

1.2. Beobachtete Klimaänderung und Entwicklung des Klimas in der Zukunft

Urs Neu

Für Extremereignisse sind Veränderungen der Temperatur, des Niederschlags und der Ereignishäufigkeit wichtig. Gemäss IPCC wird sich bis ins Jahr 2100 die mittlere globale Temperatur am Boden gegenüber 1990 um 1.4°C bis 5.8°C erhöhen. Die Niederschläge im Winter werden in den mittleren bis hohen nördlichen Breiten wahrscheinlich zunehmen. Intensive Niederschläge werden sehr wahrscheinlich häufiger vorkommen.

„Eine zunehmende Zahl von Beobachtungen ergeben ein Bild einer sich erwärmenden Welt und anderer Änderungen des Klimasystems.“ Zu diesem Schluss kommt das *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) in seinem dritten Wissensstandsbericht (Third Assessment Report, TAR).¹ Darin wird aufgezeigt, dass die beobachtete Erwärmung in den letzten 50 Jahren hauptsächlich durch menschliche Aktivitäten verursacht ist.

Klimaänderung im 20. Jahrhundert

Die im 20. Jahrhundert beobachtete Änderung des globalen Klimas ist im Bericht der Arbeitsgruppe I des TAR¹ (siehe Kasten, S. 18) beschrieben. In Bezug auf Extremereignisse sind vor allem die Änderungen der Temperaturen, der Niederschläge und der Häufigkeit von Ereignissen wichtig. Die durchschnittliche globale Temperatur an der Erdoberfläche ist im Verlaufe des 20. Jahrhunderts um $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ angestiegen. Die 1990er Jahre waren global gesehen sehr wahrscheinlich das wärmste Jahrzehnt und 1998 das wärmste Jahr seit Beginn der Instrumentenmessungen 1861. Die täglichen Minimalwerte der Lufttemperatur über dem Land sind zwischen 1950 und 1993 im Mittel um 0.8°C angestiegen. Dadurch ist die frostfreie Zeit in zahlreichen Regionen mittlerer und hoher Breiten länger geworden. Seit 1950 sind extrem tiefe Temperaturen seltener und extrem hohe Temperaturen etwas häufiger geworden.

Über den meisten Landflächen der mittleren und hohen nördlichen Breiten haben die Niederschläge im 20. Jahrhundert um 0.5–1% pro Jahrzehnt zugenommen. Starke Niederschlagsereignisse sind in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wahrscheinlich um 2–4% häufiger geworden. Änderungen im Wassergehalt der Atmosphäre oder veränderte Gewitter- und Sturmaktivitäten sind mögliche Gründe für diese Zunahme. Die von schwerer Trockenheit oder schweren Überflutungen betroffenen Landflächen haben im 20. Jahrhundert leicht zugenommen.

Die Intensität und Häufigkeit tropischer und aussertropischer Stürme zeigen global im 20. Jahrhundert keine signifikanten Trends. Konkrete Aussagen über Änderungen der Sturmaktivitäten sind zurzeit nicht möglich. In den untersuchten Gebieten wurden keine systematischen Änderungen der Häufigkeit von Tornados, Gewittertagen oder Hagelereignissen festgestellt.



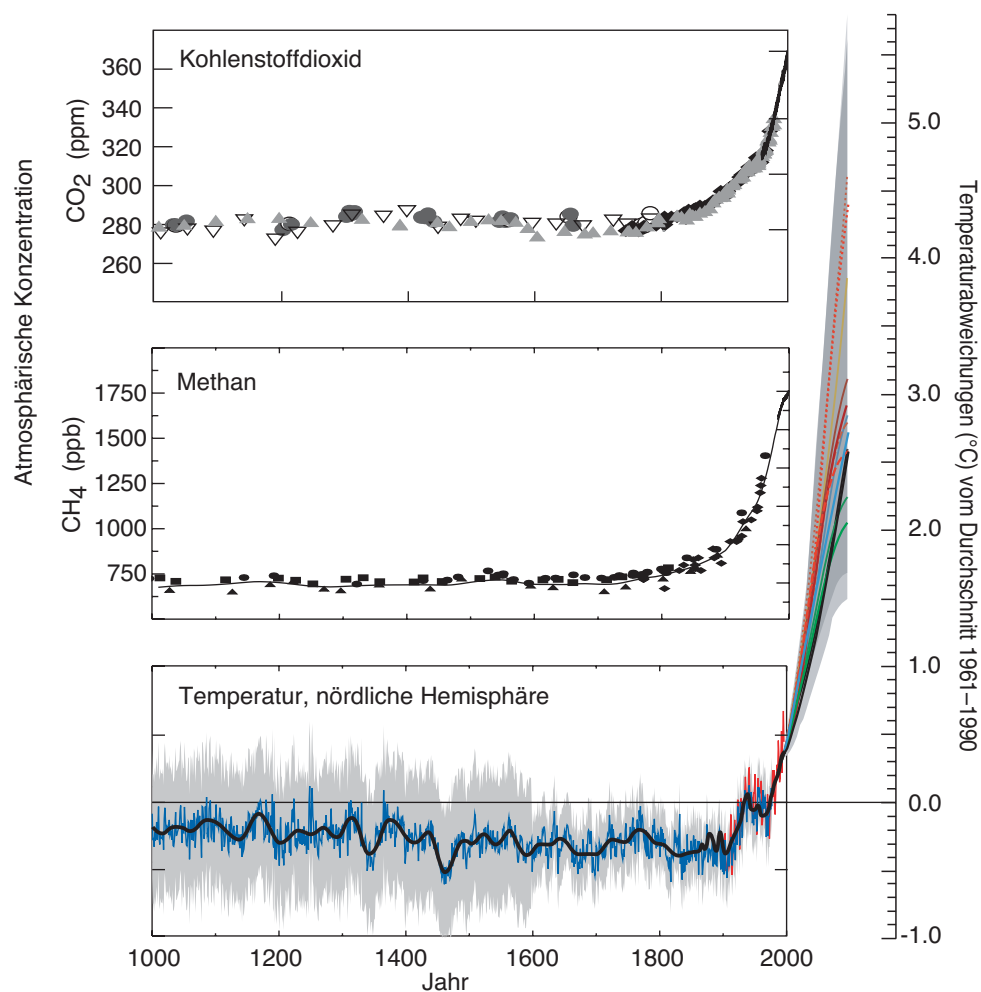


Abbildung 2: Die Konzentrationen der Treibhausgase Kohlendioxid und Methan haben seit Beginn des 20. Jahrhunderts stark zugenommen und weichen deutlich von den vorindustriellen Werten ab. Parallel dazu sind die bodennahen Temperaturen auf der Nordhalbkugel angestiegen. Für das 21. Jahrhundert sagen die Klimamodelle einen Temperaturanstieg von 1.4°C bis 5.8°C voraus (dargestellt als grauer Bereich). Diese Erwärmung wird viel stärker sein als die beobachteten Temperaturschwankungen der letzten 1000 Jahre.¹

Entwicklung des Klimas im 21. Jahrhundert

Mit komplexen physikalischen Modellen kann die zukünftige Entwicklung des Klimas abgeschätzt werden. Weil die Modelle immer mehr Beobachtungen vergangener Klimaschwankungen reproduzieren können, ist das Vertrauen in die Berechnungen gestiegen. Für die Abschätzung der Zukunft arbeiten die Modelle mit verschiedenen sogenannten Emissionsszenarien⁵, welche die Emissionen wichtiger Treibhausgase und Aerosole bei unterschiedlicher Bevölkerungs-, Technologie- und Wirtschaftsentwicklung beschreiben. Die Beschreibungen der Entwicklungen des zukünftigen Klimas im TAR basieren auf zahlreichen Simulationen und zwischen den verwendeten Modellen vergleichenden Studien.

Für die Periode von 1990–2100 ergeben die Modellrechnungen einen Anstieg der mittleren

globalen bodennahen Temperatur von 1.4°C bis 5.8°C. Die Erwärmung wird wesentlich schneller erfolgen als im 20. Jahrhundert (siehe Abbildung 2) und v.a. über den Kontinenten und in hohen nördlichen Breiten im Winter überdurchschnittlich sein. Allgemein wird eine Entwicklung zu höheren Temperaturmaxima, mehr Hitzetagen, höheren Temperaturminima, weniger Kälte- und Frosttagen sowie geringeren täglichen Temperaturschwankungen über den meisten Landmassen erwartet.

Im 21. Jahrhundert wird auch die mittlere Wasserdampfkonzentration der Atmosphäre global ansteigen. Die Winterniederschläge werden auf der Nordhalbkugel in mittleren bis hohen Breiten und auf der Südhalbkugel in der Antarktis wahrscheinlich zunehmen. Zudem dürften die Niederschlagsschwankungen von Jahr zu Jahr grösser und intensive Niederschlagsereignisse

Die IPCC-Berichte

Das *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) trägt die verfügbaren wissenschaftlichen und sozioökonomischen Informationen zur Klimaänderung und den Möglichkeiten zur Vermeidung der Klimaänderung und zur Anpassung an die Klimaänderung zusammen. Es wurde 1988 von der Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) und dem Umwelt-Programm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründet. Seit 1990 hat das IPCC eine Reihe von Berichten erarbeitet, die von politischen Entscheidungsträgern, Forschenden und anderen Experten häufig als Standardwerke gebraucht werden (www.ipcc.ch).

Der Third Assessment Report (TAR) besteht aus den Berichten der drei Arbeitsgruppen des IPCC (Arbeitsgruppe I: Wissenschaftliche Grundlage¹; Arbeitsgruppe II: Auswirkungen, Anpassung und Anfälligkeit²; Arbeitsgruppe III: Abschwächungsmassnahmen³) und dem Synthesebericht⁴. Rund 2500 WissenschaftlerInnen haben am TAR mitgearbeitet. Die Berichte erheben keinen Wahrheitsanspruch, sondern stellen den derzeitigen Kenntnisstand als Konsens der beteiligten WissenschaftlerInnen dar. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, wenn in Bezug auf ein Thema Kontroversen bestehen.

häufiger werden. Die kontinentale Sommer-trockenheit und die Dürregefahr wird in den meisten innerkontinentalen Gebieten mittlerer Breite wahrscheinlich zunehmen.

Für die Beurteilung kleinräumiger Phänomene, die erhebliche Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft haben könnten, verfügen die Klimamodelle derzeit nicht über die nötige räumliche Auflösung. So werden zum Beispiel sehr kleinräumige Phänomene wie Gewitter, Tornados, Hagel und Blitzschlag in Klimamodellen nicht simuliert.

- 1 IPCC, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 881 p., 2001.
- 2 IPCC, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1032 p., 2001.
- 3 IPCC, Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 752 p., 2001.
- 4 IPCC, Climate Change 2001: Synthesis Report. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 397 p., 2002.
- 5 IPCC, Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 514 p., 2000.