

a) Klimamodellierung:

Die Folgen der zunehmenden Konzentration von Treibhausgasen beschäftigen die Wissenschaft seit den 1970er Jahren. Der [IPCC](#) (International Panel on Climate Change oder auch Weltklimarat) hat die Aufgabe Forschungsergebnisse zum Klimawandel zu untersuchen und zu bewerten. In regelmäßigen Abständen fasst der IPCC den Stand der Wissenschaft in Berichten zusammen - bisher in den Jahren 1990, 1995, 2001 und 2007. Diese Berichte sind einer intensiven, dreistufigen Begutachtung unterworfen und sind daher die fundierteste und zuverlässigste Quelle über den Kenntnisstand zum Klimawandel. Da sie nur Aussagen enthalten, die wissenschaftlich gesichert sind, sind sie eine

konservative Sichtweise

des Klimawandels und mögliche, aber noch nicht gesicherte Folgen des Klimawandels sind gar nicht enthalten.

Trotz der konservativen Sichtweise des IPCC sind die **Ergebnisse im [Climate Change Report 2007](#)**

alarmierend

. Sie haben mit verschiedenen

[Klimamodellen](#)

Prognosen bis zum Jahre 2100 für verschiedene Entwicklungsszenarien erstellt. Dabei wurden die folgenden Wirtschaftsszenarien unterschieden, die zu folgender erwarteter Erwärmung zum Ende des 20. Jahrhunderts führten:

A1: Wirtschaftsorientierte Globalisierung (ökonomisch ausgerichtet)

A2: Wirtschaftsorientierte Regionalisierung (ökonomisch ausgerichtet)

B1: Globale Nachhaltigkeit (ökologisch ausgerichtet)

B2: Regionale Nachhaltigkeit (ökologisch ausgerichtet)

Folgen (Klimamodelle)

Aktualisiert Dienstag, den 03. April 2012 um 12:28 Uhr

Fall	Temperaturänderung (im 2090-2099 verglichen mit 1980-1999)	
	Beste Schätzung	Wahrscheinliche Bandbreite
Konstante Jahr-2000 Konzentration*	0,6	0,3-0,9
B1-Szenario	1,8	1,1-2,9
A1I-Szenario	2,4	1,4-3,8
B2-Szenario	2,4	1,4-3,8
A1B-Szenario	2,8	1,7-4,4
A2-Szenario	3,4	2,0-5,4
A1FI-Szenario	4,0	2,4-6,4

Der Treibhausgasemissionsentwicklung, der Temperaturverlauf und die globale Verteilung der Temperatur sind in Abbildung 9 und die mögliche globale Erhöhung der Durchschnittstemperatur im Jahre 2100 in Abbildung 8 dargestellt. Hier wurde das A1-Szenario noch einmal in A1FI (vorwiegend fossile Brennstoffnutzung), A1T (vorwiegend erneuerbare Energien nutzen) und A1B (Balance aus fossilen und erneuerbaren Energien) aufgeteilt. Die Szenarien für den Treibhausgasausstoß unterscheiden sich sehr stark und führen zu unterschiedlichem Grad an Erderwärmung. Sie ist wie erwartet für den Fall **“wirtschaftsorientierte Globalisierung**

mit hohem Anteil fossiler Brennstoffnutzung” (A1FI) mit

4°C erwartetem Temperaturanstieg

bis zum Jahre 2100 am höchsten. Der

geringste Temperaturanstieg

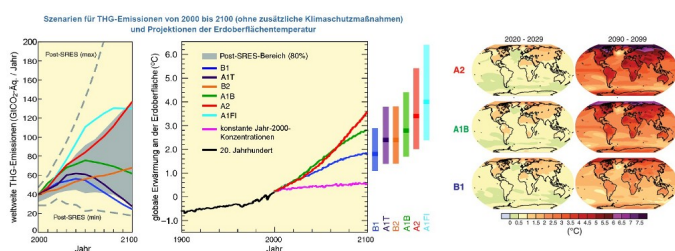
wird für die

nachhaltige globale und regionale Entwicklung mit circa 2°C

prognostiziert, wobei auch das Szenario der “wirtschaftsorientierten Globalisierung mit hohem Anteil erneuerbaren Energien” mithalten kann. Besonders interessant ist auch die Modellierung der regionalen Temperaturverteilung in Abbildung 9. Sie zeigt deutlich, dass es, vor allem bedingt durch die unterschiedliche Verteilung der Landmassen, auf der

Nordhalbkugel wesentlich wärmer

wird als auf der Südhalbkugel. Das sorgt dafür, dass vor allem das Eis Grönlands komplett abschmelzen könnte und auch wir in Deutschland Temperaturanstiege von 5°C zu befürchten haben.



Durch das Ansteigen der Temperaturen wird der **Wasserkreislauf verändert**, was in Abbildung 10 dargestellt ist. In manchen Gebieten wird es trockener in manchen fällt mehr Niederschlag als heute. Während es in hohen Breiten und feuchten tropischen Gebieten zu

mehr Niederschlägen kommt, gibt es in der Nähe vom Wendekreis weniger. Dort kommt es zur Wüstenausbreitung.

In den Klimamodellen ist die Wirkung aller Treibhausgase berücksichtigt, zudem auch die Änderung der Reflexion der Erdoberfläche durch veränderte Landnutzung und **Aerosole**. Vor allem Aerosole, was nichts anderes sind als vom Menschen in die Atmosphäre gebrachter Feinstaub, haben eine

beträchtliche abkühlende Wirkung

auf das Klima, da mehr Sonnenlicht reflektiert wird bevor es die Erdoberfläche erreicht. Entfällt diese Verschmutzung durch den Menschen, würde die Klimaerwärmung noch wesentlich stärker ausfallen [10]. Wenn Sie mehr über die Funktionsweise der Klimamodellierung wissen wollen, finden Sie auf

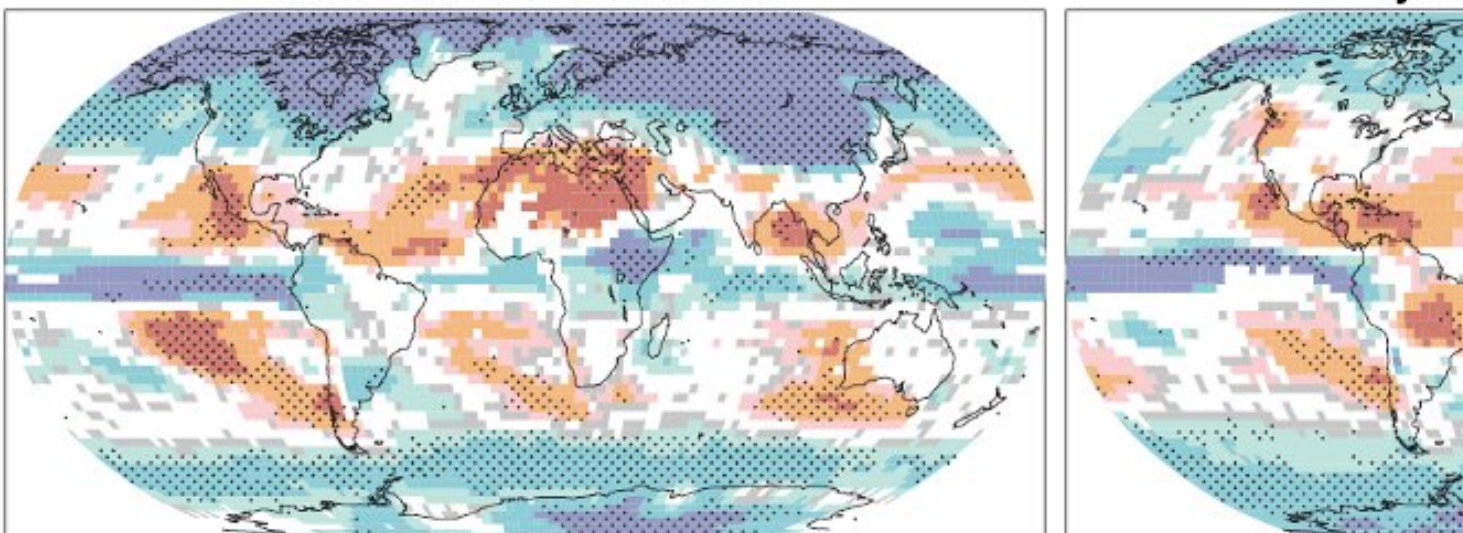
Ökosystem-Erde.de

weiterführende, anschauliche Erklärungen.

Prognostizierte Abweichung der Niederschlagsmenge

Dezember bis Februar

Juni



b) Folgen:

Nun könnte man denken, dass dies trotzdem keine starken Auswirkungen sind da es doch nur 2°C bis 6°C höhere Temperaturen erwartet werden. Leider ist dies nicht der Fall, da die Temperaturerhöhung zum einen nicht homogen ausfällt und zum anderen die Erwärmung in Bezug auf die Anpassungsfähigkeit eines Ökosystems sehr schnell geht.

Heute schon beobachtete Folgen sind:

-

Verlängerung der Vegetationszeit: früher einsetzende Frühlingsblüte, späterer Laubfall im Herbst

-

schmelzende Gletscher in allen großen Gebirgsketten der Welt mit steigender Geschwindigkeit (in den Alpen haben sie seit der Industrialisierung die Hälfte ihres Eises verloren) [11]

-

Rückgang des arktischen **Meereiseis** (über 40 Prozent seit 1979) und Rückgang der Eisschilde auf Grönland und teilweise in der Antarktis [11]

-

Erwärmung der Ozeane: seit 1860 im Durchschnitt um 0,6°C, jedoch mit großen regionalen Schwankungen, Teile des Polarmeeres haben sich um mehr als 3°C erwärmt [11]

-

Steigender Meeresspiegel: seit 1880 ist der Meeresspiegel um 20 Zentimeter gestiegen, momentan steigt er um 3,1 Millimeter pro Jahrzehnt (davon 60% verursacht durch Volumenausdehnung und 40% durch Kontinentaleisschmelze) [10]

-

Versauerung der Meere: Ozeane nehmen Teile des anthropogenen Kohlendioxids auf, Kohlensäure bildet sich. Gegenüber dem vorindustriellen Niveau ist der pH-Wert bereits um 0,11 gesunken. Das Wachstum kalkbildender Organismen wie Korallen, Muscheln und Schnecken kann dadurch gestört werden [11]

-

Extremwetterereignisse nehmen zu: Hitzewellen, Dürren, Überschwemmungen durch sich ändernden Wasserhaushalt

Die **langfristigen Folgen** wurden in der folgende Tabelle vom [IPCC Report 2007](#) kurz zusammengefasst. Je nachdem wie stark der Klimawandel ist und welche Temperaturerhöhungen folgt sind folgende Veränderungen zu erwarten:

Beispiele für Auswirkungen in Abhängigkeit von der mittleren globalen Temperaturerhöhung (Auswirkungen werden je nach Ausmaß der Anpassung, Geschwindigkeit und sozioökonomischem Entwicklungspfad unterschiedlich sein)

Veränderung der globalen mittleren Jahrestemperatur, bezogen auf 1980

0 1 2 3

<p>WASSER</p>	<p>Erhöhte Wasserverfügbarkeit in den meisten Tropen und den hohen Breiten Abnehmende Wasserverfügbarkeit und zunehmende Trockenheit in mittleren Breiten Hunderte Mio. Menschen werden einer erhöhten Wasserknappheit ausgesetzt</p>
<p>ÖKOSYSTEME</p>	<p>Verstärktes Korallenausbleichen Fortschreitende Veränderung der Artenvielfalt und erhöhtes Risiko von Flächenbränden</p> <p>Bis zu 30% der Arten sind verstärkt vom Aussterben bedroht Mehrheit der Korallen ausgebleicht Korallensterben Terrestrische Biosphäre erhitzen ~15% Ökosystemveränderungen durch abgeschwächten thermischen Stress</p>
<p>NAHRUNGSMITTEL</p>	<p>Komplexe, lokal auftretende negative Einflüsse auf Kleingärtner, Vollerwerbslandwirtschaft</p> <p>Fallende Tendenz bei der Getreideproduktivität in niedrigen Breiten Steigende Tendenz bei der Produktivität bestimmter Getreidearten in mittleren bis hohen Breiten</p>
<p>KÜSTEN</p>	<p>Zunehmende Beeinträchtigung durch Überschwemmungen und Stürme</p> <p>Viele Millionen Menschen zogen jedes Jahr von Küstenüberflutungen</p>
<p>GESUNDHEIT</p>	<p>Erhöhte Belastung durch Mangelernährung, Durchfallerkrankungen, Atemwegserkrankungen, Infektionskrankheiten Erhöhte Morbidität und Mortalität aufgrund von Hitzewellen, Überschwemmungen</p>
<p></p>	<p>Veränderte Verbreitung der Überträger einiger Infektionskrankheiten Erhebliche</p>

Womit wir in Deutschland rechnen müssen:

(Auszug aus Ökosystem-Erde.de [12])

Im Jahr 2100 könnte die Temperaturerhöhung - je nach künftiger Treibhausgaskonzentration - zwischen 1,8 und 2,3 Grad Celsius liegen; im schlimmsten Fall auch bei 3,5 Grad an der Küste und 5 Grad in den Alpen. Dabei werden die Winter im Süden überdurchschnittlich wärmer. Die Sommerniederschläge gehen vor allem im Nordosten und Südwesten zurück, die Winter werden vor allem in Süd- und Südwestdeutschland feuchter - bei steigenden Temperaturen fällt aber relativ mehr Regen als Schnee. Dadurch nimmt im Winter und Frühjahr die Hochwassergefahr zu; durch die Sommertrockenheit sind in Ost- und Südwestdeutschland die landwirtschaftlichen Erträge gefährdet, die Waldbrandgefahr wird sich erhöhen und das sommerliche Wasserangebot geht zurück - in Trockenjahren bis auf die Hälfte. Wo es nicht trockener wird, machen höhere Sommertemperaturen und mildere Winter Schadinsekten und Pilzen das Leben leichter - auch hierdurch könnte die Landwirtschaft leiden. Dazu können sich krankheitsübertragende Zecken weiter nach Norden ausbreiten. Häufiger werden auch Gewitter und die mit ihnen verbundenen Schäden - Blitzschlag, Hagel und Wolkenbrüche.

Ein Teil der Flächen, die heute als schneesicher gelten, wären dies in Zukunft nicht mehr. Dies trifft zunächst Wintersportorte der mittleren Lagen, mittelfristig aber die gesamten deutschen Alpen: die Alpengletscher könnten bis zum Jahr 2040 vier Fünftel ihrer Masse verlieren. Weitere Schäden würden von extremen Wetterlagen ausgehen, wie Hitzewellen, Starkregen und Stürmen (man denke an das Elbehochwasser 2002). Die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen wie den Hitzesommer 2003 ist seit 1960/1970 um mehr als das 20fache gestiegen. In der Folge von Hitzewellen werden Waldbrände häufiger. Der Meeresspiegel wird an deutschen Küsten stärker ansteigen als im weltweiten Durchschnitt: Dafür sorgen zum einen eine stärkere Erwärmung, vor allem aber eine anhaltende Landabsenkung (eine Spätfolge der letzten Eiszeit). Die gefährdet die Küsten, zumal an der Nordsee auch Sturmfluten höher auflaufen werden. Als reiches Land kann Deutschland sich vor den Folgen dieses Anstiegs schützen: Aber der Klimawandel wird sehr viel Geld kosten - das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung rechnet in Deutschland bis zum Jahr 2050 mit Kosten von 800 Milliarden Euro, bis zum Jahr 2100 mit 3.000 Milliarden Euro.

Die notwendigen globalen Maßnahmen um den Klimawandel zumindest einzudämmen, finden Sie im nächsten Kapitel "[Maßnahmen](#)".

Quellen

[1] IPCC Sachstandsbericht - Zusammenfassung für Entscheidungsträger, 2007 ([Link](#))

[2] <http://www.oekosystem-erde.de/html/klima-02.html> , 25.03.2012

[3] <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenaktivit%C3%A4t> , 20.03.2012

[4] <http://www.oekosystem-erde.de/html/klimageschichte.html> , 28.03.2012

[5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoffdioxid> , 11.03.2012

[6] Hansen et al., Globale temperature change, PNAS, 103, 29 (2006) ([Link](#))

[7] <http://de.wikipedia.org/wiki/Milankovi%C4%87-Zyklen> , 20.03.2012

[8] <http://de.wikipedia.org/wiki/Treibhauspotenzial> , 29.03.2012

[9] <http://www.oekosystem-erde.de/html/treibhausgase.html> , 30.03.2012

[10] IPCC, Synthesis report Summary for Policymakers, 2007 ([Link](#))

[11] <http://www.oekosystem-erde.de/html/klimawandel-02.html> , 31.03.2012

[12] <http://www.oekosystem-erde.de/html/klimawandel-03.html> , 25.03.2012

[13] WBGU Sondergutachten "Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz", 2009 ([Link](#))

[14] <http://www.oekosystem-erde.de/html/klimalosung.html> , 10.03.2012

[15] http://www.focus.de/wissen/wissenschaft/klima/klima-verhandlungen-kanada-steigt-aus-kyoto-abkommen-aus_aid_693497.html , 02.04.2012

[16] http://www.wetteronline.de/wotexte/redaktion/klimawandel/2011/11/1104_co_CO2Ausstoss-erreicht-Rekord.htm , 03.04.2012

erstellt im März 2012 von [Christoph Schünemann](#)