

## Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

### Ergebnisse des Fourth Assessment Report (AR4) der Arbeitsgruppe 1: Wissenschaftliche Grundlagen

Das IPCC wurde 1988 von der World Meteorological Organisation (WMO) und dem United Nations Environment Programme (UNEP) eingesetzt, als die Möglichkeit einer globalen Klimaänderung deutlicher wurde. Das IPCC hat die Aufgabe, in regelmäßigen Abständen (etwa 5 Jahre) den Zustand des Klimasystems und seine Auswirkungen auf die menschlichen Gesellschaftssysteme festzustellen und Möglichkeiten der politischen Gegensteuerung zu benennen. Das IPCC betreibt keine eigene Forschung, sondern bedient sich der veröffentlichten wissenschaftlichen Literatur. Seine Berichte werden im wesentlichen durch Wissenschaftler erstellt, die im Welt-Klimaforschungsprogramm (WCRP) tätig sind. Die ersten drei Berichte wurden 1990, 1995 und 2001 veröffentlicht. Nähere Informationen zum IPCC findet man im Internet unter [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) und zum WCRP unter <http://wcrp.wmo.int>.

Im ersten Teil seines vierten Berichts, dessen Zusammenfassung am 2.2.2007 veröffentlicht wurde, stellt das IPCC folgende Änderungen im Klimasystem fest (wenn nicht anders gekennzeichnet, gelten die Änderungen für den Zeitraum 1906-2005):

#### Ursachen der Klimaänderungen

- Der Kohlendioxid-Gehalt der Luft hat seit 1750 um 35% von 280 ppm auf 379 ppm im Jahr 2005 zugenommen. Die Zuwachsrate der letzten 10 Jahre ist die größte seit 50 Jahren. Der heutige Wert ist der größte in den letzten 650.000 Jahren. 78% der Erhöhung gehen auf die Nutzung fossiler Brennstoffe zurück und 22% auf Landnutzungsänderungen (z.B. Rodungen).
- Andere wichtige Treibhausgase wie z.B. Methan und Lachgas, deren Konzentrationen seit 1750 um 148% bzw. 18 % zugenommen haben, machen zusammen etwa halb soviel aus wie der CO<sub>2</sub>-Anstieg.
- Die für Klimaänderungen verantwortlichen Änderungen der Strahlungsbilanz werden vorwiegend durch Kohlendioxid verursacht, in kleinerem Umfang durch andere Treibhausgase. Änderungen der solaren Einstrahlung haben dagegen nur einen geringen Einfluss.

#### Beobachtungen

- Die Erwärmung des Klimasystems ist ohne jeden Zweifel vorhanden. Die globale Oberflächentemperatur ist um +0,74°C gestiegen, und 11 der letzten 12 Jahre waren die wärmsten seit Beginn der Aufzeichnungen. Die Temperaturzunahme der letzten 50 Jahre ist doppelt so hoch wie die der letzten 100 Jahre, und die Arktis hat sich doppelt so stark erwärmt wie im globalen Mittel.
- Die Häufigkeit heftiger Niederschläge hat zugenommen.
- Rekonstruierte Daten aus Beobachtungen und anderen Quellen, wie z.B. Baumringdaten, deuten darauf hin, dass die Temperaturen der letzten 50 Jahre sehr wahrscheinlich höher waren als jemals zuvor in den vergangenen 500 Jahren und wahrscheinlich höher als in den vergangenen 1300 Jahren.
- Die schneebedeckte Fläche hat seit 1980 um etwa 5% abgenommen.
- Weltweit schrumpfen die Gletscher und tragen gegenwärtig mit 0.8 mm pro Jahr zum Meeresspiegelanstieg bei.
- Das Meereis verzeichnet in der Arktis seit 1978 einen Rückgang im Jahresmittel um 8% und im Sommer um 22%. In der Antarktis ist kein Rückgang zu sehen.
- Die Eisschilde auf Grönland und der Antarktis verlieren gegenwärtig Masse durch Schmelzen und Gletscherabbrüche und tragen 0.4 mm pro Jahr zum Meeresspiegelanstieg bei.
- Die Temperaturen in den oberen Schichten des Permafrostbodens haben sich seit 1980 um 3°C erwärmt, und die Ausdehnung des saisonal gefrorenen Bodens hat seit 1900 um 7% abgenommen, im Frühling sogar um 15%.
- Die Ozeane sind im globalen Mittel wärmer geworden, bis zu Tiefen von 3000 m. Diese Erwärmung hat zum Anstieg des Meeresspiegels beigetragen.
- Der Meeresspiegel ist seit 1993 durchschnittlich um etwa 3 mm pro Jahr gestiegen, im 20. Jahrhundert um 17 cm. Davon ist etwas mehr als die Hälfte verursacht durch thermische Ausdehnung des wärmeren Ozeans, etwa 25% durch Abschmelzen der Gebirgsgletscher, und etwa 15% durch das Abschmelzen von der Eisschilde.

- Änderungen der meridionalen Umwälzbewegung im Atlantik (oft vereinfacht aber unzutreffend als "Golfstrom" bezeichnet) können aus den vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.
- Beobachtete Änderungen des Salzgehalts im Ozean sind ein Indikator für Änderungen von Niederschlag und Verdunstung, und für verstärkten Transport von Wasserdampf in der Atmosphäre von niedrigen zu höheren Breiten.

### **Zuordnung (Attribution)**

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Erwärmung der letzten 50 Jahre wesentlich durch anthropogene Treibhausgase (hauptsächlich Kohlendioxid) verursacht worden ist.

### **Projektionen**

- Klimaprojektionen für die nächsten 100 Jahre lassen sich überzeugend durch Klimamodelle simulieren, die mit Energienutzungsszenarien angetrieben werden. Solche Modelle sagen – je nach Energienutzung – eine weitere Temperaturerhöhung und einen Meeresspiegelanstieg bis zum Ende des 21. Jahrhunderts voraus.
- Für die letzte Dekade des 21. Jahrhunderts ist der wahrscheinlichste Wert der globalen Erwärmung für das niedrigste Szenario 1.8°C (1.1–2.9°C), und für das höchste Szenario 4.0°C (2.4–6.4°C). Die größte Erwärmung findet dabei in hohen nördlichen Breiten statt.
- Für die nächsten 2-3 Jahrzehnte hängt die projizierte Erwärmung nur wenig von den Annahmen über zukünftige Emissionen ab, und selbst bei einem sofortigen Ende aller Emissionen würde durch die Trägheit des Klimasystems ein weiterer Temperaturanstieg bis zu ca. 0.6°C erfolgen.

Für den Anstieg des Meeresspiegels sind die Projektionen für 2090-2100:

18–38 cm für das niedrigste und 26–59 cm für das höchste Szenario. Die Projektionen haben einen engeren Bereich gegenüber früheren Berichten, vor allem durch bessere Genauigkeit bei der thermischen Ausdehnung, sind aber nicht wesentlich von den früheren verschieden. Auch nach vollständigem Ende der Emissionen wird der Meeresspiegel über viele Jahrhunderte ansteigen, bedingt durch weitere Erwärmung des tiefen Ozeans. Allerdings gibt es eine erhebliche Unsicherheit hinsichtlich der weiteren Entwicklung des grönländischen und des antarktischen Eisschildes, hier kann ein höherer Beitrag zum zukünftigen Anstieg nicht ausgeschlossen werden. Modellergebnisse lassen den Schluss zu, dass eine dauerhafte Erwärmung deutlich über 3°C über Jahrtausende zu einem vollständigen Abschmelzen des grönländischen Inlandeises führen würde, entsprechend einem Meeresspiegelanstieg um 7m.

- Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Meridionale Umwälzbewegung im Atlantik um durchschnittlich 25% im 21. Jahrhundert abnehmen wird. Die Temperaturen in der Atlantischen Region werden dennoch zunehmen, da der Einfluss der globalen Erwärmung überwiegt. Es ist allerdings sehr unwahrscheinlich dass es zu einem abrupten Zusammenbruch im 21. Jahrhundert kommt.
- Der Niederschlag wird in höheren Breiten sehr wahrscheinlich zunehmen, während es in den Tropen und Subtropen (einschließlich der Mittelmeerregion) wahrscheinlich zu einer Verminderung des Niederschlags kommen wird.