

# Umweltpolitik und Struktureller Wandel

Dr. Karen Pittel

Vorlesung 351-0535-00 V

WS 2006/07

Di 08-10, HG G 26.5

## 1 Einführung

- 1.1 Das Problem
  - 1.2 Strukturwandel
  - 1.3 Umweltpolitik
  - 1.4 Ökologischer Strukturwandel
- 

### Literatur:

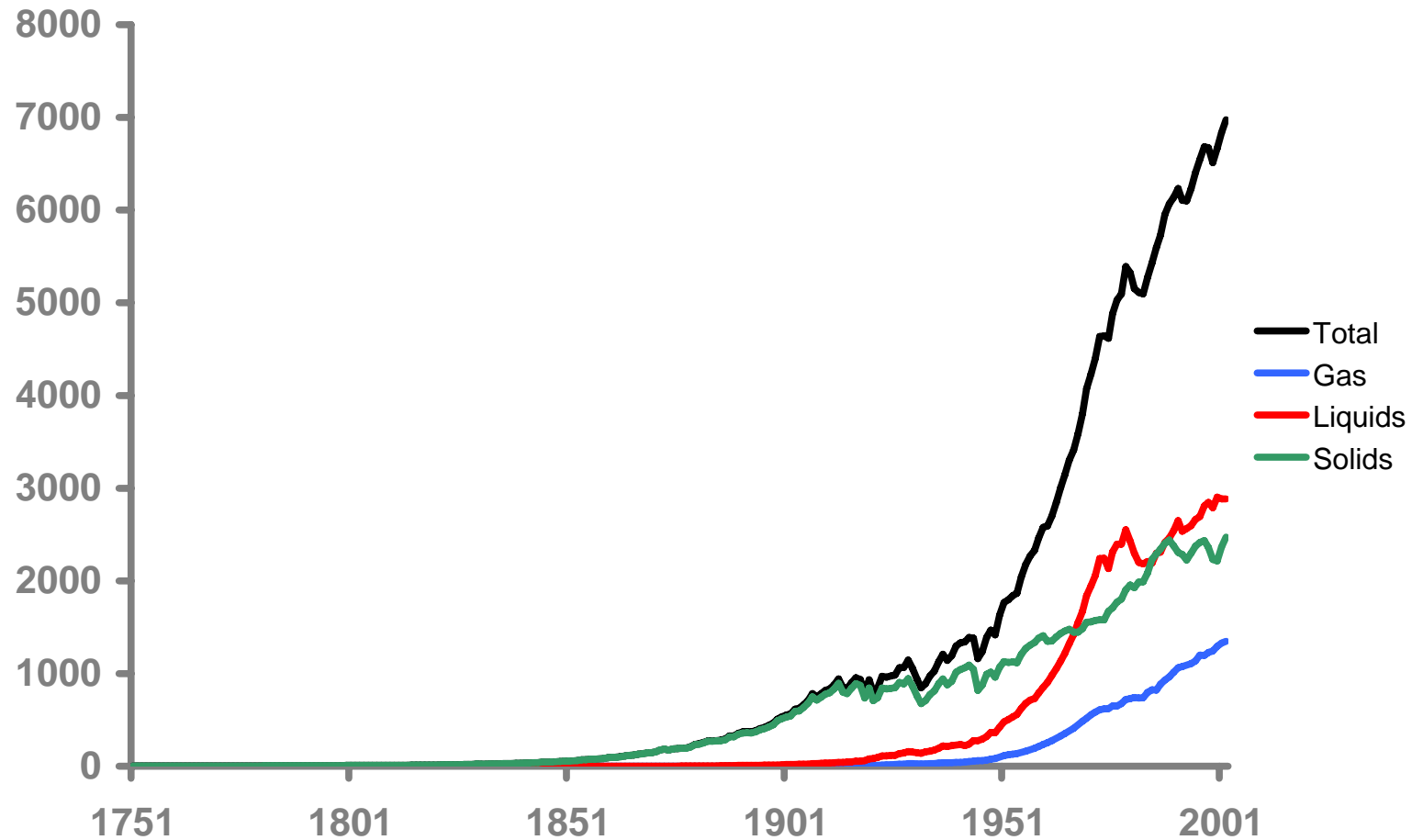
- Simonis, U. (2001), Strukturwandel der Wirtschaft und Entlastung der Umwelt, Arbeit 10 (1) 7-19
- Meißner, W./Fassing, W. (1989), Wirtschaftsstruktur und Strukturpolitik, München: Vahlen
- Ayres, R.U./Simonis, U. (1994), Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development, United Nations University Press
- Binder, M./Jänicke, M./Petschow, U. (2001), Green Industrial Restructuring: International Case Studies and Theoretical Interpretations, Berlin/Heidelberg: Springer
- OECD (2001), OECD Environmental Indicators Towards Sustainable Development, Paris: OECD.

## 1.1 Das Problem

Rückwirkungen menschlicher Aktivitäten auf natürliche Ressourcen/Ökosysteme

- Natürliche Ressourcen als Quelle für
  - Produktionsinputs (Erdöl, Mineralien, Holz, Wasser,...)
  - Konsumgüter (Lebensmittel,...)
- Verschmutzung/Beeinträchtigung natürlicher Ressourcen (Luft, Wasser, Böden,...) durch
  - Emissionen von Schadstoffen
  - Produktion und Lagerung von Abfällen
- Rapider Anstieg der Nutzung des Naturkapitals durch den Menschen seit der Industrialisierung

Beispiel: Globale CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Fossilen Brennstoffen seit 1750 (in mio t Kohlenst./Jahr)



Quelle: CDIAC (2005), Online trends – A compendium of data on global change

## Problem: natürliche Ressourcen nur beschränkt verfügbar

- bzgl. CO<sub>2</sub>: Emissionen induzieren Treibhauseffekt, Klimawandel
  
- Allgemein:
  - nicht-erneuerbare Ressourcen (Erdöl, Erdgas, Kohle, Mineralien,...):
    - Langfristig positive Abbaurate → Aufbrauchen der endlichen Bestände
  
  - erneuerbare Ressourcen (Fisch-, Waldbestände,...):
    - Positive Abbaurate langfristig möglich, solange Nutzung nicht über Regenerationsrate hinaus, ansonsten:
      - langfristig Ausrottung der Ressource
  
  - Umweltverschmutzung → beschränkte Assimilationsfähigkeit der Natur

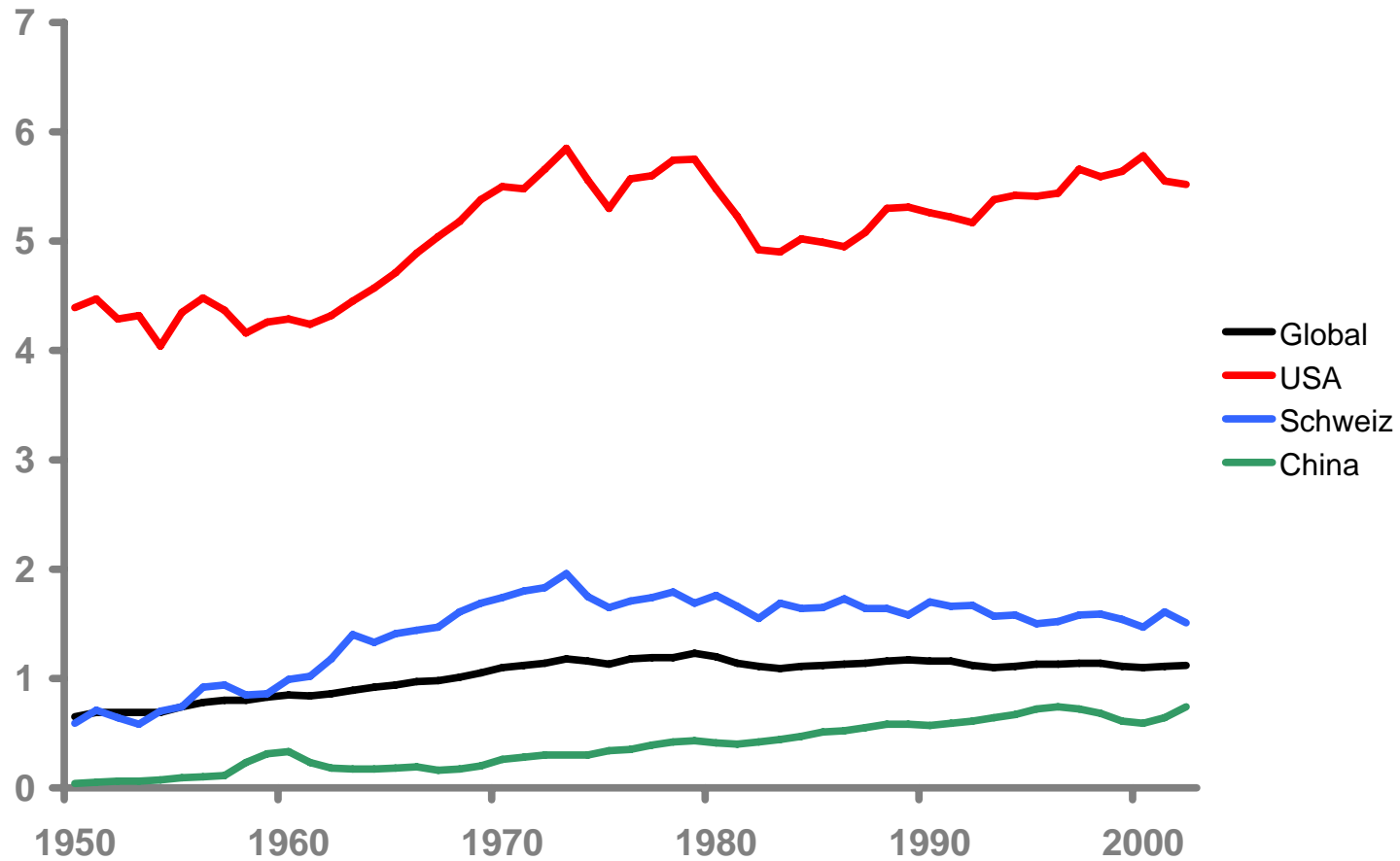
## Entwicklung einiger wichtiger Indikatoren für Umweltqualität:

### o Klimawandel

- CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub> (Methan), N<sub>2</sub>O (Distickstoffmonoxid) - Emissionen,
- lange Abbauezeiten in Atmosphäre
  - CO<sub>2</sub>: 50-200 Jahre
  - CH<sub>4</sub>: ca.12 Jahre
  - N<sub>2</sub>O: 120 Jahre
- Nationale/internationale Maßnahmen zur Regulierung der Emissionen:
  - Kyoto-Protokoll
  - CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel (EU), Klimarappen (Schweiz)

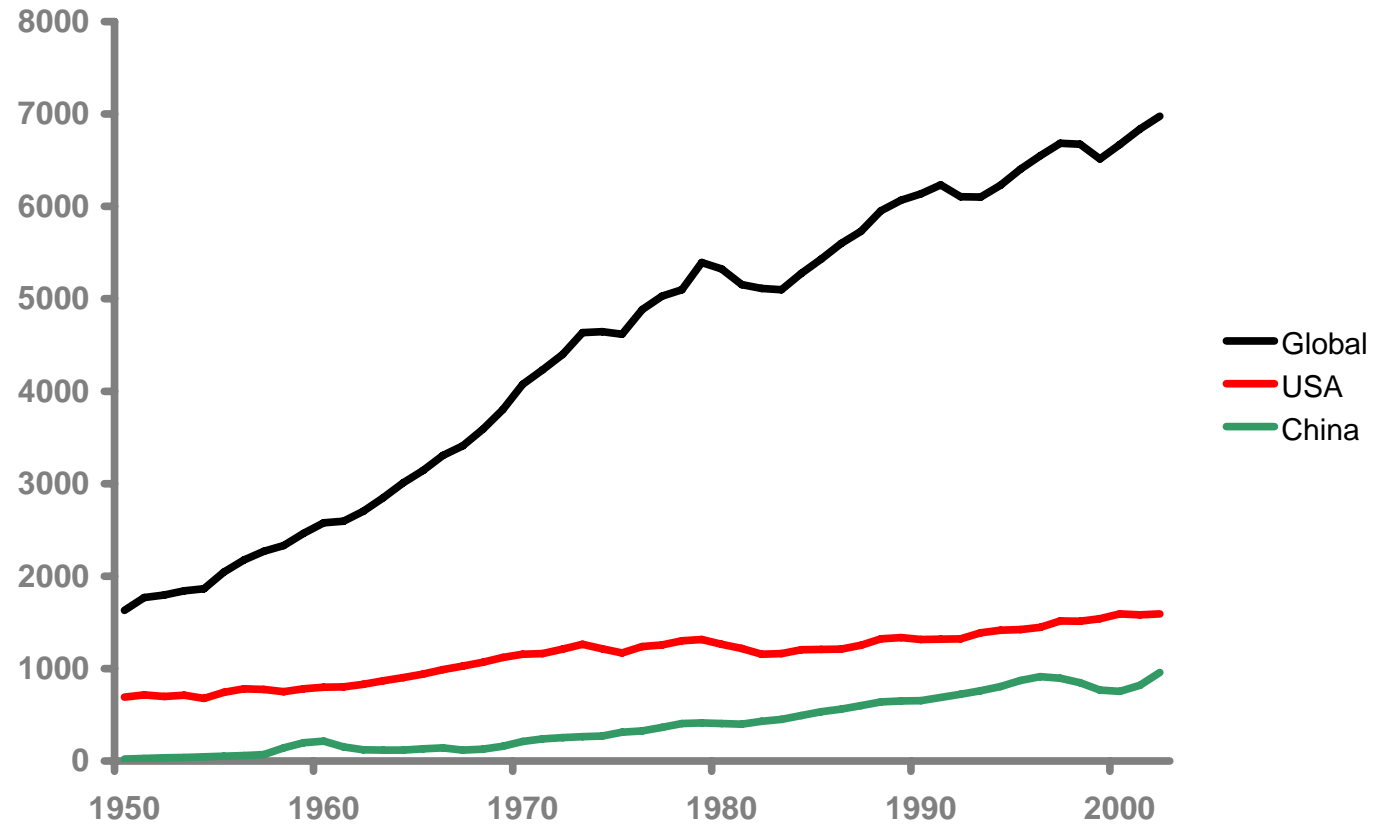
CO<sub>2</sub>-Emissionen **pro Kopf** (in t Kohlenst./Jahr)

Quelle: CDIAC (2005)

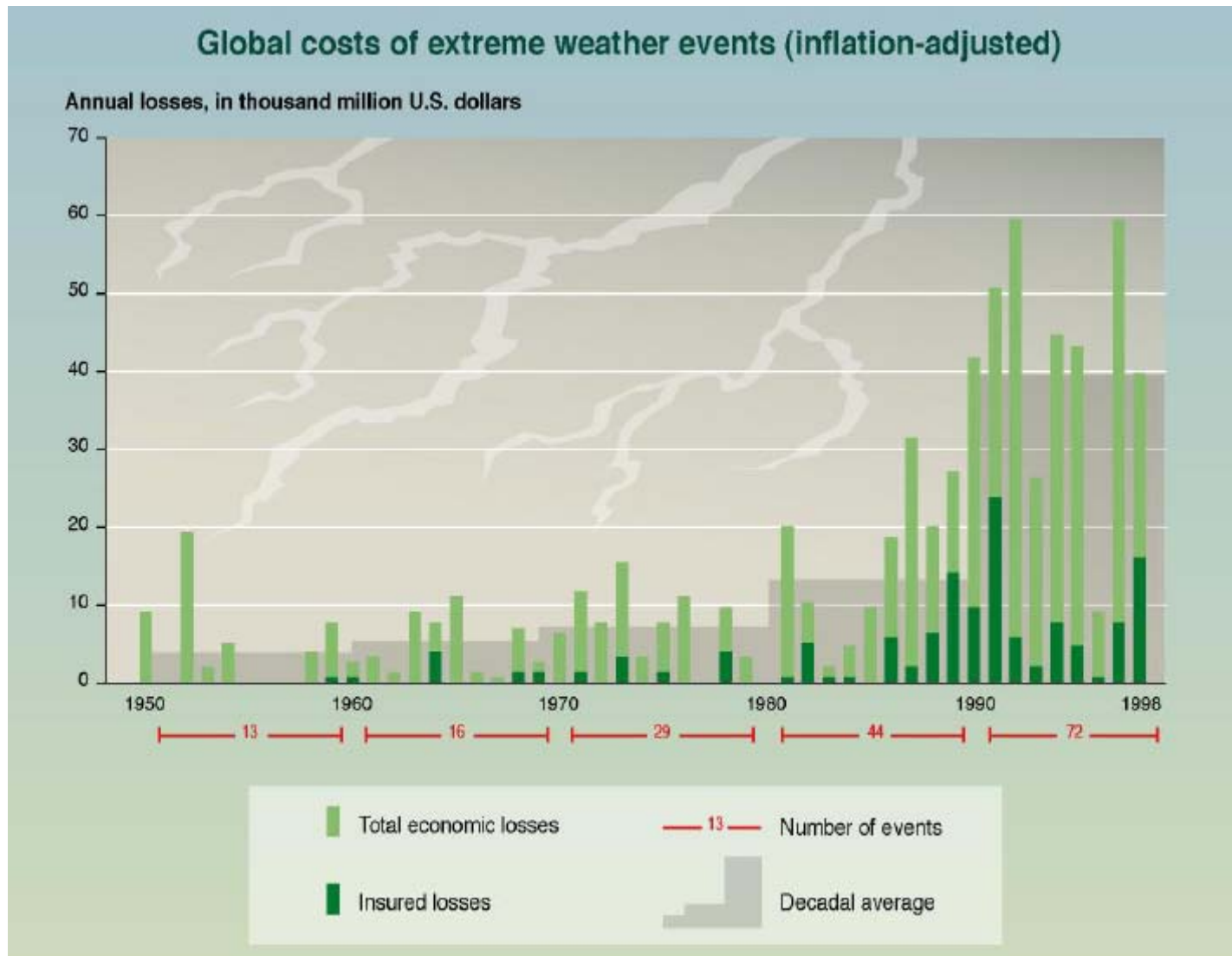


## Globale CO<sub>2</sub>-Emissionen (mio t Kohlenst./Jahr):

Quelle: CDIAC (2005)

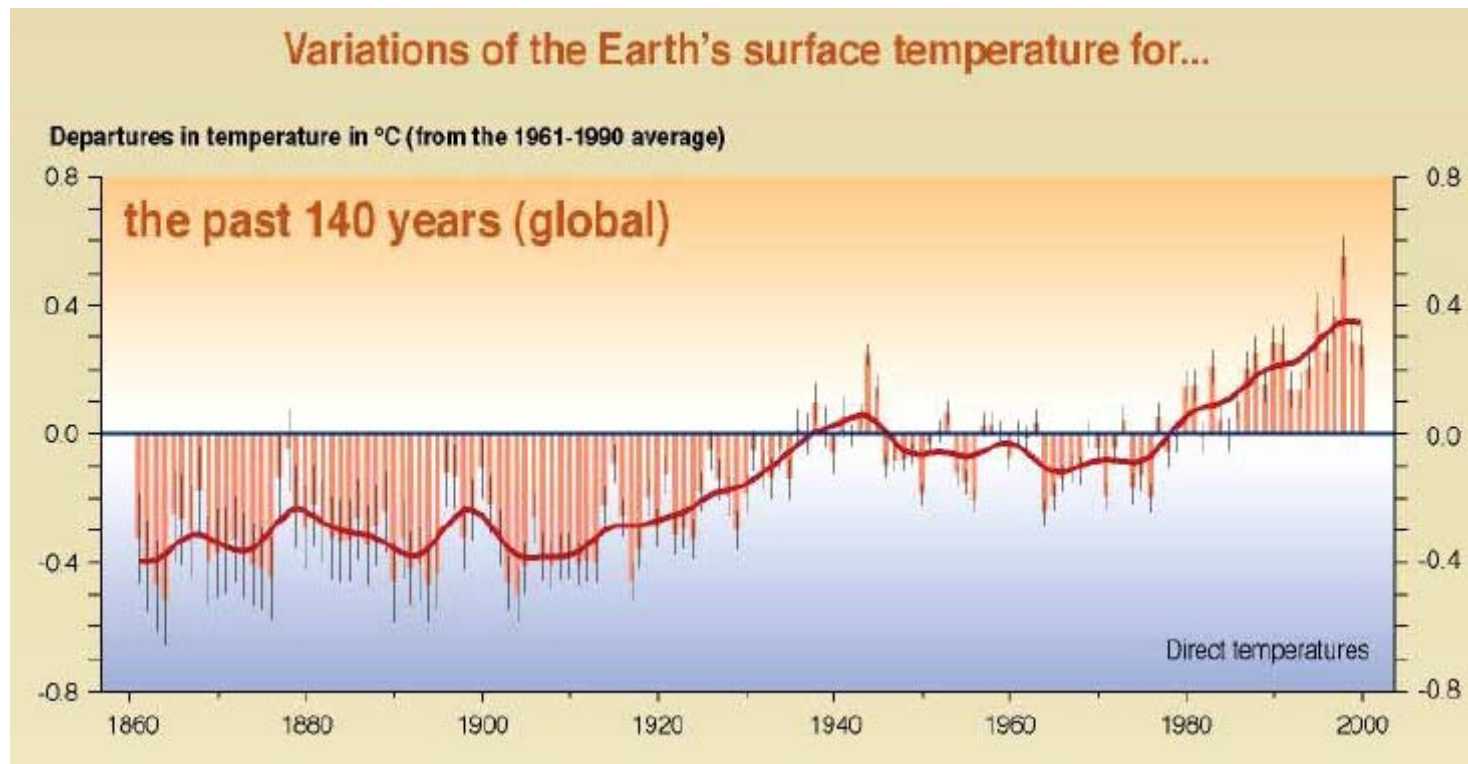


- Weltweit: Anstieg um ca. 330%
- China: Anstieg um ca. 4300%

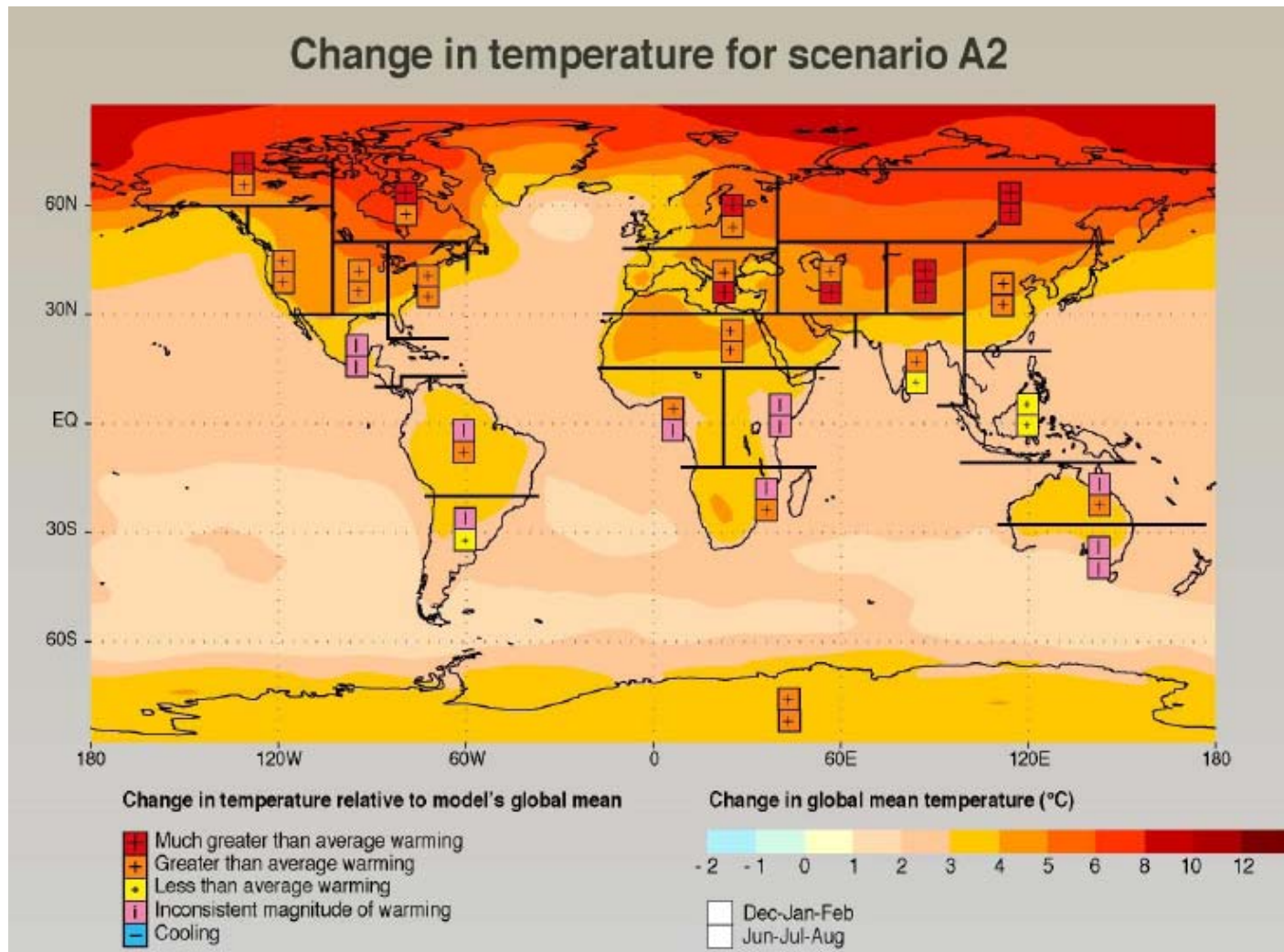


Quelle: IPCC (2006)

## Globale Temperaturentwicklung



Quelle: IPCC (2006)



Prognostizierter Temperaturanstieg abh. von Szenario, z.B. bzgl.

- Bevölkerungswachstum
- Wirtschaftswachstum
- Technologische Entwicklung

**Szenario A2:**

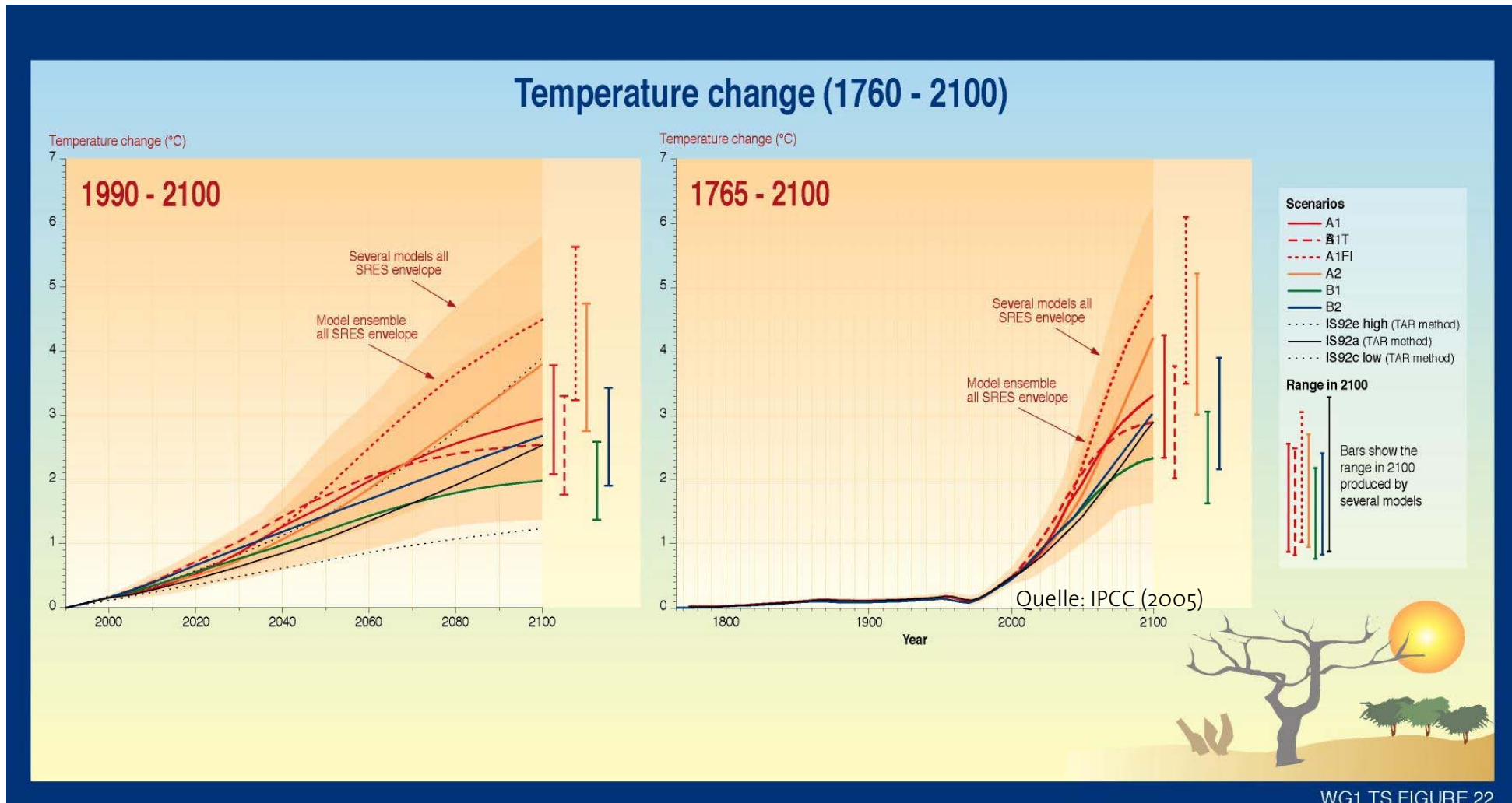
- Bevölkerungswachstum  $\gg$
- relativ geringes Wachstum/ technologischer Fortschritt

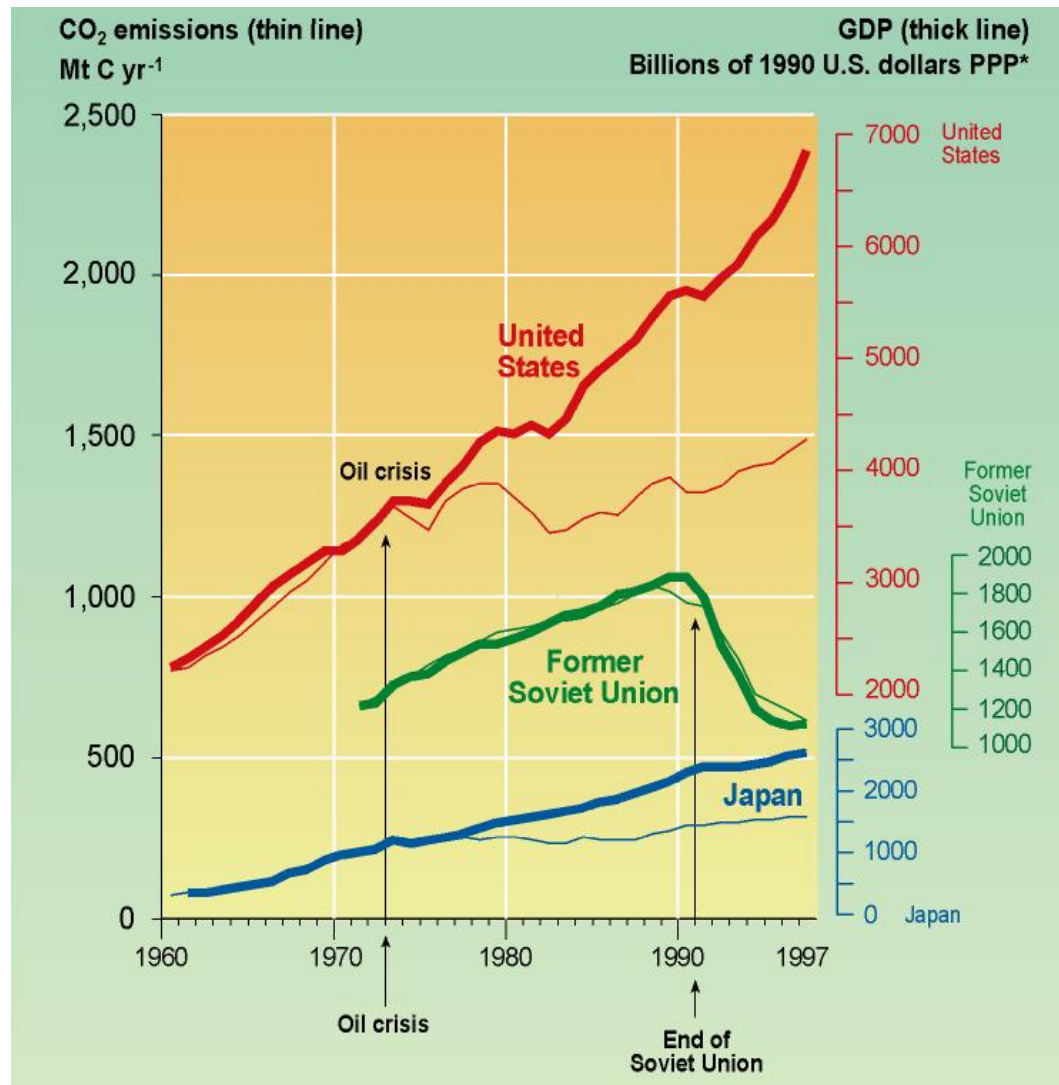
(im Vergleich zu alternativen Szenarien)

Quelle: IPCC (2006)

## Globale Temperaturentwicklung bei alternativen Szenarien

Quelle: IPCC (2006)





### Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen in ehemaligen Ostblock-Staaten:

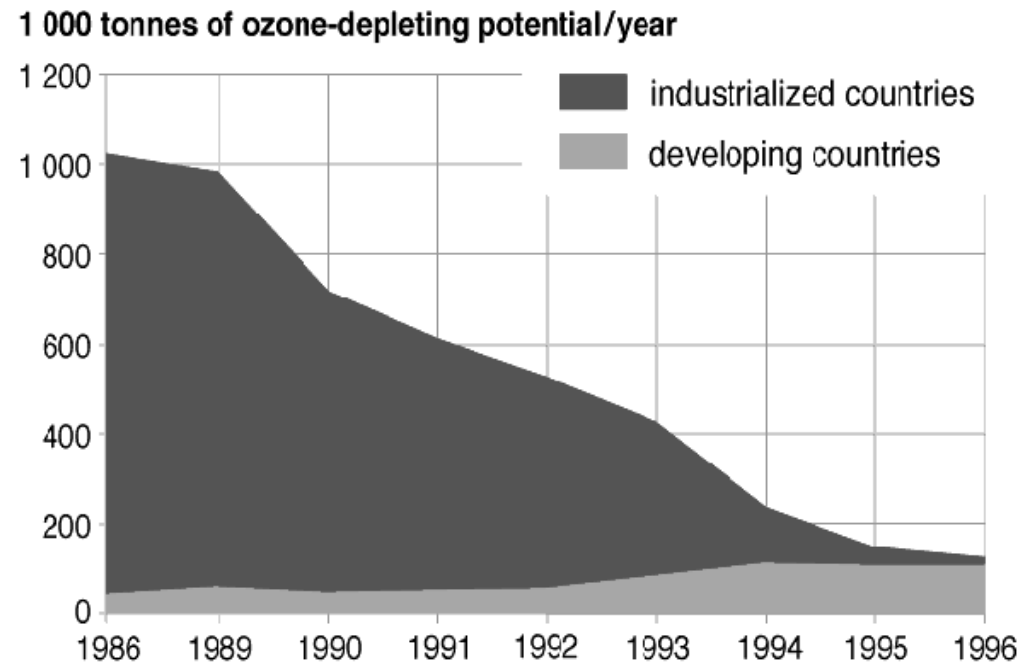
- Zusammenbruch CO<sub>2</sub>-intensiver Industrien
- nicht Erhöhung der Effizienz!
- Bei wieder steigender Wirtschaftsleistung:  
Zunahme zu befürchten

## o Ozonschicht

- FCKW- Emissionen
- Verweildauer in Atmosphäre: z.B. FCKW-11: 50 Jahre
- Montreal Protokoll (Verbot FCKW's Industrieländern: 1996, Entwicklungsländer: 2010)
- H-FCKWs (teihalogenierte FCKW's):
  - 2-5% des Zerstörungspotentials von CFC
  - Abbau um 99.5% bis 2030 in Ind.ländern (Entw.länder: 2040)

### Globale FCKW-Produktion:

Quelle: UNEP 1998



## o Luftqualität

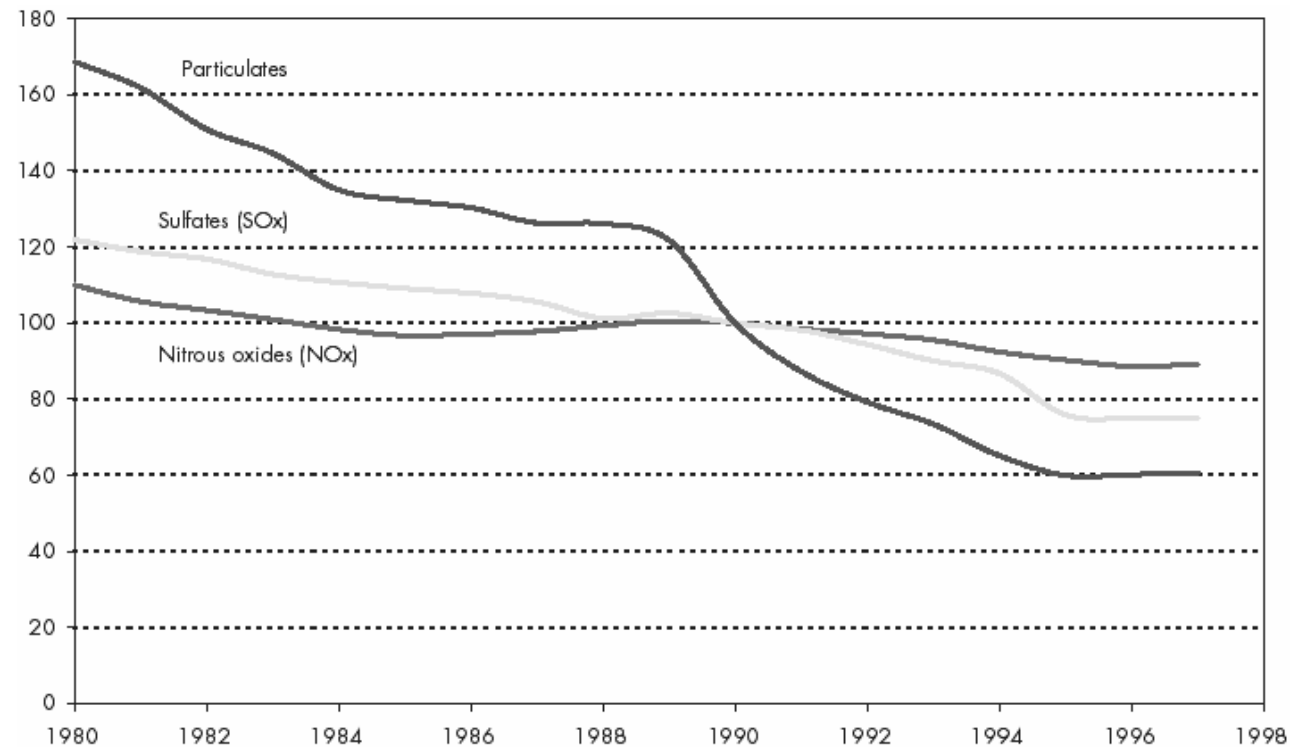
- z.B.  $\text{SO}_x$  und  $\text{NO}_x$  Emissionen (u.a. Verursacher Sauren Regens)
- Generierung von  $\text{SO}_x$ : Verbrennung von Kohle, Öl, Metallschmelzung

$\text{NO}_x$ : Verbrennungsabläufe in Autos, Kraftwerken, Heizungen

### $\text{SO}_x$ und $\text{NO}_x$ Emissionen aus Energieerzeugung

(OECD-Länder,  
1990: Index = 100)

Quelle: IEA (2002),  
basierend auf OECD Environmental  
Data Compendium 1999



Problembereiche und Prognose für zukünftige Entwicklung:

Belastungen		Umweltprobleme	Zustand und Auswirkungen	
Gegenwärtig	Künftig		Gegenwärtig	Künftig
o	-	▪ Treibhausgase und Klima- veränderung	-	-
+	o	▪ Ozonabbau	-	o
o	-	▪ Gefährliche Stoffe	o	?
o	o	▪ Grenzüberschreitende Luftver- unreinigung	o	o
o	o	▪ Belastung des Wassers	o	o
-	-	▪ Bodendegradation	-	?
o	-	▪ Abfall	-	-
o	?	▪ Natürliche und technologische Gefahren	o	?
o	?	▪ Genetisch veränderte Organismen	?	n.v.
-	-	▪ Biologische Vielfalt	o	?
o	o	▪ Menschliche Gesundheit	-	?
o	o	▪ Städtische Gebiete	o	o
-	-	▪ Küsten- und Meeresregionen	-	?
-	?	▪ Ländliche Gebiete	-	-
-	?	▪ Gebirgsregionen	-	-

+ positive Entwickl.

o einige positive,  
aber nicht ausrei-  
chende Entwickl.

- negative Entwickl.

n.v. keine quantitativen  
Daten verfügbar

? ungewiss

Quelle: EEA (1999) Umwelt in der Europäischen Union – an der Wende des Jahrhunderts

Indikator für Gesamtbelastung der Umweltressourcen durch Menschheit → **Ökologischer Fussabdruck**

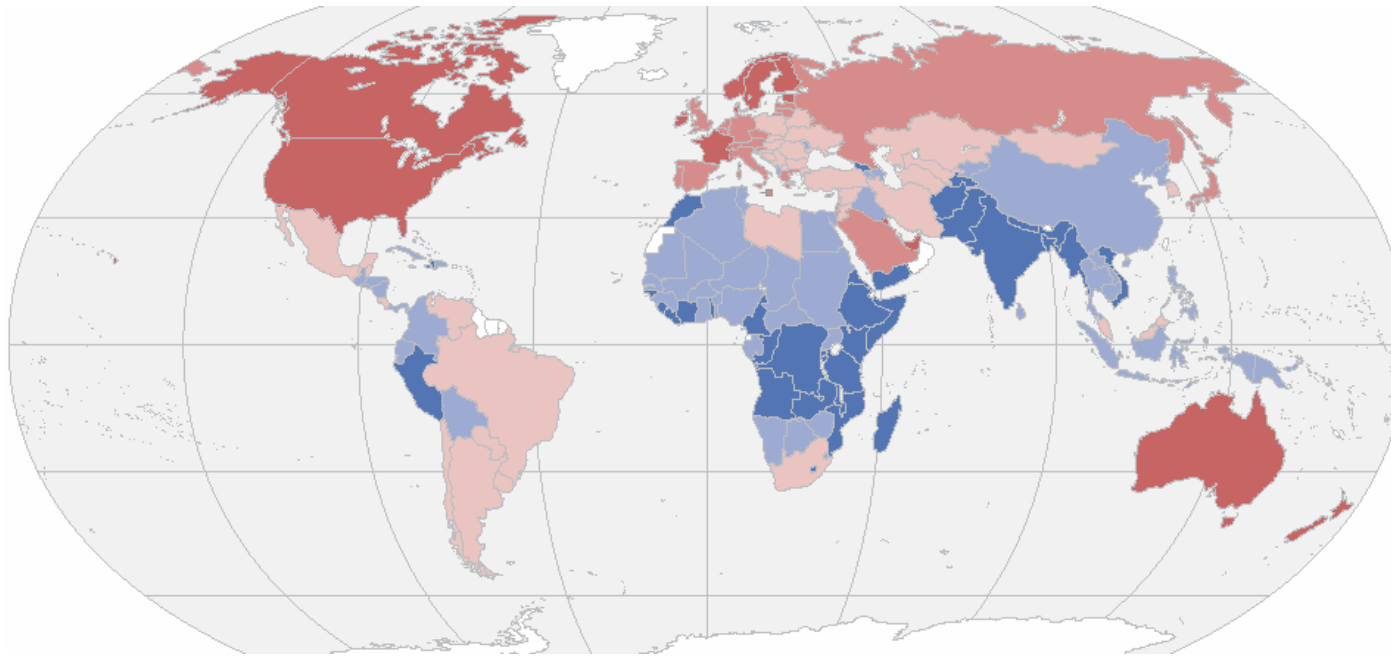
- Übersetzung des ökologischen Impacts menschlicher Aktivität in Fläche, die notwendig ist, um konsumierte Ressourcen zu produzieren und generierte Verschmutzung zu absorbieren
- ökologisches Defizit (Uebernutzung der Ökosysteme), wenn







zur Verfügung stehende Fläche – ökologischer Fussabdruck < 0

<b>Schweiz:</b>	• ökologischer Fußabdruck pro Person:	5
	• zur Verfügung stehende Biokapazität:	1.8
	• ökologisches Defizit:	<b>-3.2</b>
<b>Weltweit:</b>	• ökologischer Fußabdruck pro Person:	2.7
	• zur Verfügung stehende Biokapazität:	2.1
	• ökologisches Defizit:	<b>-0.6</b>

## Ökologischer Indikator: Ecological Footprint (2001)

Quelle: WWF (2005)



	Länder, welche pK	<b>3</b>	mal die weltweit $\phi$ -lich verfügbare Biokapazität nutzen
	Länder, welche pK	<b>2 - 3</b>	mal die weltweit $\phi$ -lich verfügbare Biokapazität nutzen
	Länder, welche pK	<b>1- 2</b>	mal die weltweit $\phi$ -lich verfügbare Biokapazität nutzen
	Länder, welche pK	<b>0.5 – 1</b>	mal die weltweit $\phi$ -lich verfügbare Biokapazität nutzen
	Länder, welche pK	<b>&lt;0.5</b>	mal die weltweit $\phi$ -lich verfügbare Biokapazität nutzen
	Unzureichende Daten		

- Notwendig die Umweltbelastung durch menschliche Aktivitäten zu verringern und auf "sicheres" Niveau zurückführen
- Häufig gleichgesetzt mit: Senkung der Ressourcenintensität des Outputs/Volkseinkommens (Ressourcenintensität: Ressourceneinsatz pro Mengen-/Werteinheit)  
→ Ausreichend?

- **Gesamter Ressourcenverbrauch:**

$$\text{Gesamtressourcenverbrauch } (R) = \text{Ressourcenintensität des Outputs } \left(\frac{R}{Y}\right) * \text{pro-Kopf Einkommen } \left(\frac{Y}{N}\right) * \text{Bevölkerung } (N)$$

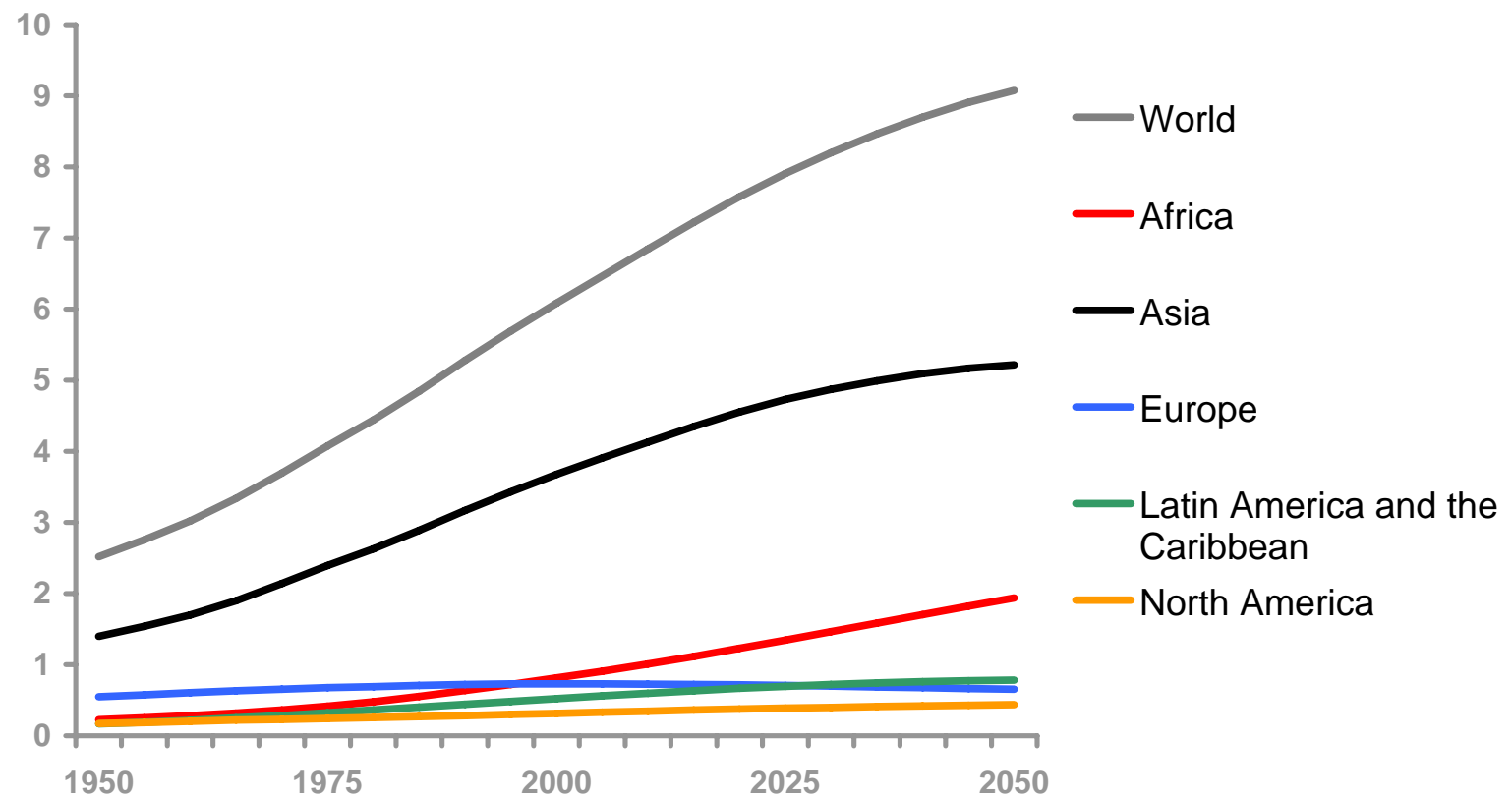
mit  $R$  = Gesamtressourcenverbrauch (auch interpretierbar als Umweltverschmutzung)  
 $Y$  = Volkseinkommen  
 $N$  = Bevölkerung

$$R = \left(\frac{R}{Y}\right) * \left(\frac{Y}{N}\right) * N$$

- Damit langfristiges Wirtschaftswachstum (d.h. Anstieg der pro-Kopf Einkommen) bei Bevölkerungswachstum ohne Übernutzung der Natur möglich:
  - Ressourcenintensität muss langfristig sinken
  - Ultimatives Ziel: langfristige Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Nutzung natürlicher Ressourcen, d.h. Dematerialisierung der Wirtschaft
- Rückgang in der Intensität muss Wachstum von pro-Kopf Einkommen und Bevölkerung mindestens ausgleichen.
- realistisch?

## Globale Bevölkerungsentwicklung und –prognose

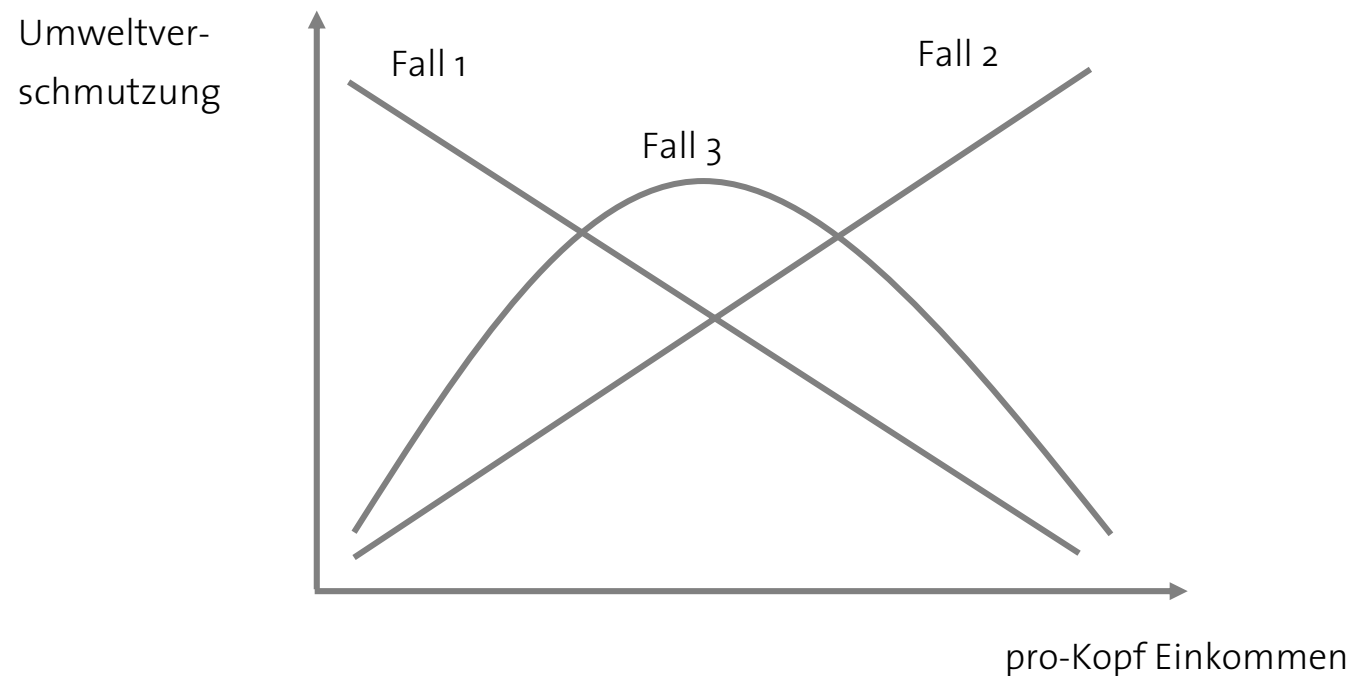
(mittlere UN-Projektion, in Mrd.)



Quelle: UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2004)

## Empirische Evidenz: Nicht eindeutig

Entwicklung der Umweltverschmutzung bei steigenden pro-Kopf Einkommen (stilisierter Zusammenhang)



- alle drei Fälle beobachtbar
- keine allgemeine Aussage möglich über Effekt des Wirtschaftswachstums auf Umweltqualität

Fall	Bei steigendem pro-Kopf Einkommen...	Empirisch festgestellt für...
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung der Umweltqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserqualität</li> <li>• Zugang zu sauberem Wasser</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschlechterung der Umweltqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausmüll</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Emissionen (möglicherweise Rückgang bei sehr hohen Einkommensniveaus)</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invers U-förmiger Zusammenhang  (Zunächst Verschlechterung der Umweltqualität, nach Überschreiten einer gewissen Schwelle Verbesserung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emission von Schmutzpartikeln und Schwefeloxiden</li> <li>• Luftverschmutzung</li> <li>• Abholzung tropischer Wälder</li> </ul>

### Fall 3: Environmental Kuznets Curve

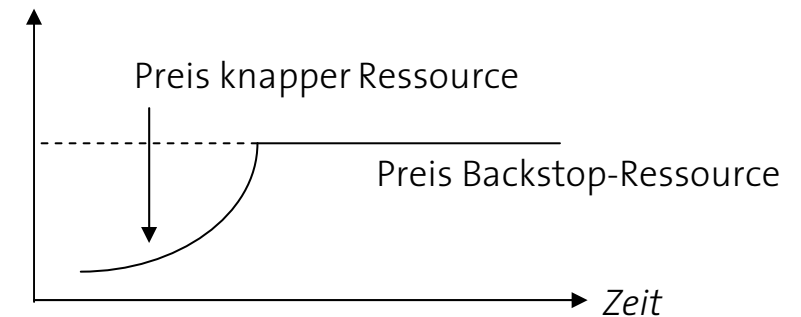
- Postulat: Wirtschaftswachstum reduziert langfristig Umwelt-/Ressourcennutzung
- ABER:
  - empirisch nur für beschränkte Auswahl an Verschmutzungsindikatoren festgestellt
  - viele Staaten weit unterhalb der Einkommensschwellen für Verschmutzungsmaxima ( $\pm 1985$ ):
    - Einkommensschwellen: i.d.R. zwischen 5000 – 10000\$ (teilweise 2000\$, teilweise 12000\$)
    - Durchschnittseinkommen pro-Kopf weltweit: ca. 4360\$ ,
    - Medianeinkommen: 2420\$ (pro-Kopf Einkommen von 1/2 Weltbevölkerung  $\leq 2420$ \$)
- zu befürchten, dass Umweltverschmutzung global weiter stark zunimmt
- Argumente für/gegen den Rückgang der Verschmutzung bei steigendem Einkommen ?

## Substitution verschmutzender Ressourcen durch alternative Ressourcen

Argument	Problem
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei steigenden Preise für knappe Ressourcen werden alternative Ressourcen wettbewerbsfähig</li> <li>• Substitution durch Backstop-Technologien, welche ohne/mit geringer Verschmutzung verbunden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückgang der Verschmutzung durch Nutzung einer Ressource induziert potentiell Anstieg der Verschmutzung aus Substituten → Vergleich der Gefährdung aus unterschiedlichen Arten der Verschmutzung</li> <li>• Technische Realisierbarkeit?</li> </ul>

"Backstop-Technologie":

Nutzung einer Ressource, die zu konstanten marginalen Kosten in unendlicher Menge zur Verfügung steht, z.B. Sonnenenergie, Kernfusion



Substitution natürlicher Ressourcen durch reproduzierbares Kapital  
(z.B. physisches Kapital, neue Technologien)

Argument	Problem
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. steigende Preise machen bei zunehmender Knappheit Investitionen in reproduzierbares Kapital/neue Technologien wettbewerbsfähig</li> <li>2. Wirtschaftswachstum fördert Entwicklung sauberer Technologien</li> </ol> <p>Konsequenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ressourcenintensität der Produktion sinkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Physische und ökonomische (Kosten-) Grenzen der Reduktion der Ressourcenintensität.</li> <li>● Technischer Fortschritt kann möglicherweise Ressourcenknappheit nicht überwinden</li> <li>● Rückgang der Ressourcenintensität kann durch Zunahme des Outputs überkompensiert werden</li> </ul>

## Nachfrage nach verschmutzenden Ressource sinkt aufgrund Strukturellen Wandels

Argument	Problem
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Zuge der Entwicklung von Volkswirtschaften steigt die Bedeutung weniger ressourcen-/verschmutzungsintensiver Dienstleistungen (DL) gegenüber der industriellen Produktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umstrukturierung in Richtung DL relativ spät in der Entwicklung von Ökonomien</li> <li>• Zunächst Anstieg der Verschmutzung bei Umstrukturierung von Landwirtschaft hin zu Industrie</li> <li>• Substitution von Industrieprodukten hin zu DL beschränkt</li> <li>• Strukturwandel hin zu DL häufig begleitet von Export verschmutzungsintensiver Produktion in ärmere Länder</li> </ul> <p>→ keine Reduktion der globalen Verschmutzung</p>

## Nachfrage nach sauberer Umwelt steigt mit steigendem Einkommen überproportional

Argument	Problem
<ul style="list-style-type: none"><li>• bei steigendem Einkommen<ul style="list-style-type: none"><li>• Zunahme der Umweltregulierung (Umweltsteuern, Emissionsstandards...) sowie</li><li>• Zunahme Nachfrage nach weniger umweltintensiven Gütern beobachtbar</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nachfrage nach umweltintensiven Gütern steigt auch (wenn auch unterproportional)</li><li>• Nachfrage nach sauberer Umwelt nicht unbedingt Funktion des Einkommens (kulturelle Aspekte)</li></ul>

## 1.2 Strukturwandel

### Begriffsabgrenzungen:

Wirtschaftsstruktur (WS): Beschreibung der Aufteilung eines wirtschaftlichen Aggregates in Teilgrößen, z.B. entsprechend...

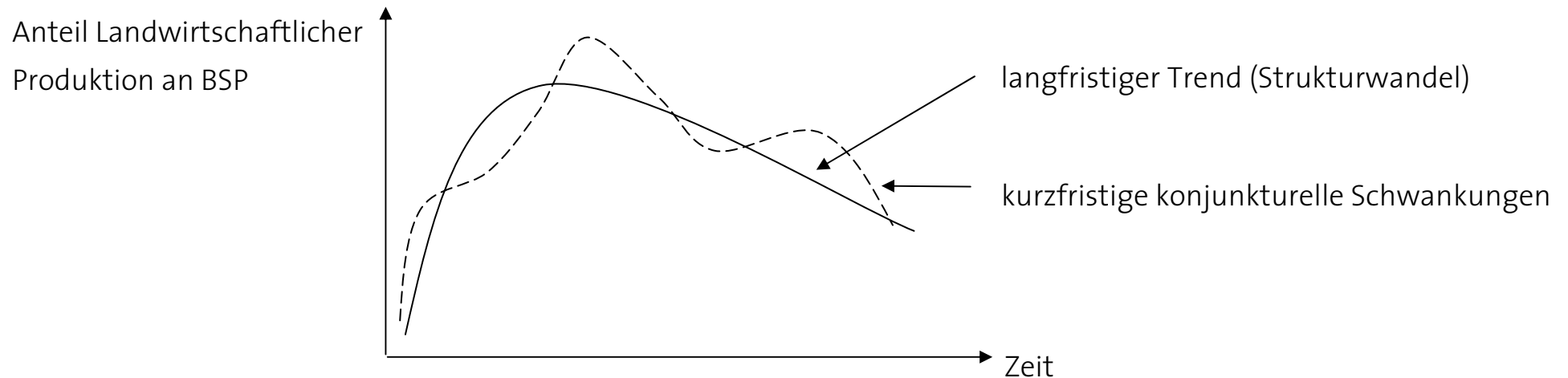
- ... Wirtschaftssektoren:
  - **Sektorale WS** (z.B. Anzahl Beschäftigte in Sektoren Dienstleistungen, Industrie, Landwirtschaft...)
  - **Intrasektorale WS** (z.B. bzgl. Sektor DL: Anzahl Beschäftigte in Handel, Gastgewerbe, Banken,...)
- ... Geographischer Grenzen:
  - **Regionale WS** (z.B. Wertschöpfung in Ländern Europas)
- ... Produktionsstruktur: (z.B. Anteile der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital an Wertschöpfung)
- ... Marktstruktur: (z.B. bzgl. der Anbieterkonzentration in einer Volkswirtschaft)
- ...

### (Wirtschaftlicher) Strukturwandel:

Dauerhafte Veränderung der Wirtschaftsstruktur, die plötzlich oder stetig vor sich gehen kann und deren Trend stabil ist.

- dauerhafte Veränderungen, abzugrenzen von kurzfristigen Bewegungen wie z.B. periodisch wiederkehrenden Konjunkturschwankungen  
(kurzfristig: struktureller Rahmen gegeben)

z.B.



Arten Strukturellen Wandels:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>intersektoraler</u> Strukturwandel</li> <li>• <u>intrasektoraler</u> Strukturwandel</li> <li>• <u>räumlicher</u> Strukturwandel</li> <li>• <u>(institutioneller</u> Strukturwandel)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>autonomer</u> Strukturwandel</li> <li>• <u>induzierter</u> Strukturwandel</li> </ul> |
|--|--|

**Autonomer Strukturwandel:**

- nicht durch staatliche Einflussnahme induziert
- findet im Laufe der wirtschaftlichen Entwicklung "von selber" statt
- Auslöser: Marktsignale, z.B.
  - Angebotsschocks: Preisentwicklung (Ölpreiskrise), etc.
  - Nachfrageverschiebungen: "sauberere" Präferenzen

**Induzierter Strukturwandel:**

- Auslöser: staatliche Strukturpolitik (in Form von Wirtschafts-, **Umwelt**-, Sozialpolitik,...)
- Umstritten: Gestaltbarkeit und Steuerbarkeit des Strukturwandels

### Zurechnung zu Inter- oder Intrasektoralem Wandel:

- abhängig von Abgrenzung der Sektoren (Disaggregationsgrad)
- Beispiel: Zunahme der Erwerbstätigen in Baugewerbe im Vergleich zur Textilindustrie

#### Sektorenabgrenzung 1:

- Dienstleistungssektor
- Industrie und Handwerk / Produzierendes Gewerbe
- Landwirtschaftlicher Sektor / Fischerei

#### Sektorenabgrenzung 2:

- Handel, Gastgewerbe u. Verkehr
- Finanzierung und Vermietung
- ...
- Baugewerbe
- Textilindustrie
- ...
- Landwirtschaft
- Forstwirtschaft
- Fischerei

bei Sektorenabgrenzung 1: kein Intersektoraler Strukturwandel durch beobachtetes Phänomen  
 2: Intersektoraler Strukturwandel durch beobachtetes Phänomen

Abgrenzung der Sektoren zudem abhängig von Fragestellung:

Beispiel: Entwicklung der Anteile an Ausgaben für Forschung und Entwicklung

Fragestellung 1:

- Identifikation des Beitrages des Staates zu F+E
- Sinnvolle Sektorenabgrenzung:
  - Staat
  - private Wirtschaft

Fragestellung 2:

- Identifikation innovativer Branchen
- Sinnvolle Sektorenabgrenzung:
  - Dienstleistungen
  - Industrie, Handwerk, Produzierendes Gewerbe
  - Landwirtschaft / Fischerei

## 1.3 Umweltpolitik

### Definition:

Politische/Staatliche Maßnahmen, deren Ziel es ist, das umweltrelevante Verhalten der Produzenten und Haushalte zu beeinflussen und damit einen Rückgang der Umwelt- und Ressourcennutzung zu induzieren.

### Historische Entwicklung:

- Umweltpolitik seit 60'er/70'er Jahren
- Beispiele:
  - Schweiz:
    - Gründung des Bundesamtes für Umweltschutz 1972
    - Gewässerschutzgesetz 1972
    - Erlass von Wegleitungen etc. zur Immissionsbegrenzung
    - städtische und kantonale Erlasse zur Lufthygiene

## Prinzipien der Umweltpolitik

weitgehend akzeptierte Grundsätze:

- Verursacherprinzip

Urheber einer Umweltbelastung soll auch die Kosten für die Beseitigung tragen.  
(Gemeinlastprinzip: Kosten, die z.B. nicht (mehr) zurechenbar sind, trägt die Allgemeinheit)

- Vorsorgeprinzip

Verhinderung der Entstehung von Umweltschäden

- Vorsichtsprinzip

Falls keine zuverlässige Risikoabschätzung möglich: Verbot umweltbelastender Aktivitäten

**Instrumente der Umweltpolitik:**

- Gebote/Verbote
- Auflagen
- Gebühren
- Steuern
- Subventionen
- Zertifikate
- Umweltinformationen
- Umweltverträglichkeitsanalysen
- Umweltlabels

Beispiele:

(Verbot bestimmter Pestizide,  
Gebot einer Mindestenergieeffizienz)

(Verwendung der "best-available-technology" ...)

(Wasserversorgung, Abfallentsorgung...)

(CO<sub>2</sub>-Steuer...)

(Förderung regenerativer Energien...)

(CO<sub>2</sub>-Emissions-Zertifikate...)

(Umweltverträglichkeitsprüfungen der EU (UVP), der  
Schweiz (UVPV))

(Holz: FSC-Label, FSC = Forest-Stewardship-Council)

## Fundamentale Strategien:

- end-of-pipe Strategien:

("kurative") Maßnahmen, die eigentliche Produktionsprozesse nicht beeinflussen, z.B.

- Einbau von Emissionsfiltern

- viele Umweltprobleme durch end-of-pipe Strategien nicht lösbar (z.B. Klimawandel)
- generieren neue Probleme, z.B. giftiger Restmüll aus Einsatz von Filtern
- langfristige Problemlösung kann nicht nur auf end-of-pipe Strategien beruhen
- Zeithorizont: eher kurzfristig

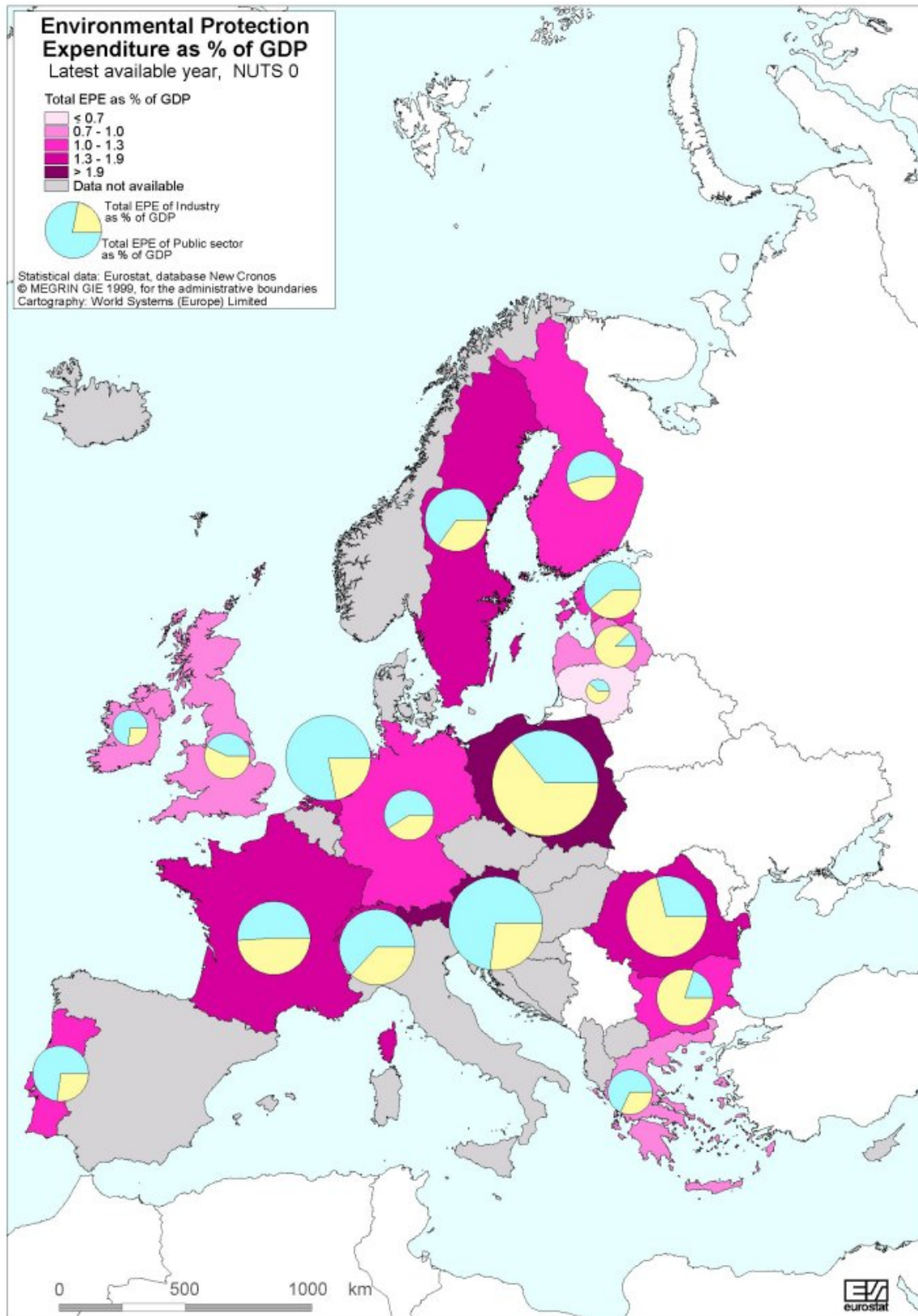
- vorsorgende/präventive Strategien:

Gefährdung der Umwelt vorbeugen bzw. das Auftreten von Schäden verhindern, z.B.

- Anreize zur Entwicklung sauberer Produktionstechnologien
- Umweltverträglichkeitsprüfungen

- Zeithorizont: mittel- bis langfristig

## Ausgaben für Umweltschutz (1999):



### 1.4 Ökologischer ("grüner") Strukturwandel (eco-restructuring):

- Strukturwandel von ressourcenintensiver Wirtschaft weg, hin zu ressourcenextensiver Wirtschaft
- **Autonomer** ökologischer Strukturwandel:

Ursachen nicht notwendigerweise umweltbezogen, jedoch umweltrelevante Auswirkungen ("ökologische Gratisseffekte")

Beispiele für autonomen ökologischen SW:

- **nachfrageinduziert**
  - Änderung der Nachfragestruktur bei steigendem Einkommen hin zu mehr Dienstleistungen (intersektoraler SW)
  - Nachfrage nach saubereren Gütern steigt bei steigendem Einkommen, z.B.
    - Marktanteil regenerativer Energieträger steigt im Verhältnis zu fossilen Energieträgern (intrasektoraler SW innerhalb des Energiesektors)

- **kosteninduziert**

- Preisinduziert

- Verknappung (Verteuerung) fossiler Brennstoffe
      - Substitution durch andere nun wettbewerbsfähige Energieträger (z.B. Windenergie)
    - Änderung von Preisen für nichtumweltbezogene Inputfaktoren, z.B. Arbeit
      - Strukturwandel weg von arbeitsintensiven Branchen
      - Rückwirkungen auf Umwelt, wenn Branchen unterschiedliche Ressourcenintensität aufweisen

- Technologieinduziert

- Entwicklung von Produktionstechnologien mit verändertem Inputmix (z.B. Energieverbrauch ↓)

- räumlich

- international:

- Produktionsverlagerung in Entwicklungsländer aufgrund von Lohnkostenunterschieden
    - Konsequenz: Änderungen der internationalen Verteilung der Schadstoffemissionen

- national:

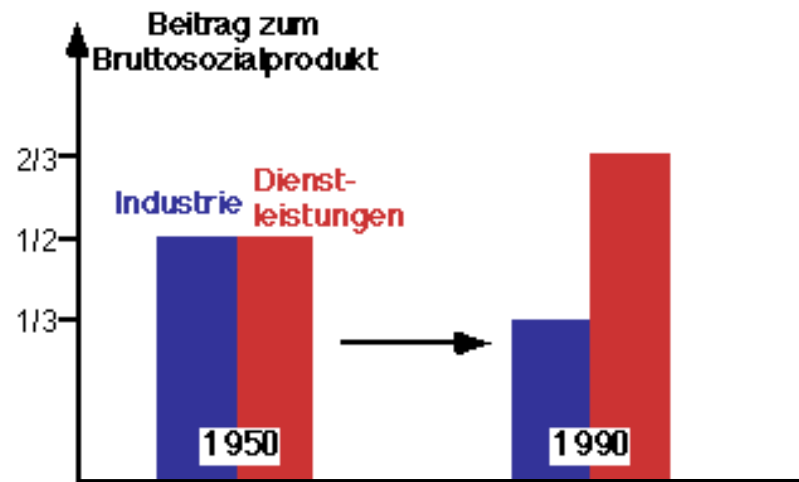
- Umweltkonsequenzen von Urbanisierungsprozessen

**ABER:** autonomer Strukturwandel nicht ausreichend

- Unterstützung durch **umweltpolitische** Maßnahmen (ecological structural policy)
  - **induzierter** ökologischer Strukturwandel

## Empirische Evidenz für ökologisch relevanten Strukturwandel

Intersektoraler Strukturwandel in der Schweiz:



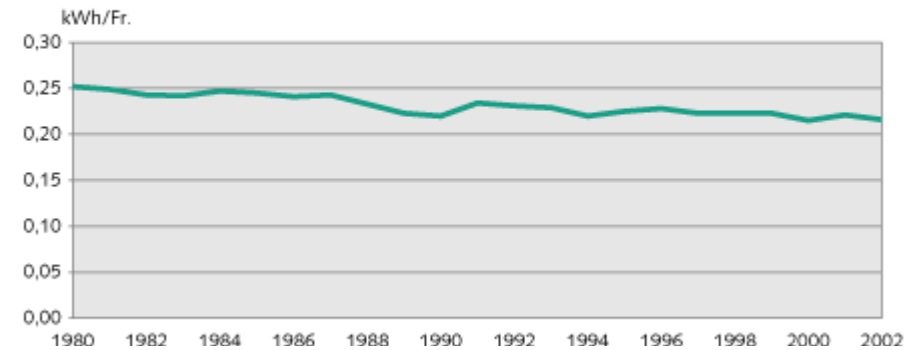
(Quelle: <http://clear.eawag.ch> und Schweizerische Gesamtenergiestatistik)

Vermutung:

Reduktion der Ressourcenintensität der Wirtschaft durch SW hinzu ressourcenextensiveren Dienstleistungen

### Tatsächliche Entwicklung z.B. der Energieintensität:

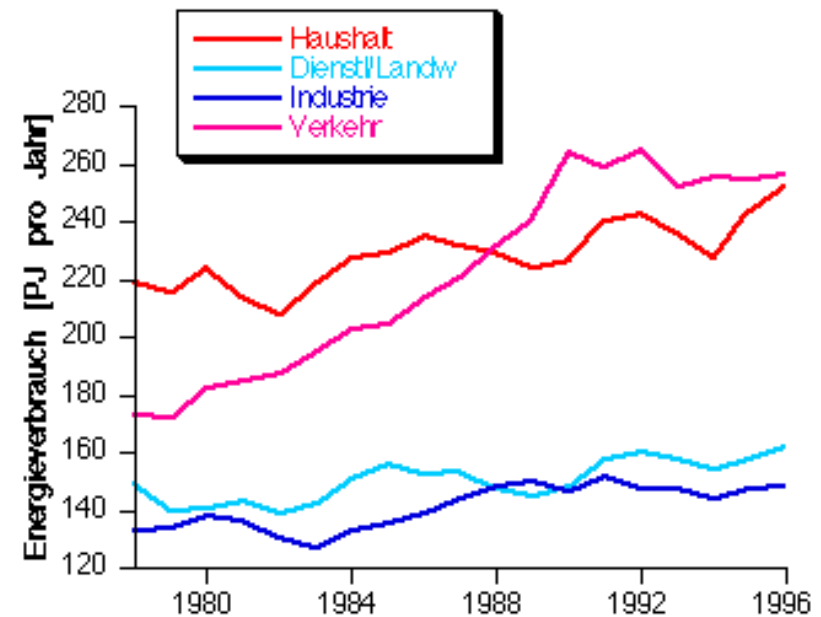
- wobei quantitativer Einfluss des obigen SW nicht ersehbar
- Rückgang ebenfalls von Entwicklung der Energieintensität innerhalb der jeweiligen Sektoren – auch Haushalte – beeinflusst



(Quelle: Bundesamt für Statistik)

### Anteile verschiedener Sektoren am Energieverbrauch:

(Quelle: <http://clear.eawag.ch> und Schweizerische Gesamtenergiestatistik)



Intrasektoraler Wandel:

Energiesektor: Veränderung der Zusammensetzung des Schweizer Energiesektors

Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger:

- Zunahme um mehr als 23% allein in letzten 10 Jahren
- (Zunahme bei nicht-erneuerbaren Energien: 4.2%)

Konsequenz veränderter Nutzung der unterschiedlichen Energiequellen:

- Divergenz von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

