



**DMG**

Deutsche Meteorologische Gesellschaft

## **Stellungnahme der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V. zum Klimawandel**

**21. September 2015**

Auf der 10. Deutschen Klimatagung treffen sich vom 21. bis 24.09.2015 in Hamburg mehr als 250 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, um ihre neuesten Forschungsergebnisse zu präsentieren und zu diskutieren. Die Tagung wird von der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V. (DMG) in Zusammenarbeit mit dem KlimaCampus Hamburg ausgerichtet.

Im Vorfeld haben fünf renommierte Professoren, alle Mitglieder der DMG, ihren neuesten Kenntnisstand zum Klimawandel abgeglichen und zusammengefasst. Damit wird das letzte Statement der DMG zum Klimawandel von 2007 aktualisiert. Die Stellungnahme kann wegen der Komplexität der Thematik lediglich einen Überblick geben, ohne spezielle Aspekte näher zu vertiefen.

### **Der Erwärmungstrend ist ungebrochen**

Sowohl in Deutschland wie auch weltweit war 2014 das wärmste Jahr bezogen auf Flächenmittel der oberflächennahen Lufttemperatur seit 1880 (1, 2, 3). Und auch die erste Hälfte des Jahres 2015 brach global gesehen den bisherigen Wärmerekord. Von den 10 wärmsten Jahren dieses Zeitraums traten global 9 und in Deutschland 7 allein im 21. Jahrhundert auf. Dies ist ein Indiz dafür, dass die Erwärmung der unteren Atmosphäre weiter fortschreitet. In ihrem letzten Sachstandsbericht, an dem auch mehrere Mitglieder der DMG prominent mitgearbeitet haben, hat die Arbeitsgruppe I des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen der Vereinten Nationen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) festgestellt, dass der global gemittelte Temperaturanstieg zwischen 1880 und 2012 bei 0,85 °C lag, mit einem Unsicherheitsbereich von 0,65 °C bis 1,06 °C (1). Für Deutschland beträgt der Anstieg sogar ca. 1,3 °C (3).

Die Erderwärmung erfolgt zeitlich nicht gleichmäßig. Phasen stärkerer und schwächerer Temperaturzunahme und sogar kurzfristige Temperaturrückgänge überlagern den langfristigen Anstieg. Diese Schwankungen sind hauptsächlich natürlichen Einflussgrößen zuzuschreiben. Dazu gehören

beispielsweise die schwankende Sonneneinstrahlung, explosive Vulkanausbrüche, die episodisch für ca. ein bis drei Jahre die Erde abkühlen können oder auch ozeanische Vorgänge, insbesondere das Wechselspiel der Warm- und Kaltwasserphasen (El Niño und La Niña) im tropischen Ost- und Zentralpazifik. Die oft betonte Tatsache, dass sich der globale Temperaturanstieg seit 1998 verlangsamt hat, hängt vermutlich auch damit zusammen, dass seit dem „Super-El-Niño“ 1997/1998 die Kaltwasserphasen im tropischen Pazifik überwogen haben (5). Das Ausmaß dieser Verlangsamung des Temperaturanstiegs unterliegt jedoch einer gewissen Unsicherheit (6).

In der Stratosphäre stellt man eine Abkühlung fest, die - abhängig von der Höhe - im globalen Mittel seit 1980 pro Dekade ca. 0,4 °C bis 1,5 °C beträgt (9). Dies ist, zusammen mit der troposphärischen Erwärmung, genau der Effekt, den man aufgrund der Strahlungswirkung der in ihren Konzentrationen zunehmenden Treibhausgase erwartet. Zum Teil allerdings ist die stratosphärische Abkühlung, insbesondere in der unteren Stratosphäre, der abnehmenden stratosphärischen Ozonkonzentration zuzuschreiben (9).

### **Der Einfluss der Meere im Klimasystem ist gravierend und setzt eindeutige Signale**

Es ist wichtig zu realisieren, dass die oberflächennahe Lufttemperatur nicht der einzige und in mancher Hinsicht auch kein guter Indikator für die anthropogen verursachte Erwärmung des Klimasystems insgesamt ist. Eine ganz wesentliche Rolle spielen die Ozeane. So wurde festgestellt, dass die Weltmeere während der letzten 40 Jahre etwa 90 % der Wärme aufgenommen haben, die durch den Anstieg der atmosphärischen Treibhausgase entstanden ist (1). Der Wärmehalt der oberen zwei Kilometer der Ozeane zeigt entsprechend einen recht kontinuierlichen Anstieg seit Jahrzehnten, eine Verlangsamung des Anstiegs in den letzten Jahren gibt es hier nicht. Das zeigt, dass die Erwärmung des Klimasystems unvermindert voranschreitet.

### **Der menschliche Einfluss auf den Klimawandel ist immer deutlicher nachweisbar**

Obwohl die Ursachen des Klimawandels, insbesondere die der sehr unterschiedlichen regionalen Trends kontrovers diskutiert werden, ist ein anthropogener Einfluss immer deutlicher nachweisbar. So hat die Sicherheit in der Beurteilung der maßgeblichen Rolle der gestiegenen Treibhausgaskonzentrationen bei der Zunahme der Temperatur während der letzten Jahre erheblich zugenommen. Das IPCC erkennt in dem 2014 erschienenen Bericht der Arbeitsgruppe I (1) den menschlichen Einfluss mit „extrem hoher Wahrscheinlichkeit“ als „dominante Ursache der globalen Erwärmung seit Mitte des 20. Jahrhunderts“. Diese Aussage wurde im Konsens der Wissenschaftler und der an der Abschlussverhandlung über die „Sum-

mary for Policymakers“ (für die Politik bindende Zusammenfassung des IPCC-Berichtes) beteiligten 196 Delegationen (195 Staaten und die EU) getroffen. Zu den menschlichen Einflüssen zählen insbesondere der Ausstoß von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) durch die Nutzung fossiler Energieträger, aber auch die Freisetzung von Partikeln (Aerosole) sowie Änderungen der Erdoberflächeneigenschaften. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft hat seit 1750 von ca. 280 ppm auf heute ca. 400 ppm (bezogen auf das Molvolumen) zugenommen. Er hat damit ein Niveau erreicht wie seit mindestens 800 000 Jahren nicht (1, 4).

### **Der Einfluss der Sonnenaktivität reicht zur Erklärung des Klimawandels nicht aus**

Der immer wieder in die Diskussion eingebrachte Einfluss der Sonnenaktivität auf die beobachtete Erwärmung kann während der letzten Jahrzehnte keine wesentliche Rolle gespielt haben, da die Leuchtkraft der Sonne seit Mitte des 20. Jahrhunderts abgenommen hat (7). Andererseits hat diese davor, in der Zeit von ungefähr 1880 bis ca. 1950, zugenommen (8) und während dieser Zeit zur Erwärmung der unteren Luftschichten beigetragen.

### **Klimamodelle bestätigen Klimaänderung und liefern Projektionen für die Zukunft**

Viele Aspekte vergangener Klimaänderungen lassen sich mit Klimamodellen nachvollziehen. Sie stellen die Wirklichkeit jedoch nur in sehr grober Annäherung dar. Das führt zwangsläufig zu erheblichen Unsicherheiten in der Berechnung des zukünftigen Klimas. Außerdem ist nicht bekannt, in welchem Ausmaß sich natürliche Vorgänge wie der Vulkanismus aber auch die anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolen in der Zukunft entwickeln werden. Für die anthropogenen Faktoren wurden in transdisziplinärer Zusammenarbeit Szenarien entwickelt, das sind gewissermaßen mögliche zukünftige Verhaltensweisen der Weltgemeinschaft. Deshalb können die Abschätzungen von Klimaänderungen keine Vorhersagen im eigentlichen Sinne sein, man spricht von Projektionen. Diese sind als Wenn-Dann-Aussagen zu verstehen.

### **Die Temperatur wird weiter steigen**

Dem letzten IPCC-Bericht (1) zufolge wird für den Zeitraum 2081-2100 gegenüber 1986-2005 für das untere Szenario (aggressive Emissionsminderung) eine Zunahme der oberflächennahen Lufttemperatur im globalen Mittel von 0,3 °C bis 1,7 °C erwartet, für das obere („weiter so wie bisher“) von 2,6 °C bis 4,8 °C. Regional fällt die Änderung jedoch sehr unterschiedlich aus. Hinsichtlich der Extremtemperaturen berechnen die Modelle für viele Regionen der Erde, so auch für Deutschland, vor allem eine Tendenz zu häufigeren sommerlichen Hitzewellen.

### **Viele Unsicherheiten beim zukünftigen Anstieg des Meeresspiegels**

Für den Anstieg des Meeresspiegels liegen die entsprechenden Projektionen im weltweiten Durchschnitt bei 26 cm bis 55 cm (unteres Szenario) bzw. 45 cm bis 82 cm (oberes Szenario). Sogenannte semi-empirische Abschätzungen kommen für das obere Szenario zu Werten von rund 1 m bis 2,4 m, gelten aber als wenig verlässlich (1). Dabei ist auch hinsichtlich des erwarteten Anstiegs des Meeresspiegels von großen räumlichen Unterschieden auszugehen. Beim Meeresspiegel besteht das Problem, dass wesentliche Faktoren wie insbesondere die Zukunft der großen „Wasserspeicher“ Grönland und Antarktis in den üblichen Klimamodellen bisher nicht interagierend berücksichtigt sind. Daten über die Veränderungen dieser Eisschilde sind erst seit wenigen Jahren verfügbar. Daher gibt es in dieser Hinsicht noch viele Diskussionen und wesentliche Abweichungen von den derzeitigen IPCC-Abschätzungen wären nicht überraschend.

### **Niederschlag und Extremwetterereignisse zeigen uneinheitliche Änderungstendenzen**

Der Niederschlag ist wegen seiner starken raum-zeitlichen Variabilität sowohl in den Beobachtungsdaten als auch in den Modellrechnungen wesentlich schwieriger zu erfassen als die Temperatur. In Deutschland beobachtet man vor allem eine Zunahme der winterlichen Niederschläge (10). Weltweit halten sich die regionalen Zu- und Abnahmen ungefähr die Waage (1). In einigen Regionen misst man allerdings Umverteilungen, einschließlich deutlicher Indizien für einerseits häufigere Starkniederschläge und andererseits häufigere Dürren. Zu den Extremereignissen zählen auch die Stürme. Hier sind jedoch bisher keine klaren Tendenzen zu finden. Pauschale Aussagen über Wetterextreme sind wissenschaftlich nicht gerechtfertigt. Vielmehr muss detailliert untersucht werden, welche Art von Extrema sich wo und wie ändert.

### **Der Klimawandel hat vielfältige Auswirkungen und erfordert Anpassungsmaßnahmen**

Nach dem Synthese-Bericht des IPCC (11) aus dem Jahr 2015, der außer den rein naturwissenschaftlichen Erkenntnissen auch sozioökonomische Forschung einbezieht, führt der Klimawandel u. a. zu hydrologischen Problemen, welche die Wasserverfügbarkeit und -qualität möglicherweise schon belasten und in Zukunft noch stärker belasten könnten. Bei den Ernteerträgen überwiegen die negativen gegenüber den positiven Effekten, auch wenn in der Landwirtschaft Möglichkeiten bestehen, die negativen Auswirkungen zu mildern. An dieser Stelle gilt es, auch negative Einflüsse auf die menschliche Gesundheit zu nennen, sei es durch sommerliche Hitzewellen oder durch die mögliche Ausbreitung wärmebevorzugender Krankheitserreger. Auch die möglichen Gefahren der Ozeanversauerung für die Meeresökosysteme und das Klima – die Meere nehmen derzeit ca. ein Viertel des anthropogenen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes auf –

sind zwar formuliert, die Forschung hierzu steht allerdings erst ganz am Anfang.

Neben der Erforschung des eigentlichen Klimawandels und seiner Auswirkungen nimmt der Aspekt der Anpassung immer mehr Raum ein; denn es ist klar, dass selbst bei sehr weitreichenden Klimaschutzmaßnahmen Änderungen eintreten werden, auf die Politik und Gesellschaft reagieren müssen.

### **Viele Fragen sind noch offen**

Dass sich das Klima der Erde wandelt und die Menschen gegenwärtig die Hauptverursacher sind, ist wissenschaftlich unstrittig. Die Entdeckung des menschlichen Einflusses auf das Klima basiert auf jahrelanger intensiver Forschung und wird nach ausführlicher Diskussion innerhalb und außerhalb der Wissenschaft weitestgehend gesellschaftlich akzeptiert. Dies bedeutet nicht, dass damit die weitere Erforschung des Klimawandels überflüssig wäre.

Viele Fragen hinsichtlich der Wechselwirkungen innerhalb des Klimasystems, der regionalen Ausprägung des Klimawandels, der Änderung von Extremereignissen, aber auch im Bereich der Auswirkungen und Folgen der Erderwärmung sind noch offen.

### **Die DMG fördert die sachorientierte Kommunikation**

Die Klimawissenschaft sieht sich derzeit in einer schwierigen Situation, erwartet man doch oft, dass sich aus dem aktuellen Forschungsstand mehr oder weniger direkt die „richtige“ Klimapolitik für die kommenden Jahrzehnte ableiten lässt. Damit würde die Klimawissenschaft dann selbst zu einem politischen Akteur, der sie nicht sein kann. Das führt oft zu Spannungen zwischen politischem Nutzen und wissenschaftlicher Offenheit.

Die DMG wird sich künftig mit diesem Spannungsfeld beschäftigen, um ihre Rolle eines sachorientierten Kommunikators noch besser wahrzunehmen.

## Quellenangaben

- (1) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Stocker, T.F., et al., eds., 2014): Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1535 pp.; Internet: <http://www.ipcc.ch/>
- (2) NOAA: Global Analysis - June 2015; Internet: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201506>
- (3) Rapp, J. (2000): Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland. Bericht Nr. 212, Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 145 S.; Aktualisierungen: Deutscher Wetterdienst (DWD): Klimadaten; Internet: <http://www.dwd.de> →Klima+Umwelt →CDC (Klimadaten)
- (4) U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA): Mauna Loa, Jahreswerte der atmosphär. CO<sub>2</sub>-Konzentration, Internet: [ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2\\_annmean\\_mlo.txt](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt)
- (5) NOAA: El Niño Theme Page. Internet: <http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/nino-home.html>
- (6) Karl, T.L., et al., 2015: Possible artifacts of data biases in the recent global surface warming. Science, DOI: 10.1126/science.aaa5632
- (7) Solar Index Data Center (SIDC): Jahreswerte der Sonnenflecken-Relativzahlen, Internet: <http://www.sidc.be/silso/home>
- (8) NOAA: Radiosondendaten, Temperatur, schichtweise 850-30 hPa, Internet: <ftp://ftp1.ncdc.noaa.gov/pub/data/ratpac/ratpac-a/RATPAC-A-annual-levels.txt>
- (9) WIREs Climate Change, Advanced Review, Stratospheric temperature trends: our evolving understanding, John Wiley, Vol.2 July/August 2011,592-609
- (10) Deutscher Wetterdienst (DWD): <http://www.dwd.de> →Klima+Umwelt →Klimawandel
- (11) IPCC (Pachauri, R.K., et al., eds., 2015): Climate Change 2014. Synthesis Report. Internet: <http://www.ipcc.ch/>

## Ansprechpartner

Prof. Dr. Martin Claußen, Hamburg

Prof. Dr. Herbert Fischer, München

Prof. Dr. Mojib Latif, Kiel

Prof. Dr. Christian-D. Schönwiese, Frankfurt/Main

Prof. Dr. Hans von Storch, Hamburg

Dipl.-Met. Gudrun Rosenhagen, Hamburg