

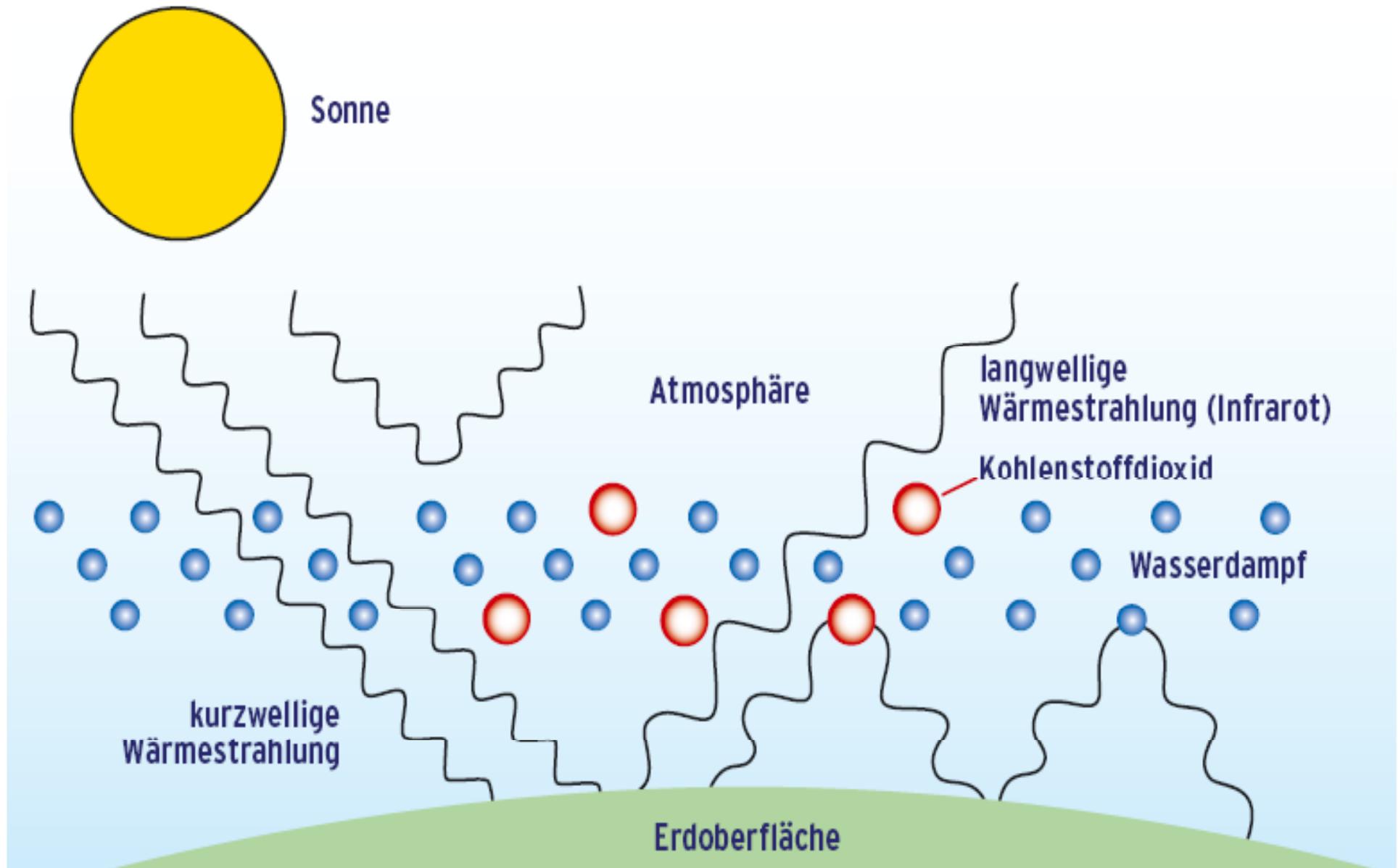


Weltklima

Eine noch aufhaltsame Katastrophe

Michael Müller

Der Treibhauseffekt



Treibhausgase

- **Kohlendioxid (CO₂):** Energiewandlung und Nutzung, Wälder und Böden
- **Methan (CH₄):** Landwirtschaft, aber auch Energie
- **Ozon in der Troposphäre (O₃):** Verkehr
- **Distickstoffoxid (N₂O):** Landwirtschaft und Industrie
- **Fluorierte und halogenierte Kohlenwasserstoffe:** Chemie
- **Wasserdampf:** Verdunstung durch Erwärmung

Vorgeschichte

- **Joseph Fourier:** Treibhaustheorie
- **Svante Arrhenius 1895** Folgen von CO₂
- **Mitte der 80er Jahre** – Beginn der öffentlichen Debatte über den anthropogenen Klimawandel
- **DPG / DMG** damals:
 - wahrscheinlich Anstieg um 3° C in 100 Jahren
 - Polarzonen 3 mal so hoch, Tropen halb so hoch
- **Klima-Enquetekommission** des Deutschen Bundestages 1990: minus 33 % bis 2005
- **Erwärmungsobergrenze** 1,5 °
- **Bundesregierung 1991:** Treibhausgase minus 25 % in den alten Bundesländern BIS 2005
- **1998 - 2005:** 18 wichtige Maßnahmen (EEG, Öko-Steuer, Atomausstieg etc.)

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

- Träger:
 - Weltmeteorologieorganisation (WMO)
 - UN-Umweltprogramm (UNEP)
- gegründet: 1988
- beteiligt: fast 200 Staaten
- Seitdem 20 UN-COP / nächste Paris
- Anschlussvertrag oder?

Arbeitsweise IPCC

- Sachstandsbericht (*Assessment Reports*) alle rd. 6 Jahre. Darin 4 Teilberichte zu:
 - wissenschaftliche Grundlagen
 - sektorale und regionale Klimafolgen/Verwundbarkeit der Erde
 - politische und ökonomische Optionen zum Klimaschutz
 - Synthesebericht
- Sonderberichte, Technische Berichte

Arbeitsweise IPCC

- Einzelteile des Sachstandsberichts jeweils:
 - **Grundtexte** (ca. 1.500 Seiten)
 - **Technical Summaries** (TS: 60 - 80 S.)
 - **Summaries for Policymakers** (SPM: 30 S.)
- beteiligt: direkt ca. 1.250 Wissenschaftler
indirekt ca. 2.500 Wissenschaftler
- alle Einwände, offenen Fragen dokumentiert
(vor Veröffentlichung 1.500 Stellungnahmen)
- Ergebnisse nach „**Wahrscheinlichkeiten**“

I. Grundlagen

- 650.000 Jahre Klimageschichte
- Kohlenstoffkonzentrationen (natürlich 280 ppm)
- Weltszenarien (SRES: Emissions-Szenarien)
- 29.000 Datenblätter aus der Wetterbeobachtung (Übereinstimmung ~ 90 %)

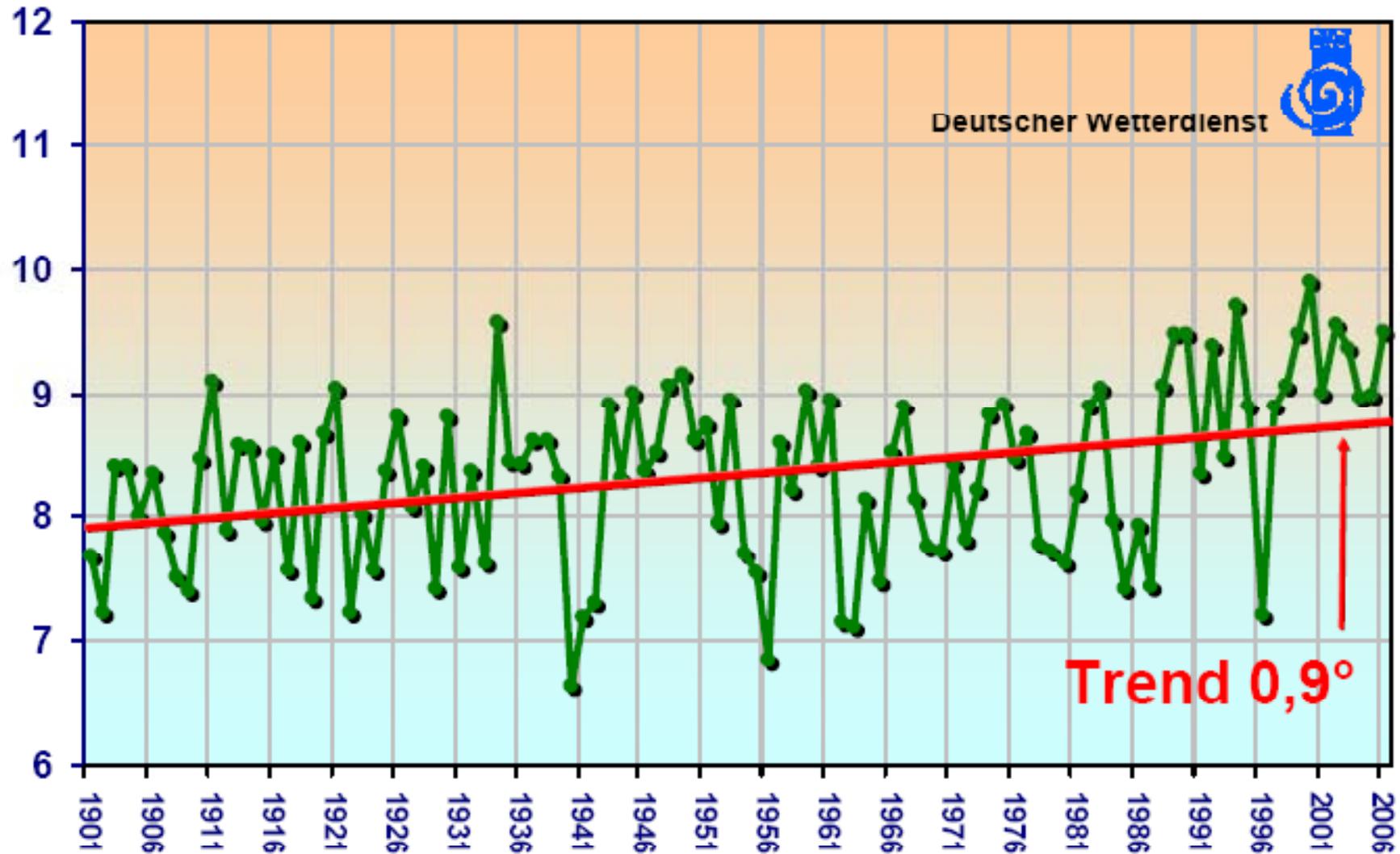
Ergebnis:

- Bandbreiten
- Bis Ende des Jahrhunderts wahrscheinlich 3° C

Arbeitsgruppe I

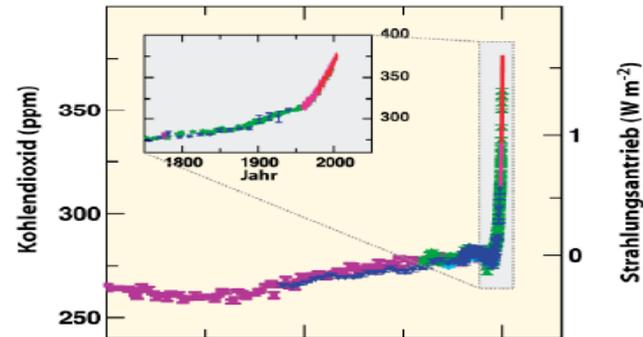
- **höchste Konzentration** von Treibhausgasen seit 650.000 Jahren
- **schnellster Temperaturanstieg** seit 20.000 Jahren, heute $15,5^{\circ}\text{C}$
- bereits **Anstieg um $0,95^{\circ}\text{C}$** gegenüber vorindustriellen Werten, wird auf jeden Fall auf $\sim 1,2^{\circ}\text{C}$ steigen
- **$0,2^{\circ}\text{C}$** Anstieg pro Jahrzehnt
- „**Bremsweg**“ 30 bis 40 Jahre
- **Faktisch „Warmzeit auf Warmzeit“**, denn globale Temperaturen der letzten 200.000 Jahre:
 - 10°C Eiszeit
 - $16,5^{\circ}\text{C}$ Klimaoptimum

°C Jahresmitteltemperatur in Deutschland seit 1901



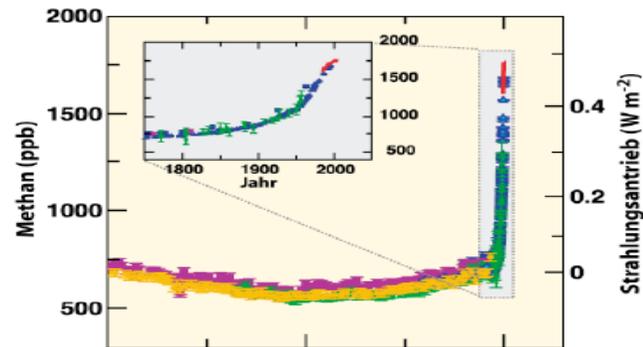
Änderungen der Treibhausgase basierend auf Eisbohrkernen und modernen Daten

Kohlendioxid



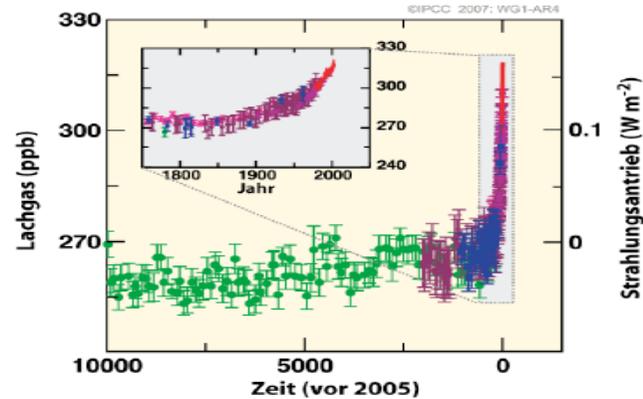
+ 30 Prozent

Methan



Verdreifachung !

Lachgas



+ 20 Prozent

ABBILDUNG SPM-1. Atmosphärische Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas in den letzten 10'000 Jahren (große Grafiken) und seit 1750 (eingefügte Grafiken). Dargestellt sind Messungen aus Eisbohrkernen

Unsicherheiten (*tipping points*)

- Z. B. Anstieg Meeresspiegel
- Eisschichten (Grönland/Antarktis)
- Meerespumpe (auch Golfstrom)
- Permafrostgebiete (Methan)

Folgenbewertung

- harte Auseinandersetzungen um Papier für Policy Makers
(Versuche der Relativierung)
- Dennoch einstimmig und eindeutig, z. B.:
 - Eis- und Schneeschmelze bedroht 40 % der Weltbevölkerung
 - Gletscherschmelzung Himalaja, Anden oder Alpen 2070
 - Global 2 ° - Alpen rd 4 ° (in Dt. von 27 auf 1)
 - hohes Gesundheitsrisiko (140.000 Hitzetote)

Folgeeinschätzung

- **Lateinamerika:**

- Wasserknappheit für 77 Mio. Menschen – heute
- **Anden** – 25 % seit 1990
- **Lima** (Wasserversorgung zu 100 % Gletscherwasser)
- **Peru** 4/5 der Energieversorgung aus Wasserkraft aus Anden

- **Afrika:**

- Erwärmung 0,3° C pro Jahrzehnt in weiten Regionen
- 46 % der Landesfläche Wüste
- 15 bis 20 % der Menschen unterernährt, Durchschnittsalter 25
- Bei 2° C Temperaturanstieg Ernteauffälle um 50 % (Gründe: Erwärmung -> Wassermangel -> Versalzung -> Trockenheit)
- Beispiel **Darfur** (2,5 Mio. Menschen auf Flucht, 200.000 Tote)

Folgeneinschätzung

- **Asien:**
 - Verlust an Schmelzwasser **Himalaja** (15 % der Eismasse) - gravierende Folgen für **Indus, Mekong, Jangtse**
 - Großstädte im Küstenbereich gefährdet (**Mumbai / Shanghai**)
 - insgesamt 635 Mio. Menschen in tief gelegenen Küstenregionen
- **Europa:**
 - **Nordsee** 1,7° C Temperaturanstieg seit 1993
 - Abnahme pH-Wert um -0,35 Einheiten bis 2100 (Versauerung)
 - Niederschläge + 40 % im Winterhalbjahr (Starkregen, weniger Eis, neuartige Hochwasser)
 - 30 % weniger Niederschläge im Sommer - **Südeuropa**
 - bei ca. 2° C Temperaturanstieg – Gefährdung von 20 bis 30 % der Tier- und Pflanzenarten

Modellprojektionen der Erdoberflächentemperatur

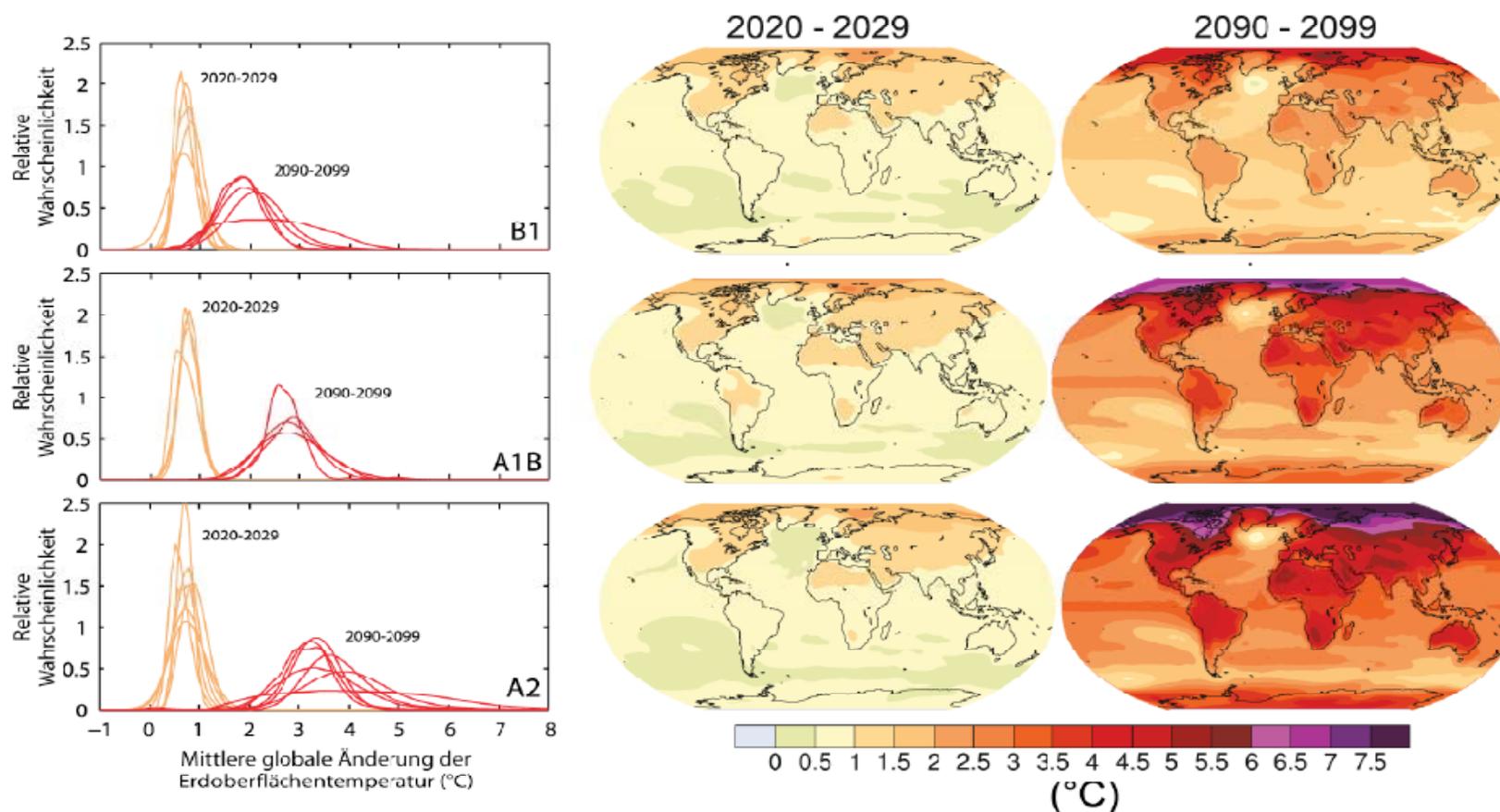


ABBILDUNG SPM-6. Projizierte Änderungen der Erdoberflächentemperatur für das frühe und späte 21. Jahrhundert im Vergleich zum Zeitraum 1980-1999. Die mittleren und rechten Grafiken zeigen die AOGCM-Multimodell-Mittelprojektionen für die B1- (oben), A1B- (Mitte) und A2- (unten) -SRES-Szenarien, gemittelt über die Jahrzehnte 2020-2029 (Mitte) und 2090-2099 (rechts). Die linken Grafiken zeigen die entsprechenden Unsicherheiten als relative Wahrscheinlichkeiten der geschätzten mittleren globalen Erwärmung aus mehreren unterschiedlichen AOGCM- und EMIC-Studien für die gleichen Zeiträume. Einige Studien bieten nur Resultate für einen Teil der SRES-Szenarien oder für verschiedene Modellversionen. Deshalb ist die Anzahl der in den linken Grafiken gezeigten Kurven einzig wegen der unterschiedlichen Verfügbarkeit von Resultaten unterschiedlich. {Abbildungen 10.8 und 10.28}

Zielbestimmung

- - **2 °C–Ziel** nur aufgeführt (EU/IPCC) - entsprechend 450 ppm Stabilisierung, liegt über Erwärmungsobergrenze heute 400 ppm CO₂-Äquivalent
- Das erfordert **schnelles Handeln**:
 - bis 2015 **Trendwende**
 - bis 2050 **Halbierung** der Treibhausgas-Emissionen
- **Kosten**: 0,12 % des Weltsozialprodukts, Nichtstun ungleich teurer;
 - vgl. *Stern*-Bericht: bis zu 20 % des Weltsozialproduktes
- Dagegen viel mit Gewinn (vor allem Erneuerbare, Effizienz)

Prioritäten für Klimaschutz

- **Effizienz (globales Gebäudesanierungsprogramm für Kälte- und Wärmenutzung)**
- **Erneuerbare Energien**
- **Verkehrssysteme**
- **Wälder, Böden, Meeressystem**

STREITPUNKTE

- zurückhaltend bei
 - Atomenergie (wie auch Klima-Enquete)
 - Kohlenstoffspeicherung
- Nein zu Geo-Engineering

IPCC

FÜNF KASSANDRARUFE

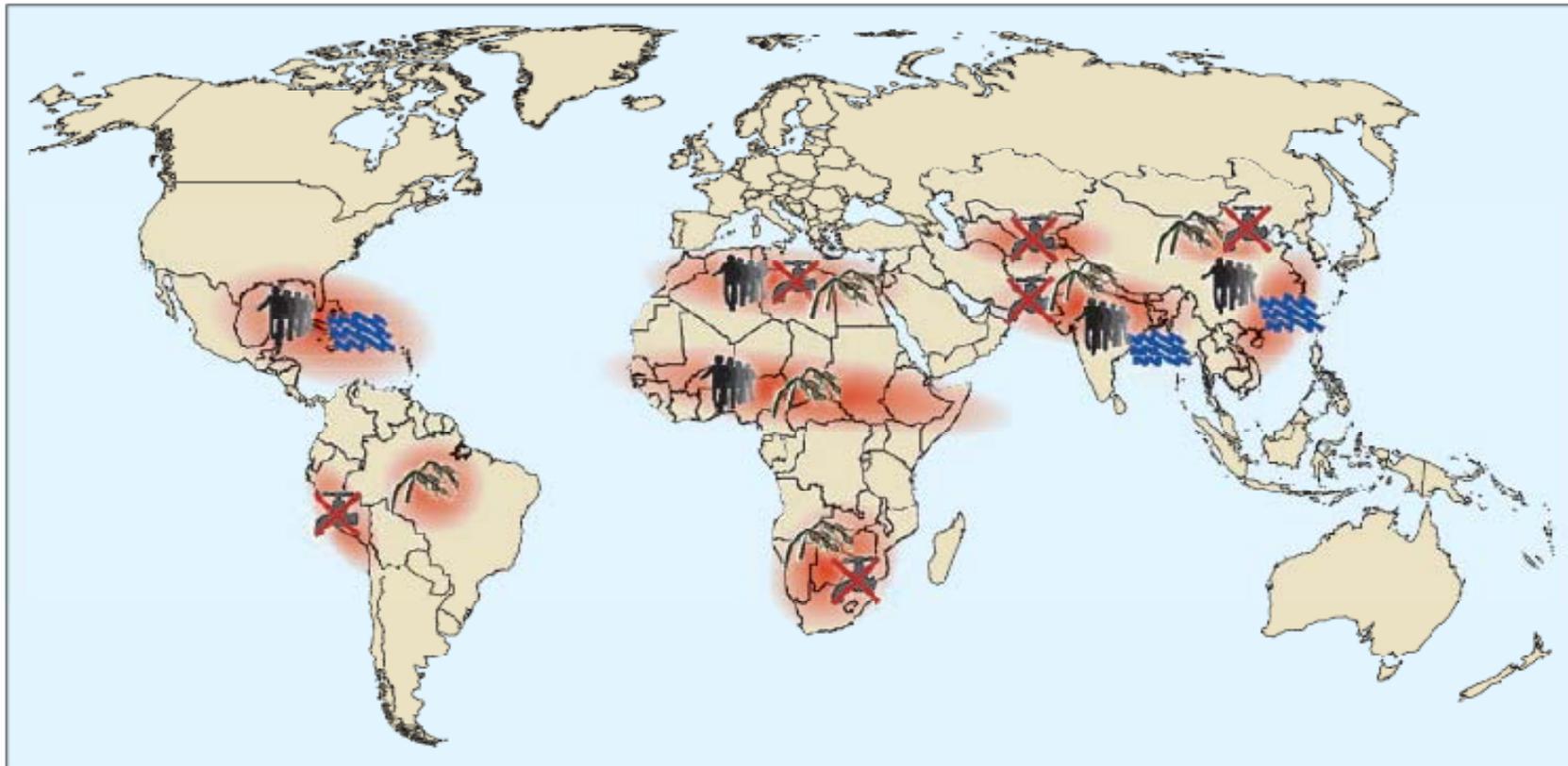
- Einzigartige Öko-Systeme und Tierarten werden auf Dauer verschwinden
- Extreme Wetterereignisse nehmen zu
- Dramatische Ungleichheiten in der Betroffenheit/Verwundbarkeit der Erde
- Gefahren übertreffen kleine, kurzzeitige und regionale „Vorteile“ um ein Vielfaches
- Risiko großer Einbrüche (z. B. Abrutschen großer Eismassen)

Ökologisches Jahrhundert

Verschärfung der globalen Herausforderung durch:

- **Peak Oil Point =>**
 - Verteilungskämpfe, Ressourcenkriege
- **„Süden“ beginnt Norden zu prägen**
 - Afrika: Migration/Armut
 - China/Indien: wirtschaftliche Dynamik
- **China seit 2009 größter CO₂-Emittent**
 - pro Woche 1.000 MW Kohlekraftwerk – Dennoch:
 - USA pro Kopf 19,74 t CO₂
 - China pro Kopf 3,66 t CO₂

Verwundbarkeit der menschlichen Sicherheit



Konfliktkonstellationen in ausgewählten Brennpunkten



Klimabedingte Degradation von Süßwasserressourcen



Klimabedingter Rückgang der Nahrungsmittelproduktion



Brennpunkt



Klimabedingte Zunahme von Sturm- und Futkatastrophen



Umweltbedingte Migration

Klimaschutz ist machbar

- **Lange Welle (Nikolai Kondratieff)**
- **Märkte der Zukunft**
- **Arbeit & Umwelt**
- **Erfolgsmodell EEG**
- **EU-Strategie 20 – 20 – 20 bis zum Jahr 2020 (8. März 2007)**
- **Widerspruch Wissen - Handeln**

Deutschland

- Ziel – **40 %** CO₂-Äquivalente bis 2020 gegenüber 1990 möglich:
 - **Einsparen 5 bis 8 %**
 - **Effizienzrevolution 42 bis 45 %**
 - **Erneuerbare Energien 40 % bis 2020**



Beispiele

- **Marktbeste Geräte bei 4-Personen-Haushalt: Einsparung von 7 Atomkraftwerken**
- **Stand by erfordert 1 Atomkraftwerk (1.000 MW)**
- **Kühl-/Gefriergeräte zwei Drittel weniger als vor 15 Jahren**
- **minus 90 % bei effizienter Heizung**
- **Passivhäuser 20 % eines Neubaus nach Einspar-Verordnung**
- **KW/KK Volumen in Dt mehr als 17 AKW**
- **3-Liter-Auto**

Dreiklang

- **Nationale Pionier- und Vorreiterrolle (Beispiel EEG)**
- **Starke Wirtschaftsregion – Nachhaltiges Europa**
- **Weltinnenpolitik (Kyoto-plus / JI - CDM Technologiepartnerschaft)**

Chance für Nachhaltigkeit

- **Neue Phase der Umweltpolitik**
- **Innovationen und Gerechtigkeit**
- **Technik muss vom „Feind“ zum Helfer beim Klimaschutz werden**
- **„Ökologische Verregelung“ der Konflikte: Voraussetzung für Frieden und Wohlstand (Norbert Elias)**
- **Neue Wirtschaftsordnung und Verteilungsgerechtigkeit**
- **Leitidee Nachhaltigkeit**