



# **Ein nachhaltiges Energiesystem für die Menschheit**

**Hartmut Graßl**

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg  
und  
Meteorologisches Institut, Universität Hamburg

**Vortrag im Rahmen der Reihe  
„Energie für die Zukunft“  
Hochschule Darmstadt  
16. November 2006**





## Inhalt

- Wirkungen des globalen Klimawandels
- Das tolerierbare Klimafenster
- Langfristige Energieszenarien
- Finanzielle Belastung bei einem Klimaschutz-Energieszenario
- Elemente einer Transformationsstrategie
- Schlussfolgerungen





# Wirkungen des globalen Klimawandels

**Dilemma:** Entwicklung der Entwicklungsländer und weitere Entwicklung der Schwellenländer bedeutet stark steigenden Energieeinsatz – Klimawandel verbietet stark steigende Nutzung fossiler Energieträger

**Lösung:** drastisch veränderte Energieversorgung

**Grundlage des Vortrages:** Gutachten des **Wissenschaftlichen Beirates der deutschen Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU)** bis 2004





# Wirkungen des globalen Klimawandels

Zielvorgabe: Erhalt der Anpassungsfähigkeit intakter naturnaher Ökosysteme bei raschem Klimawandel

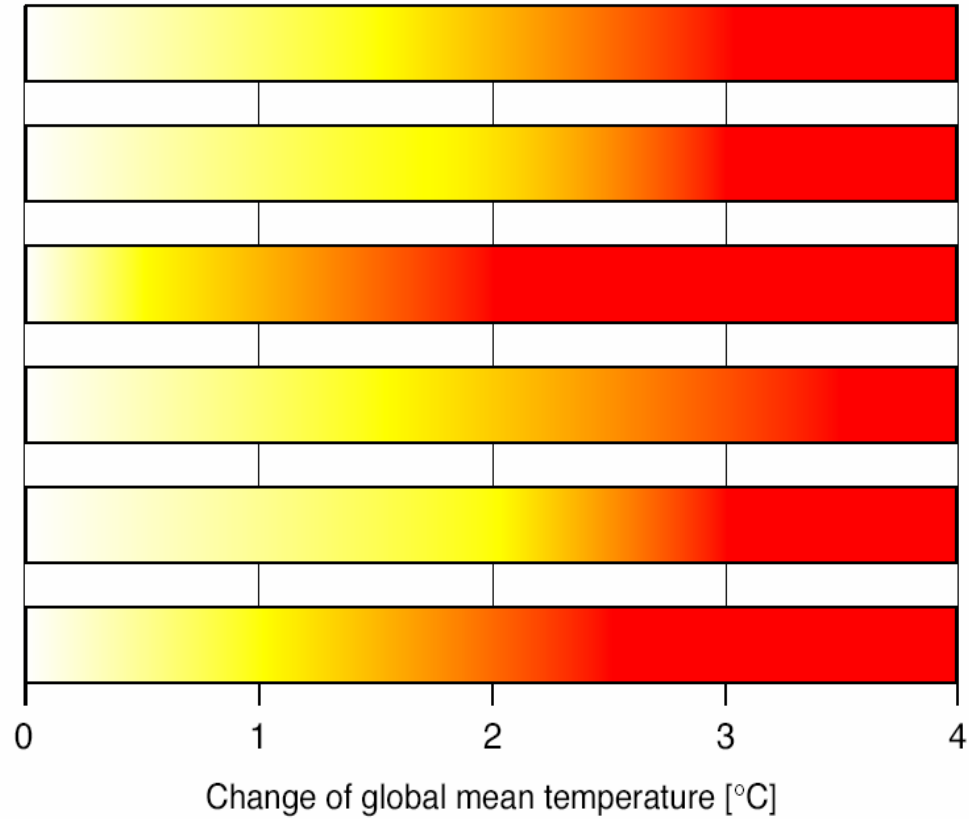
Beispiel: folgende Abb. 1 aus IPCC (2001)  
bei einer mittleren globalen Erwärmung um 2°C  
sind viele Ökosysteme bereits stark betroffen  
Schlussfolgerung daraus ist, dass eine Erwärmung  
über 2°C auf jeden Fall vermieden werden sollte,  
damit menschliche Lebensgrundlage nicht so stark  
schwindet, dass ausreichende Ernährung und  
nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung generell  
bedroht sind





## Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme

- Coastal wetlands
- Alpine ecosystems
- Coral reefs
- Arctic ecosystems
- Boreal forests
- Hotspots, protected areas



Magnitude of adverse impact



**Folie 5**

---

**bz2**

m220041; 22.05.2006



# Leitplanke 1: Das tolerierbare Klimafenster

Nach Schätzungen potentiellen Verhaltens der Menschheit und dessen Übersetzung in Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolteilchen sowie deren Vorläufergasen liefern Klimamodelle eine mittlere globale Erwärmung zwischen 1,4 und 5,8°C.

1,4°C = Umwelt bewusst agierende Menschheit und geringe Empfindlichkeit des Klimasystems

5.8°C = fast Umwelt negierendes Verhalten der Menschheit und hohe Empfindlichkeit des Klimasystems

Enquête-Kommission des 11. Deutschen Bundestages 1990,  
WBGU-Gutachten 1995, EU:

*“Keine Erwärmung über 2°C bis 2100 und keine Erwärmungsrate über 0,2°C pro Jahrzehnt.”*

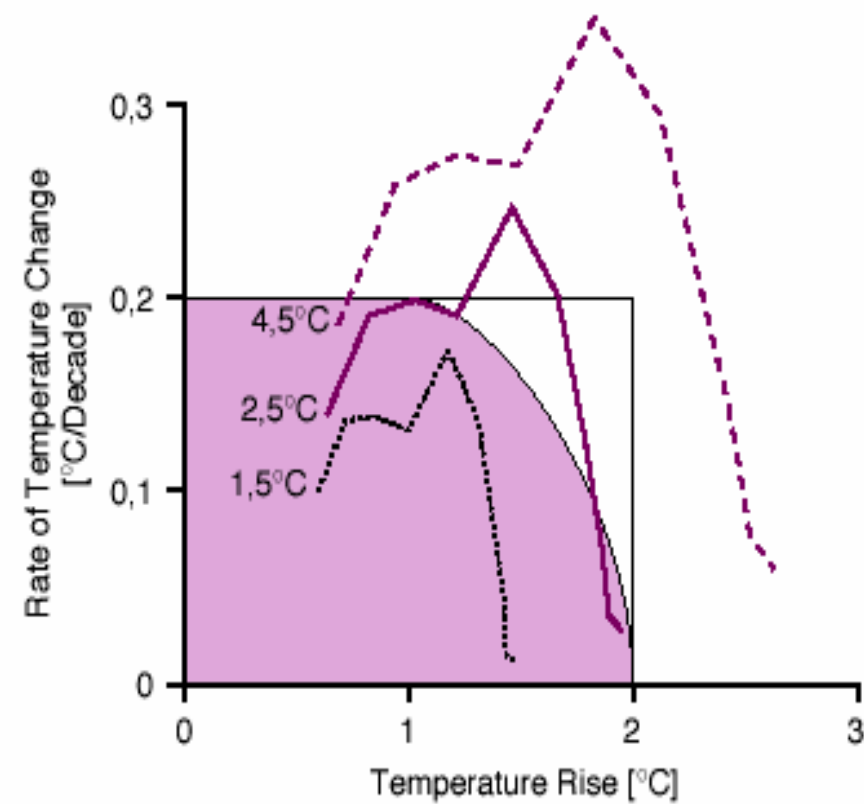
Leitplanke “tolerierbares Klimafenster”





## Das tolerierbare Klimafenster

450ppmv CO<sub>2</sub>-Pfad bis 2100  
bei Verwendung verschiedener  
Werte für die  
Klimaempfindlichkeit bei CO<sub>2</sub>-  
Verdoppelung (1,5; 2,5; 4,5°C)





# Langfristige Energieszenarien

## Szenario A1T-450

exemplarischer Energiepfad der Menschheit, Szenario ausgewählt vom WBGU, laufen gelassen unter Klimafensterbedingungen in wirtschaftswissenschaftlichen Modellen, unter Verwendung weiterer, auch sozioökonomischer Leitplanken

Szenario A1T-450 wird als IPCC-Post-SRES-Szenario bezeichnet für dessen Energieträgerverteilung wird das Modell MESSAGE der IIASA (International Institute for Applied System Analysis) in Laxenburg, Österreich, verwendet

- A starkes Wirtschaftswachstum
- 1 wirtschaftliche und soziale Konvergenz bei Globalisierung
- T dynamische technologische Entwicklung in Richtung erneuerbare Energieträger
- 450 Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre in ppmv bei Stabilisierung



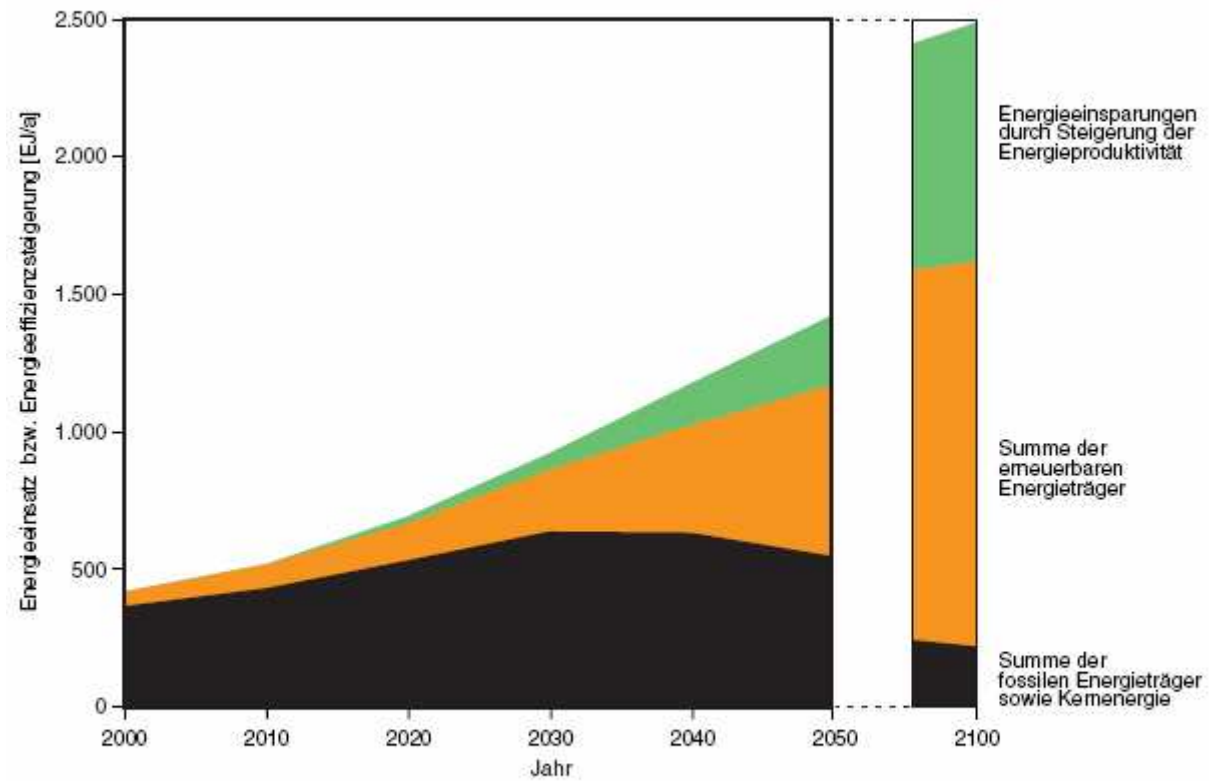


Abb. 3 WBGU 2003a



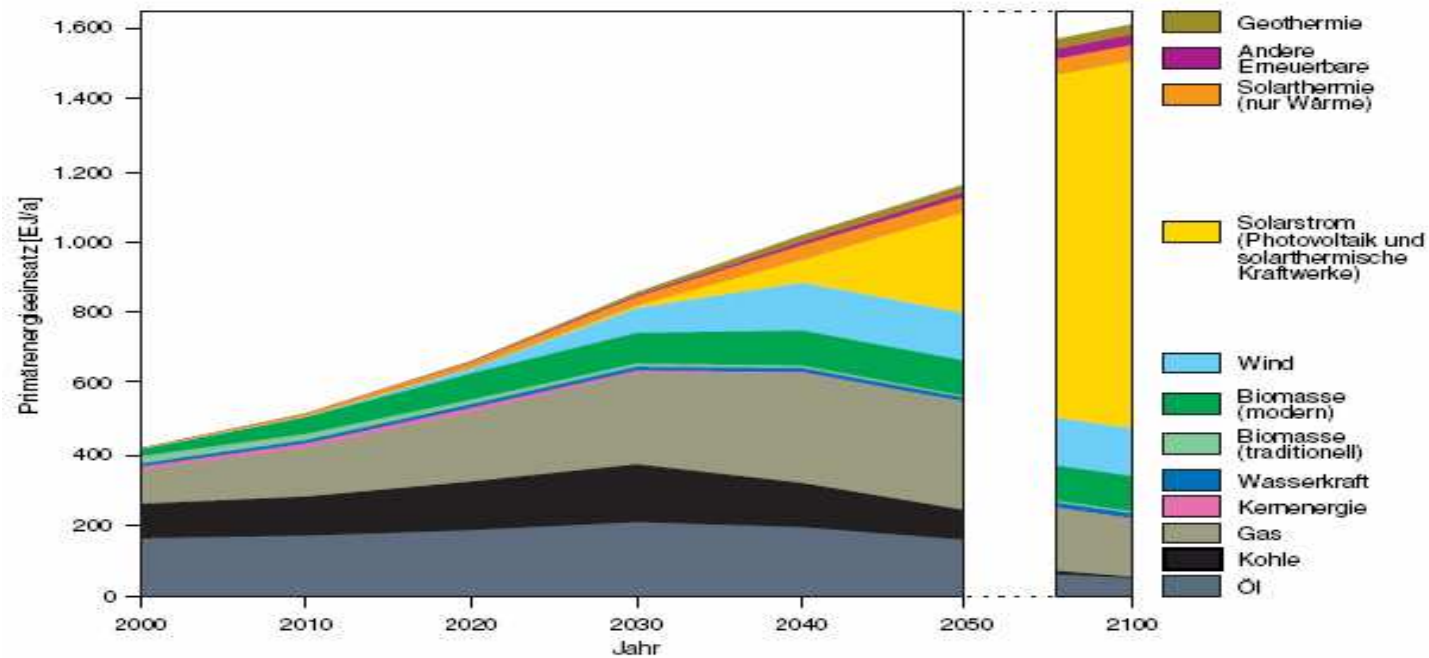


Abb.4 WBGU 2003a: Beiträge einzelner Energieträger zur Energieversorgung der Menschheit





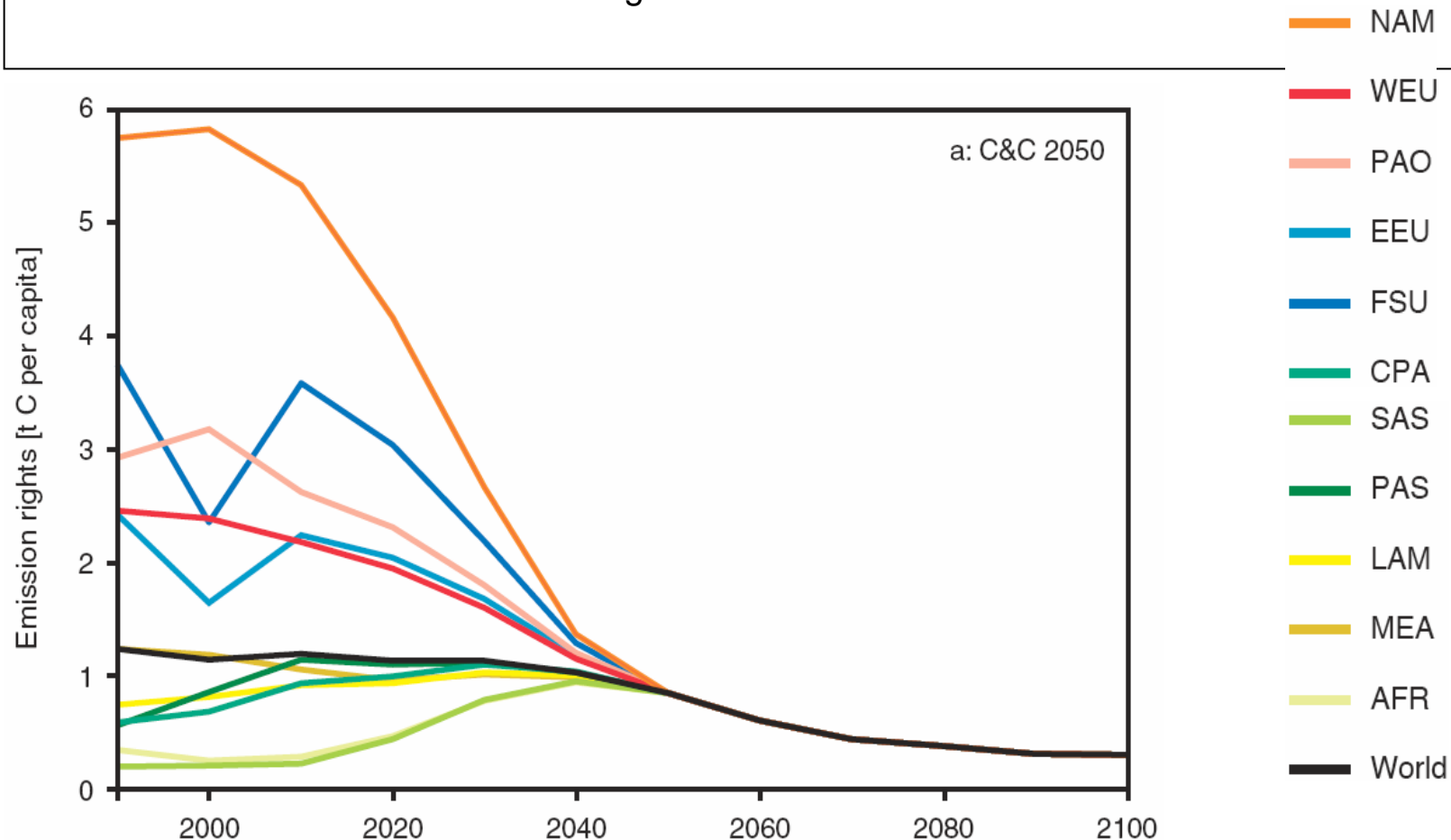
Mit dem in Abb. 4 vorgestellten globalen Energieszenario ist zum ersten Mal, geführt von einem Fächer von Leitplanken, z.B. auch der Forderung nach mindestens 500 kWh elektrischer Energie pro Kopf pro Jahr, ein Weltentwicklungsszenario bei Klimaschutz einschließlich einer Kostenschätzung präsentiert worden.

In einem Zusatzgutachten (WBGU, 2003b) ist über die Realisierbarkeit anderer Szenarien bei einem Grundrecht jedes Menschen auf Emission nachgedacht worden.





## Zulässige Pro-Kopf-Emissionen bei vorgegebenem Fernziel "Beschränkung und Konvergenz" im Jahre 2005



NAM – Nord Amerika (USA, Kanada), WEU – West Europa (einschl. Türkei), PAO – Pazifische OECD (Japan, NZ, Australien), EEU – Mittel- und Ost-Europa, FSU – Staaten der früheren Sowjetunion, CPA – Zentral Asien und China, SAS – Südasien (mit Indien), PAS – anderes pazifisches Asien, LAM – Latein Amerika und Karibik, MEA – Naher Osten, AFR – Afrika südlich der Sahara





## Finanzielle Belastung bei Klimaschutz-Energieszenario

Riahi und Roehrl (2000): Abschätzung der Kosten eines Umbaus der Energiesysteme für Szenarienfamilie A1 der SRES-Szenarien des IPCC bei Berücksichtigung des Klimaschutzes 450 ppmv CO<sub>2</sub>-Konzentration weist A1T die geringsten Gesamtkosten auf

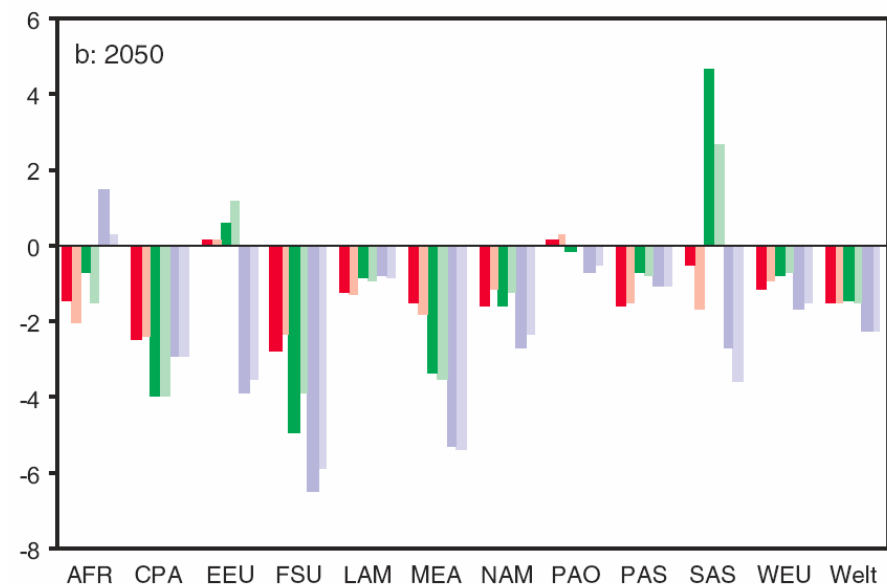
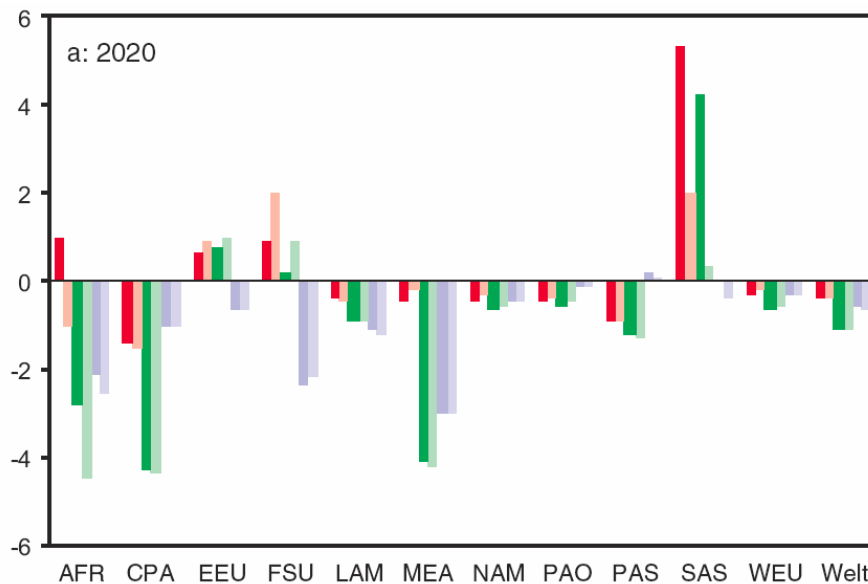
WBGU: Abschätzung der Kosten für 11 Regionen in Prozent des jeweiligen Bruttoinlandsproduktes (BIP) mit Hilfe der Rechenmodelle der IIASA  
A1T ist Szenario mit geringster mittlerer Belastung  
keine Region würde 2020 mehr als 1% BIP verlieren  
(siehe: Abb. 6)





## Klimaschutzkosten in Einheiten des Bruttoinlandsproduktes

Änderung des BIP bezogen auf Referenzszenarios (%)



- A1T\*-450
- B1\*-400
- B2-400

AFR – Afrika südlich der Sahara, CPA – Zentral Asien und China, EEU – Mittel- und Ost-Europa, FSU – Staaten der früheren Sowjetunion, LAM – Latein Amerika und Karibik, MEA – Naher Osten, NAM – Nord Amerika (USA, Kanada), PAO – Pazifik, PAS – anderes pazifisches Asien, SAS – Südasien (mit. Indien), WEU – West Europa (einschl. Türkei).





# Elemente einer Transformationsstrategie

- **Steigerung der Energieproduktivität**

Erhöhung um Faktor 3 -1,6% Zuwachs pro Jahr (siehe: Abb. 3) –  
Grundvoraussetzung für Szenario A1T-450  
erreichbar durch

- Abbau der Subventionen für fossile Energieträger
- Ziele für Kraft-Wärme-Kopplung wie 20% für Stromerzeugung in der EU bis 2012
- Fortführung der ökologischen Steuerreform
- verpflichtende Verbraucherinformation über Effizienz von Geräten
- Energiestandards für Gebäude
- minimale Umwandlungseffizienz für Kraftwerke





# Elemente einer Transformationsstrategie

- **Beendigung der Energiearmut**

Voraussetzung für erhöhte Lebensqualität  
wirtschaftliche Zusammenarbeit zwischen Ländern sollte sich auf  
nachhaltige Entwicklung konzentrieren

- Verwirklichung der Weltbank-Politik, d.h. Integration nachhaltiger Energieversorgung in die “poverty reduction strategy papers“
- Schaffung eines Förderbereiches nachhaltige Energiesysteme bei der Globalen-Umwelt-Fazilität (GEF)





## Elemente einer Transformationsstrategie

- **Mobilisierung finanzieller Unterstützung für Energiewende**
  - neue Finanzinstrumente wie Abgabe auf internationale Flüge auf Basis der Emissionen, Gebührenerhebung bei Nutzung globaler Gemeinschaftsgüter
  - Aufstellung eines EU-weiten Standards für Projekte im Sektor “Clean Development Mechanism (CDM)” der Kioto-Instrumente
  - Anhebung der Mittel für wirtschaftliche Zusammenarbeit auf mindestens 0,5% des BIP 2010, danach auf 0,7%
  - Stärkung der GEF als Finanzinstitution
- **Modellprojekte zur Nachahmung**  
z.B. Energiepartnerschaft zwischen EU und Nordafrika, Elektrifizierung der Hütten, Energieeffizienz von Gebäuden im sozialen Wohnungsbau, Biogasflaschen statt Rodung





# Elemente einer Transformationsstrategie

- **Intensivierung der Energieforschung**
  - Ausgaben für Energieforschung müssen vor allem in den OECD-Ländern wieder auf das Zehnfache heutiger Ausgaben angehoben werden (entspricht Höhe der Ausgaben bei Einführung der Kernenergie)
  - Forschungsförderung im wesentlichen für Speichertechniken und Energienetze
  - internationale Vernetzung für die Wissenschaft unter dem Dach der Vereinten Nationen und internationaler NGOs  
Etablierung eines Welt-Energieforschungs-Kooperations-Programms mit Strukturen wie beim Weltklimaforschungsprogramm





# Schlussfolgerungen

Die doppelte Herausforderung der Entwicklung armer Länder und des globalen Klimaschutzes scheint vielen oft so groß, dass sie in defätistischer Weise zum „weiter so“ neigen. Die Herausforderung ist jedoch in internationaler Kooperation mit erstaunlich geringen finanziellen Umverteilungen zu bestehen, wenn schon jetzt hehre Fernziele, wie z.B. annähernd gleiche Emissionen pro Kopf, errichtet werden und eine Forschungsinitiative für erneuerbare Energien und erhöhte Energieproduktivität die Größe der Aufgabe durch technischen Fortschritt mindert. Ein Ergebnis dieser internationalen Kooperation wird das Ende der Energiearmut sein und die verringerte Abhängigkeit von Energieimporten für viele Länder. Wer auf die Sonne setzt wird auch mithelfen, eine etwas friedlichere Welt zu schaffen.





Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

