend an. Die NASA 2011a hat die unabhängigen Datensätze von vier wissenschaftlichen Institutionen in einer Darstellung zusammengefasst:

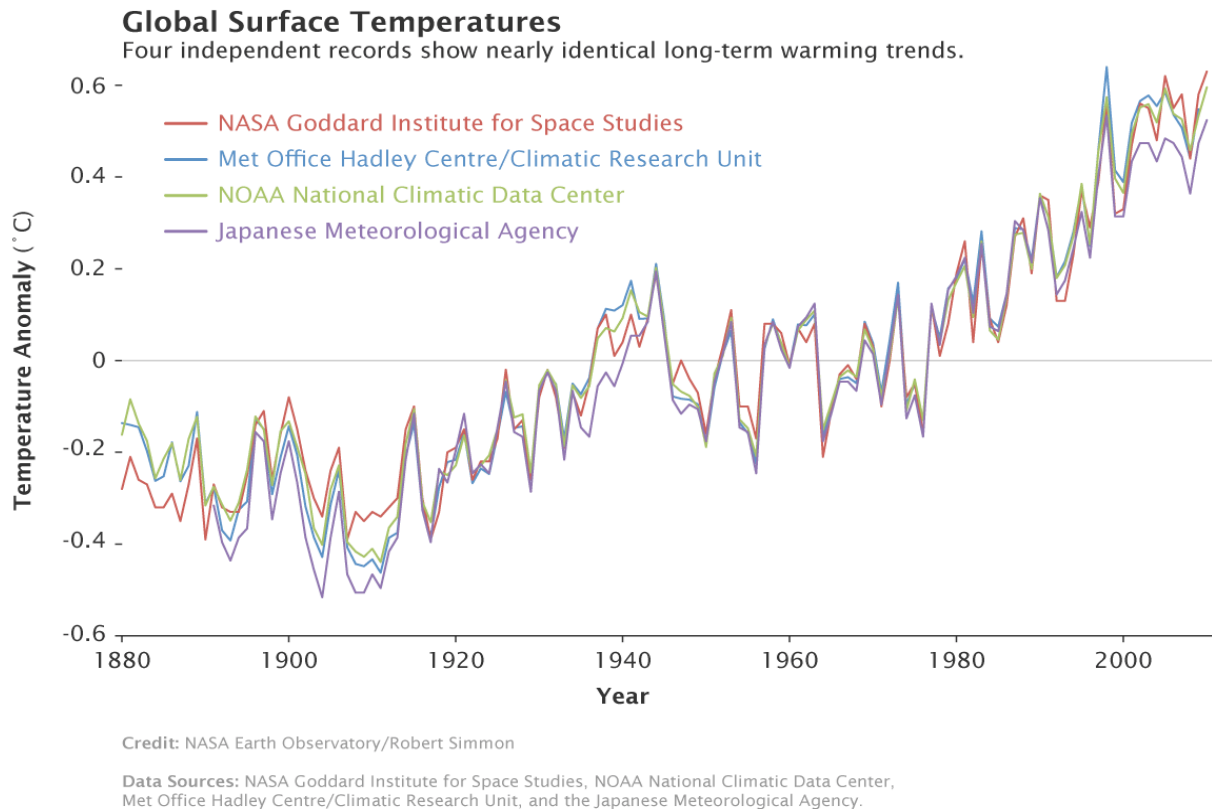


Abbildung 3: Abweichungen des globalen Mittels der bodennahen Lufttemperatur vom Mittelwert im Referenzzeitraum – Zeitreihen der NASA (rot), der Universität von East Anglia und des Britischen Meteorologischen Dienstes (blau), der amerikanischen Ozean-Atmosphärenbehörde (grün) und der Japanischen Meteorologischen Behörde (violett) im Vergleich (die Referenzzeiträume sind unterschiedlich; x-Achse: Jahre 1880-2010, y-Achse: Temperaturabweichung)

Quelle: <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20110113/>

Obwohl die Referenzzeiträume zur Berechnung der Temperaturabweichungen unterschiedlich sind und „datenleere“ Gebiete wie große Teile der Arktis bei der Berechnung der globalen Mitteltemperatur unterschiedlich behandelt werden<sup>1</sup>, sehen die Zeitreihen in der Abbildung 3 sehr ähnlich aus. Besonders der Erwärmungstrend seit Ende der 1970er Jahre taucht in allen Reihen übereinstimmend auf. Zudem verdeutlichen alle Temperaturreihen, dass die Dekade 2001 – 2010 der wärmste 10-Jahreszeitraum seit Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen war (NASA 2011a).

<sup>1</sup> In einigen Teilen der Welt wie zum Beispiel den ozeanischen Gebieten der Arktis gibt es nur wenige Wetterstationen und damit nur wenige Temperaturmessungen. Die NASA füllt diese Lücken mit Temperaturbeobachtungen der nächstgelegenen Landstationen und bezieht diese in die Berechnung des globalen Temperaturmittels mit ein. In den Temperaturreihen von HadCRUT und NOAA hingegen sind Gebiete des arktischen Ozeans ohne Temperaturmessungen ausgespart. Dadurch entstehen Abweichungen in den Temperaturreihen.

## Welche extremen Ereignisse wurden 2010 beobachtet?

Mit den folgenden Anstrichen fassen wir wichtige extreme Wetterereignisse des Jahres 2010 zusammen (vgl. NOAA 2011):

- Teile Nordamerikas, Europas und Asiens lagen zu Beginn des Jahres unter dem Einfluss sehr kalter, arktischer Polarluft. In Großbritannien wurde der kälteste Winter seit 1978/79 beobachtet.
- Warmluft hingegen strömte nordwärts nach Kanada und verursachte dort den mildesten Winter seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahre 1948 (auch Frühjahr, Sommer und Herbst waren außergewöhnlich warm, so dass 2010 in Kanada das wärmste Jahr seit 1948 war). Zugleich war der Winter der trockenste seit 1948, gebietsweise fiel überhaupt kein Schnee.
- In Australien fing das Jahr 2010 sehr heiß an – dort herrschte der wärmste Sommer seit Beginn der Messungen.
- Hitzewelle im April in Indien. Neu-Delhi meldete den wärmsten April seit 1958.
- Hitzewelle Ende Mai in Indien und Pakistan. Am 26. Mai wurden in Mohenjo-Daro in Pakistan 53,5°C gemessen, die höchste, je in Pakistan gemessene Temperatur sowie die höchste, in Asien gemessene Temperatur seit 1942. Indien verzeichnete das wärmste Jahr seit Beginn der Beobachtungen 2001.
- Mitte Juni bis Mitte August beispiellose Hitzewelle in der Region Westrußlands. Das Moskauer Observatorium meldete am 29. Juli die höchste, je gemessene Temperatur: 38,2°C. Vor 2010 betrug der Wärmerekord 36,8°C und lag 90 Jahre zurück. Auch in Finnland wurde am 29. Juli mit 37,2°C der bisherige Wärmerekord aus dem Jahre 1914 (35,9°C) gebrochen. Rußland beobachtete den wärmsten Sommer seit Beginn der Aufzeichnungen.
- Sehr warme Sommer verzeichneten auch China (wärmster Sommer seit 1961), Japan (wärmster Sommer seit 1898) und Kanada (drittwärmster Sommer seit 1948).
- Ende Juli traten in Pakistan schwere Regenfälle auf, die zu extremen Überschwemmungen führten, bei denen mindestens 1500 Menschen ums Leben kamen. Starke Monsunniederschläge in Pakistan und Indien setzten sich bis in den September hinein fort.
- Im August waren der Nordosten Chinas und Nordkorea starken Regenfällen und Überschwemmungen ausgesetzt. Starke Monsunniederschläge traten im Oktober in Vietnam, Thailand und Südostchina auf.
- Auf einen kühlen Sommer folgte in Teilen der westlichen USA eine Hitzewelle im September. Am 27. September wurde in Los Angeles eine Rekordtemperatur von 45°C gemessen.
- Kältester Dezember in Großbritannien seit mehr als 100 Jahren.

- Sehr schneereicher Dezember in den USA (an 7. Stelle der schneereichsten Dezember) und sehr kalter Dezember im Südosten der USA (an 3. Stelle der kältesten Dezember).
- Im Frühling traten in Australien außerordentlich starke Niederschläge auf. Besonders in Queensland setzten sich diese Niederschläge bis in den Dezember hinein fort und führten dort zu Hochwasser der Flüsse und starken Überschwemmungen. Die Monate September bis Dezember waren in Australien sehr kühl (September bis November an 4. Stelle, Dezember an 2. Stelle seit Beginn der Aufzeichnungen).

## Wie war die Witterung im Winter 2010/11 in Deutschland?

Der Winter 2010/11 startete in Deutschland mit einem sehr schneereichen und kalten Dezember. An vielen Orten wurden die bisherigen Rekordschneehöhen überboten. Erstmals seit 1981 gab es überall weiße Weihnachten. Der über ganz Deutschland gemittelte Niederschlag betrug rund 84 mm. Das sind etwa 20 % mehr Niederschlag als im Mittel der Referenzperiode 1961-1990<sup>2</sup> (DWD 2010).

Zudem war es im Dezember 2010 in ganz Deutschland deutlich kälter als im Mittel der Referenzperiode 1961-90. Die Mitteltemperatur für Deutschland betrug -3,5 °C und lag um 4,3 Grad unter dem langjährigen Mittelwert von 0,8°C. Der Dezember 2010 war der kälteste Dezember seit 1969 (DWD 2010).

So kalt wie der Winter begann, setzte er sich jedoch nicht fort: im Januar beeinflusste milde Luft aus Südwesten die Witterung in Deutschland und verursachte Tauwetter, Hochwasser und Überschwemmungen. Im Februar wurde teils milde, teils kalte Witterung beobachtet, eine Schneedecke bildete sich nur in wenigen Regionen. Das Temperaturmittel für ganz Deutschland und alle drei Wintermonate betrug -0,6°C und lag damit 0,8°C unter dem vieljährigen Mittelwert (0,2°C). Zum Vergleich: der Winter 2009/10 war mit einem Mittelwert von -1,5°C noch deutlich kälter (DWD 2011).

Damit waren zwei Winter in Folge – der eine mehr, der andere weniger – kälter, als es dem langjährigen Temperaturmittel entspricht. Das ist für manche Menschen ein Grund, an der globalen Erwärmung zu zweifeln, obwohl man von den Witterungsverhältnissen an einem Ort nicht auf das globale Klima schließen kann. In der Arktis, beispielsweise in Alert (Kanada, 82° nördlicher Breite) herrschen Wintertemperaturen um -30°C und nur in den Monaten Juli und August steigt die Temperatur über den Gefrierpunkt, um im Juli im Mittel 6°C zu erreichen. Die dort lebenden Menschen können sich wahrscheinlich auch nur schwer vorstellen, dass die globale Mitteltemperatur etwa 15°C beträgt.

---

<sup>2</sup> Mittel der Referenzperiode: Aus allen Mittelwerten (z.B. Niederschlagsmittel, Temperaturmittel) - für das Gebiet von Deutschland und den Monat Dezember - aller Jahre von 1961 bis 1990 wird wiederum ein Mittelwert gebildet. Das ist das Dezemberrmittel der Referenzperiode für das Gebiet von Deutschland.

Möglicherweise gibt es auch einen Zusammenhang zwischen der arktischen Meereisbedeckung (und damit der Klimaerwärmung) und der winterlichen Witterung in Europa. Wissenschaftler des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung veröffentlichten eine interessante Studie (PIK 2010, Rahmstorf 2010). Ihre Rechnungen mit einem Klimamodell ergaben, dass bei geringer Eisbedeckung auf der Barents-Kara-See das Einströmen kalter Polarluft nach Europa begünstigt wird. Da das arktische Meereis im Zuge der globalen Erwärmung mit hoher Wahrscheinlichkeit weiter schrumpft, könnten künftig häufiger kalte Winter in Europa auftreten - sofern sich der simulierte Zusammenhang bewahrheiten sollte. Allerdings fußt diese Erkenntnis bisher nur auf den Ergebnissen **eines** Klimamodells. Daraus können keine endgültigen Schlüsse gezogen werden. Der beschriebene Zusammenhang zwischen arktischer Meereisbedeckung und winterlicher Witterung in Europa kann nur durch weitere Modellrechnungen und durch mehrjährige Beobachtungsdaten bestätigt werden.

## Fazit

Die globale Erwärmung schreitet weiter fort, wie der langjährige Trend der globalen Mitteltemperatur verdeutlicht. Das Jahr 2010 war das wärmste und niederschlagsreichste Kalenderjahr seit Beginn der Aufzeichnungen im 19. Jahrhundert. Das globale Mittel der bodennahen Lufttemperatur lag – allerdings mit  $0,01^{\circ}\text{C}^3$  sehr geringfügig – über dem Mittel des bisherigen Rekordjahrs 2005.

## Quellen

DWD 2010: Deutschlandwetter im Dezember 2010.

[http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=dwdwww\\_menu2\\_presse&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2010%2F20101129\\_DeutschlandwetterimDezember2010\\_news.html](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_menu2_presse&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2010%2F20101129_DeutschlandwetterimDezember2010_news.html)

DWD 2011: Deutschlandwetter im Winter 2010/11.

[http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=dwdwww\\_menu2\\_presse&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2011%2F20110225\\_DeutschlandwetterWinter2010\\_2011\\_news.html](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_menu2_presse&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2011%2F20110225_DeutschlandwetterWinter2010_2011_news.html)

MPG 2007: El Niño, La Niña, globale Auswirkungen.

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2\\_Kreislaeufe\\_Windsysteme/\\_El\\_Nino\\_1pf.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2_Kreislaeufe_Windsysteme/_El_Nino_1pf.html)

---

<sup>3</sup> Laut Daten der NASA

MPI 2011: El Niño / La Niña. <http://www.mpimet.mpg.de/aktuelles/presse/faq-haeufig-gestellte-fragen/das-el-nino-southern-oscillation-enso-phaenomen.html>

NASA 2011: NASA Research Finds 2010 Tied for Warmest Year on Record. <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20110112/>

NASA 2011a: Despite Subtle Differences, Global Temperature Records in Close Agreement. <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20110113/>

NOAA 2011: State of the Climate, Global Analysis, Annual 2010. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2010/13>

PIK 2010: Erderwärmung könnte Winter kälter werden lassen. <http://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/erderwaermung-koennte-winter-kaelter-werden-lassen>

Rahmstorf, S., 2010: Schneerekord! <http://www.wissenslogs.de/wblogs/blog/klimalounge/klimadaten/2010-12-30/schneerekord>

Rahmstorf, S., 2011: 2010 wärmstes und nassestes Jahr weltweit seit Beginn der Aufzeichnungen. <http://www.wissenslogs.de/wblogs/blog/klimalounge/klimadaten/2011-01-13/2010-waermstes-und-nassestes-jahr-weltweit-seit-beginn-der-aufzeichnungen>

Rahmstorf, S., 2011a: Globale Temperatur 2010. <http://www.wissenslogs.de/wblogs/blog/klimalounge/klimadaten/2010-12-19/globale-temperatur-2010>