

Ökonomische Bewertungen der Klimawandel-Folgen

Reiner Kümmel

Institut für Theoretische Physik und Astrophysik,
Universität Würzburg

Physikertagung Regensburg, 27. März 2007

Programm

- Zukunftsdiskontierung
- Elite-Ökonomen und Klimawandel
- Stern Review: The Economics of Climate Change.
 - Grundlagen, Annahmen, Ergebnisse
 - Methoden
- Dekarbonisierungs-Szenario
- Empfehlungen

Zukunftsdiskontierung

Beispielrechnung von Chen und Schneider, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado (1971).

Annahme: Anthropogener Treibhauseffekt lasse **in 150 Jahren** das Westantarktische Eisschelf schmelzen. Überflutung der Küstengebiete der Erde hätte **Schäden in Höhe von rd. 2000 Mrd. \$** (Wert 1971) zur Folge. Bruttoinlandsprodukt der USA in 1971, BIP_0 , betrug **1000 Mrd. \$**. Abdiskontieren des globalen Schadens von $2BIP_0$ mit **Diskontrate d** liefert die **Summe S** , die **heute zur Schadensverhütung investiert werden müsste**. [10 CO₂-entsorgte GUD-Kraftwerke, Gesamt-Nettoleistung 1400 MW, kosten schätzungsweise 3,2 Mrd. \$ (SIEMENS 1990).]

d	$(1 + d)^{150}$	$S = \frac{2}{(1+d)^{150}} BIP_0$
2%	19,5	0,10 BIP_0
4%	359	$5,6 \times 10^{-3} BIP_0 \leq 20$ Kraftw.
7%	25580	$8 \times 10^{-5} BIP_0$

Wirtschaftswachstum w der USA um jährlich 1% liefert in 150 Jahren $(1 + w)^{150} BIP_0 = 4,45 BIP_0$ und überkompensiert die Globalschäden von $2BIP_0$.

Elite-Ökonomen und Klimawandel

H. Daly, “When smart people make dumb mistakes”, *Ecological Economics* 34, 1 (2000):

Nordhaus (Yale), *Beckermann* (Oxford), *Schelling* (Harvard, Ökonomie-Nobelpreis 2005) nehmen an, dass der anthropogene Treibhauseffekt nur die Landwirtschaft betrifft, die lediglich 3% zum BIP (=GNP) der USA beiträgt. Darum seien selbst bei drastischem Einbruch der landwirtschaftlichen Produktion nur geringe Wohlfahrtsverluste zu erwarten.

Elite-Ökonomen und Klimawandel

H. Daly, “When smart people make dumb mistakes”, *Ecological Economics* 34, 1 (2000):

Nordhaus (Yale), *Beckermann* (Oxford), *Schelling* (Harvard, Ökonomie-Nobelpreis 2005) nehmen an, dass der anthropogene Treibhauseffekt nur die Landwirtschaft betrifft, die lediglich 3% zum BIP (=GNP) der USA beiträgt. Darum seien selbst bei drastischem Einbruch der landwirtschaftlichen Produktion nur geringe Wohlfahrtsverluste zu erwarten.

Nordhaus, 1991: “... there is no way to get a very large effect on the US economy.”

Elite-Ökonomen und Klimawandel

H. Daly, “When smart people make dumb mistakes”, *Ecological Economics* 34, 1 (2000):

Nordhaus (Yale), *Beckermann* (Oxford), *Schelling* (Harvard, Ökonomie-Nobelpreis 2005) nehmen an, dass der anthropogene Treibhauseffekt nur die Landwirtschaft betrifft, die lediglich 3% zum BIP (=GNP) der USA beiträgt. Darum seien selbst bei drastischem Einbruch der landwirtschaftlichen Produktion nur geringe Wohlfahrtsverluste zu erwarten.

Nordhaus, 1991: “... there is no way to get a very large effect on the US economy.”

Beckermann, 1997: “... even if net output fell by 50% by the end of next century this is only a 1.5% cut in GNP.”

Elite-Ökonomen und Klimawandel

H. Daly, “When smart people make dumb mistakes”, *Ecological Economics* 34, 1 (2000):

Nordhaus (Yale), *Beckermann* (Oxford), *Schelling* (Harvard, Ökonomie-Nobelpreis 2005) nehmen an, dass der anthropogene Treibhauseffekt nur die Landwirtschaft betrifft, die lediglich 3% zum BIP (=GNP) der USA beiträgt. Darum seien selbst bei drastischem Einbruch der landwirtschaftlichen Produktion nur geringe Wohlfahrtsverluste zu erwarten.

Nordhaus, 1991: “... there is no way to get a very large effect on the US economy.”

Beckermann, 1997: “... even if net output fell by 50% by the end of next century this is only a 1.5% cut in GNP.”

Schelling, 1997: “If agricultural productivity were drastically reduced by climate change, the cost of living would rise by 1 or 2%, and that a time when per capita income will likely have doubled.”

Übersehen: Hungersnöte steigern dramatisch den Wert der Nahrung und damit ihren Preis und also den Beitrag der Landwirtschaft zum BIP.

Stern Review (2007): Lob und Tadel

Britischer Prime Minister *Tony Blair*. “The most important report on the future ever published by this government.”

Deutscher Klimawandel-Referent: “Die kopernikanische Wende der Klimawandel-Forschung”.

Prof. *Richard Tol* (Univ. Hamburg und Carnegie Mellon), Umweltökonom und Hrsg. von *Energy Economics*: “If a student of mine were to hand in this report as a Masters thesis, perhaps if I were in a good mood I would give him a 'D' for diligence; but more likely I would give him an 'F' for fail. . . . There is a whole range of very basic economics mistakes that somebody who claims to be a Professor of Economics simply should not make.”

Yale University Ökonom *Robert Mendelsohn* hält die Kosten-Schätzungen der Treibhausgas-Emissionsminderung für viel zu niedrig: “We will actually have to sacrifice a great deal to cut emissions dramatically.”

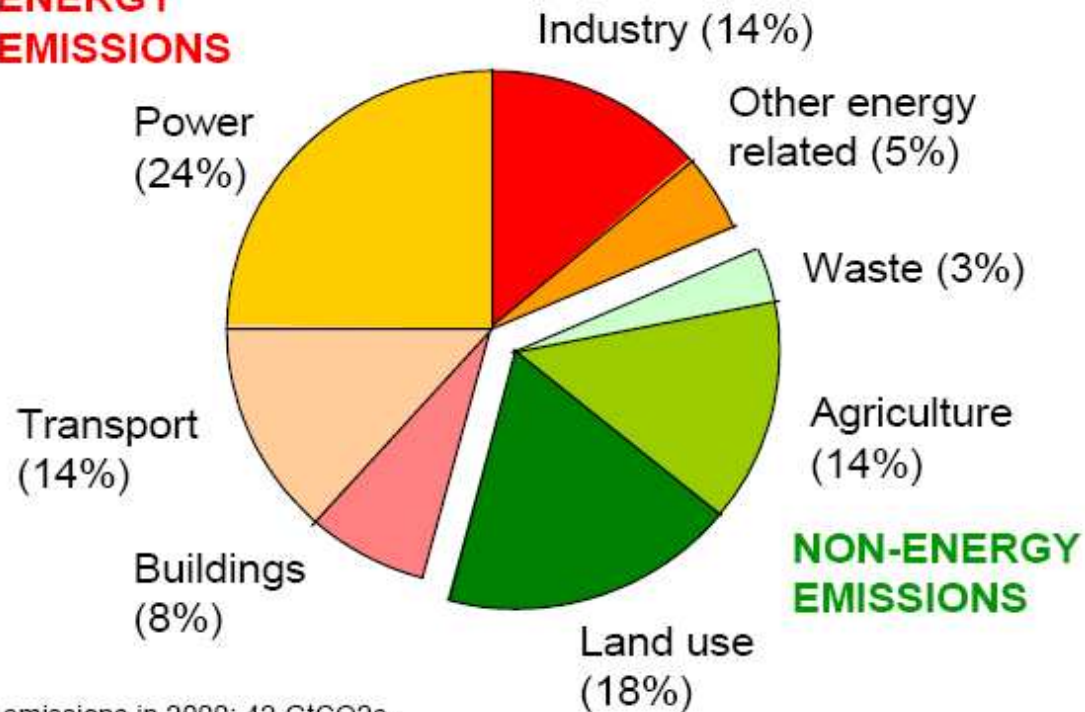
Stern Review (SR): Grundlagen

- Daten a) des *IPCC Third Assessment Report 2001*, b) der Literatur über Klimawandel-verstärkende Rückkopplungsmechanismen seit 2001.
- Gewichtung der Wohlfahrt zukünftiger Generationen mit der Wahrscheinlichkeit, dass die Menschheit zu einem gegebenen Zeitpunkt t noch existiert (“Ethische” Zukunftsdiskontierung). Betrachtung von Zeiträumen von 50, 100 und 200 Jahren “*with caution and humility*”.
- Zur expliziten Risikomodellierung wird das Modell PAGE2002 verwendet, das frühere integrierte Wirtschaftsmodelle probabilistisch modifiziert. Diese hatten im “Business as Usual” (BAU)-Szenario Verluste im globalen BIP von 5-10% gegenüber einem nicht durch Klimawandel-Schäden betroffenen BIP ergeben.
BAU-Szenario: Trendfortschreibung der gegenwärtigen Emissionen von CO₂-Äquivalenten (CO_{2e}) → bis 2100 Temperatursteigerungen von 2-3°C und mehr.

SR: CO_{2e}-Emissionen in 2000

Figure 1 Greenhouse-gas emissions in 2000, by source

ENERGY EMISSIONS



Total emissions in 2000: 42 GtCO_{2e}.

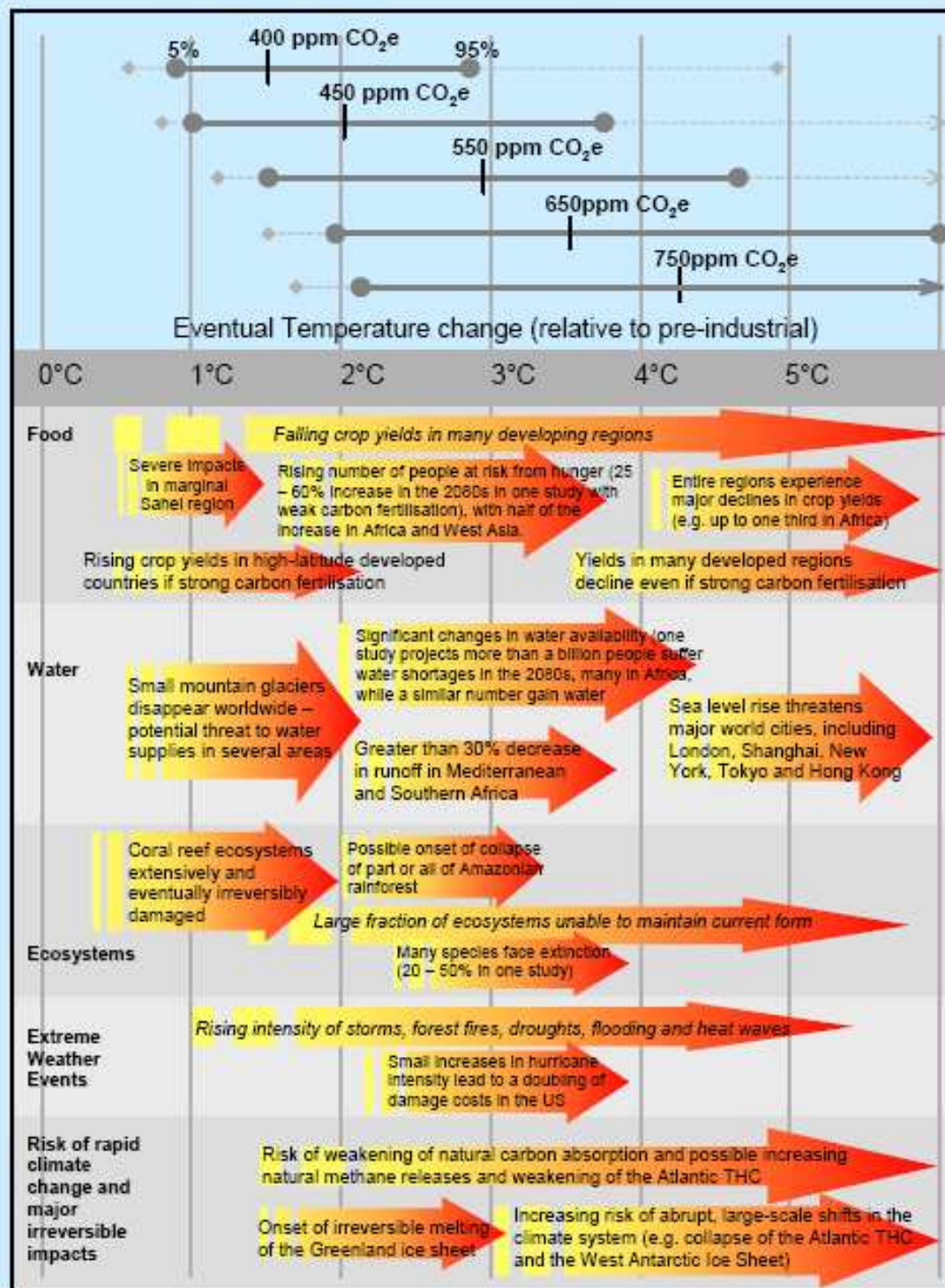
Energy emissions are mostly CO₂ (some non-CO₂ in industry and other energy related).

Non-energy emissions are CO₂ (land use) and non-CO₂ (agriculture and waste).

NON-ENERGY EMISSIONS

Source: Prepared by Stern Review, from data drawn from World Resources Institute Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) on-line database version 3.0.

Treibhausgaskonzentration z. Zt.: 430ppm CO_{2e}; vorindustriell: 280 ppm



SR: Ergebnisse

A. *BAU-Szenarien*: Gesamtkosten der (CO_{2e}-bedingten) Klimawandel-Folgen während der nächsten 200 Jahre: **Jährliche Verluste des mittleren globalen pro-Kopf Einkommens zwischen 5 und 20 Prozent (“now and into the future”) gegenüber einem durch die Folgen des Klimawandels nicht beeinträchtigten pro-Kopf Einkommen. Soziale Kosten der Tonne CO₂: 85\$.**

SR: Ergebnisse

A. *BAU-Szenarien*: Gesamtkosten der (CO_{2e}-bedingten) Klimawandel-Folgen während der nächsten 200 Jahre: **Jährliche Verluste des mittleren globalen pro-Kopf Einkommens zwischen 5 und 20 Prozent (“now and into the future”) gegenüber einem durch die Folgen des Klimawandels nicht beeinträchtigten pro-Kopf Einkommen. Soziale Kosten der Tonne CO₂: 85\$.**

Vorausgesetzt werden Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum

SR: Ergebnisse

A. *BAU-Szenarien*: Gesamtkosten der (CO_{2e}-bedingten) Klimawandel-Folgen während der nächsten 200 Jahre: **Jährliche Verluste des mittleren globalen pro-Kopf Einkommens zwischen 5 und 20 Prozent (“now and into the future”) gegenüber einem durch die Folgen des Klimawandels nicht beeinträchtigten pro-Kopf Einkommen. Soziale Kosten der Tonne CO₂: 85\$.**

Vorausgesetzt werden Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum

Die 20%-Verluste berücksichtigen Effekte, die mit großen Unsicherheiten behaftet sind: Gesundheitsschäden, positive Rückkopplungseffekte wie Methanfreisetzung und Schwächung der CO₂- Senken und eine angemessene (“appropriate”) Gewichtung der unverhältnismäßig hohen Belastungen armer Länder durch die Klimawandel-Folgen.

SR: Ergebnisse

A. *BAU-Szenarien*: Gesamtkosten der (CO_{2e}-bedingten) Klimawandel-Folgen während der nächsten 200 Jahre: **Jährliche Verluste des mittleren globalen pro-Kopf Einkommens zwischen 5 und 20 Prozent (“now and into the future”) gegenüber einem durch die Folgen des Klimawandels nicht beeinträchtigten pro-Kopf Einkommen. Soziale Kosten der Tonne CO₂: 85\$.**

Vorausgesetzt werden Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum

Die 20%-Verluste berücksichtigen Effekte, die mit großen Unsicherheiten behaftet sind: Gesundheitsschäden, positive Rückkopplungseffekte wie Methanfreisetzung und Schwächung der CO₂- Senken und eine angemessene (“appropriate”) Gewichtung der unverhältnismäßig hohen Belastungen armer Länder durch die Klimawandel-Folgen.

B. *Stabilisierungs-Szenarien*: “The Review estimates the annual costs of stabilization at 500-550 ppm CO_{2e} to be around 1% of (annual global) GDP by 2050.”

SR: BAU-Szenarien

I. Baseline Climate: Bis 2100 mittlere Temperatursteigerung (gegen vorindustriell) um $3,9^{\circ}\text{C}$; 90%-Vertrauensintervall: $2,4\text{-}5,8^{\circ}\text{C}$. (Orientierung an A2 Emissions-Szenario von IPCC 2001).

SR: BAU-Szenarien

I. Baseline Climate: Bis 2100 mittlere Temperatursteigerung (gegen vorindustriell) um $3,9^{\circ}\text{C}$; 90%-Vertrauensintervall: $2,4-5,8^{\circ}\text{C}$. (Orientierung an A2 Emissions-Szenario von IPCC 2001).

Die Wachstumsraten des konsumierbaren Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Abhängigkeit von den Temperatursteigerungen werden, gestützt auf Schätzungen in der Literatur, “gegriffen”, mit Wahrscheinlichkeiten gewichtet und Berechnungen des Verlustes von **BIP/Kopf (=Wohlfahrt)** für die Zeit von 2001 bis 2200 zugrunde gelegt.

SR: BAU-Szenarien

I. Baseline Climate: Bis 2100 mittlere Temperatursteigerung (gegen vorindustriell) um $3,9^{\circ}\text{C}$; 90%-Vertrauensintervall: $2,4-5,8^{\circ}\text{C}$. (Orientierung an A2 Emissions-Szenario von IPCC 2001).

Die Wachstumsraten des konsumierbaren Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Abhängigkeit von den Temperatursteigerungen werden, gestützt auf Schätzungen in der Literatur, “gegriffen”, mit Wahrscheinlichkeiten gewichtet und Berechnungen des Verlustes von **BIP/Kopf (=Wohlfahrt)** für die Zeit von 2001 bis 2200 zugrunde gelegt. Rechnungen für drei Szenarien ökonomischer Klimawandel-Folgen: *1. Markt-Wirkungen; 2. Markt-Wirkungen + Katastrophenrisiko; 3. Markt-Wirkungen + Katastrophenrisiko + Umwelt- und Gesundheitsschäden.*

SR: BAU-Szenarien

I. Baseline Climate: Bis 2100 mittlere Temperatursteigerung (gegen vorindustriell) um $3,9^{\circ}\text{C}$; 90%-Vertrauensintervall: $2,4-5,8^{\circ}\text{C}$. (Orientierung an A2 Emissions-Szenario von IPCC 2001).

Die Wachstumsraten des konsumierbaren Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Abhängigkeit von den Temperatursteigerungen werden, gestützt auf Schätzungen in der Literatur, “gegriffen”, mit Wahrscheinlichkeiten gewichtet und Berechnungen des Verlustes von **BIP/Kopf (=Wohlfahrt)** für die Zeit von 2001 bis 2200 zugrunde gelegt. Rechnungen für drei Szenarien ökonomischer Klimawandel-Folgen: *1. Markt-Wirkungen; 2. Markt-Wirkungen + Katastrophenrisiko; 3. Markt-Wirkungen + Katastrophenrisiko + Umwelt- und Gesundheitsschäden.*

II: High Climate: Verschiebung der wahrscheinlichen Temperatursteigerungen zu höheren Werten (zwischen 3 und 9°C) durch positive Rückkopplungseffekte: Schwächung der natürlichen CO_2 -Senken und Methanfreisetzung durch Auftauen des Permafrosts. *Sonst wie in Baseline Climate.*

SR: BAU-Modellierung 1

Intertemporale Wohlfahrtsschätzung und Zukunftsdiskontierung:

Wohlfahrt W der Welt: W^1 unter Entwicklung 1 (Wirtschaftswachstum mit Klimawandel-Verlusten), W^0 unter Entwicklung 0 (Wirtschaftswachstum ohne Klimawandel-Verluste).

Definition: **Nutzenfunktion** u , gibt die (i.a. von vielen Parametern abhängige) Wohlfahrt der Welt pro Zeiteinheit an.

Einfachster Fall: **Nutzenfunktion** $u = u(c)$, $c = \text{Konsum} = \text{globales Bruttoinlandsprodukt} (= \text{Einkommen})$.

Gesamtwohlfahrt der Welt zwischen den Zeitpunkten t_1 (=2001) und t_2 (=2200; ab 2200 Klimawandelprobleme bewältigt):

$$W = \int_{t_1}^{t_2} u(c) e^{-\delta t} dt$$

$e^{-\delta t}$ = Wahrscheinlichkeit, dass die Menschheit zur Zeit t noch existiert! δ : reine Zeit-Diskontrate.
("Ethische" Zukunftsdiskontierung).

SR: BAU-Modellierung 2

Wohlfahrtsverlust (durch Klimawandel):

$$\Delta W = W^1 - W^0 = \int_{t_1}^{t_2} \frac{du(c)}{dc} \Delta c \cdot e^{-\delta t} dt \equiv \int_{t_1}^{t_2} \lambda \Delta c dt;$$

Δc = Störung des Konsums zur Zeit t . $\lambda(t_1) = 1$.

Diskontfaktor $\lambda \equiv \frac{du}{dc} e^{-\delta t}$. Diskontrate $\rho \equiv -\frac{d\lambda/dt}{\lambda}$, $\rightarrow \lambda$.

Modellannahmen:

Spezielle Nutzenfunktion $u(c) = \frac{c^{1-\eta}}{1-\eta}$ (oder $u(c) = \ln c$)

$$\frac{du}{dc} = c^{-\eta} \rightarrow \rho = \eta \frac{dc/dt}{c} + \delta.$$

η : Elastizität des Grenznutzens des Konsums, hängt von subjektiven Wertungen ab.

$\frac{dc/dt}{c}$: Wachstumsrate des Konsums entlang des Zeitpfads, legt den szenarienspezifischen Konsumpfad zur Berechnung der Wohlfahrtsverluste fest.

$\delta = 0,1\%$ \rightarrow Wahrscheinlichkeit, dass Menschheit in 100 Jahren noch nicht umgekommen ist, z.B durch Meteoreinschlag, beträgt 90,5%.

SR: BAU-Modellierung 3

Jenseits des einfachsten Falls.

1. **Wachsende Bevölkerung:** $N(t)$ Menschen zur Zeit t ,
pro-Kopf-Konsum C/N ersetzt c in Nutzenfunktion.

Gesamtwohlfahrt der Welt zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 :

$$W = \int_{t_1}^{t_2} N u(C/N) e^{-\delta t} dt \rightarrow \Delta W.$$

2. **Ungleichheit innerhalb der Bevölkerung zur Zeit t :**

Bevölkerungsgruppe i mit N_i Menschen hat den Konsum C_i .

Gesamtnutzen des Konsums:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} \sum_i N_i u(C_i/N_i) e^{-\delta t} dt \rightarrow \Delta W.$$

α_i : Anteil der Konsumänderung, der auf Gruppe i entfällt.

$$\lambda = \sum_i \alpha_i \frac{du}{dc_i} e^{-\delta t}, \quad c_i = C_i/N_i.$$

3. Unsicherheiten im Wachstumspfad:

Sei p_j die Wahrscheinlichkeit für den Konsum c_j zur Zeit t . Dann hat man in ΔW den Diskontfaktor $\lambda = \sum_j p_j \frac{du}{dc_j} e^{-\delta t}$.

Das PAGE2002 Modell kombiniert die skizzierten Fälle zu verschiedenen Konsumpfaden (in den Wohlfahrtsintegralen), die in die 6 Szenarien (I.1-I.3) und (II.1-II.3) eingruppiert werden. Für jedes Szenario werden etwa 1000 “Monte Carlo”-Simulationen durchgeführt, wobei jedesmal ein Satz unsicherer Parameter nach dem Zufallsprinzip aus einem vorgegebenen Wertebereich gezogen wird. —→ Wahrscheinlichkeitsverteilung globaler Einkommenspfade.

SR: BAU-Modellierung 5

Für die erwarteten Wohlfahrtsverluste durch Klimawandel je Szenario wird eine (*“easily understandable”*) *Darstellung* gewählt, die als *Balanced Growth Equivalent* (BGE) bezeichnet wird. BGE bestimmt einen vom gegenwärtigen Konsum aus startenden Konsumpfad mit konstanter Konsum-Wachstumsrate so, dass er eine Gesamtwohlfahrt W ergibt, die gleich der Gesamtwohlfahrt ist, die man als Mittelwert der Wahrscheinlichkeitsverteilung der globalen Einkommenspfade erhält. Die Differenz zwischen dem BGE eines Konsumpfades mit Klimawandel und dem BGE eines Konsumpfades ohne Klimawandel ergibt die Kosten des Klimawandels, und zwar ausgedrückt als die für alle Zeiten gleichbleibende Reduktion (in $x\%$) des wachsenden Konsums → *SR-Ergebnisse für BAU:*

SR: BAU-Modellierung 5

Für die erwarteten Wohlfahrtsverluste durch Klimawandel je Szenario wird eine (*“easily understandable”*) **Darstellung** gewählt, die als **Balanced Growth Equivalent** (BGE) bezeichnet wird. BGE bestimmt einen vom gegenwärtigen Konsum aus startenden Konsumpfad mit konstanter Konsum-Wachstumsrate so, dass er eine Gesamtwohlfahrt W ergibt, die gleich der Gesamtwohlfahrt ist, die man als Mittelwert der Wahrscheinlichkeitsverteilung der globalen Einkommenspfade erhält. Die Differenz zwischen dem BGE eines Konsumpfades mit Klimawandel und dem BGE eines Konsumpfades ohne Klimawandel ergibt die Kosten des Klimawandels, und zwar ausgedrückt als die für alle Zeiten gleichbleibende Reduktion (in $x\%$) des wachsenden Konsums → **SR-Ergebnisse für BAU:**

Pro-Kopf- Konsum zur Zeit t ohne Klimawandel ist

$$c_0(t) = c(t_1) \exp(\alpha t),$$

Pro-Kopf- Konsum zur Zeit t mit Klimawandel ist

$$c_{KW}(t) = c(t_1)(1 - x/100) \exp(\alpha t), \text{ mit } 5 \leq x \leq 20.$$

(α aus Wachstumsraten für BIP: 1,9%, Bevölkerung: 0,6%.)

SR: Stabilisierungs-Szenarien

Maßnahmen, deren Kombination die Emissionen bis 2050 auf 25% der gegenwärtigen Emissionen reduzieren sollen, was für eine Stabilisierung bei 550 ppm CO_{2e} erforderlich wäre:

Reduzierung der nicht durch fossile Brennstoffe bedingten Emissionen, z.B. Entwaldungen.

Reduzierung der Nachfrage nach Kohlenstoff-intensiven Gütern und Dienstleistungen.

Rationelle Energieverwendung.

Technologische Dekarbonisierung:

Wind-, Wellen- und Gezeiten-Kraftwerke; Photovoltaik und Solarthermie; CO₂-Rückhaltung und -Entsorgung;

Wasserstoff-Brennstoffe; Kernenergie; Wasserkraft; Biomasse; Brennstoffzellen; Hybrid- und Elektrofahrzeuge.

Grundlagen der Kostenschätzungen: Literaturdaten, Lernkurven, Annahmen zum Technischen Fortschritt etc.

→ $BIP(t) = BIP(t_1)(1 - 1\%) \exp(0,019t)$.

Kostensteigernde Konkurrenzeffekte zwischen Energietechnologien (z.B. zwischen Blockheizkraftwerken und solaren Nahwärmeanlagen) sind nicht erkennbar berücksichtigt.

Dekarbonisierungs-Szenario

Stern Review nimmt exponentielles **Wirtschaftswachstum**
 $\sim \exp(0,019 \cdot t)$ als gegeben an.

Alternatives Szenario (Energy 17, 901 (1992)):

Klimastabilität bleibt erhalten, wenn bis 2100 nicht mehr als 300 Gt C in Form von CO₂ emittiert werden. Zwischen 1981 und 2030 werden bei stagnierendem BIP jährlich 6 Gt C emittiert.

Dann ist das Gesamtemissionsbudget erschöpft. → Sofortiges weltweites **Verbot, aus der Reaktion $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 394 \text{ kJ/mol}$ Energie zu gewinnen**. Aus dieser Reaktion wurden 1989 etwa 60% des Weltenergiebedarfs gedeckt. Nur die Verbrennung des Wasserstoffs in den fossilen Energieträgern ist noch erlaubt.

Optimistische Annahmen: Sofortige Extraktion von soviel Wasserstoff möglich, dass **aus der Reaktion**



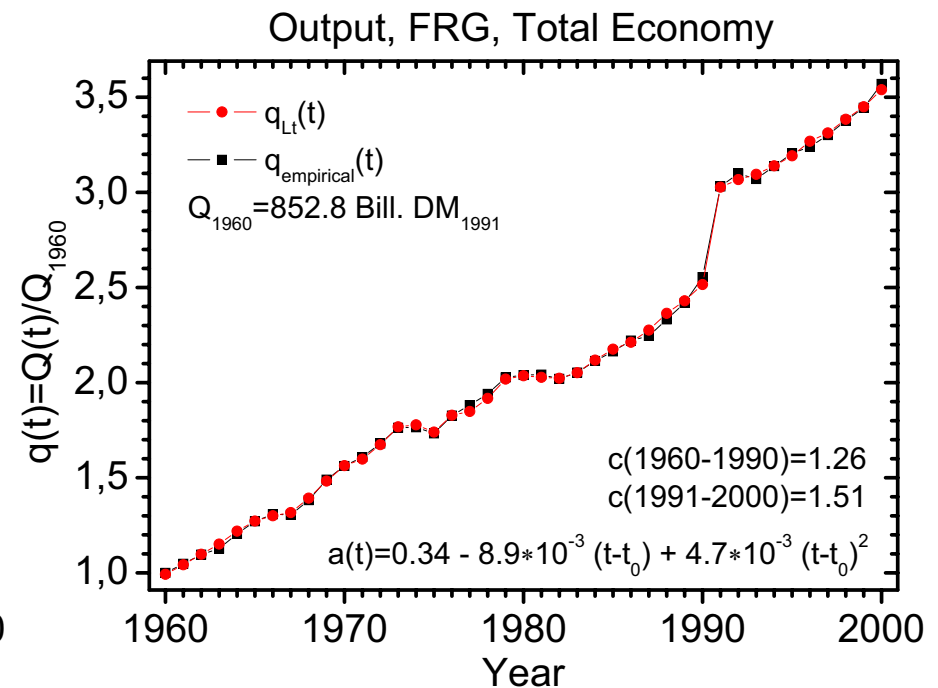
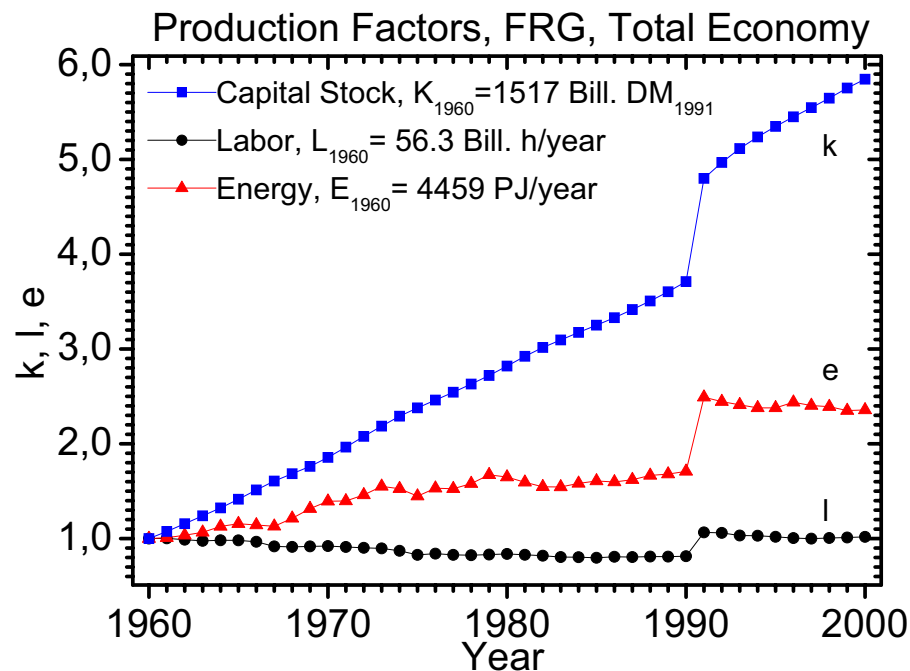
50% des Energiebedarfs gedeckt werden können. Einziger

Wertschöpfungs-Verlust durch Halbierung des Energieeinsatzes.
(Wertschöpfung der gesamten Volkswirtschaft = BIP.)

LINEX und BIP der BR Deutschland

Berechnung der Wertschöpfung ("Output" q) der BR Deutschland mit der LINEX-Produktionsfunktion.

$$q_{Lt} = q_0 e \exp \left[a \left(2 - \frac{l + e}{k} \right) + ac \left(\frac{l}{e} - 1 \right) \right] .$$



Wertschöpfungs-Verlust

Einsetzen von

$$e_{2031} = e_{1981}/2, \quad k_{2031} = k_{1981}, \quad l_{2031} = l_{1981}$$

in die LINEX-Funktion (für industriellen Sektor

“Warenproduzierendes Gewerbe”, produziert rd. 50% des BIP, mit 1981-Parametern a und c) ergibt

$$\frac{q_{2031} - q_{1981}}{q_{1981}} = -36\%.$$

Der Verlust an Wertschöpfung der Industrie beträgt ab 2031 jährlich **36%** gegenüber den Jahren vor Halbierung des Energieeinsatzes wegen Dekarbonisierung.

Wenn ab 2031 die Wertschöpfung bei gleichem Faktoreinsatz durch schlagartige Effizienzverbesserung um 30% gesteigert würde, beliefe sich der jährliche Verlust auf **17%**.

Hier: Reduzierung von Energiedienstleistungen.

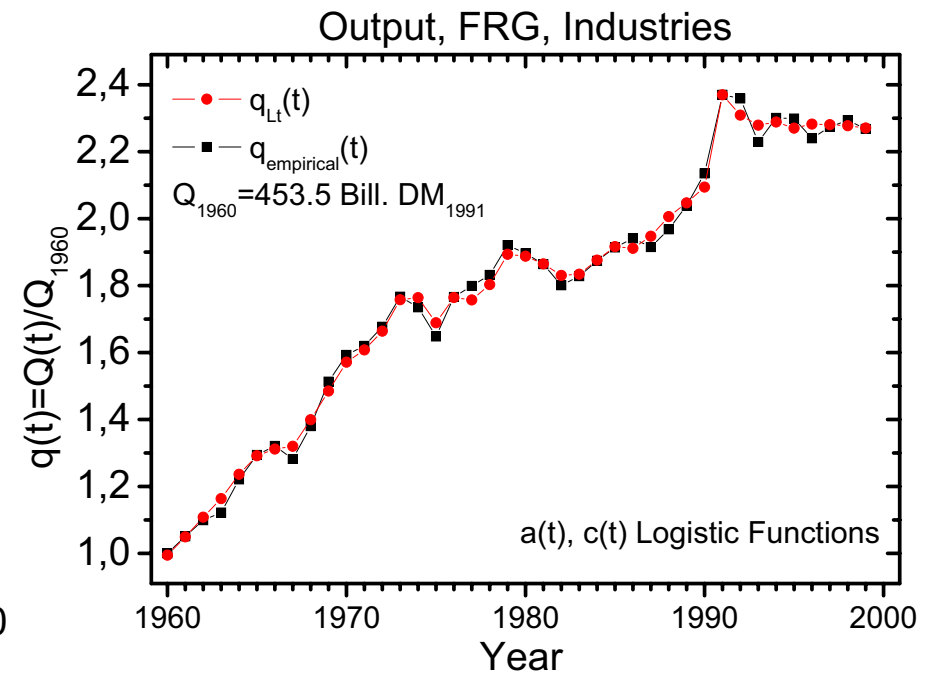
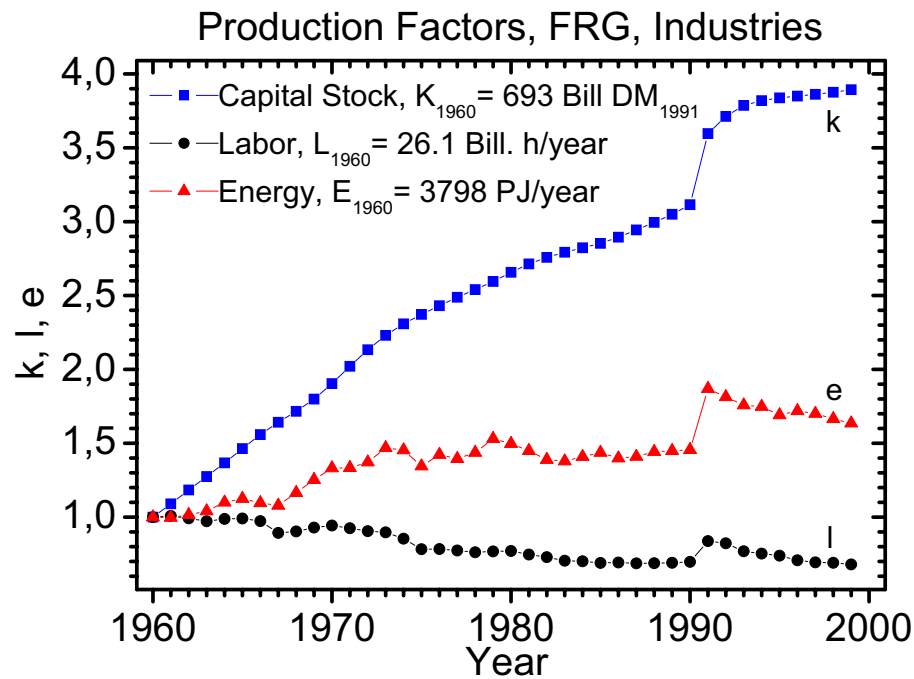
In “Stern Review”: keine Reduzierung von Energiedienstleistungen.

SR: Empfehlungen

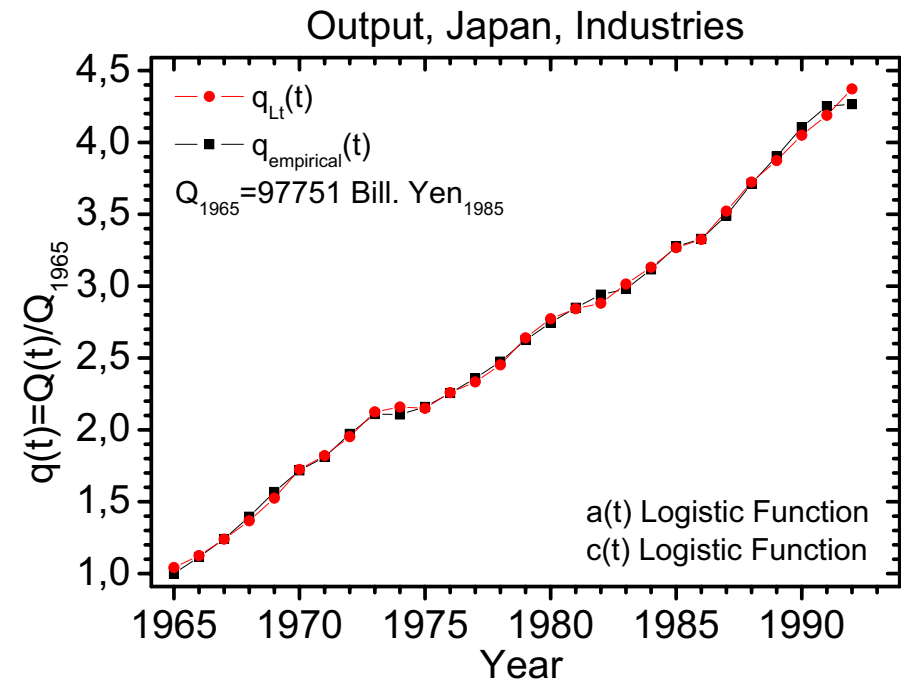
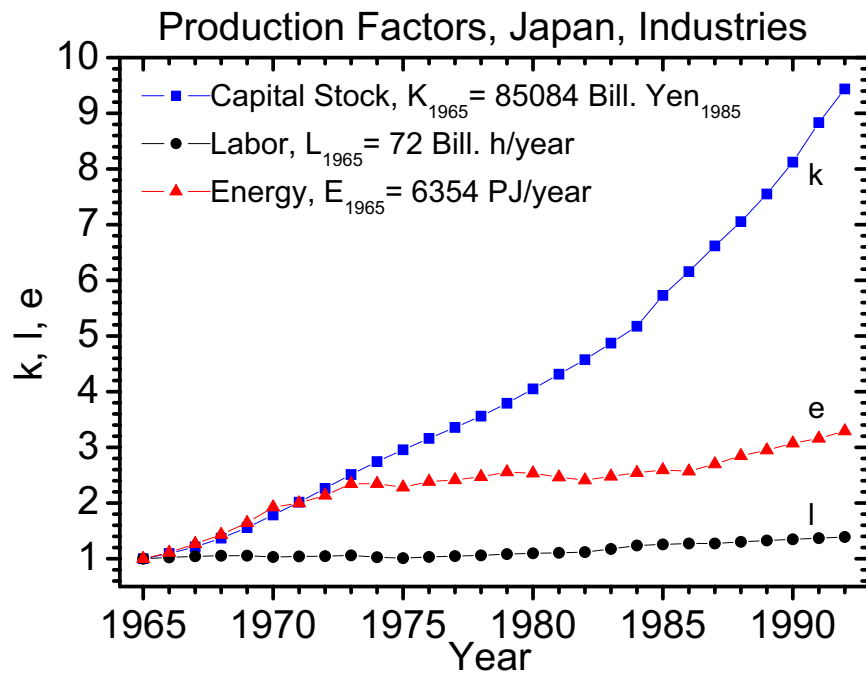
Emissionsminderung durch

- Energie-/CO₂-Steuern, Emissionshandel, Regulierungen
- Entwicklung kohlenstoffarmer und effizienzsteigernder Technologien
- Beseitigung der Barrieren gegen Verhaltensänderung
- Anpassung an die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels
- Internationale Kooperation
- Unterstützung der Entwicklungsländer bei der Emissionsminderung

Deutschland, Warenprod. Gewerbe

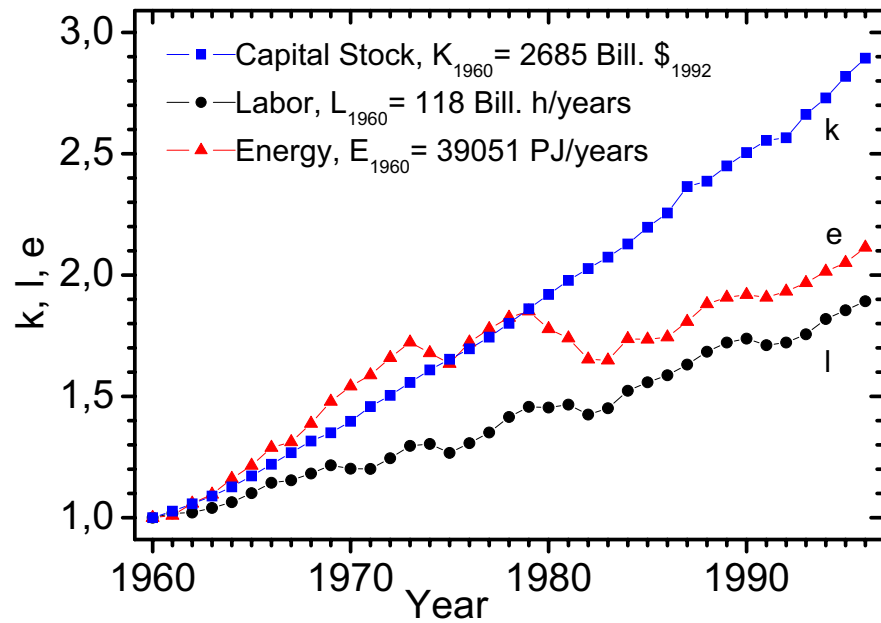


Japan, \approx Gesamtwirtschaft



USA, Gesamtwirtschaft

Production Factors, USA, Total Economy



Output, USA, Total Economy

