

# PHYSIKonkret

Nr. 19  
März 2014

## Klimawandel: Erwärmungspause ja oder nein?

Anthropogene Emissionen von Treibhausgasen, vor allem von CO<sub>2</sub>, haben seit Beginn der Industrialisierung einen nachweisbaren Beitrag zur globalen Erwärmung geleistet. Während jedoch die globale Oberflächentemperatur in den vergangenen 60 Jahren im Mittel um 0,11 °C pro Jahrzehnt anstieg, hat sie seit 1998 nur noch um 0,05 °C pro Jahrzehnt zugenommen (siehe Abb. 1). Messungen und Modellrechnungen deuten darauf hin, dass diese Erwärmungspause hauptsächlich vier Ursachen hat [1].

**1. Interne Variabilität des Klimasystems.** Durch den Einfluss und die Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten des Klimasystems untereinander entstehen über Zeiträume von Jahren bis Jahrhunderten natürliche Schwankungen der Temperatur. Diese sind schwer vorherzusehen, da sie im Wesentlichen chaotischer Natur sind. Selbst regionale Phänomene

können die mittlere Erdoberflächentemperatur ändern: Das pazifische Klimaphänomen El Niño<sup>1</sup> führte z. B. zu einer sehr starken globalen Erwärmung zu Beginn der Erwärmungspause im Jahr 1998. Danach folgten einige La Niña<sup>2</sup>-Phasen im Pazifik, die kühlend wirkten.

**2. Rolle des Ozeans.** Der Ozean ist der wichtigste Wärmespeicher im Klimasystem. In den letzten 40 Jahren hat er über 90 % der zusätzlichen erzeugten Wärmeenergie aufgenommen [1]. Insgesamt hat der Ozean im letzten Jahrzehnt im gleichen Maße Wärme aufgenommen wie vorher (Abb. 2 zeigt Daten für die oberen 700 m). Trotz der in den letzten Jahren besseren Abdeckung ist keine eindeutige Aussage aus den Messungen über eine Umverteilung der Wärme in größere Tiefen des Ozeans möglich. Es gibt aber Anhaltspunkte aus mit Messungen kombinierten Modellrechnungen, dass die unteren Meeresschichten in den letzten 15 Jahren mehr Wärme aufgenommen haben könnten als zuvor, was einer Erwärmung der Erdoberfläche entgegenwirken würde.

**3. Einfluss der Sonneneinstrahlung.** Das vergangene Jahrzehnt war geprägt vom solaren Maximum im Jahr 2000 sowie dem überdurchschnittlich langen solaren Minimum um das Jahr 2009. Dies führte zu einer Abkühlung der Erdoberfläche.

**4. Einfluss stratosphärischer Aerosole.** Einige kleinere Vulkanausbrüche haben Schwebeteilchen in der Stratosphäre seit 2000 zunehmend lassen. Diese streuen die einfallende Sonnenstrahlung und verursachen auch eine Abkühlung<sup>3</sup>.

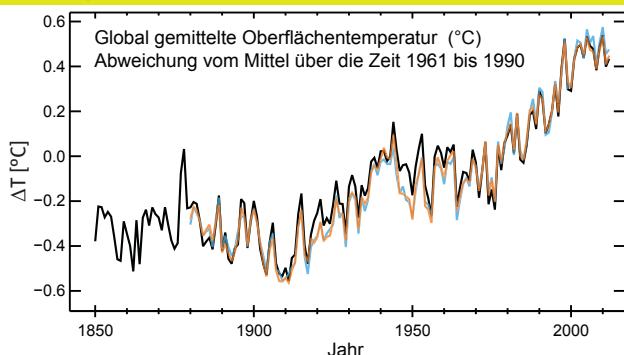
Die derzeitige Erwärmungspause in der Oberflächentemperatur ist nicht außergewöhnlich. Ähnliche Bedingungen wurden seit Beginn der instrumentellen Messungen vor etwa 150 Jahren mehrfach beobachtet. Insgesamt zeigen die Messungen, insbesondere im Ozean, dass die Erwärmung der Erde im Ganzen ungebremst weitergeht.



„Wir warnen vor der Auffassung, dass der Klimawandel zum Stillstand gekommen sei, die globale Erwärmung schreitet ungehindert fort.“

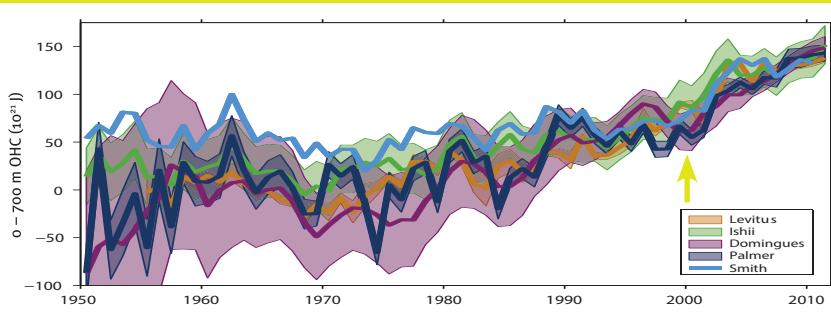
Johanna Stachel, Präsidentin der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Abb. 1: Temperaturentwicklung seit 1850



Die Linien zeigen die global gemittelte Lufttemperatur seit 1850 aus drei verschiedenen Analysen, dargestellt als Abweichung zum Zeitraum 1961 – 1990. Das Jahr 1998 erscheint als eines der wärmsten, bedingt durch ein starkes El Niño-Ereignis in 1997. Nach 1998 ist kein starker Temperaturanstieg zu beobachten. Dies wird in der Öffentlichkeit als Erwärmungspause diskutiert. Der langfristige Erwärmungstrend wird von natürlichen Schwankungen überlagert, die diesen über kürzere Zeiträume sogar umkehren können. © IPCC [2]

Abb. 2: Der Ozean als größter Energiespeicher im Klimasystem



Die Abbildung zeigt die Änderung des Wärmeinhaltes des Ozeans (OHC: Ocean Heat Content)<sup>4</sup> bis zu einer Tiefe von 700 m in verschiedenen Analysen. Mit dem Beginn des Argo-Programms im Jahre 2000 (siehe Pfeil) mit weltweit etwa 100.000 Temperaturprofilen pro Jahr bis 2000 m Tiefe hat die räumliche und zeitliche Abdeckung der Ozeanmessungen erheblich zugenommen. Klar erkennbar ist, dass die Erwärmung der Meere ungebremst fortschreitet. Die Daten erlauben keine quantitativen Abschätzungen über die Wärmeaufnahme vor 1970. © IPCC [3]

### Fußnoten/Ergänzungen

- 1 <http://www.weltderphysik.de/gebiet/planeten/nachrichten-geo-und-planetenphysik/2010/waermster-april-el-nino-beeinflusst-das-weltklima/>
- 2 Als La Niña bezeichnet man das klimatische Gegenstück zu El Niño. La Niña ist eine ungewöhnlich kalte Strömung im äquatorialen Pazifik, die zur Abkühlung des östlichen Pazifiks führt.
- 3 siehe auch Physik konkret 13 - Climate-Engineering – Eingriff ins Erdklima
- 4 10<sup>21</sup> Joule = 1 Trilliard Joule

# Deutsche Physikalische Gesellschaft

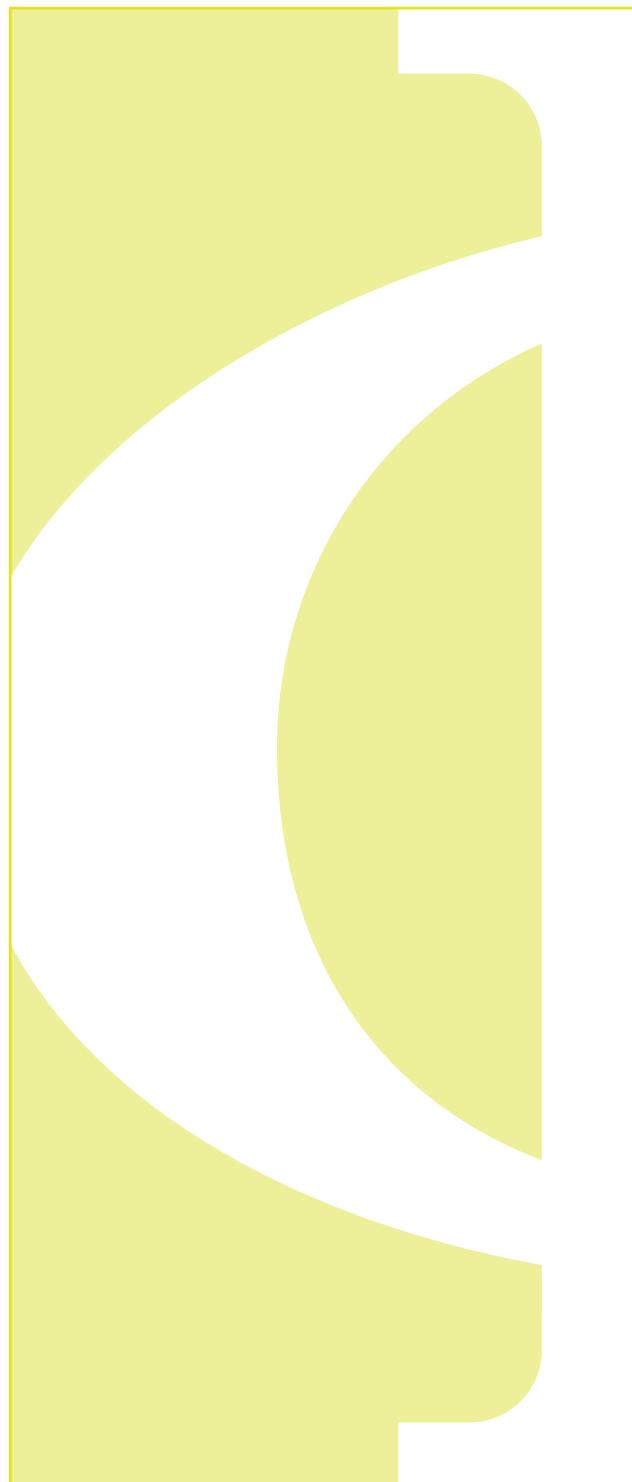
Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit mehr als 62.000 Mitgliedern auch die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Sie versteht sich als Forum und Sprachrohr der Physik und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Die DPG unterstützt den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Tagungen und Publikationen. Sie engagiert sich in der gesellschaftspolitischen Diskussion zu Themen wie Nachwuchsförderung, Chancengleichheit, Klimaschutz, Energieversorgung und Rüstungskontrolle. Sie fördert den Physikunterricht und möchte darüber hinaus allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen.

In der DPG sind Professorinnen und Professoren, Studierende, Lehrerinnen und Lehrer, in der Industrie tätige oder einfach nur an Physik interessierte Personen ebenso vertreten wie Patentanwälte und Wissenschaftsjournalisten. Gegenwärtig hat die DPG neun Nobelpreisträger in ihren Reihen. Weltberühmte Mitglieder hatte die DPG immer schon. So waren Albert Einstein, Hermann von Helmholtz und Max Planck einst Präsidenten der DPG.

Die DPG finanziert sich im Wesentlichen aus Mitgliedsbeiträgen. Ihre Aktivitäten werden außerdem von Bundes- und Landeseite sowie von gemeinnützigen Organisationen gefördert. Besonders eng kooperiert die DPG mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Die DPG-Geschäftsstelle hat ihren Sitz im Physikzentrum Bad Honnef in unmittelbarer Nähe zur Universitäts- und Bundesstadt Bonn. Das Physikzentrum ist nicht nur ein Begegnungs- und Diskussionsforum von herausragender Bedeutung für die Physik in Deutschland, sondern auch Markenzeichen der Physik auf internationalem Niveau. Hier treffen sich Studierende und Spitzenwissenschaftler bis hin zum Nobelpreisträger zum wissenschaftlichen Gedankenaustausch. Auch Lehrerinnen und Lehrer reisen immer wieder gerne nach Bad Honnef, um sich in den Seminaren der DPG fachlich und didaktisch fortzubilden.

In der Bundeshauptstadt ist die DPG ebenfalls präsent. Denn seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält sie das Berliner Magnus-Haus. Dieses 1760 vollendete Stadtpalais, das den Namen des Naturforschers Gustav Magnus trägt, ist eng mit der Geschichte der DPG verbunden: Aus einem Gelehrtentreffen, das hier regelmäßig stattfand, ging im Jahre 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, später die DPG hervor. Heute finden hier Kolloquien und Vorträge zu physikalischen und gesellschaftspolitischen Themen statt. Gleichzeitig befindet sich im Magnus-Haus auch das historische Archiv der DPG.



## Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.

Geschäftsstelle      Tel.: 02224 / 92 32 - 0  
Hauptstraße 5      Fax: 02224 / 92 32 - 50  
53604 Bad Honnef      E-Mail: dpg@dpg-physik.de

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft  
dankt ihren Autoren  
Justus Notholt, Mojib Latif, Peter Lemke,  
Jochem Marotzke, Monika Rhein, Martin Riese