



# Klimaanpassung in der Region

## Episode 1: Klimawandel – Klimaschutz – Klimaanpassung

Prof. Dr. Arnim von Gleich  
Universität Bremen

 Universität Bremen

**ZMML**  
Zentrum für Multimedia  
in der Lehre

**DBU** 

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Übersicht zur gesamten Lerneinheit

## **Episode 1:**

## **Klimawandel – Klimaschutz - Klimaanpassung**

## Episode 2:

Verletzlichkeit und Resilienz – Klimaanpassungsstrategien in der Metropolregion Bremen-Oldenburg

## Episode 3:

Interview



# Lernziele Episode 1

## **Lernziel 1:**

Sie können Unterschiede und Zusammenhänge zwischen Wetter und Klima verstehen und darlegen.

## **Lernziel 2:**

Sie kennen die Wissensgrundlagen von Wetter, Klima und Treibhauseffekt und können die damit verbundenen Unsicherheiten ansatzweise einschätzen.

## **Lernziel 3:**

Sie können die Unterschiede und Zusammenhänge zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung verstehen und darlegen.

## **Lernziel 4:**

Sie können vorsorgeorientierte Formen des Umgangs mit Unsicherheit unterscheiden und darlegen.



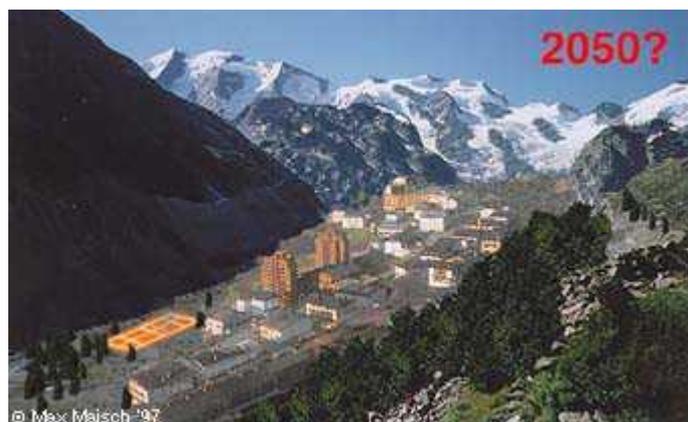
# Gliederung dieser Episode

- Wetter und Klima
- Klimawandel in Deutschland
- Klimawandel im Nord-Westen
- Klimaschutz und Klimaanpassung



# Wetter und Klima

Ist der Klimawandel schon spürbar?



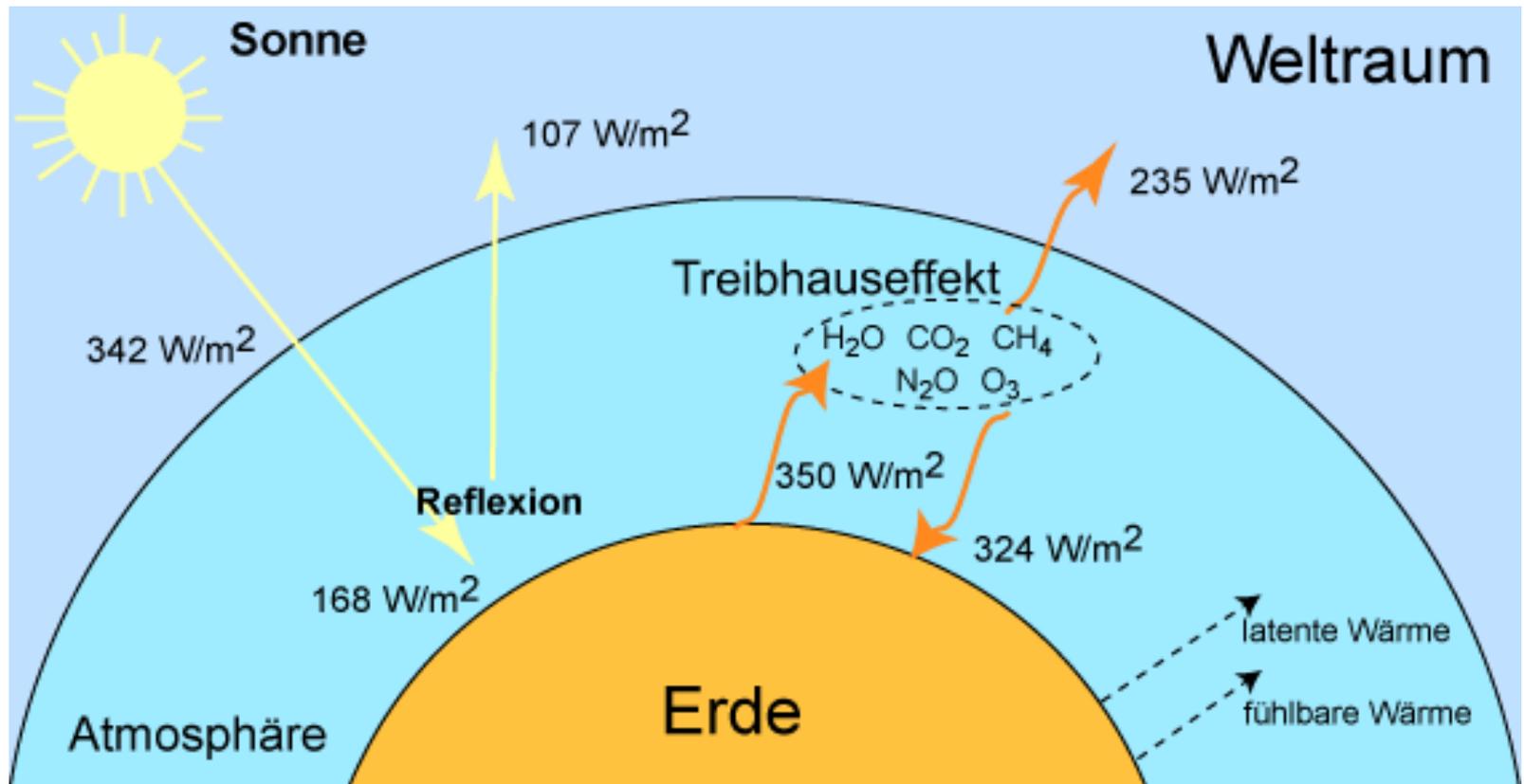


# Wetter und Klima

- Zunahme der Wirbelstürme?
  - Heiße Sommer
  - Und dann plötzlich ein kalter Winter?
- 
- 30 Jahre Wetter ergibt im Durchschnitt betrachtet Klima
- ⇒ Klimawandel ist nicht an Einzelereignissen festzumachen
- ⇒ Klimawandel wird sich aber auch in Einzelereignissen (Extremwetterereignissen) zeigen



# Der Treibhauseffekt

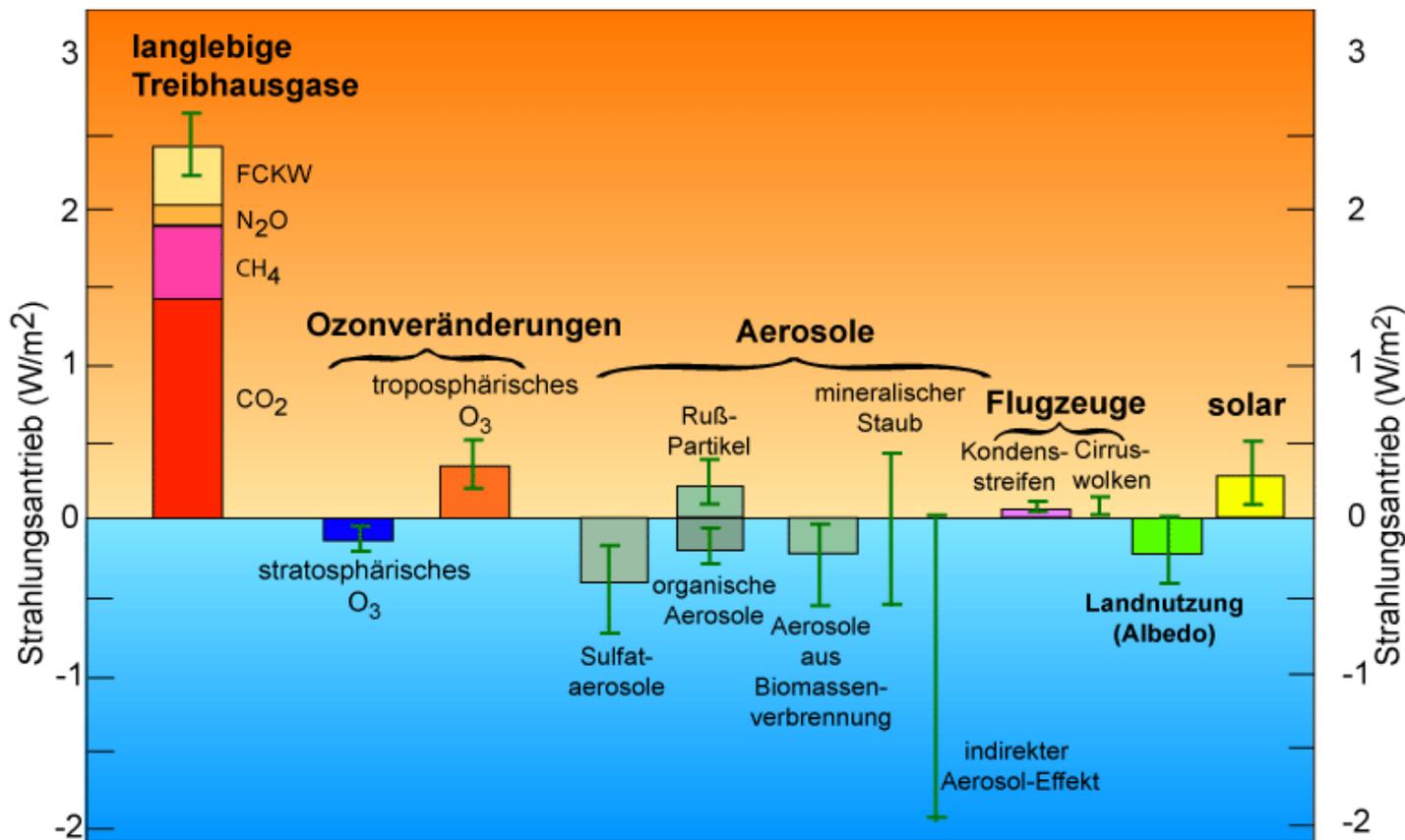


Quelle: Hamburger Bildungsserver unter <http://bildungsserver.hamburg.de/atmosphaere-und-treibhauseffekt/2069648/treibhauseffekt-natuerlich-artikel.html>

- Natürlicher Treibhauseffekt: Von -18 °C auf +14°C Durchschnittslufttemperatur
- Ohne natürlichen Treibhauseffekt kein Leben auf der Erde!



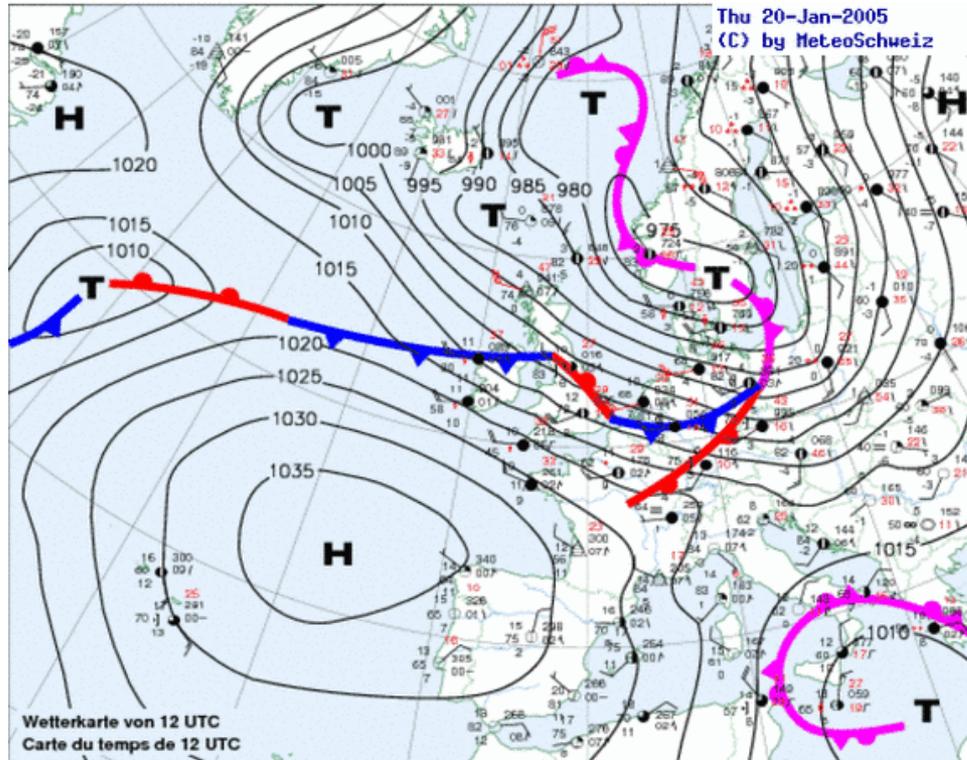
# Der anthropogene Treibhauseffekt



Quelle: Verändert nach IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis  
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Bild:Treibhauseffekt.gif>



# Wetter



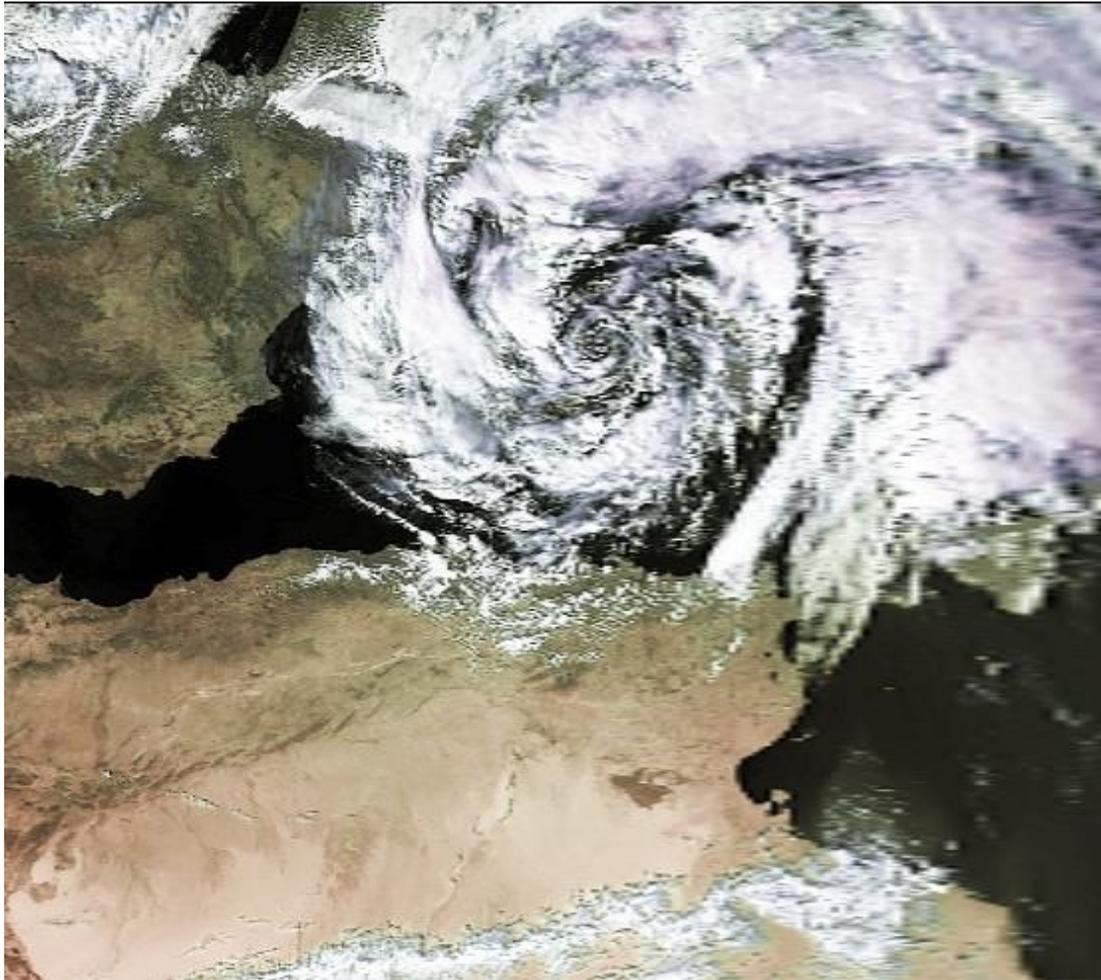
Quelle: MeteoSchweiz unter [www.meteoschweiz.ch](http://www.meteoschweiz.ch)

- Wetterkarte vom Donnerstag, 20.01.2005, rot markiert sind die Warmfronten und blau die Kaltfronten.
- Warm- und Kaltfronten, die über Deutschland lagen und von Norden her die Alpen erreichten, waren für die ergiebigen Schneefälle am Alpennordhang verantwortlich

➤ **Wettervorhersagen:** Derzeit für ca. 7 Tage in hoher regionaler Auflösung und mit hoher Trefferquote.



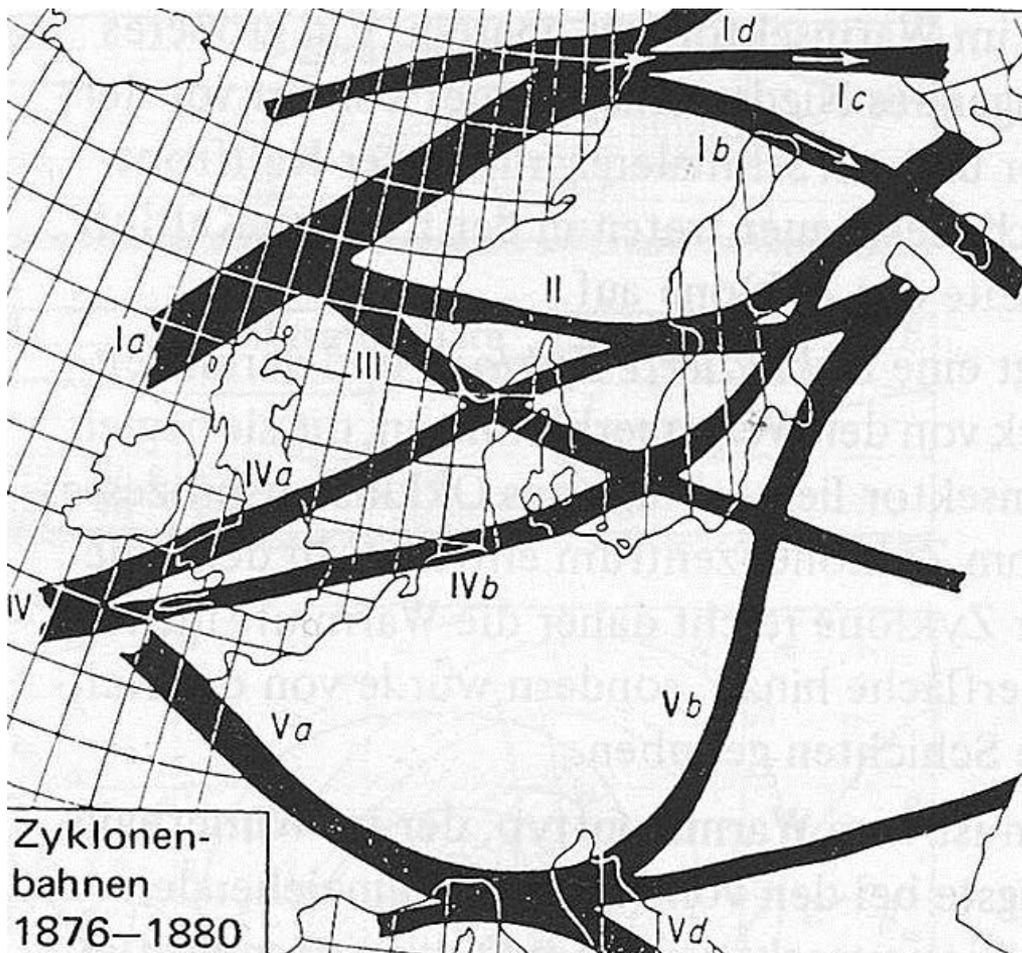
## Großwetterlagen: z. B. Vb-Tief



*Genuatief*, 7. Oktober 1996:  
Ein subtropischer Tiefdruckwirbel (Zyklon) schiebt feuchtwarme Luftmassen des Mittelmeerraumes von Südwest gegen Mittelitalien und Südost gegen die Alpen  
➤ Führte u. a. zum:  
Oderhochwasser 1997  
Elbehochwasser 2002



# Großwetterlagen und Tiefdruckwanderwege



Statistische  
Regelmäßigkeiten  
mit Blick auf  
Großwetterlagen  
bilden Grundlage für  
regionale Modelle  
(WETTREG).

Quelle: van Beber W. J.; Die Zugstrassen der barometrischen Minima.  
In: Meteorologische Zeitschrift 8 (1891), S. 361–366



# Klimamodellierung mit Unsicherheiten

- Klimamodelle: Komplexe Interaktionen zwischen Ozeanen, Atmosphäre, Landmassen mit Wissenslücken (z.B. Wolken)
  - Unsicherheiten durch begrenzte Kenntnis des Klimasystems
  - Unsicherheiten durch Defizite der Modelle
  - Kipppunkte (tipping elements) im Klimasystem schwer zu erkennen
- Emissionsszenarien – Annahmen über Zusammenhänge, Kontingenz, ...
- Kopplung von Klimamodellen mit Emissionsszenarien – A1, A1B, B1 ...
- Wirkungen des komplexen Systems Klima auf komplexe ökologische, technische, ökonomische und soziale Systeme?



# Vom Wetter zum Klima

## Beobachtete Klimatrends in Deutschland

Klimaelement	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Temperatur, 1901 - 2000	+ 0,8 °C	+ 1,0 °C	+ 1,1 °C	+ 0,8 °C	+ 1,0 °C
1981 - 2000	+ 1,3 °C	+ 0,7 °C	- 0,1 °C	+ 2,3 °C	+ 1,1 °C
Niederschlag, 1901 - 2000	+ 13 %	- 3 %	+ 9 %	+ 19 %	+ 9 %
1971 - 2000	+ 13 %	+ 4 %	+ 14 %	+ 34 %	+ 16 %

Quellen: Rapp, 2000; Schönwiese, 2003; ergänzt

10 wärmsten Jahre in D seit 1901 (Quelle DWD):

**2000, 2007**, 1994, 1934, **2002, 2008, 2006**, 1990,  
1999, 1989

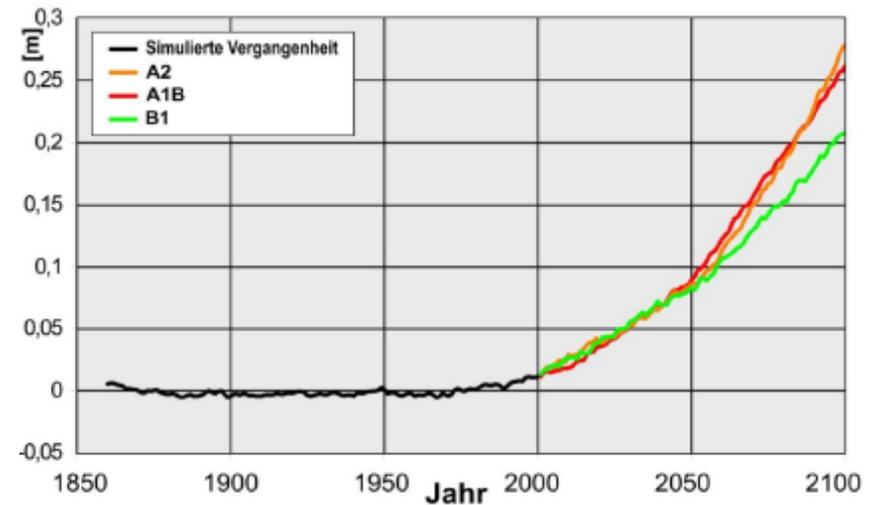
Quelle: Prof. Dr. Daniela Jacob, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg



# Klima und Klimawandel

- Bekannte Klimazonen
- Klimamodelle
- Klimaszenarien des IPCC :  
Klimamodelle +  
Emissionsszenarien
- Globaler Durchschnitts-  
Temperaturanstieg  
zwischen 2 und 6°C bis  
2100

## Meeresspiegelanstieg



Zeitliche Entwicklung des globalen Meeresspiegels in den Szenarien A2, A1B und B1 relativ zum Mittelwert der Jahre 1961 - 1990

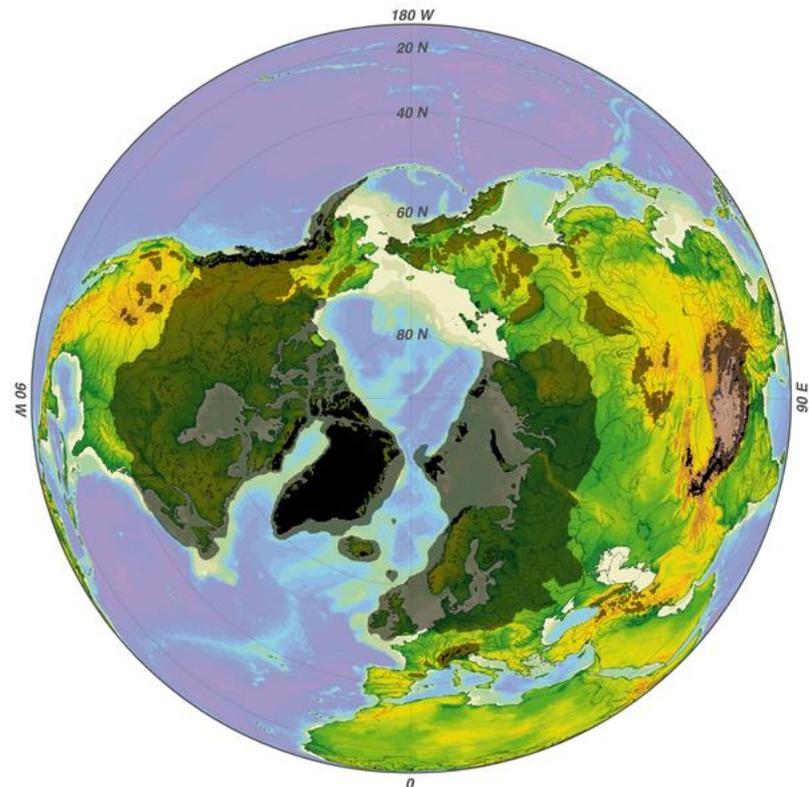
Quelle: Prof. Dr. Daniela Jacob, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg



## Zum Vergleich: Eiszeiten

Veränderung der globalen Durchschnittstemperatur um nur  
5-6 °C!

**Minimale (Warmzeit, schwarz)**  
**und maximale (Kaltzeit, grau)**  
**Vereisung der Nordhemisphäre**



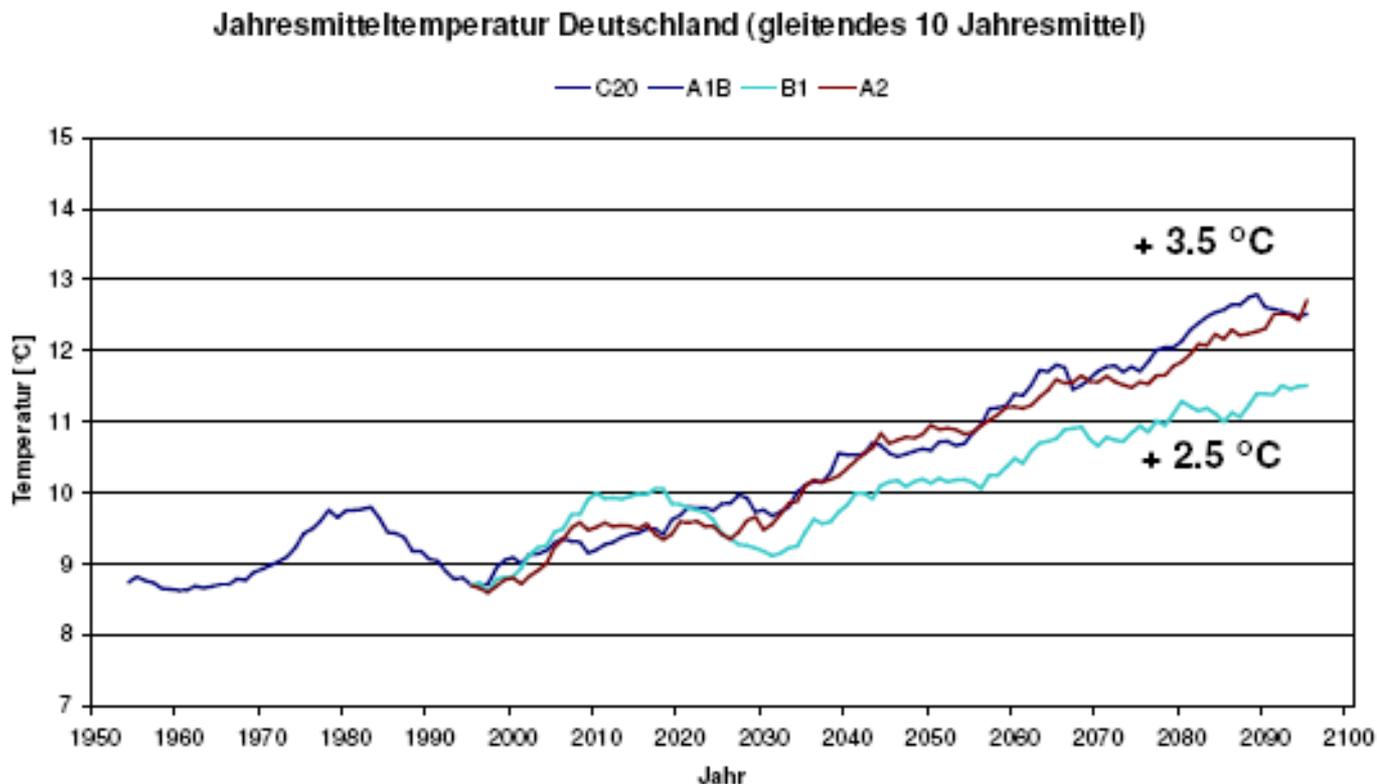
Quelle: Hannes Grobe/AWI <http://de.wikipedia.org/wiki/Eiszeitalter>

J. Ehlers & P.L. Gibbard: The extent and chronology of Cenozoic global glaciation. *Quaternary International*, 164-165, 6-20, 2007.



# Klimawandel in Deutschland bis 2100

## Temperatur: Deutschland

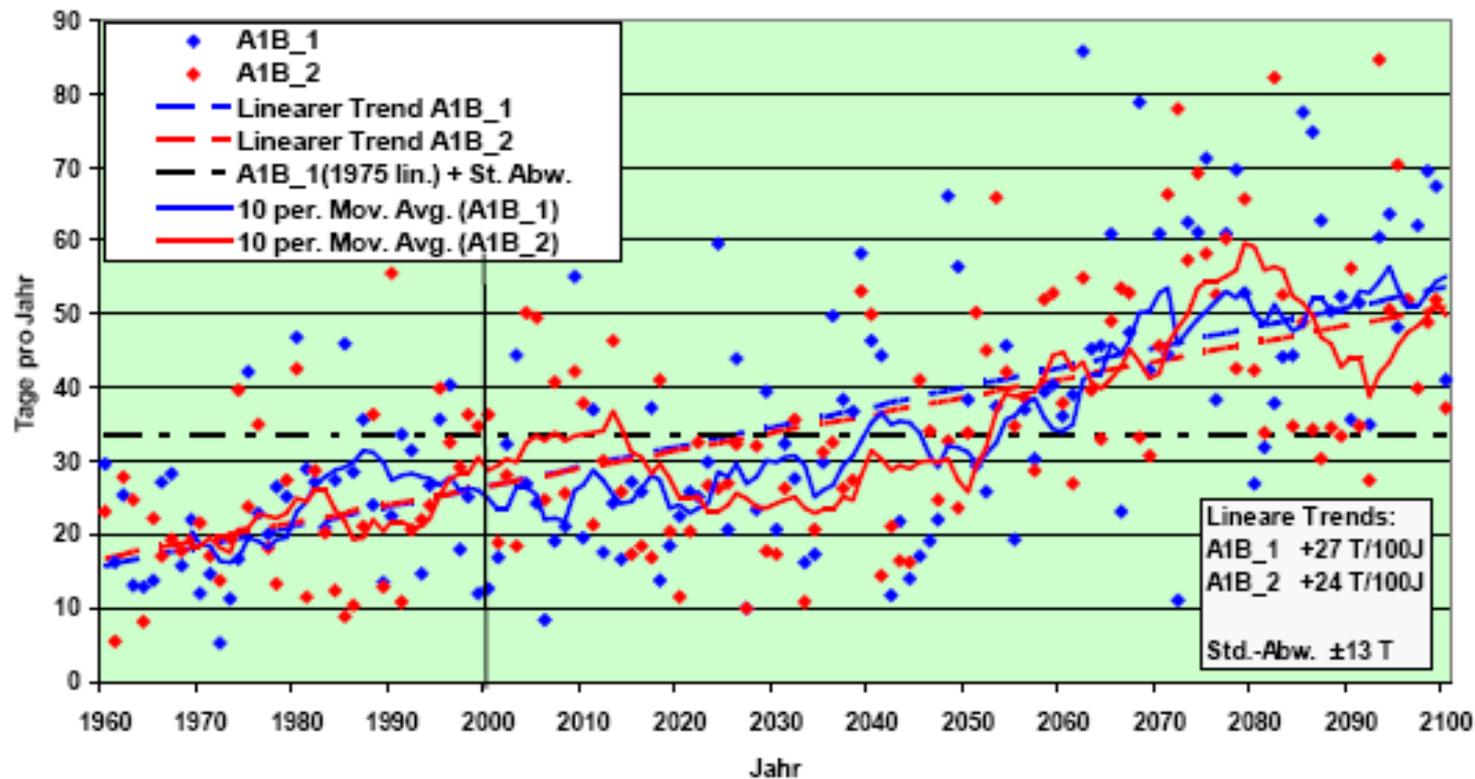


Quelle: Prof. Dr. Daniela Jacob, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg



# Klimawandel in Deutschland bis 2100

Zahl der Sommertage mit  $T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$  Deutschland  
- A1B-Szenario -

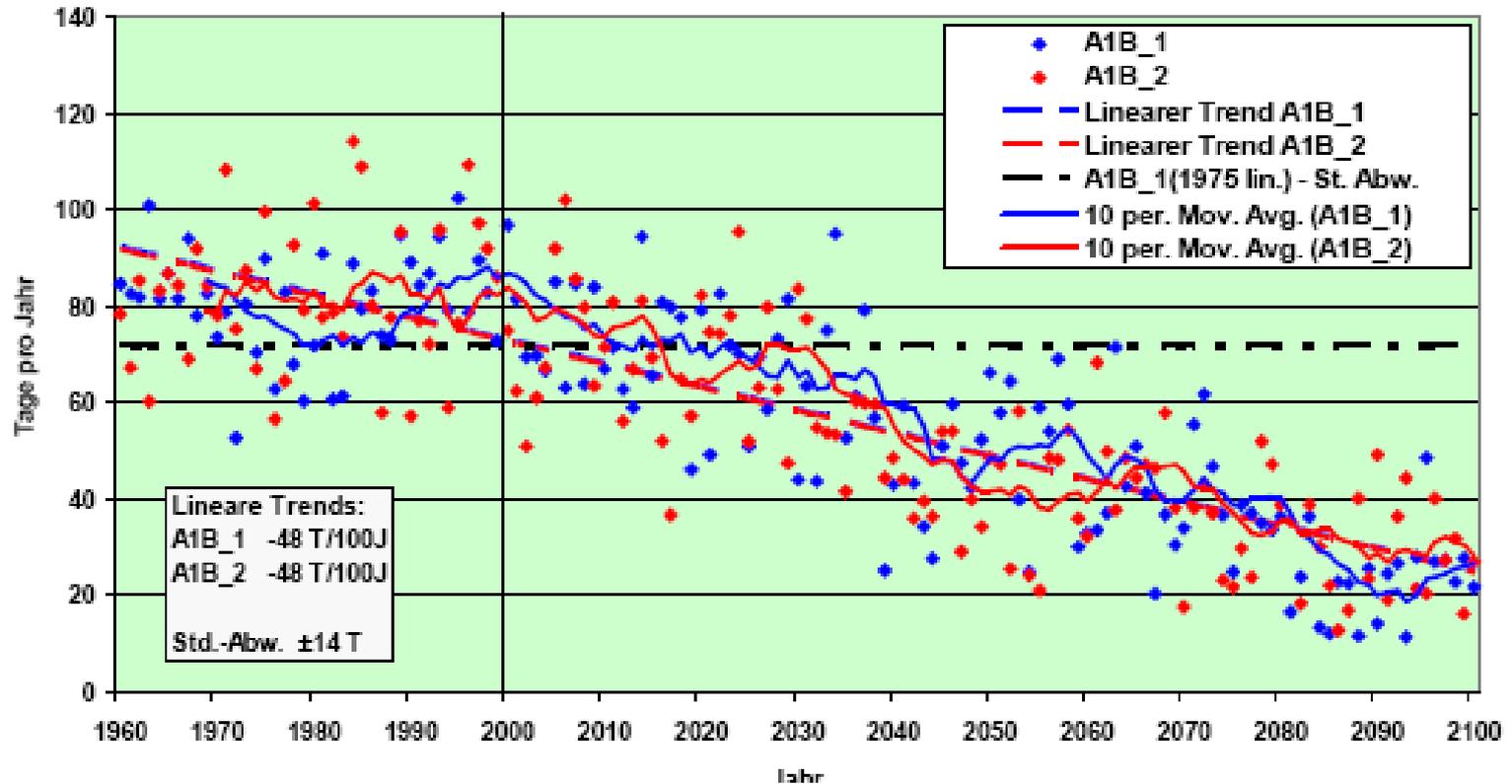


Quelle: Dr. Uwe Böhm PIK, CLM-Forum Klimawandel / 11.12.2008 / Cottbus



# Klimawandel in Deutschland bis 2100

Zahl der Frosttage mit  $T_{min} < 0^{\circ}C$  Deutschland  
- A1B-Szenario -



Quelle: Dr. Uwe Böhm PIK, CLM-Forum Klimawandel / 11.12.2008 / Cottbus



# Klimawandel im Nordwesten bis 2100

## A1B Szenario

- Temperaturanstieg: bis 2100 ca. 3.5 °C, im Winter am stärksten,  
im Frühjahr am schwächsten
- Niederschlag: Jahresmenge bleibt etwa konstant,  
dekadisch und regional sehr unterschiedlich:  
2100:  
im Sommer Abnahme um 10 bis 20%,  
im Winter Zunahme um 20 % bis 30% (Küsten)



## Klimawandel im Nordwesten bis 2100

- Gegensätze (feucht, trocken) nehmen zu
- Häufigkeit von Starkniederschlägen nimmt zu
- Ausdehnung der Trockenzonen, längere Trockenperioden
- Extratropische Zyklonen: Zunahme der mittleren Intensität



# Klimaeffekte im Nordwesten bis 2100



Quelle: Umweltbundesamt (UBA) 2005, KLIMU Projekt 2001.



# Klimaschutz und Klimaanpassung

## Klimaschutz:

Vermeidung/Verringerung Emission von Klimagasen  
CO<sub>2</sub> aus Verbrennung fossiler Energieträger  
CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O aus landwirtschaftlich-biologischen  
Prozessen

Runter auf ein Siebtel der derzeitigen Emissionen durch

- Steigerung der Energieeffizienz
- Umstieg auf regenerative Energiequellen, Ausbau Windenergie, Bioenergie
- Veränderung von Lebens- und Konsumstil



# Klimaschutz und Klimaanpassung

## **Klimaanpassung:**

Region vorbereiten auf / „fit machen“ für den Klimawandel durch:

- Deichbau
- Vorbereitung auf Kühlwasserknappheit
- Sturmfeste Überlandleitungen

Und / oder:

- Anpassungsfähigkeit, Innovationsfähigkeit verbessern
- Tolerante (Hitze, Trockenheit, Feuchtigkeit) Sorten in der Landwirtschaft
- „Egal was kommt“
- Leitbild „Resiliente Systeme“



# Zusammenfassung

- Können wir den Klimawandel schon spüren?  
Wetter, Klima und Treibhauseffekt unter dem Aspekt von Wissen und Unsicherheit
- Was können 5-6 Grad Erwärmung der globalen Durchschnittstemperatur bedeuten?
- Ansätze zur Regionalisierung von Klimamodellen und Klimaszenarien (Deutschland, Nord-West-Region)
- Unterscheidung zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung



## Aufgaben für das Selbststudium

1. Diskutieren Sie (mit Bekannten und dann in einem Essay) die Frage wie sich Klimaschutz und Klimaanpassung zueinander verhalten sollten. Sehen Sie Prioritäten, ideale Kombinationen?
2. Verfolgen / untersuchen Sie die Diskussion in der Öffentlichkeit (in den Medien) unter dem Aspekt, ob bzw. inwiefern Unsicherheiten mit Blick auf den Klimawandel thematisiert und angemessen berücksichtigt werden.
3. Entwickeln Sie eigene Vorstellungen / ein Konzept zur angemessenen Kommunikation von Unsicherheit angesichts des Klimawandels.



## Literatur und Quellen

- 4. Klimabericht des IPCC (Fourth Assessment Report, AR4), 2007  
,The AR 4 Synthesis Report`, ,The Physical Science Basis`, ,Impacts, Adaptation and Vulnerability`, ,Mitigation of Climate Change`  
Download unter: <http://www.ipcc.ch/>
- Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, 2008  
Download unter: <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php>
- Zebisch, M.; Grothmann, T.; Schröter, D.; Hasse, C.; Fritsch, U. und Cramer, W. (2005): Klima-wandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. UBA-Texte 08/05, Umweltbundesamt, Berlin
- Europäische Kommission (2007): Anpassung an den Klimawandel in Europa – Optionen für Maßnahmen der EU – Grünbuch.  
Download unter: [http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm)
- Europäische Kommission (2009): WHITE PAPER - Adapting to climate change: Towards a European framework for action  
Download unter: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52009DC0147:EN:NOT>
- Oliver Walkenhorst, Manfred Stock: Regionale Klimaszenarien für Deutschland. Eine Leseanleitung, ARL E-Paper Nr. 6 Hannover 2009