

Die wichtigsten Ergebnisse des vierten Sachstandsberichtes (AR4) des IPCC 2007 – eine Zusammenfassung

Martin Claussen et al.
ZMAW/MPI-M, Hamburg

Seit dem Erscheinen des Dritten Sachstandsberichts (TAR) des IPCC vor sechs Jahren wurden erhebliche Fortschritte im Verständnis des vergangenen und gegenwärtigen Klimawandels gemacht. Umfangreichere Datenanalysen, verbesserte Methoden der Datenanalyse, Fortschritte bei der Simulation der physikalischen Prozesse in Klimamodellen und ausführlichere Abschätzungen der Unsicherheiten in den Modellergebnissen haben zu einem stärkeren Vertrauen in die Klimaforschung geführt. Insbesondere wird bestätigt, dass Modelle auf globaler Skala nützliche Projektionen des zukünftigen Klimawandels liefern können, da sie auf anerkannten physikalischen Prinzipien basieren sowie gegenwärtige und vergangene Klimazustände mit deutlich unterschiedlichen Klimaantriebsänderungen reproduzieren können. Hier stellen wir eine Liste der wichtigsten Ergebnisse des vierten Sachstandsberichtes (AR4) zusammen.

Klimawandel in Vergangenheit und Gegenwart

- Das globale Klima wird eindeutig wärmer. Dies ist nicht nur an der globalen Mitteltemperatur der bodennahen Luftschicht abzulesen, sondern zeigt sich auch in den Ozeantemperaturen, dem Schmelzen von Schnee und Eis und dem steigenden Meeresspiegel.
- Die globale Mitteltemperatur steigt weiter an. Elf der letzten zwölf Jahre gehören zu den wärmsten Jahren seit gut 150 Jahren, also seit Beginn systematischer weltweiter Temperaturmessung.
- Im TAR wurde festgestellt dass sich die bodennahe Luftschicht in den letzten 100 Jahren, d.h. von 1901–2000, um 0,6 K erwärmt hat. Für die Zeit 1906–2005 beträgt der Erwärmungstrend bereits 0,74 K/100Jahre. Der Erwärmungstrend der letzten 50 Jahre ist doppelt so hoch.
- Analyse und Interpretation paläoklimatologischer Befunde untermauern die Aussage, dass die jüngste Erwärmung ungewöhnlich ist und zu einem Rückgang von Eismassen und Steigen des Meeresspiegels geführt hat.
- Neuere Rekonstruktionen zeigen, dass einige Perioden der letzten 1000 Jahre (wie z.B. die Kleine Eiszeit) vermutlich kühler waren als bisher angenommen. Die Aussagen zu den wärmeren Phasen (z.B. mittelalterliches Optimum) haben sich aber nicht geändert. Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts war sehr wahrscheinlich die wärmste 50-Jahresperiode

der letzten 500 Jahre und wahrscheinlich auch die wärmste der vergangenen 1300 Jahre.

- In einigen Regionen, wie z.B. im Osten Nord- und Südamerikas, in Nordeuropa und dem nördlichen und zentralen Asien haben die Niederschläge zugenommen, in anderen Regionen, wie Sahel, Mittelmeer, Südafrika und südliches Asien abgenommen.
- Das arktische Meereis nimmt in seiner Ausdehnung rasch ab (im Jahresmittel um bis fast 3 % pro Dekade, im Sommer um mehr als 7 % pro Dekade).
- Der Meeresspiegel ist im 20. Jahrhundert global um etwa 17 cm angestiegen. Der Meeresspiegelanstieg hat sich im Laufe der letzten beiden Jahrhunderte beschleunigt.

Gründe für den Klimawandel in Vergangenheit und Gegenwart

- Die Konzentrationen langlebiger Treibhausgase wie Kohlendioxid, Methan und Stickoxide in der Atmosphäre ist höher als jemals zuvor in den vergangenen letzten 650.000 Jahren. Dies ist hauptsächlich auf Emissionen fossilen Kohlenstoffs (Kohle, Erdöl, ...), Ackerbau und Landnutzung zurückzuführen. Der dadurch ausgelöste direkte Erwärmungseffekt der Atmosphäre ist wesentlich stärker angestiegen als jemals zuvor in den letzten gut 10.000 Jahren seit dem Ende der letzten Eiszeit.
- Es gibt weder Anzeichen für einen natürlichen Eiszeit-Warmzeitzyklus, der die gegenwärtige globale Erwärmung erklären könnte, noch Hinweise darauf, dass die gegenwärtige Erwärmung durch eine natürliche Abkühlung abgeschwächt werden könnte.
- Es gilt mittlerweile als sehr wahrscheinlich, dass die Emission von Treibhausgasen den größten Teil der globalen Erwärmung der letzten etwa 50 Jahre verursacht hat und es mehren sich die Anzeichen eines erkennbaren menschlichen Einflusses nicht nur auf die globale Temperatur, sondern auch auf die Mitteltemperatur von Kontinenten, die Zirkulation der Atmosphäre und einige Extrema wie Nachtfröste und Hitzewellen.
- Anthropogene Aerosole haben einen deutlich abkühlenden Effekt auf das Klima, der heute besser verstanden ist. Wahrscheinlich kompensieren die Aerosole einen Teil der globalen Erwärmung durch Treibhausgasemissionen. Die Auswirkungen anthropogener Aerosole auf das bisherige und das zukünftige Klima sind aber immer noch unsicher, zumal Aerosole auch Wolken und Niederschlag beeinflussen.

Szenarien des Klimawandels

- Alle Modelle berechnen für die nächsten 20 Jahre einen Temperaturanstieg von etwa $0,2^{\circ}\text{C}$ pro Dekade – unabhängig vom Emissionsszenarium. Selbst wenn die Treibhausgaskonzentrationen auf die jetzigen Werte eingefroren blieben, würde die Temperatur noch um $0,1^{\circ}\text{C}$ pro Dekade steigen.
- Bis 2100 könnte je nach Emissionsszenarium die globale Mitteltemperatur um $1,8$ bis 4°C ansteigen, wobei beim emissionschwächsten Szenarium mit 65 %iger Wahrscheinlichkeit auch Werte von $1,1$ bis $2,9^{\circ}\text{C}$ und im emissionsstärksten Szenarium Werte von $2,4$ bis $6,4^{\circ}\text{C}$ auftreten können.
- Die Unsicherheitsbereiche sind etwas größer als im TAR angegeben, da in einigen Modellen auch die Wechselwirkung von globaler Erwärmung und dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf berücksichtigt wurde. Letztere führt dazu, dass in einem wärmeren Klima Land und Ozean relativ gesehen weniger CO_2 aufnehmen und eine größere Menge des emittierten CO_2 in der Atmosphäre bleibt.
- Hitzewellen werden sich in einem wärmeren Klima vermutlich häufen und länger andauern. Die Anzahl der Frosttage nimmt nahezu überall in den mittleren und hohen Breiten ab, die Dauer der Vegetationswachstumszeiten nimmt zu. Es gibt eine Tendenz zur Trockenheit im Sommer in kontinentalen Gebieten, was ein größeres Risiko für Dürren in diesen Regionen, z.B. im Mittelmeerraum, bedeutet.
- Änderungen im Niederschlag zeigen robuste großräumige Muster: In hohen Breiten nimmt der Niederschlag sehr wahrscheinlich zu und über den Kontinenten in den Subtropen wahrscheinlich ab – ein Trend, der sich bereits in den Beobachtungen abzeichnet.
- Der Meeresspiegel wird im 21. Jahrhundert weiter durch thermische Ausdehnung und Abschmelzen von Gletschern um 18 bis 59 cm ansteigen. Er wird auch noch über Hunderte und Tausende von Jahren selbst nach einer Stabilisierung des Klimas weiter ansteigen.
- Die in einigen Szenarien berechnete Erwärmung reicht wahrscheinlich aus, um das grönländische Inlandeis in den nächsten tausend oder mehr Jahren abschmelzen zu lassen. Denkbar ist auch ein rascheres Abschmelzen Grönlands, da das Schmelzen großer Eismassen in einem sich rasch erwärmenden Klima noch nicht vollständig verstanden ist.
- Die meridionale atlantische Umwälzbewegung (in den Medien manchmal auch als „Golfstrom“ bezeichnet) verlangsamt sich als Folge der Erwärmung und der Abnahme des Salzgehalts der oberen Schichten des Nordatlantiks. Die schwächere Umwälzbewegung kühlt das Klima Europas, doch wird diese Abkühlung durch die anthropogene Erwärmung überkompensiert. Ein Zusammenbruch der atlantischen Umwälzbewegung im 21. Jahrhundert gilt als unwahrscheinlich.

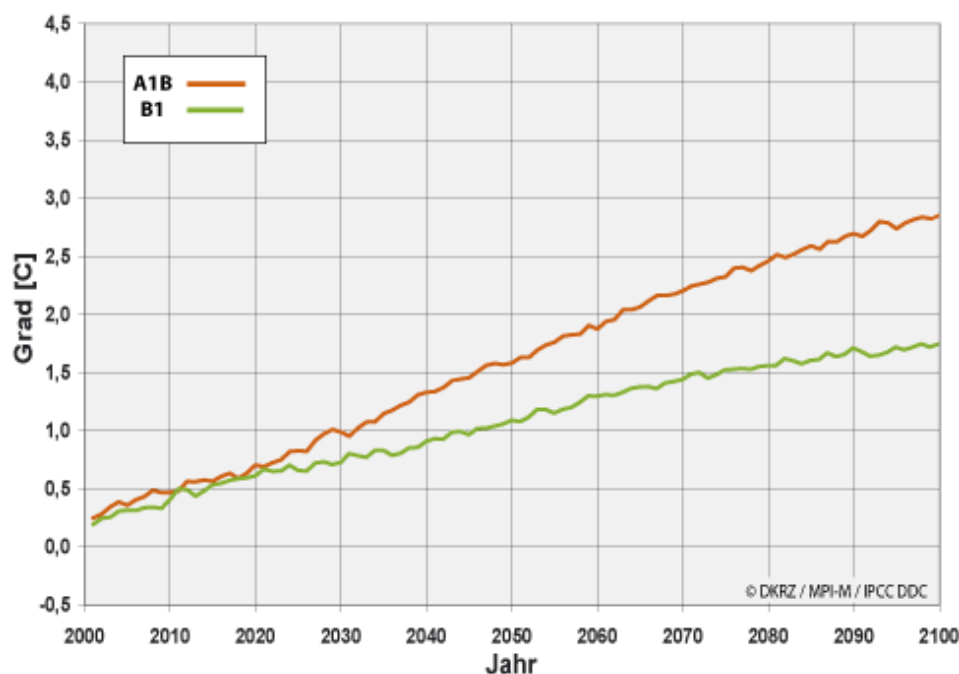


Abb: IPCC AR4: simulierte globale mittlere Temperaturänderung gegenüber 1980–1998.