

Klima-Vortragsreihe 2009 – 2010



Der Klimawandel und die Weltklimapolitik

Dokumentation zum Vortrag

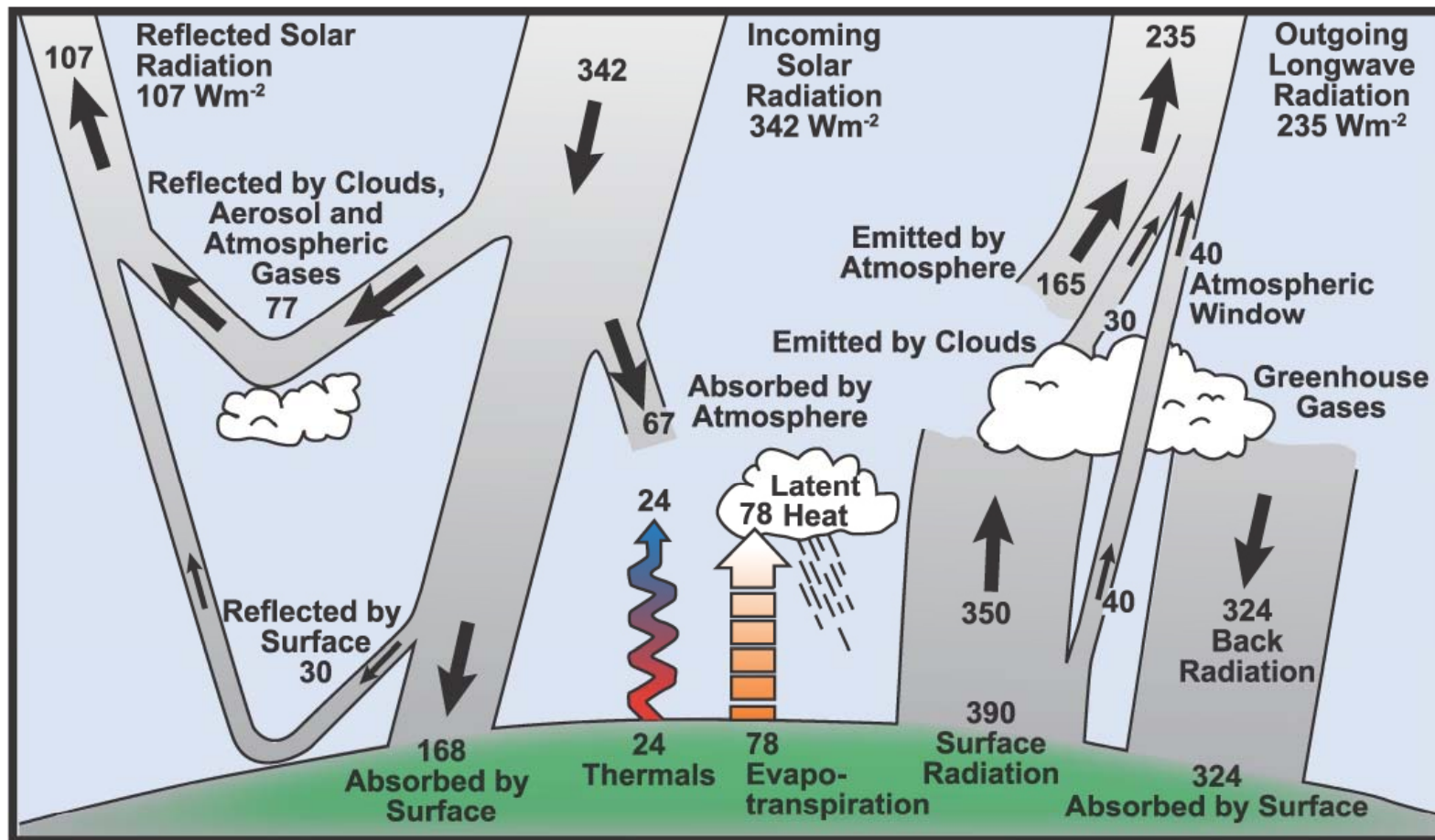
Referent: Prof. Dr. Hartmut Graßl

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

Vortrag an der Heinrich-Hertz-Schule

10. September 2009

Der Energiehaushalt der Erde

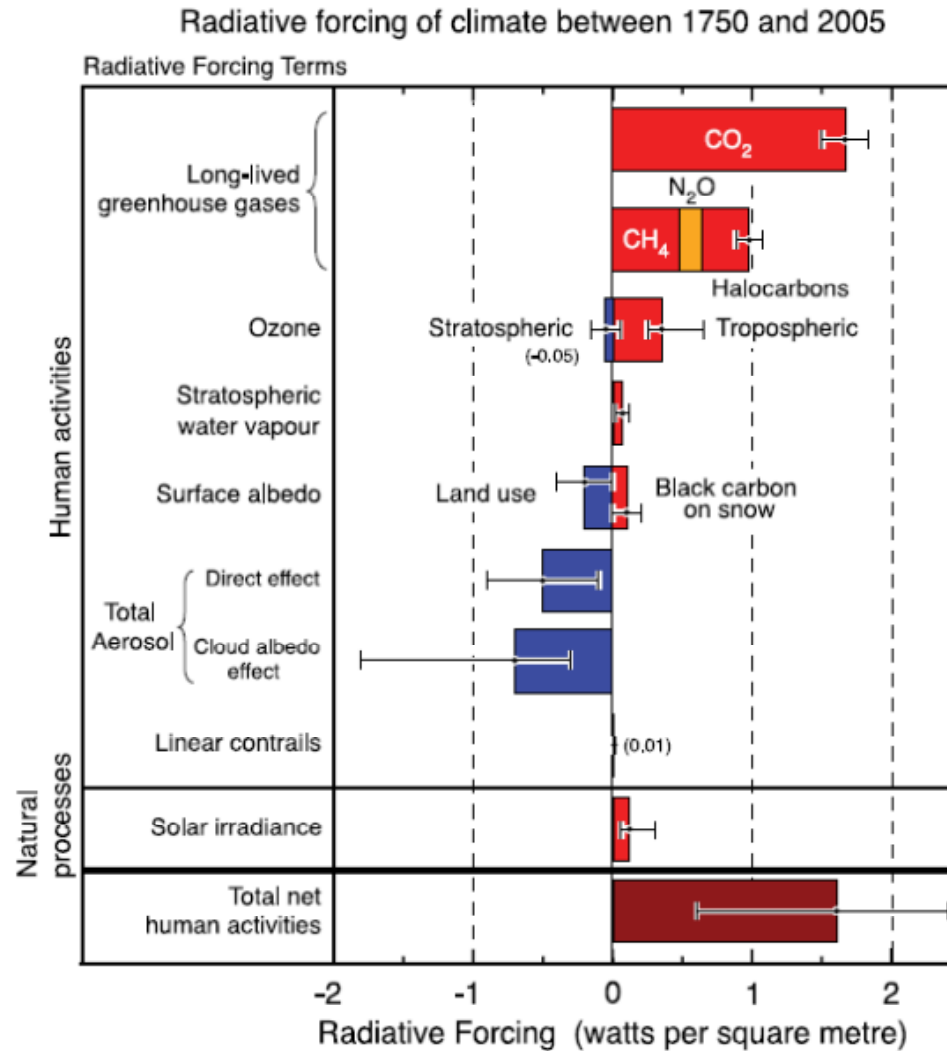


Quelle: IPCC 2007

Der Energiehaushalt der Erde

- Der Energiehaushalt des Systems Erde-Atmosphäre wird durch die einfallende kurzwellige Strahlung der Sonne (in Abb. links) und die langwellige Strahlung der Erde (in Abb. rechts) bestimmt.
- Die Solarstrahlung wird zu ca. einem Drittel in der Atmosphäre und vom Erdboden reflektiert; der Rest wird in langwellige Strahlung umgewandelt.
- Die langwellige Strahlung wird von einigen Spurengasen der Atmosphäre absorbiert, wodurch der sogenannte Treibhauseffekt entsteht.

Der Strahlungsantrieb 1750 bis 2005

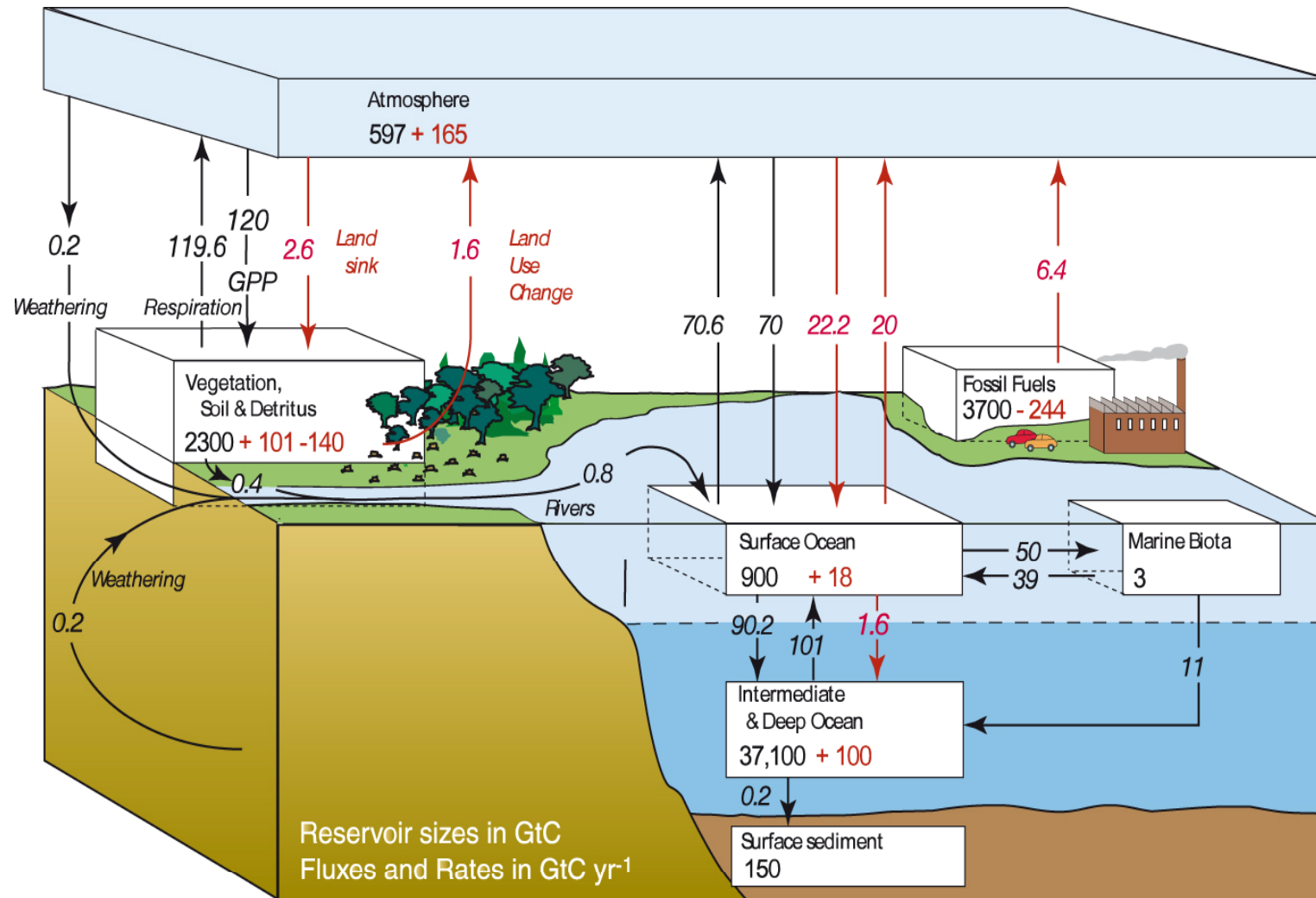


Quelle: IPCC 2007

Der Strahlungsantrieb 1750 bis 2005

- Seit Beginn der Industrialisierung im 18. Jahrhundert wird der natürliche Treibhauseffekt durch vom Menschen erzeugte Treibhausgase verstärkt.
- Die Abbildung zeigt den kumulativen Effekt dieser Gase auf den Strahlungshaushalt in Watt pro Quadratmeter (rote Balken). Daneben werden durch menschliche Aktivitäten auch Aerosole emittiert, die eine abkühlende Wirkung haben. Der Mensch verändert zudem die Landoberfläche mit der Folge einer höheren Reflektion (blaue Balken).
- Der Nettoeffekt der menschlichen Aktivitäten seit 1750 auf den Strahlungshaushalt beträgt +1,6 Watt pro Quadratmeter. Daneben ist der Antrieb durch Veränderung der Solarstrahlung mit ca. +0,1 Watt sehr gering.

Der Kohlenstoffkreislauf

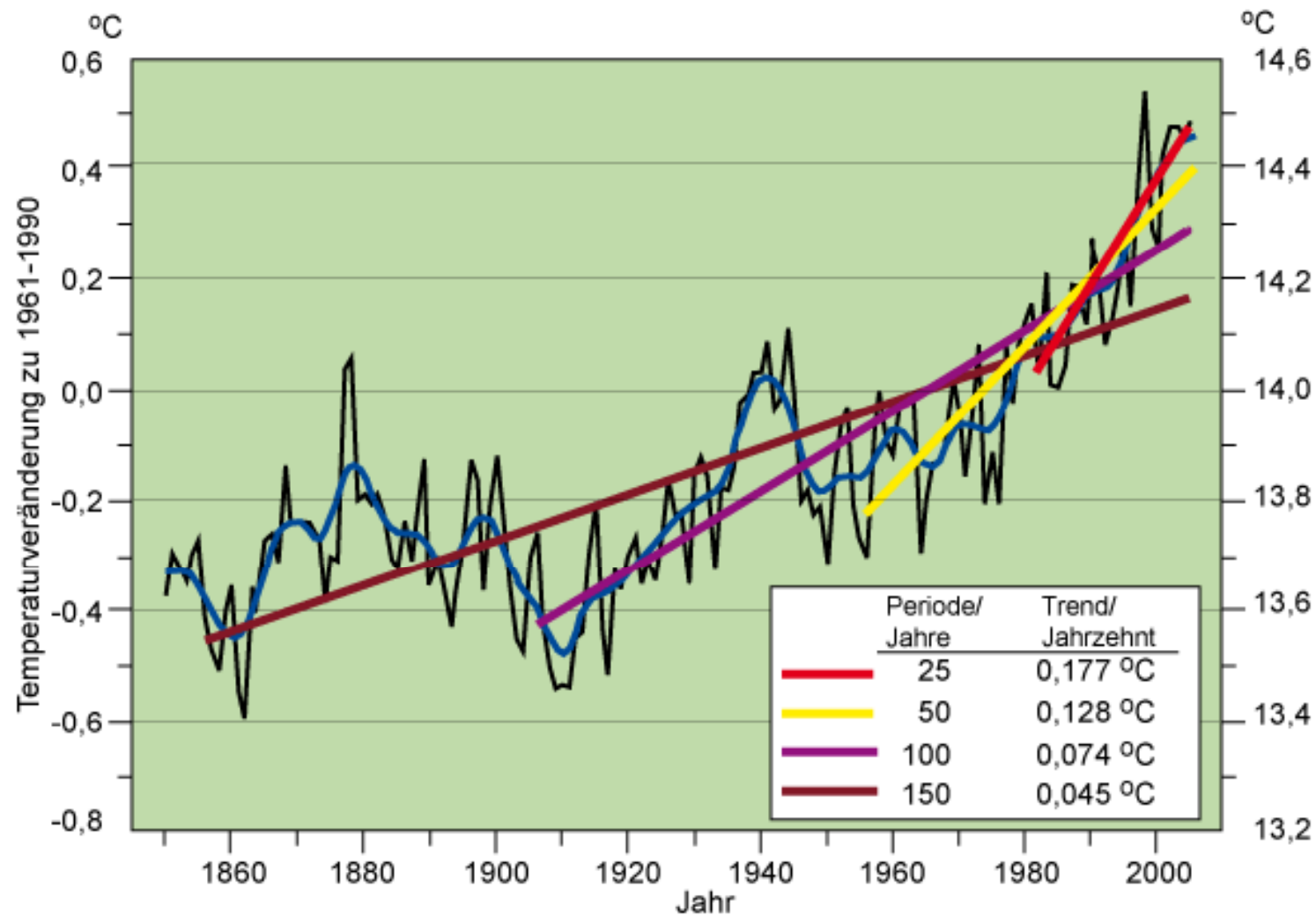


Quelle: IPCC 2007

Der Kohlenstoffkreislauf

- Das durch menschliche Aktivitäten emittierte Kohlendioxid fügt sich in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf zwischen Land, Atmosphäre und Ozean ein.
- Die Abbildung zeigt den Kohlenstoffaustausch zwischen diesen drei Reservoirern in Gigatonnen Kohlenstoff pro Jahr sowie die Reservoirre in GtC (1 t C entspricht 3,67 t CO₂).
- Die schwarzen Pfeile und Werte zeigen die natürlichen Anteile vor 1750, die roten die aktuellen vom Menschen verursachten Anteile.

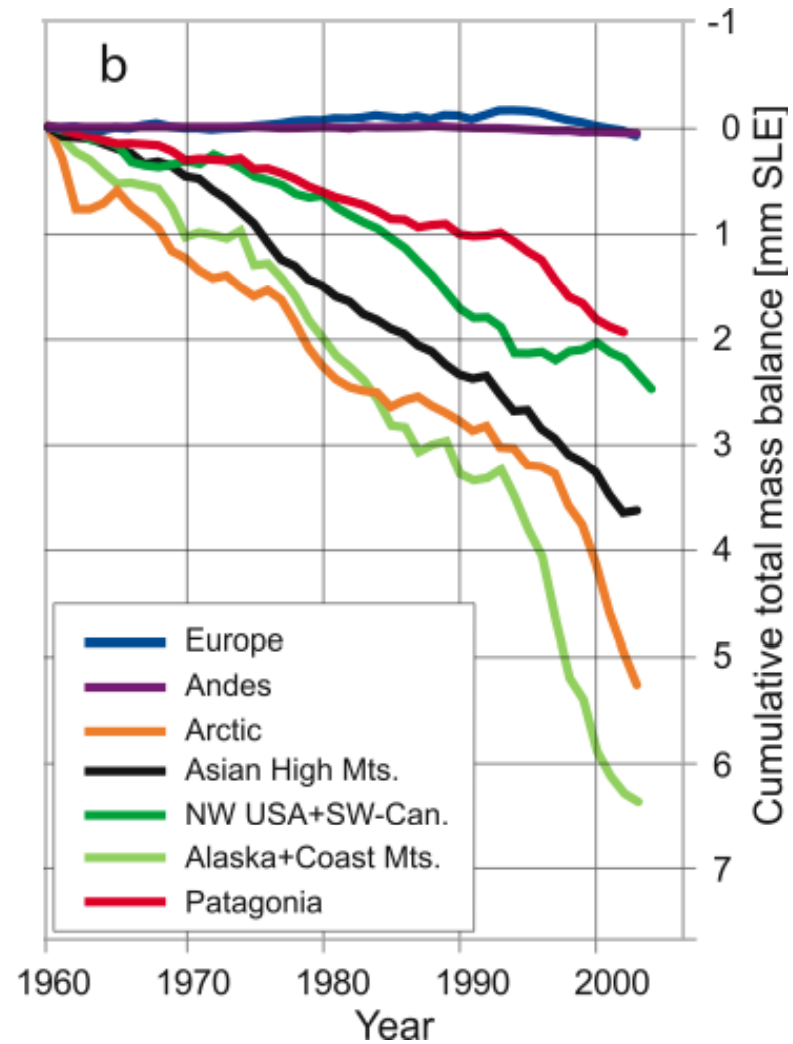
Änderung der globalen Mitteltemperatur



Änderung der globalen Mitteltemperatur

- Die globale Mitteltemperatur hat in den letzten hundert Jahren um 0,74 °C zugenommen.
- Die Erwärmung hat sich in den letzten Jahrzehnten deutlich verstärkt. Der Trend der letzten 25 Jahre würde auf 100 Jahre hochgerechnet eine Erwärmung von 1,8 °C bedeuten.
- 1998 war seit Beginn der Messungen das bisher wärmste Jahr. Die letzten zehn Jahre waren wahrscheinlich das wärmste Jahrzehnt seit dem Mittelalter.

Gletscherschmelze

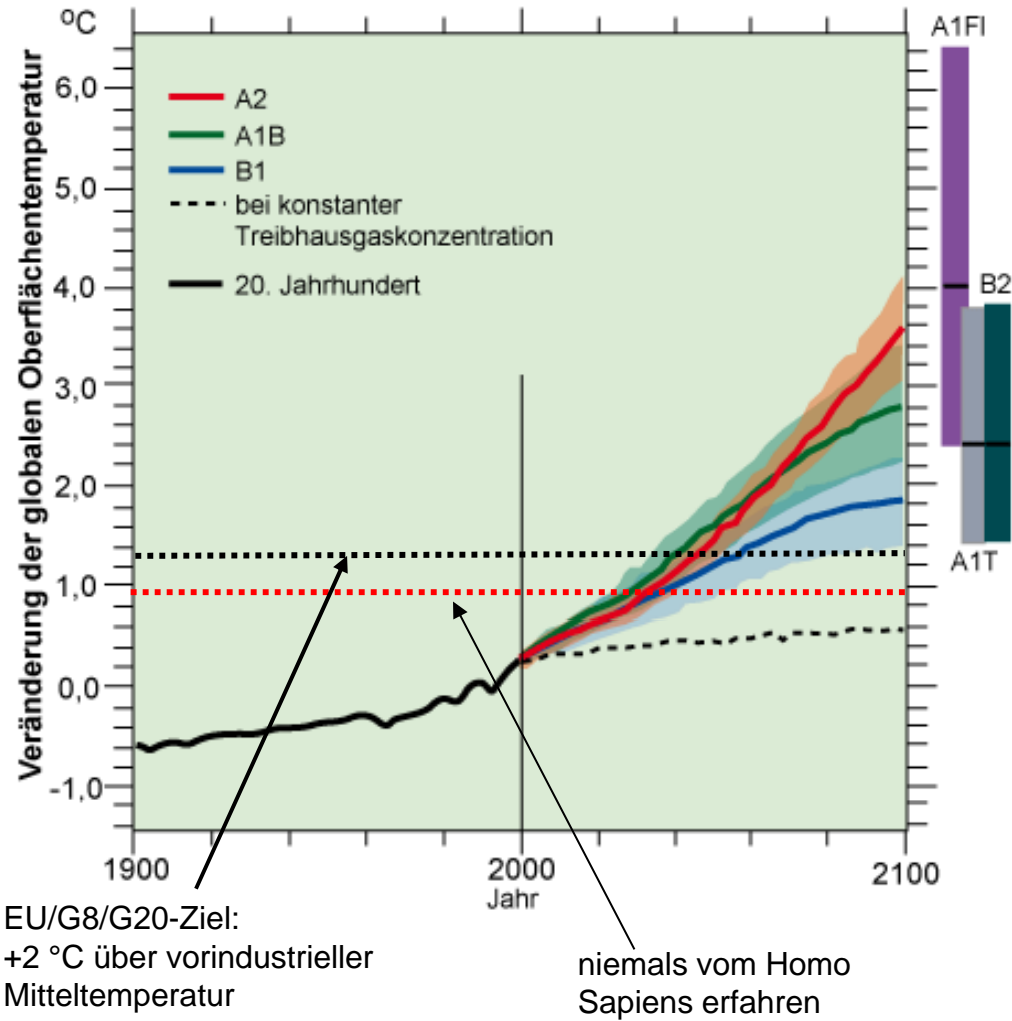


Quelle: IPCC 2007

Gletscherschmelze

- Einer der wichtigsten Indikatoren für den Klimawandel ist der weltweite Rückgang der Gletscher. In fast allen Regionen der Welt zeigen die Gletscher einen deutlichen Massenverlust.
- In Europa wurde der Verlust in den Alpen nahezu ausgeglichen durch einen Zuwachs in Skandinavien aufgrund höherer Niederschläge. Die höchsten Massenverluste haben Alaska und die arktischen Gletscher zu verzeichnen. Pro Quadratmeter ist der Verlust in Patagonien am stärksten (nicht gezeigt).
- Die Abbildung zeigt den gesamten kumulativen Massenverlust in Millimeter Meeresspiegel-Äquivalente.

Die globale Mitteltemperatur bis 2100

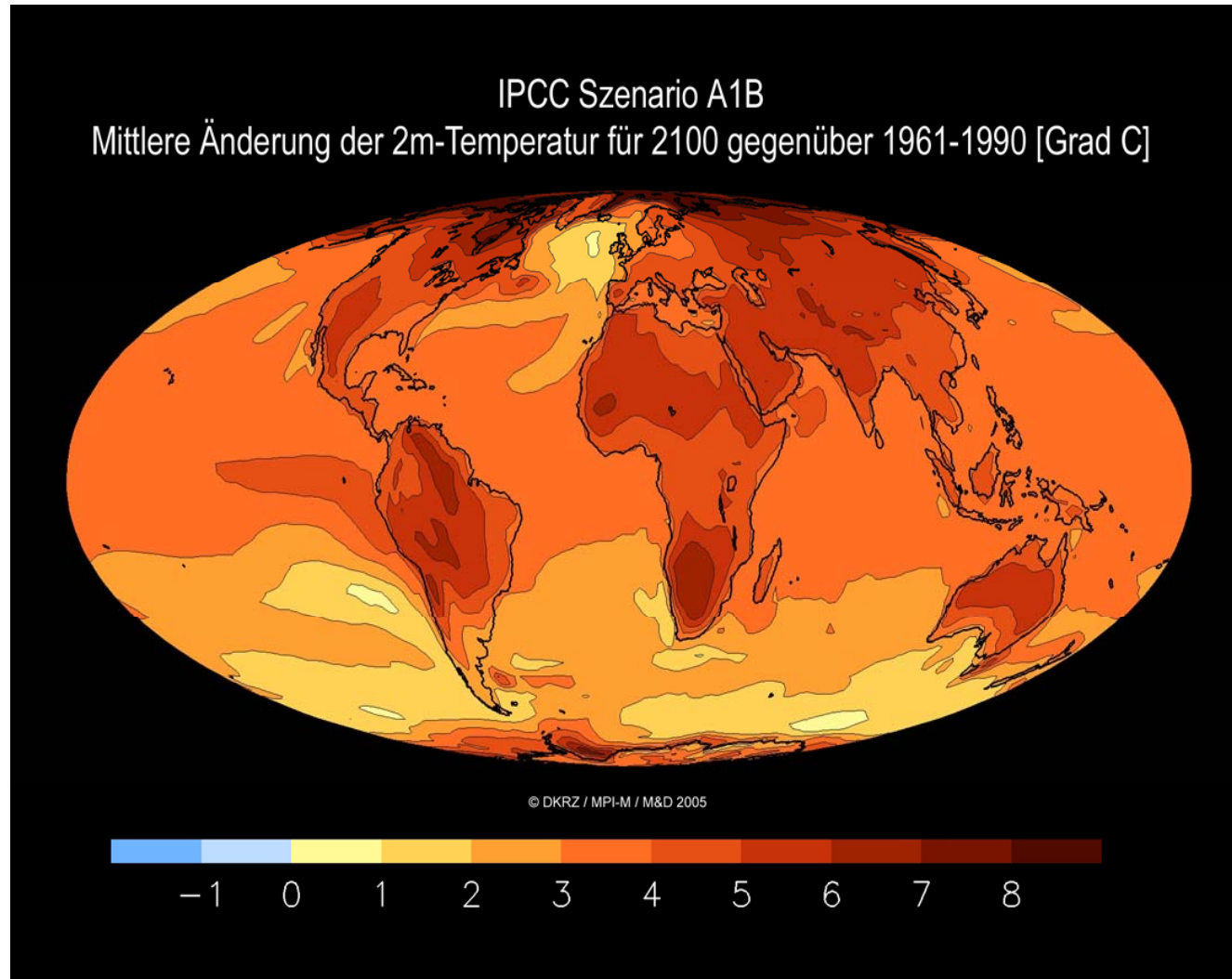


Quelle: Eigene Darstellung nach IPCC 2007, Ergänzungen durch Prof. Graßl

Die globale Mitteltemperatur bis 2100

- Wie ändert sich das Klima bis zum Ende dieses Jahrhunderts? Da niemand die Entwicklung der Weltgesellschaft über so lange Zeiträume vorhersagen kann, hat der Weltklimarat IPCC verschiedene Szenarien (A1, B1 usw.) aufgestellt, die mögliche Klimaentwicklungen aufzeigen. Danach kann es eine globale Erwärmung zwischen 1,4 bis 6,4 °C geben.
- Das ehrgeizige Ziel der EU sowie der G8- und G20-Staaten liegt noch unterhalb des optimistischsten IPCC-Szenarios B1. In jedem Fall wird in den nächsten hundert Jahren die Temperaturschwankung, die der Mensch als Homo Sapiens bisher erfahren hat, deutlich überschritten.

Regionale Temperaturänderung bis 2100



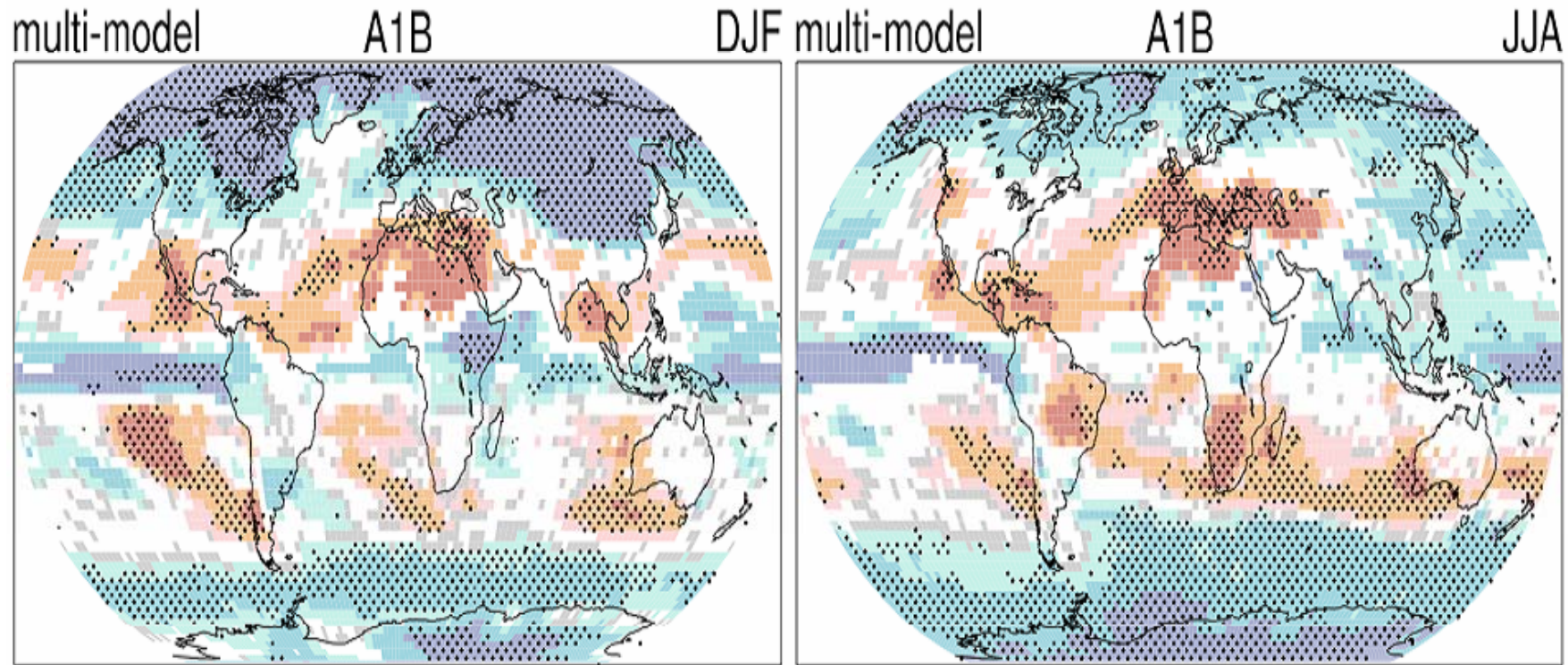
Quelle: MPI-M 2005

Regionale Temperaturänderung bis 2100

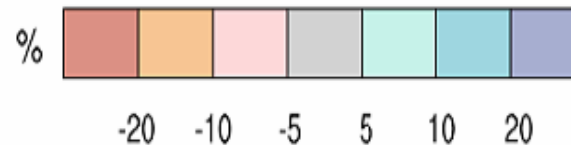
Das Klima wird sich auf der Erde nicht überall gleich verändern. Nach Berechnungen von Klimamodellen sind die wichtigsten regionalen Unterschiede:

- Eine stärkere Erwärmung über den Kontinenten als über den Ozeanen
- Die stärkste Erwärmung in den hohen nördlichen Breiten: bis 8 °C
- Eine geringe Erwärmung im Nordatlantik (Schwächung des Nordatlantikstroms) und um die Antarktis
- Erwärmung in Europa: 3 – 5 °C, im Mittelmeerraum bis 6 °C

Änderung der Niederschläge



©IPCC 2007: WG1-AR4

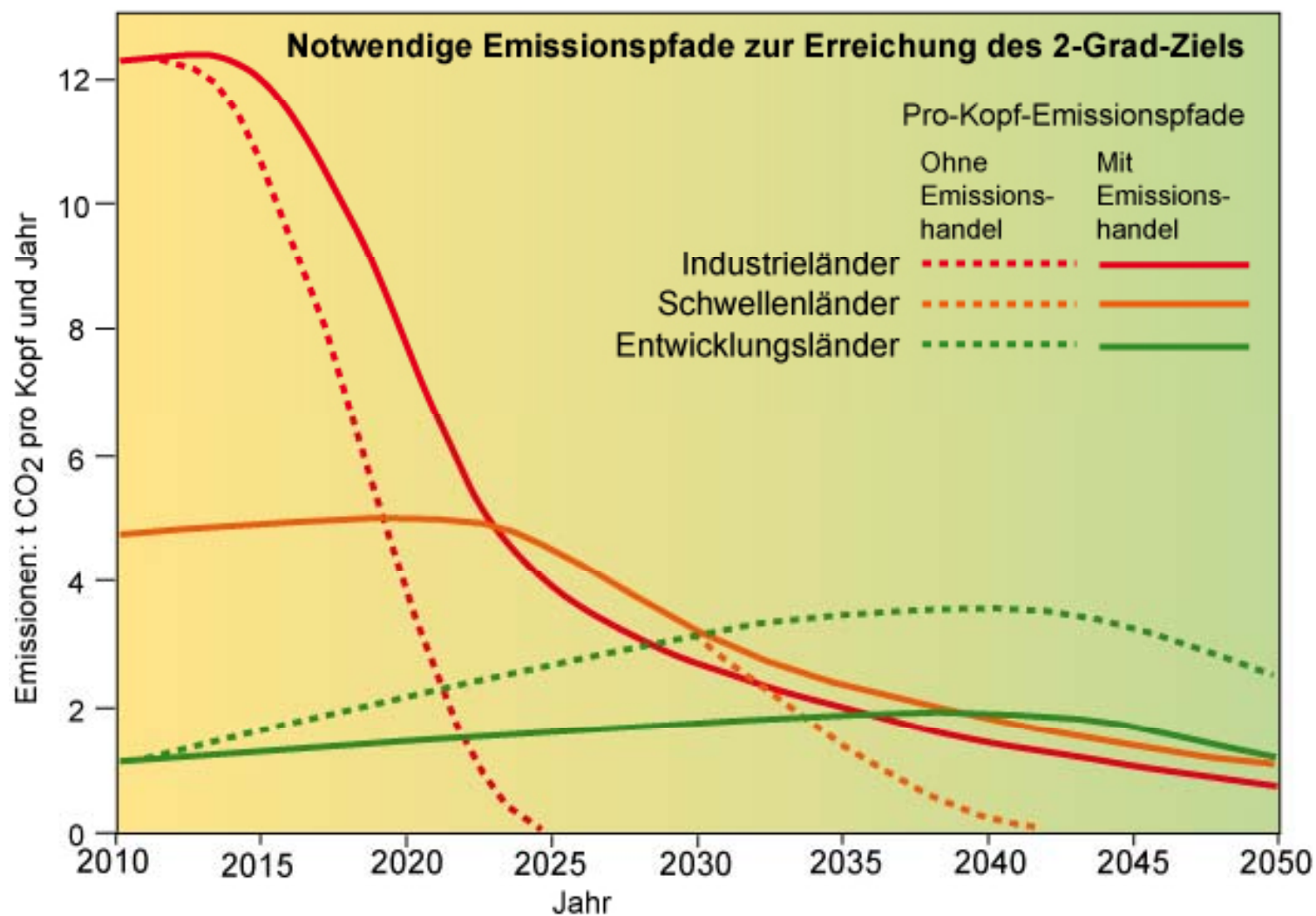


Quelle: IPCC 2007

Änderung der Niederschläge

- In manchen Regionen der Erde werden die Niederschlagsänderungen gravierendere Folgen haben als die Veränderungen der Temperatur.
- Allgemein werden die Regionen, die heute schon unter Niederschlagsmangel leiden, in Zukunft noch weniger und die regenreichen Gebiete zusätzliche Niederschläge erhalten.
- Auf der Nordhalbkugel wird sich im Sommer der mediterrane Trockengürtel bis nach Mitteleuropa ausdehnen. Die Karibik, Nordost-Brasilien, Südafrika und Teile Australiens werden ebenfalls unter Niederschlagsmangel leiden.

Emissionspfade

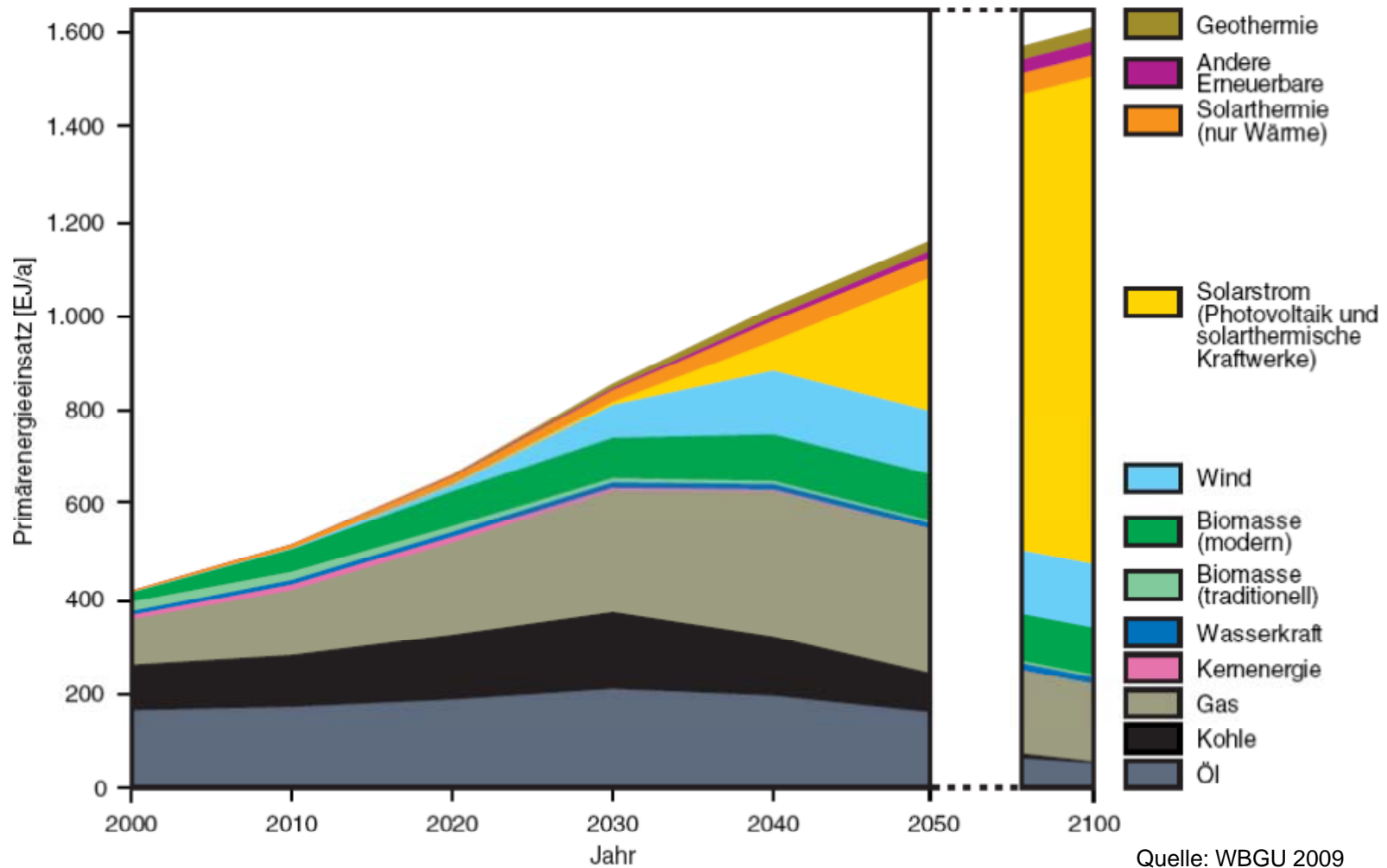


Quelle: Eigene Darstellung nach WBGU 2009

Emissionspfade

- Um die globale Erwärmung im 21. Jahrhundert auf 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert zu begrenzen, müssten die CO₂-Emissionen in den Industrieländern bereits ab 2015 drastisch heruntergefahren und ohne Emissionshandel bis 2025 auf Null gebracht werden. Da das nicht möglich sein wird, ist der Emissionshandel ein notwendiges Instrument des Klimaschutzes.
- Die Schwellenländer müssten ab 2025 ihre Emissionen umsteuern. Die Entwicklungsländer hätten bis 2045 Zeit.

Notwendiger Primärenergieeinsatz für das 2-°C-Ziel



Notwendiger Primärenergieeinsatz für das 2-°C-Ziel

- Um das 2-Grad-Ziel zu erreichen, müsste sich auch die Zusammensetzung der verwendeten Primär-energie ab 2030 deutlich ändern. Der Anteil der fossilen Energien müsste zurückgehen, der Anteil der regenerativen Energie müsste zunehmen.
- Ab 2040 müsste vor allem die aus der Sonnenstrahlung gewonnene Energie stark ausgebaut werden. Und am Ende des Jahrhunderts müsste das Solarzeitalter längst erreicht sein.

Fazit

- Das zukünftige und wieder nachhaltige Energieversorgungssystem nützt die direkte Energie der Sonne und wird durch von ihr abgeleitete erneuerbare Energieträger ergänzt.
- Je innovativer eine Region bei diesem Transformationsprozess ist, umso besser wird es ihr gehen.
- Wer die direkte Sonne nützt, ist kein Störenfried mehr und erhält eine Friedensdividende, weil alle über diesen Energierohstoff verfügen.

Quellenangaben

- F 2: IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Cambridge, FAQ 1.1, Figure 1
- F 4: IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Cambridge, FAQ 2.1, Figure 2
- F 6: IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Cambridge, Figure 7.3
- F 8: IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Cambridge, FAQ 3.1, Figure 1
- F 10: IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Cambridge, Figure 4.15b
- F 12: Eigene Darstellung nach IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Summary for Policymakers, Cambridge, Figure SPM-5; Ergänzungen durch Prof. Graßl
- F 14: Max-Planck-Institut für Meteorologie (2006): Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert, Hamburg, Abb. 8
- F 16: IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Summary for Policymakers, Cambridge, Figure SPM.7
- F 18: Eigene Darstellung nach Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen WBGU (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz, Berlin, Abb. 5.3-5
- F 20: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen WBGU (2003): Welt im Wandel – Energiewende zur Nachhaltigkeit, Berlin, Abb. 4.4-3