



# KLIMA IM WANDEL

Impulse der Umweltbildung



# GLIEDERUNG

Einführung

## TEIL I: FAKTEN UND TRENDS

Temperaturanstieg der Erdatmosphäre

Temperatur in der Erdgeschichte

Beeinflussung der Temperatur

Treibhauseffekt

Temperatur und CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>-Anstieg

Kohlenstoff-Zyklus

Brandrodung

CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf

## TEIL II: FOLGEN

Emissionen im Jahr 2100

Temperatur im Jahr 2100

## Auswirkungen im Überblick

Meeresspiegel

Niederschläge

Landwirtschaft

Gesundheit

Extrem-Wetter

Schadensentwicklung

Nationaleinkommen

Verbreitungsgebiete

Meeresströmungen

## TEIL III: HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

Begrenzung der Emissionen

Wieviel?

Kyoto-Protokoll

Sektoren mit Einsparpotenzialen

Privathaushalte

Andere Randbedingungen

Zusammenfassende Merkmale

# KREUZFAHRT ZUM NORDPOL?

Im August 2000 erreicht der russische Eisbrecher »Yamal« über eine Wasserrinne den Nordpol.

Heute ein Eisbrecher, morgen Kreuzfahrten?



## Einführung

### FAKTEN UND TRENDS

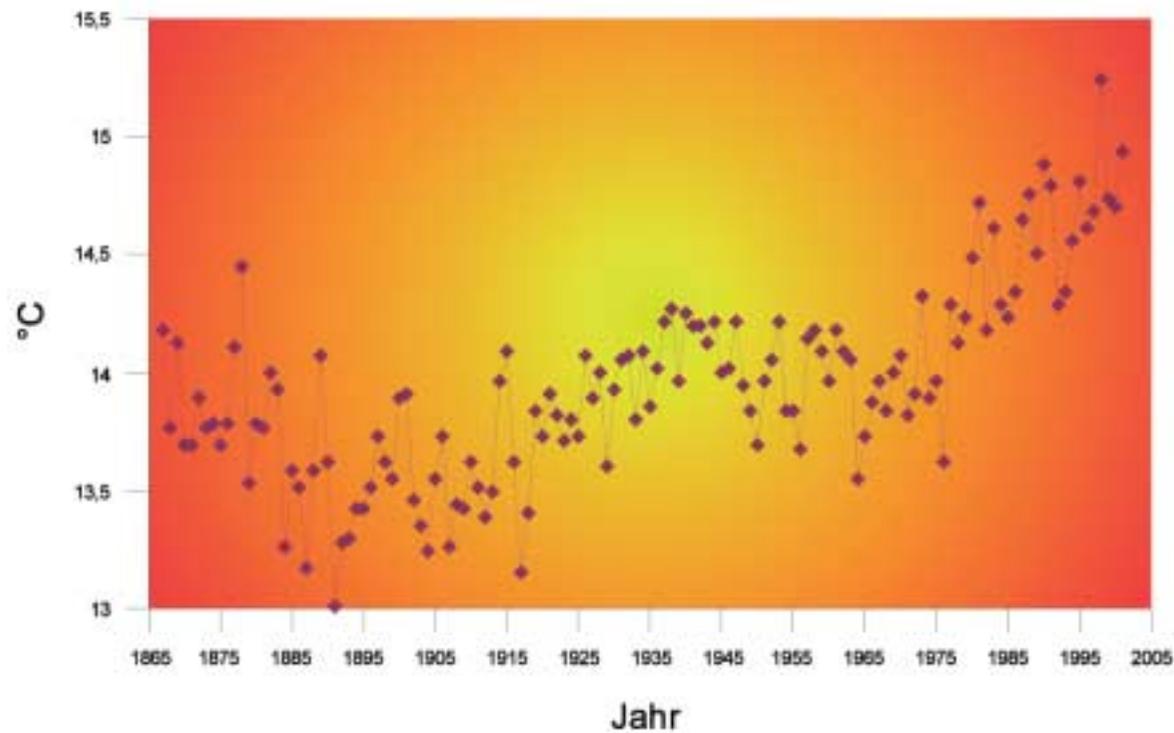
### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN

# FAKTEN UND TRENDS



Seit mehr als 100 Jahren steigt die mittlere globale Temperatur nahe der Erdoberfläche an.



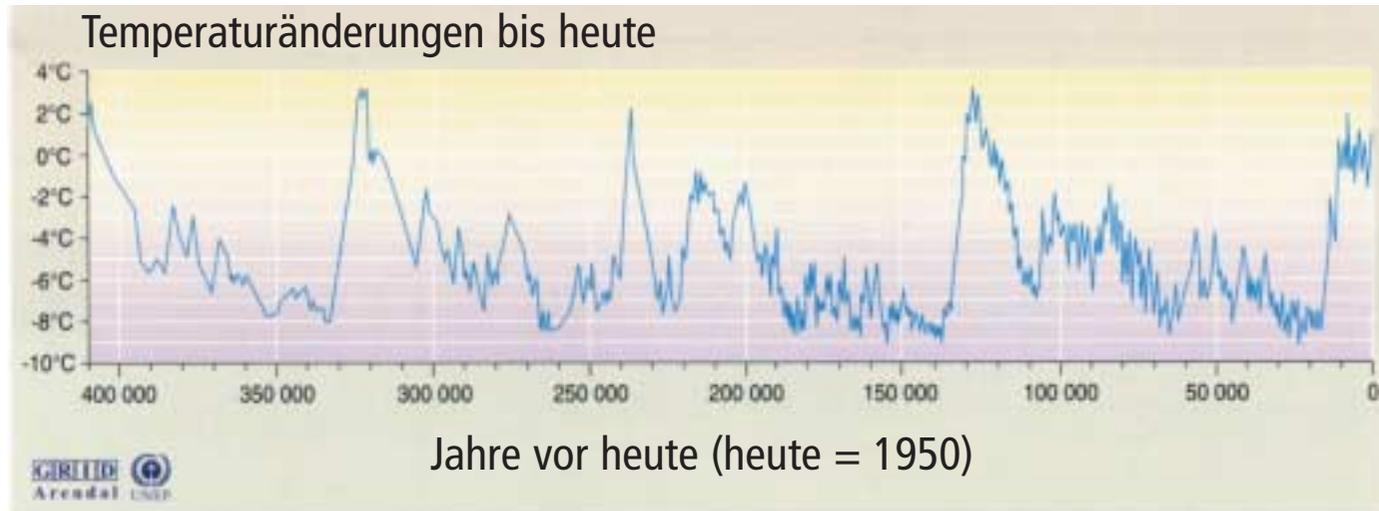
## Temperaturanstieg der Erdatmosphäre

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

Bereits mehrfach in erdgeschichtlicher Vergangenheit gab es rasche und starke Temperaturanstiege.



Allerdings lag die mittlere Temperatur deutlich unterhalb des heutigen Niveaus.

Erst seit ca. 10.000 Jahren ist die durchschnittliche Temperatur auf hohem Niveau und vergleichsweise konstant.

## Temperatur in der Erdgeschichte

**FAKTEN UND  
TRENDS**

**FOLGEN**

**HANDLUNGS-  
MÖGLICHKEITEN**

## › Die Temperatur der Erdatmosphäre hängt von mehreren Faktoren ab:

- Intensität der Sonnenstrahlung.
- Reflektionsvermögen (Albedo) der Erde.
- Gehalt der Atmosphäre an Aerosolen.
- Gehalt der Atmosphäre an bestimmten Spurengasen, die durch ihre besonderen Eigenschaften zu einem starken Temperaturanstieg führen können.

Diese Spurengase heißen deshalb auch »Treibhausgase«.

Dazu zählen:

- **Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)**
- **Methan (CH<sub>4</sub>)**
- **Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O)**
- **Anthropogene Spurengase, wie z. B.**
  - **FCKWs**
  - **SF<sub>6</sub>**
  - **Ozon (O<sub>3</sub>)**

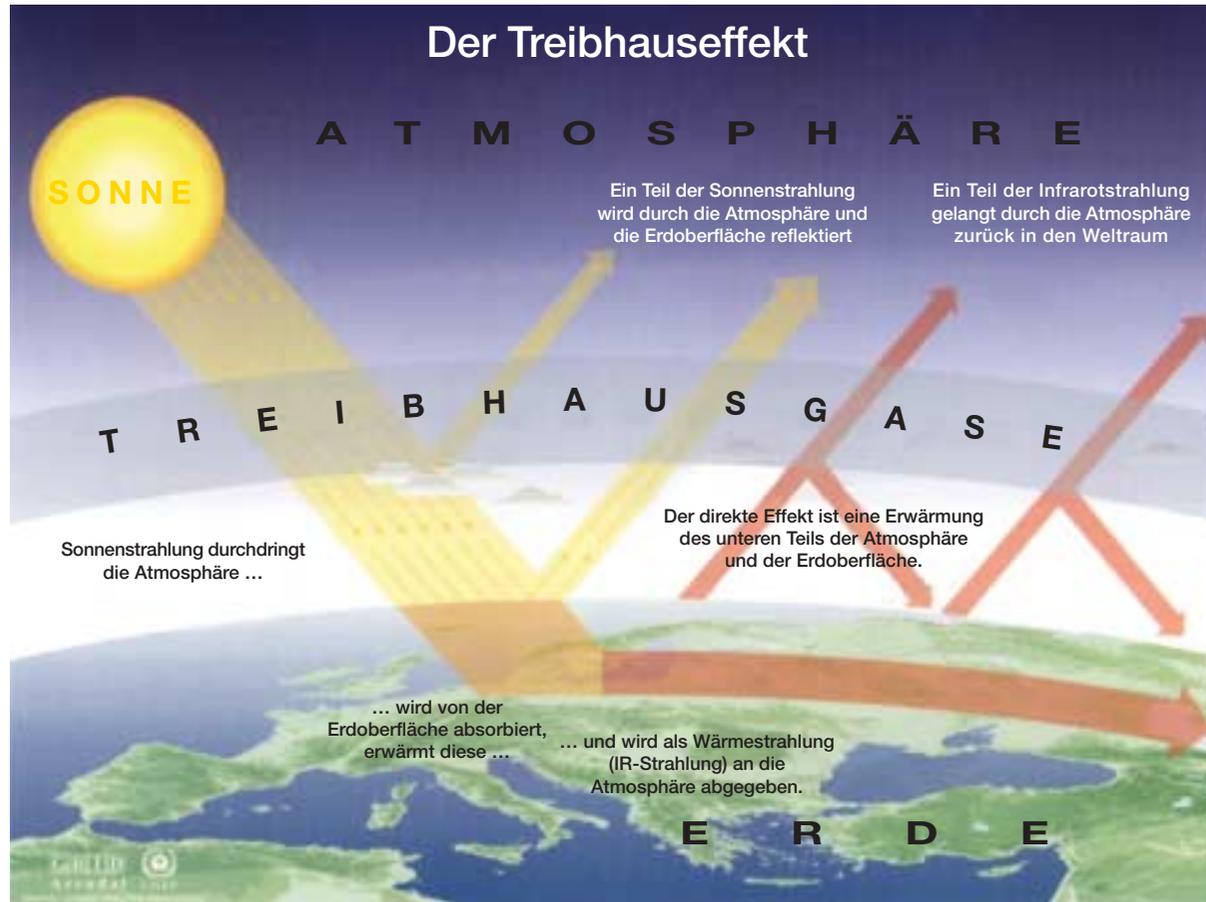
## Beeinflussung der Temperatur

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

## › Physikalische Wirkung der Spurengase



Die Spurengase wirken wie eine wärmende Decke rund um die Erde. Genau die gleiche Wirkung erreicht man durch die Glasscheiben eines Treibhauses. Deshalb spricht man auch vom **Treibhauseffekt**.

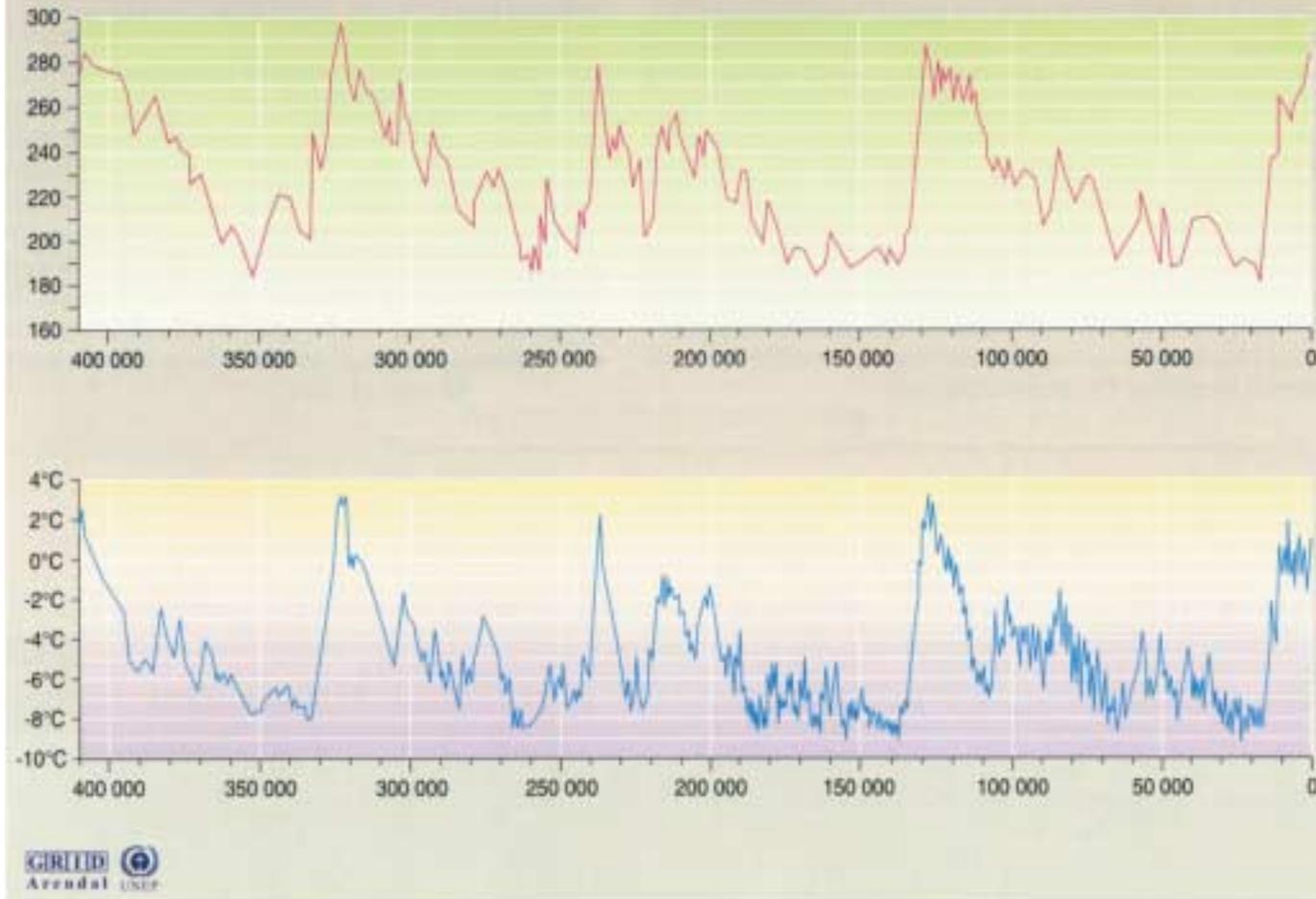
## Treibhauseffekt

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

## Temperatur und CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre während der letzten 400.000 Jahre



## Temperatur und CO<sub>2</sub>

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

CO<sub>2</sub>-Konzentration und Temperatur verlaufen über mehrere 100.000 Jahre hinweg nahezu deckungsgleich!

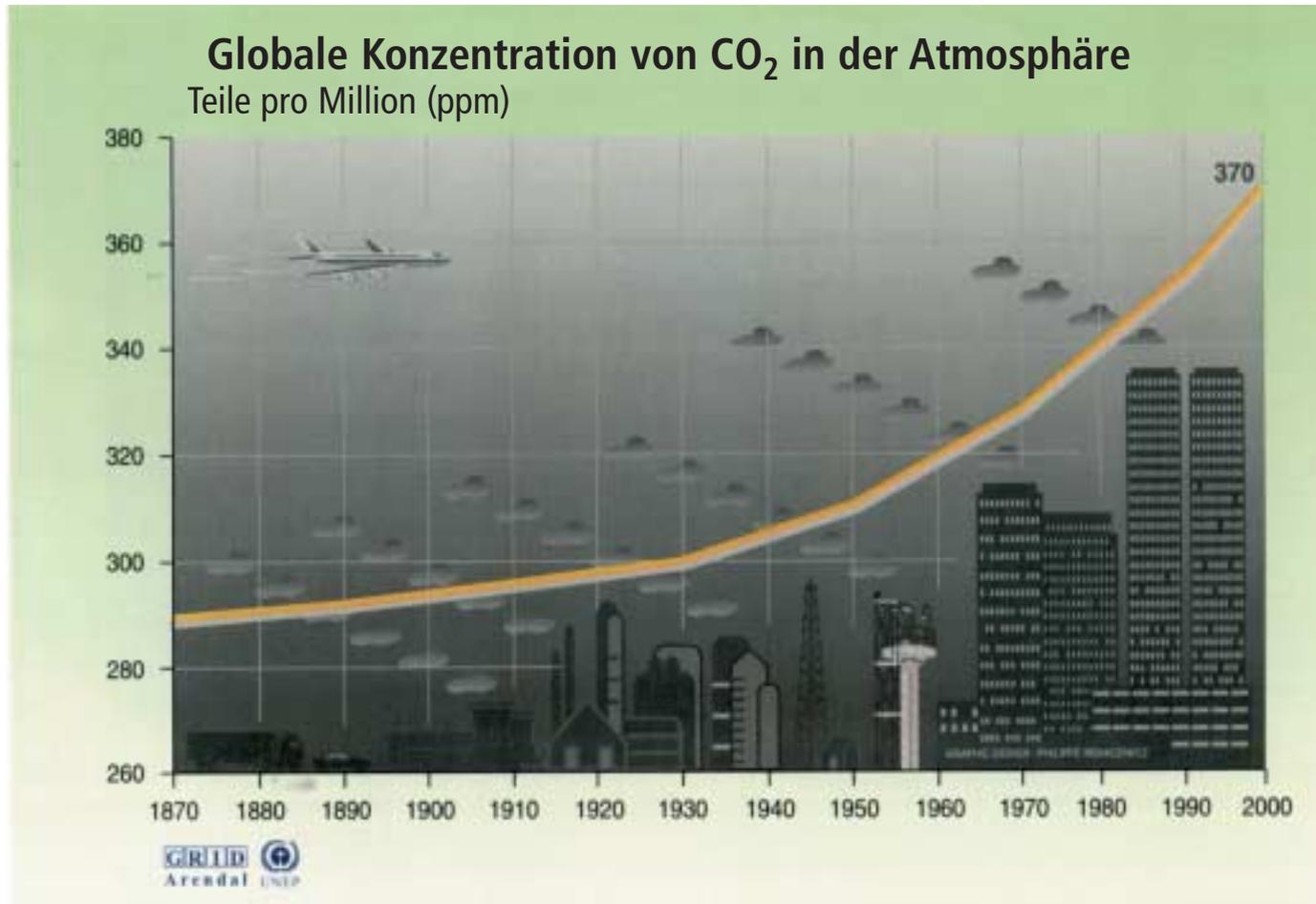
Seit dem Jahr 1870 steigt bis heute die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre an.

## CO<sub>2</sub>-Anstieg

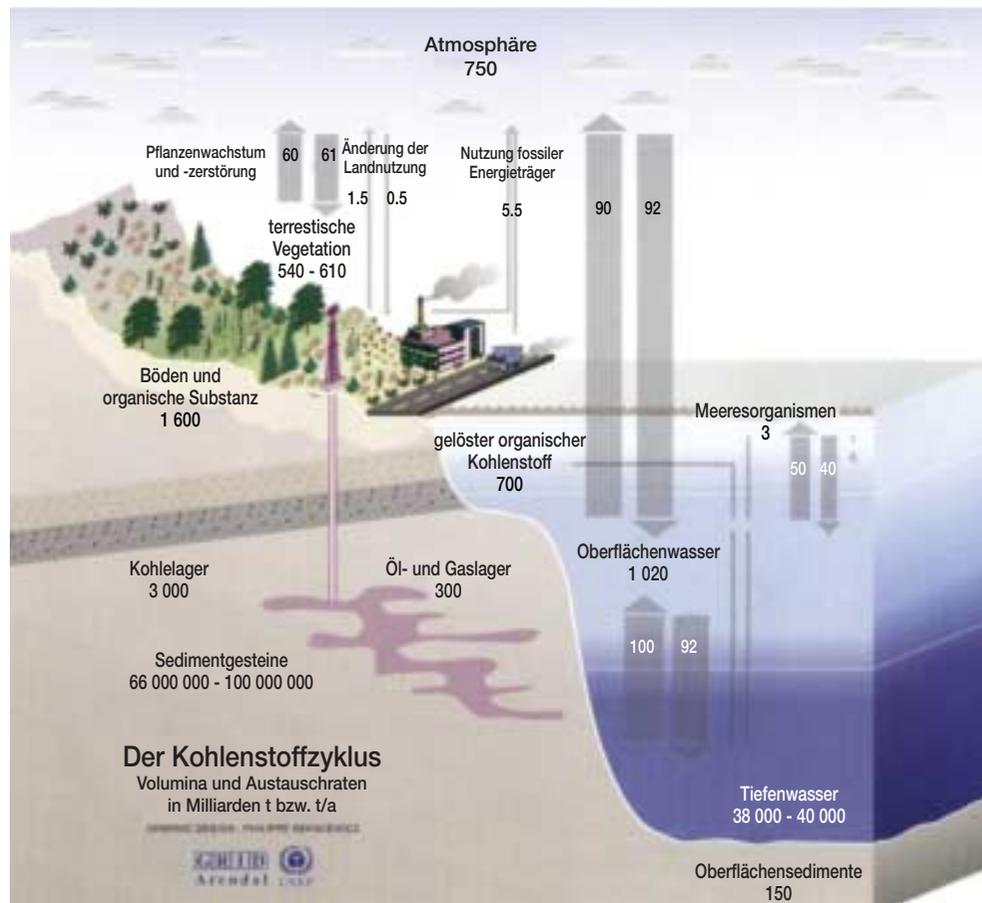
### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN



Eine Analyse des globalen Kohlenstoff-Kreislaufs zeigt die Ursachen des gegenwärtigen CO<sub>2</sub>-Konzentrationsanstiegs:



Der natürliche Austausch von CO<sub>2</sub> zwischen Meer und Land ist nahezu ausgeglichen. Allerdings erfolgt durch

1. der Nutzung fossiler Brennstoffe und
2. der »Änderung der Landnutzung«

eine Nettofreisetzung von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre.

## Kohlenstoff-Zyklus

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

»Änderung der Landnutzung« bedeutet die Umwandlung von natürlichen Waldflächen in landwirtschaftliche Nutzflächen durch Brandrodung.



Brände in Mittelamerika.

Ca. 20% der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind durch Änderung der Landnutzung verursacht.

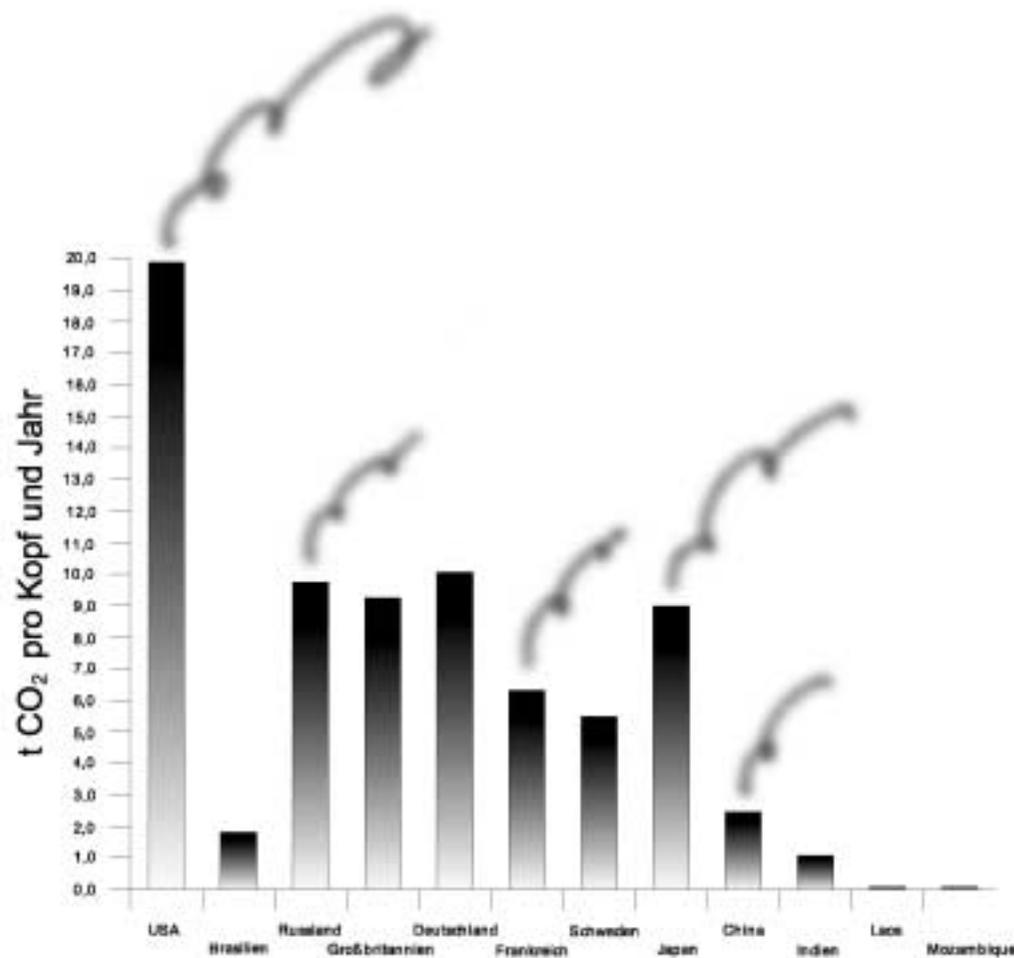
## Brandrodung

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN

Die Industrienationen sind führend in der Emission von CO<sub>2</sub>.



Die Atmosphäre wird als globale Deponie des Verbrennungsendproduktes CO<sub>2</sub> benutzt.

## CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

# FOLGEN



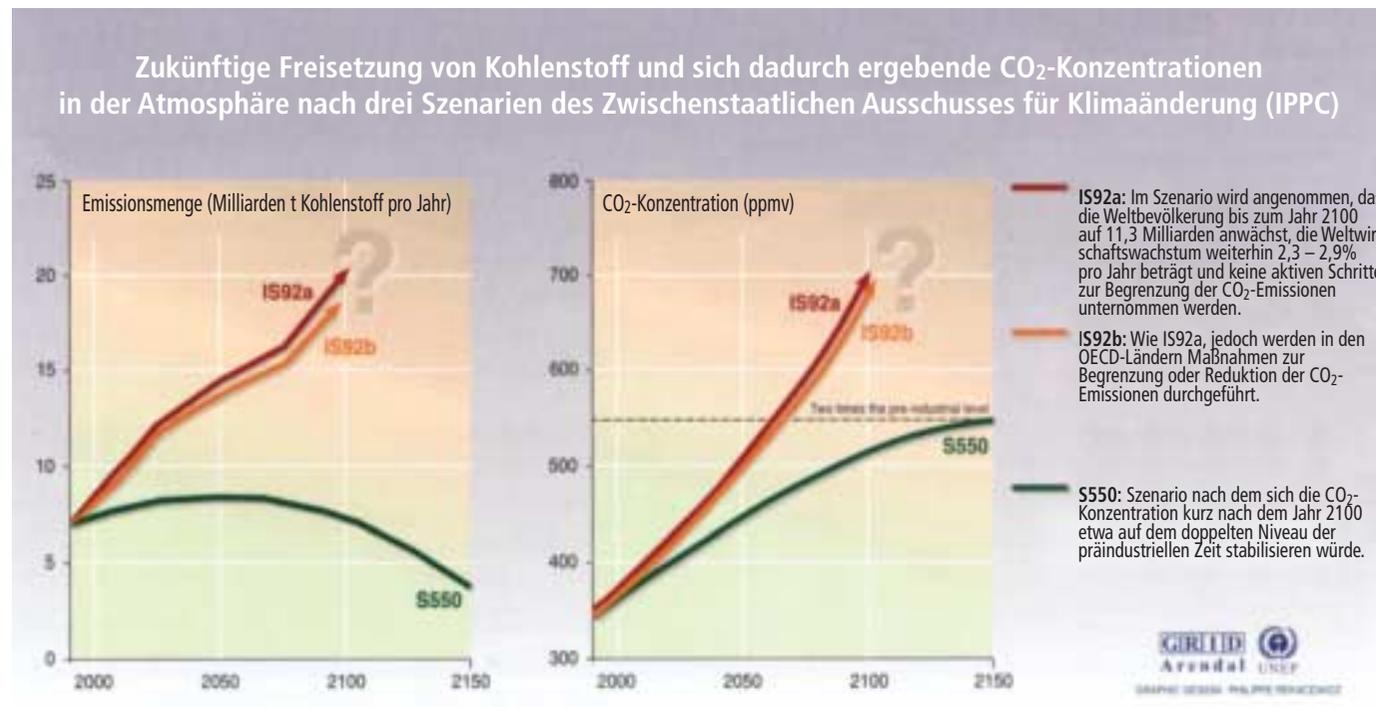
Aufgrund der komplizierten Zusammenhänge sind die Prognosen für die zukünftige CO<sub>2</sub>-Konzentration und Temperatur aus Analysen möglicher Szenarien mit Unsicherheiten behaftet: Man erhält eine bestimmte Spannbreite mit einer Unter- und Obergrenze.

## Emissionen im Jahr 2100

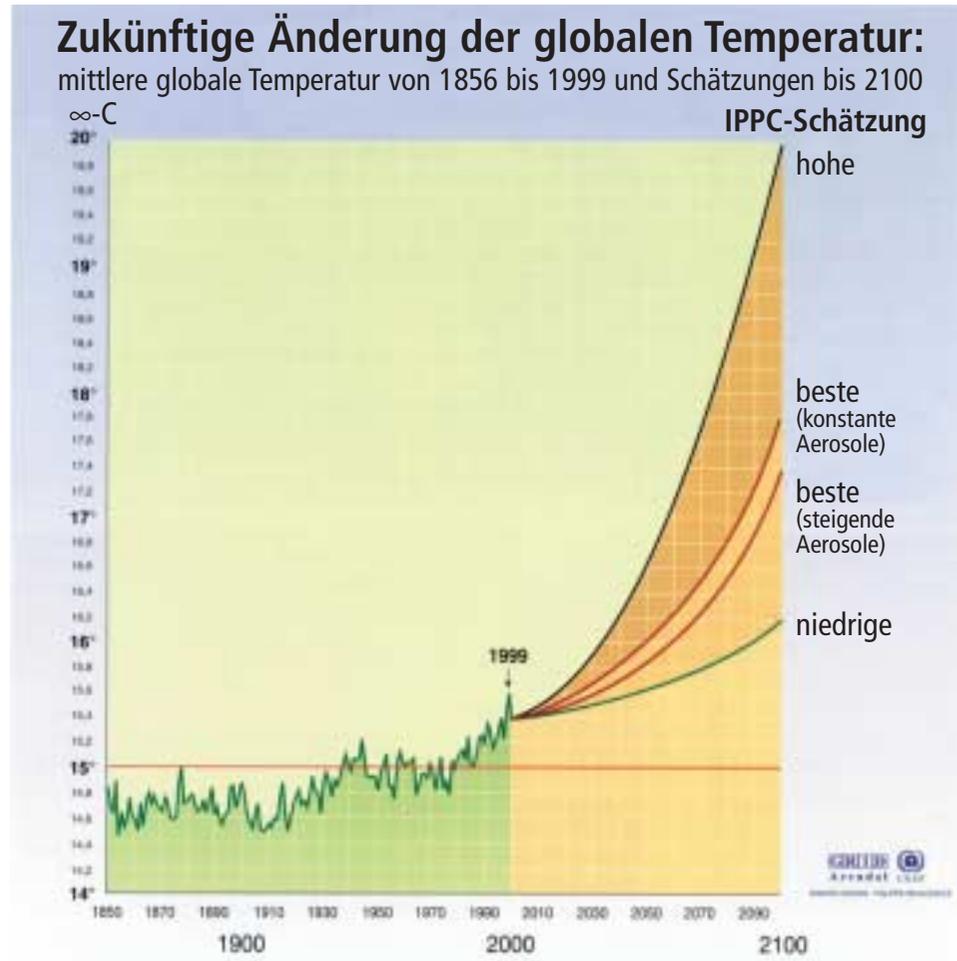
### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN



Für die zu erwartende Temperatur bedeutet dies:



Bis 2100 ist nach diesen Angaben keine Verlangsamung oder gar eine Nivellierung des Temperaturanstiegs in Sicht.

## Temperatur im Jahr 2100

FAKTEN UND  
TRENDS

FOLGEN

HANDLUNGS-  
MÖGLICHKEITEN

- Abschmelzen vieler Gletscher und Volumenausdehnung der Meere durch die erhöhte Temperatur; **als Folge davon:**
- Anstieg des Meeresspiegels;
- Änderung der Niederschlagsmenge und Niederschlagsverteilung; **als Folge davon:**
- Änderung der Versorgungslage mit Trinkwasser und Wasser für die Landwirtschaft; **als Folge davon:**
- Änderung der landwirtschaftlichen Erträge sowie Verschiebung der Produktivität und der geografischen Verbreitung landwirtschaftlicher Anbauggebiete; **als Folge davon:**
- Bevölkerungswanderungsbewegungen;
- Verschiebung der geografischen Verbreitung natürlicher Ökosysteme;
- Änderung der geografischen Verbreitung von Infektionskrankheiten;
- Zunahme der Extremwetterlagen mit evtl. hohen volkswirtschaftlichen Schäden;
- Eine mögliche Änderung der Meeresströmungen mit z. T. dramatischen Rückkoppelungen auf das Klima;

## Auswirkungen im Überblick

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN

- Abschmelzen vieler Gletscher und Volumenausdehnung der Meere durch die erhöhte Temperatur. **Als Folge davon:**

- Anstieg des Meeresspiegels um bis zu 1 m oder mehr bis 2100 mit der Überschwemmung z. T. dichtbesiedelter und fruchtbarer Küstenregionen.

Beispiel **Bangladesh**: Betroffene Bevölkerung: 17 Millionen;

Beispiel **Ägypten**: Betroffene Bevölkerung: mehr als 6 Millionen.

Alexandria verschwindet vollständig im Meer.

## Meeresspiegel

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN



- Regionale Temperaturänderungen und regionale Änderungen der Sonneneinstrahlung führen zu einer veränderten **Niederschlagsverteilung**.
  - Europa wird wahrscheinlich im Mittel wärmer und trockener.
  - Insgesamt kann man hier mit einem verstärkten Pflanzenwachstum rechnen.
- Global allerdings ist davon auszugehen, dass der Anteil der von **Wasserknappheit** betroffenen Bevölkerung von heute 500 Millionen bis auf 3 Milliarden Menschen im Jahr 2025 steigen wird.

## Niederschläge

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN

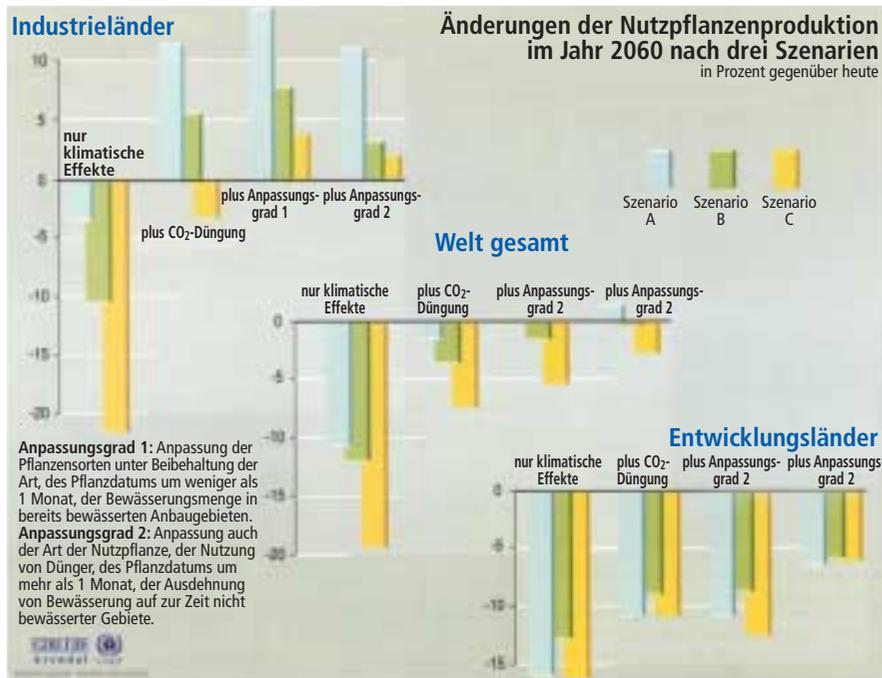
- Klimatische Veränderungen lassen weltweit einen Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion um 10 – 20% erwarten. Andererseits hat die erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration einen positiven Effekt auf die pflanzliche Photosynthese (CO<sub>2</sub>-Düngung).

## Landwirtschaft

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN



- Regional sind die Folgen sehr unterschiedlich: Besonders stark werden die Entwicklungsländer betroffen sein, während in den Industrieländern mit einer erhöhten landwirtschaftlichen Produktion gerechnet wird.

Durch die veränderten klimatischen Bedingungen verändern sich die Lebensbedingungen aller Lebewesen, auch die der Krankheitserreger bzw. -überträger. Besonders betroffen sind auch hier tropische Regionen.

Krankheit	Überträger (Vektor)	Gefährdete Population (Millionen)	Momentan infizierte Personen oder Neuinfektionen pro Jahr	Momentanes Verbreitungsgebiet	Wahrscheinlichkeit e. geänderter Verbreitung
Malaria	Moskito	2.400 <sup>1</sup>	300-500 Millionen	Tropen und Subtropen	rot
Bilharziose	Wasserschnecke	500	200 Millionen	Tropen und Subtropen	gelb
Lymphdem	Moskito	1.084 <sup>2</sup>	117 Millionen	Tropen und Subtropen	grün
Schlafkrankheit	Tse-tse-Fliege	88 <sup>3</sup>	250.000-300.000 Fälle pro Jahr	Tropisches Afrika	grün
Guineawurmbefall	Krustentiere	180 <sup>4</sup>	100.000 pro Jahr	Südosten Arab. Peninsula, Zentral-West Afrika	weiß
Leishmaniose	Schmetterlingsmücke	360	12 Mio. Infizierte, 500.000 neue Fälle pro Jahr <sup>5</sup>	Asien, Südamerika, Afrika, Amerika	grün
Flussblindheit	Kriebelmücke	123	17,5 Millionen	Afrika, Lateinamerika	gelb
Chagas-Krankheit	Raubwanze	180 <sup>6</sup>	18 Millionen	Zentral- und Südamerika	grün
Dengue-Fieber	Moskito	1.800	10-30 Mio. pro Jahr	alle tropischen Länder	gelb
Giftfieber	Moskito	480	über 5.000 Fälle pro Jahr	alle tropischen Länder	grün

1. Top three entries are population projected projections, based on 1980 estimates.  
 2. WHO, 1994.  
 3. Michael and Dineley, 1995.  
 4. WHO, 1994.  
 5. Rempe, personal communication.  
 6. Annual incidence of visceral leishmaniasis; annual incidence of cutaneous leishmaniasis is 1-1.5 million cases/year (WHO, 1994).  
 7. WHO, 1995.

Source: Climate Change 1996, Impacts, Adaptation and Vulnerability of Climate Change: Scientific Technical Analysis, contribution of working group II to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC and WHO, Cambridge press university, 1996.

Beispiel: Malaria.  
 2,4 Milliarden Menschen gehören zur Risikogruppe dieser Krankheit. Bereits im Jahr 2003 fallen **täglich etwa 3000 Kinder allein in Afrika** der Malaria zum Opfer. Dies entspricht einem Todesfall alle 30 Sekunden. Das Ansteckungsrisiko wird sich in vielen Gebieten Afrikas verdoppeln.

# Gesundheit

## FAKTEN UND TRENDS

## FOLGEN

## HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

Als Konsequenz der veränderten Lebensbedingungen wird dies eine globale Völkerwanderung nicht gekanntes Ausmaßes mit allen sozialen und politischen Konsequenzen nach sich ziehen.

Mit der Temperaturerhöhung wird gleichzeitig eine Zunahme der Extrem-Wetterereignisse beobachtet.



## Extrem-Wetter

FAKTEN UND  
TRENDS

**FOLGEN**

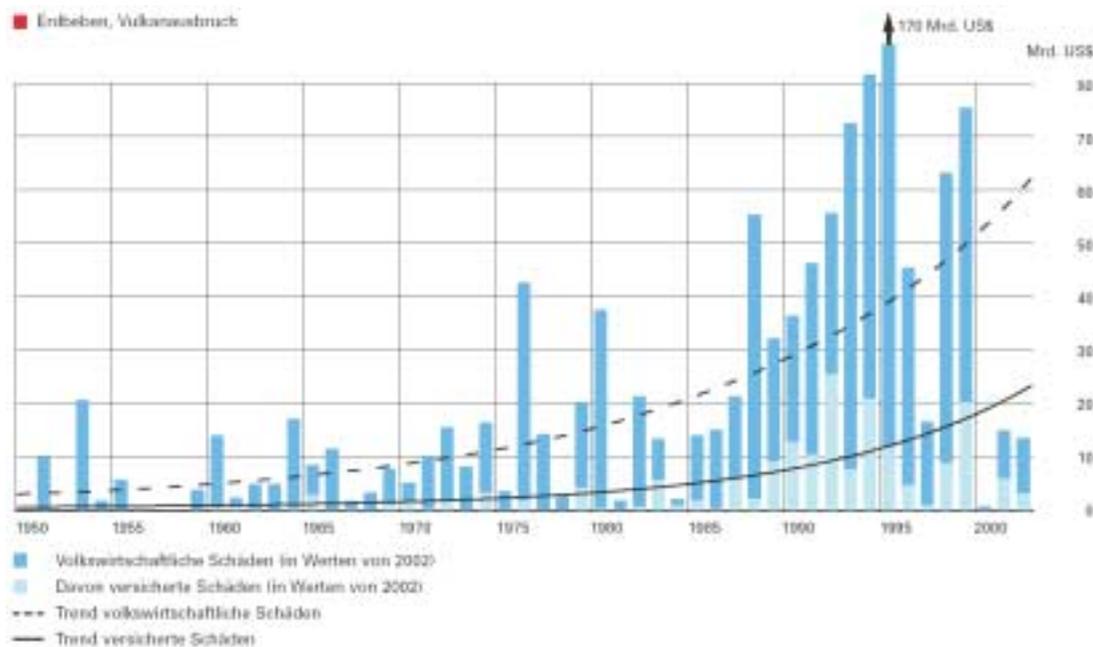
HANDLUNGS-  
MÖGLICHKEITEN

# Schadensentwicklung

## FAKTEN UND TRENDS

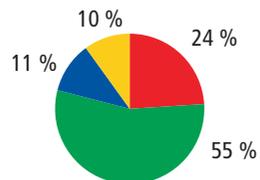
## FOLGEN

## HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

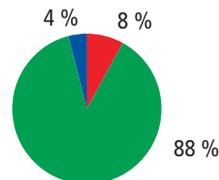


Verlauf der volkswirtschaftlichen und der versicherten Schäden zwischen 1950 und 2002 weltweit.

36 Mrd. US\$ volkswirtschaftliche Schäden



11,5 Mrd. US\$ versicherte Schäden



grün: Sturm | rot: Erdbeben, Vulkanausbruch | blau: Überschwemmung | gelb: Sonstige

» prozentuale Verteilung weltweit  
 Quelle: Münchener Rück

Anteile der unterschiedlichen Naturschäden an der Gesamtbilanz für das Jahr 2001.

- Insgesamt geht man von einem durch die Klimaänderung verringerten Nationaleinkommen von
  - 0,5% für die USA,
  - 2,8% für die EU,
  - 3,9% für Afrika und
  - 4,9% für Indienaus.
- Demgegenüber entsteht eine Minderung der Nationaleinkommen durch Kosten für emissionsmindernde Maßnahmen von
  - 0,1 bis 1,1% für Industrienationen
  - Deutlich weniger für sich entwickelnde Länder.

## National- einkommen

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN

Die natürlichen Verbreitungsgebiete vieler Organismen werden sich aufgrund der Klimaänderung verschieben.

Beispiel: Die Birke in Nord-Amerika



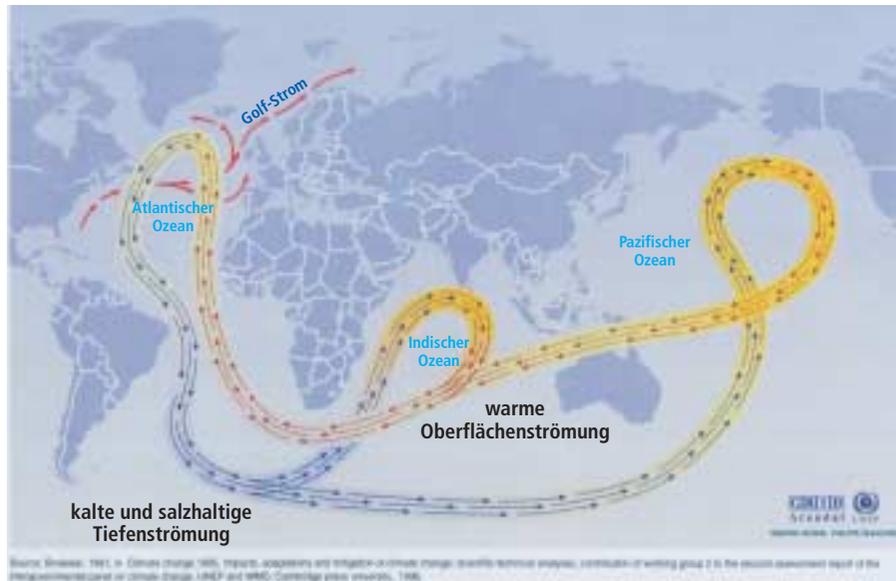
## Verbreitungsgebiete

FAKTEN UND TRENDS

FOLGEN

HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

Es besteht eine Rückkopplung zwischen der Klimaänderung und den Meeresströmungen:



- Es existiert eine erdumspannende in sich geschlossene Meeresströmung.

- Wird dieses Förderband durch einen erhöhten Eintrag von Süßwasser in den Nordatlantik unterbrochen, würde der Transport einer gigantischen Wärmemenge nach Europa unterbrochen. **Die Folge wäre hier eine drastische Temperaturabnahme.**



## Meeresströmungen

FAKTEN UND TRENDS

FOLGEN

HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

# HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN



Eine Verlangsamung des gegenwärtig beobachteten Temperaturanstiegs ist nur durch eine Begrenzung bzw. Verringerung der Emission von Treibhausgasen möglich.

Für die Handlungsmöglichkeiten ist es belanglos, ob der beobachtete Temperaturanstieg wirklich anthropogen verursacht ist, oder durch astronomische Einflüsse ausgelöst wird.

## Begrenzung der Emissionen

**FAKTEN UND TRENDS**

**FOLGEN**

**HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN**

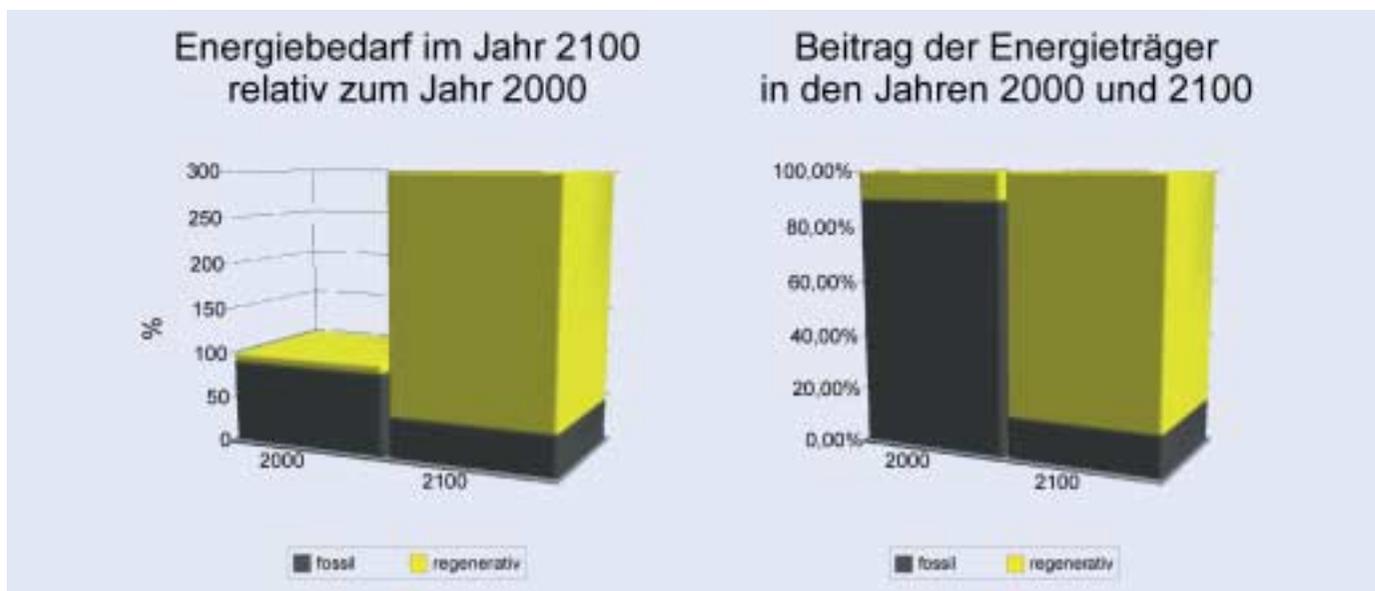
- Um eine Stabilisierung der CO<sub>2</sub>-Konzentration zwischen 450 und 550 ppm zu erreichen, ist innerhalb weniger Jahrzehnte mindestens eine Reduktion der Treibhausgasemissionen auf ein Niveau von vor 1990 notwendig.  
Längerfristig bis zum Jahr 2100 muss eine Reduktion auf 50 % erfolgen, um das Klima zu stabilisieren.
- Im gleichen Zeitraum wird sich der Weltenergiebedarf etwa verdreifachen, **der dann größtenteils durch regenerative Energieträger zu decken wäre.**

## Wieviel?

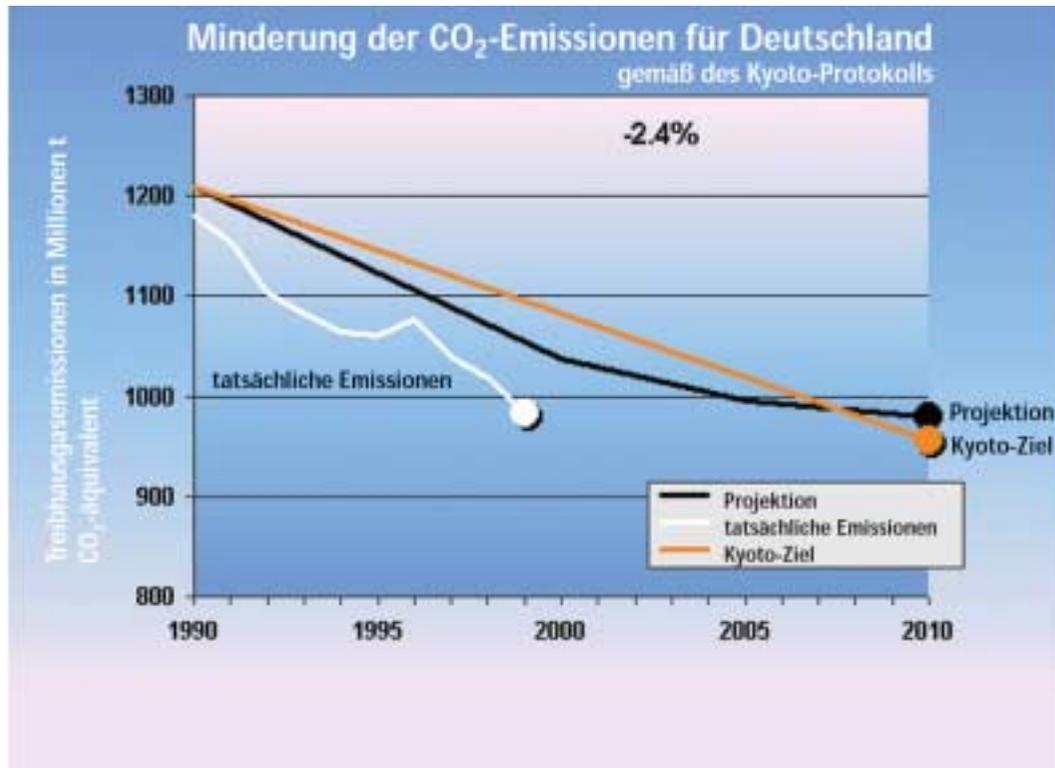
### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN



Das Kyoto-Protokoll wurde im Rahmen der Weltklimakonferenzen ausgearbeitet. Danach sollen bis zum Zeitraum zwischen 2008 bis 2012 die Treibhausgasemissionen weltweit um 5,2% gegenüber 1990 reduziert werden.



Der Reduktionspfad für Deutschland nach dem Kyoto-Protokoll.

## Kyoto-Protokoll

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGS- MÖGLICHKEITEN

- Es bestehen in allen gesellschaftlichen Sektoren Einsparpotenziale der Treibhausgasemissionen.

- › industrieller Sektor
- › landwirtschaftlicher Sektor
- › Dienstleistungssektor



- Bei allen Sektoren können politische Anreize zum Sparen geschaffen werden.

## Sektoren mit Einsparpotenzialen

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

## HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

- Ein großer Einzelbeitrag kann durch die Privathaushalte und Endnutzer beigesteuert werden.



Energie-Plus-Haus: Ein großer Teil des Wärmebedarfes dieses Hauses wird durch die Solararchitektur abgedeckt, der Rest durch ein Pflanzenöl-BHKW. Dieses liefert zusammen in den Photovoltaik-Modulen auf dem Dach mehr Strom, als für den Eigenbedarf benötigt wird. Außerdem wird Wärme zur Warmwasserbereitung – zusammen mit den Sonnenkollektoren auf dem Nebengebäude – erzeugt.

## Privathaushalte

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

- Es sind auch soziale Faktoren, persönliche Gewohnheiten, Vorlieben und Lebensumstände und -praktiken jedes Einzelnen für die Emissionen maßgebend:

- Wohnen wir allein oder in einer Lebensgemeinschaft bzw. Familie?
- Wieviel Licht brennt abends in der Wohnung, wieviel elektrische Geräte laufen tagsüber im »stand-by«-Betrieb?
- Welches Auto mit welchem Motor fahren wir und wie ist die persönliche Fahrweise?
- Wieweit ist es zur Arbeitsstätte oder zum Einkaufen?
- Wo verbringen wir den Urlaub und mit welchem Verkehrsmittel erreichen wir den Urlaubsort?
- Aus welchen Erdteilen stammt der Wein, den wir trinken und die Äpfel, die wir essen?

Der CO<sub>2</sub>-Rucksack, den ein australischer Wein in Europa im Vergleich zu einem europäischen Wein durch den Transport trägt.



## Andere Randbedingungen

### FAKTEN UND TRENDS

### FOLGEN

### HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

## Zusammenfassende Merkmale des Problemkreises sind:

- Der Nutzen von Vorsorgemaßnahmen liegt in der Zukunft: Heute lebende Menschen haben nicht den Nutzen ihrer heute getätigten Investitionen oder den Schaden unterlassener Maßnahmen. Es sind die zukünftigen Generationen betroffen.
- Die Folgen sind regional sehr unterschiedlich: Länder in den gemäßigten Breiten sind weit weniger von den negativen Folgen betroffen als die ärmeren sich entwickelnden Länder. Diese haben oft nur begrenzte Einflußmöglichkeiten, Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen der Industrienationen zu erwirken.
- Durch den Treibhauseffekt werden keine Emotionen wachgerufen und der Verstand muß genügen, um die Vorsorge für kommende Generationen konsequent umzusetzen: Treibhausgase sind unsichtbar, man kann sie nicht riechen und niemand stirbt nach kurzer Zeit nachweisbar an den direkten Folgen.

## Zusammenfassende Merkmale

FAKTEN UND TRENDS

FOLGEN

HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN