

# Modellierung endogenen Technologiewandels

Arnulf Grübler  
IIASA  
A-2361 Laxenburg

[gruebler@iiasa.ac.at](mailto:gruebler@iiasa.ac.at)

<http://www.iiasa.ac.at/Research/TNT/WEB/index.htm>

Internationales  
Institut für  
Angewandte  
Systemanalyse

Bild wurde entfernt... /  
picture has been removed...

- seit 1972
- interdisziplinär
- international (Ost-West, 15 Akademien)
- Forschungsgebiet:  
human dimensions of global change
- Budget: 9 Millionen US\$ (~ $\frac{1}{3}$  Projektmittel)

## Transitions to New Technologies

- Ausgangspunkt: langfristige Energie- und Umweltentwicklung
- Diffusion neuer Technologien(bündel) (I&K, Transport, Energie)
- empirische Fallstudien
- Modellierung
- Szenarien
- Umweltauswirkungen

IIASA

A. Grübler, 2001

Bild wurde entfernt... /  
picture has been removed...

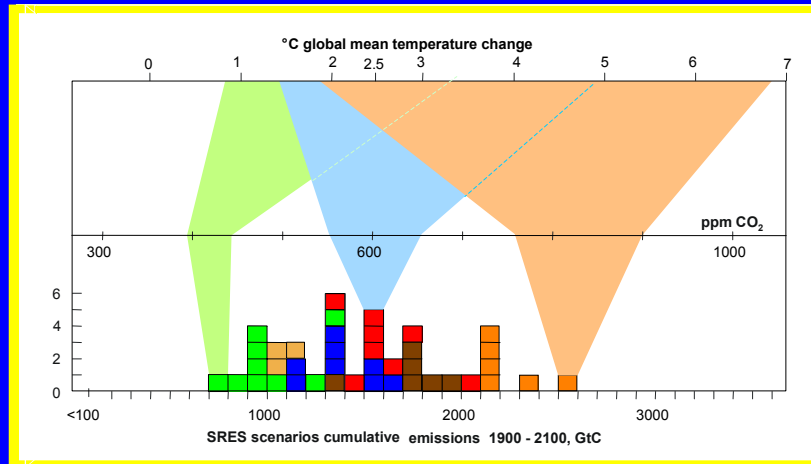
IPCC Emissionsszenarien:  
Einfluß von  
Technologieentwicklung  
auf Treibhausgase gleich  
wichtig wie Unsicherheiten  
in Bevölkerungs- und  
Wirtschaftsentwicklung  
zusammen

IIASA

A. Grübler, 2001

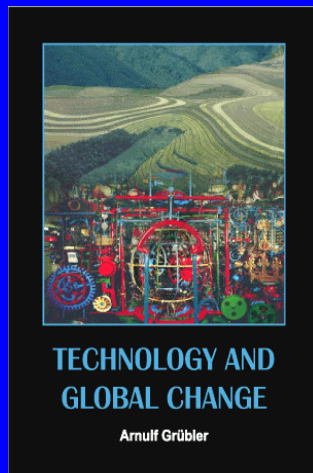
## MAJOR CLIMATE CHANGE UNCERTAINTIES

Socioeconomic (Future Cumulative Emissions SRES Scenarios)  
Carbon Cycle (Resulting CO<sub>2</sub> Concentration) and  
Climate Sensitivity (°C for 2×CO<sub>2</sub>)



IIASA

A. Grübler, 2001



Technikentwicklung:

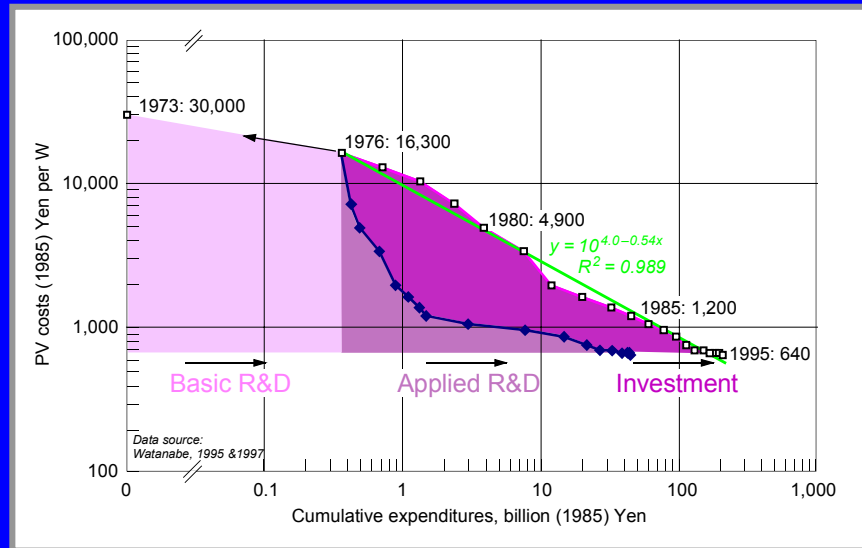
- dynamisch
- kumulativ
- systemisch
- unsicher

steigende Skalenerträge:  
z.B. durch Innovation, Lern-,  
und Netzwerkeffekte

IIASA

A. Grübler, 2001

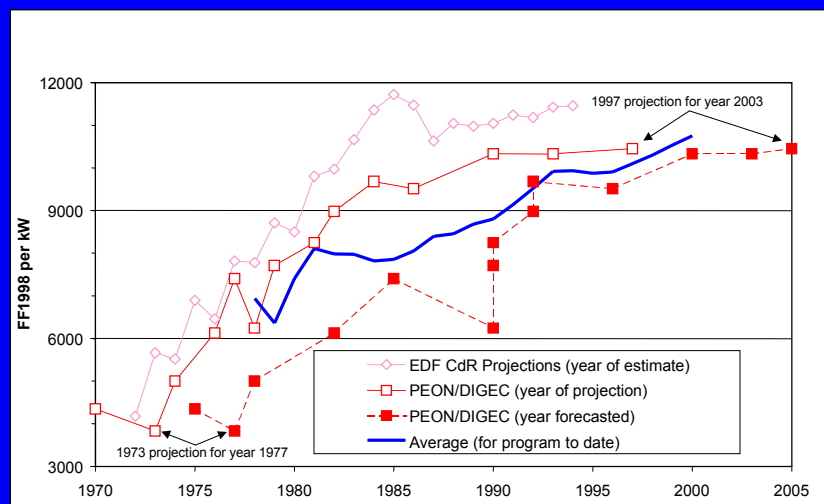
## Japan - PV Costs vs. Expenditures



IIASA

A. Grübler, 2001

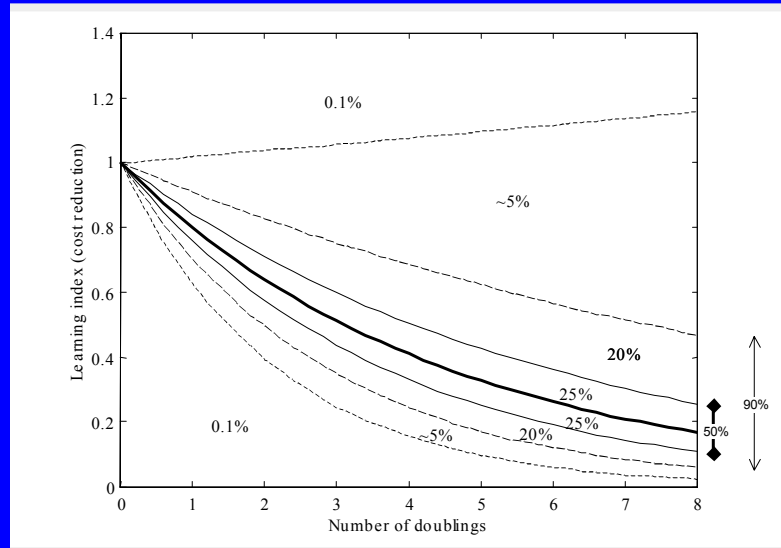
## France - Investment Costs of Nuclear



IIASA

A. Grübler, 2001

## Unsicherheit: Lerneffekte & Marktwachstum



IIASA

A. Grübler, 2001

## Implementierung (A. Gritsevskii)



- Integration stochastischer Stichproben
- Zielfunktion incl. "Risikoterm" (Y. Ermoliev)
- nicht-konvexe, stochastische Optimierung
- parallel computing (IIASA Netzwerk bis CRAY-T3E)
- Ergebnis: optimales Diversifizierungsportfolio

IIASA

A. Grübler, 2001

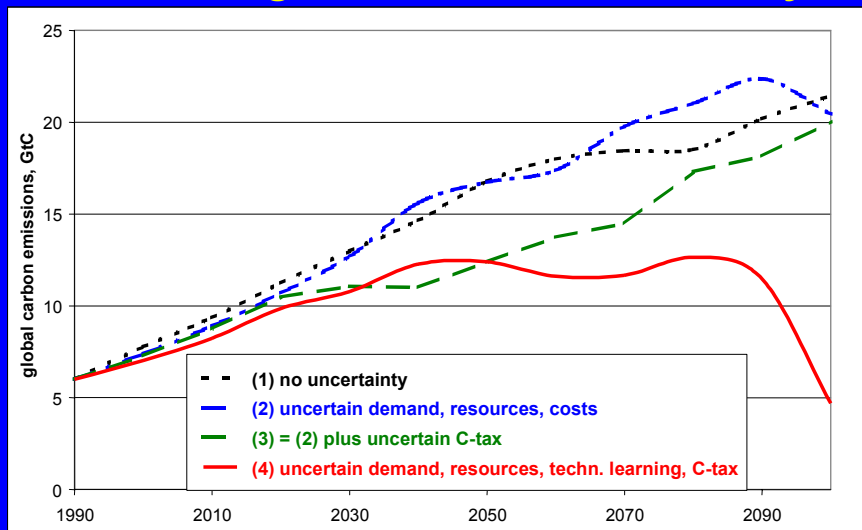
## Ein Energie-CO2 Modell

- Aktorenvielfalt (5 Regionen, 3 Akteure)
- Interdependenz (Energie- und Tech.-handel)
- vereinf. Energiesektor (5 Ressourcen, 3 Nachfragekategorien, 55 Technologien)
- unsichere steigende Skalenerträge (12 Tech.)
- 4 Simulationen
  1. Keine Unsicherheit
  2. Nachfrage, Ressourcen, Kosten unsicher
  3. zus. unsichere CO2 Steuer
  4. zus. unsichere steigende Skalenerträge

IIASA

A. Grübler, 2001

## Global Carbon Emissions: Four Models of Increasing Treatment of Uncertainty



IIASA

A. Grübler, 2001

## Zusammenfassung

Endogener Technologiewandel durch Antizipation  
(unsicherer) steigender Skalenerträge

Nicht-konvexes, stochastisches  
Optimierungsproblem lösbar

Interpretation: Innovation und Stimulierung von  
Nischenmärkten (Exploration v. Lernpotentialen)  
ökonomisch rational angesichts vieler  
Unsicherheiten

Mehr Info: <http://www.iiasa.ac.at>