

# Langfristige Szenarien der globalen Energieversorgung und Nachhaltige Entwicklung

*Dr. Leo Schrattenholzer*

*Environmentally Compatible Energy Strategies (ECS)*

*Internationales Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA)*

[www.iiasa.ac.at/Research/ECS](http://www.iiasa.ac.at/Research/ECS)

*Energieversorgung der Zukunft*

Bayreuther Forum „Kirche und Universität“

15. November 2003

# Das Internationale Institut für Angewandte Systemanalyse

## Forschungsgebiete:

- Weltweite Veränderungen der Umwelt
- Weltweiter wirtschaftlicher und technischer Wandel
- Methoden zur Analyse globaler Probleme

# ECS-Forschungsthemen

- Zusammengefasst: Analyse langjähriger Trends und Erstellung zukünftiger Szenarien des globalen Energie-Wirtschafts-Umwelt-Systems, englisch: Energy-economy-environment („E3“)
- Schwerpunkte: Klima-Wandel, Nachhaltige Entwicklung
- Technologiebewertung, Lernkurven, Nutzen von Forschung und Entwicklung (F&E)
- Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Organisationen („Netzwerke“: IEW, EMF)

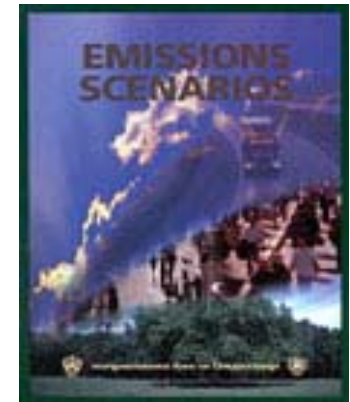
# Fragestellungen

- Wie werden sich Energiebereitstellung und -verbrauch auf globaler, regionaler und lokaler Ebene verändern?
- Wie hoch werden die zukünftigen Treibhausgasemissionen sein?
- Was sind die zu erwarteten Kosten und der zu erwartende Nutzen einer Minderung von Treibhausgasemissionen?
- Welche Maßnahmen können der Verwirklichung angestrebter Ziele dienen?

# Sichtbarer ECS-Output

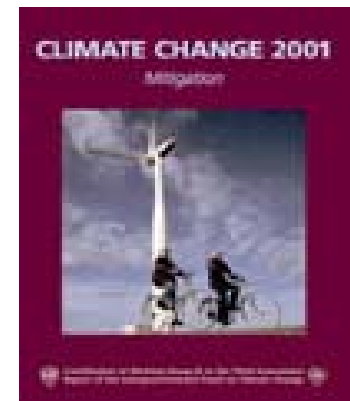
*Special Report on Emissions Scenarios (2000)*

Mit dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) koordinierte ECS die Erstellung von Emissions-Szenarien



ECS-Beiträge (Minderungsszenarien) auch zum Third Assessment Report des IPCC  
*Climate Change 2001: Mitigation*

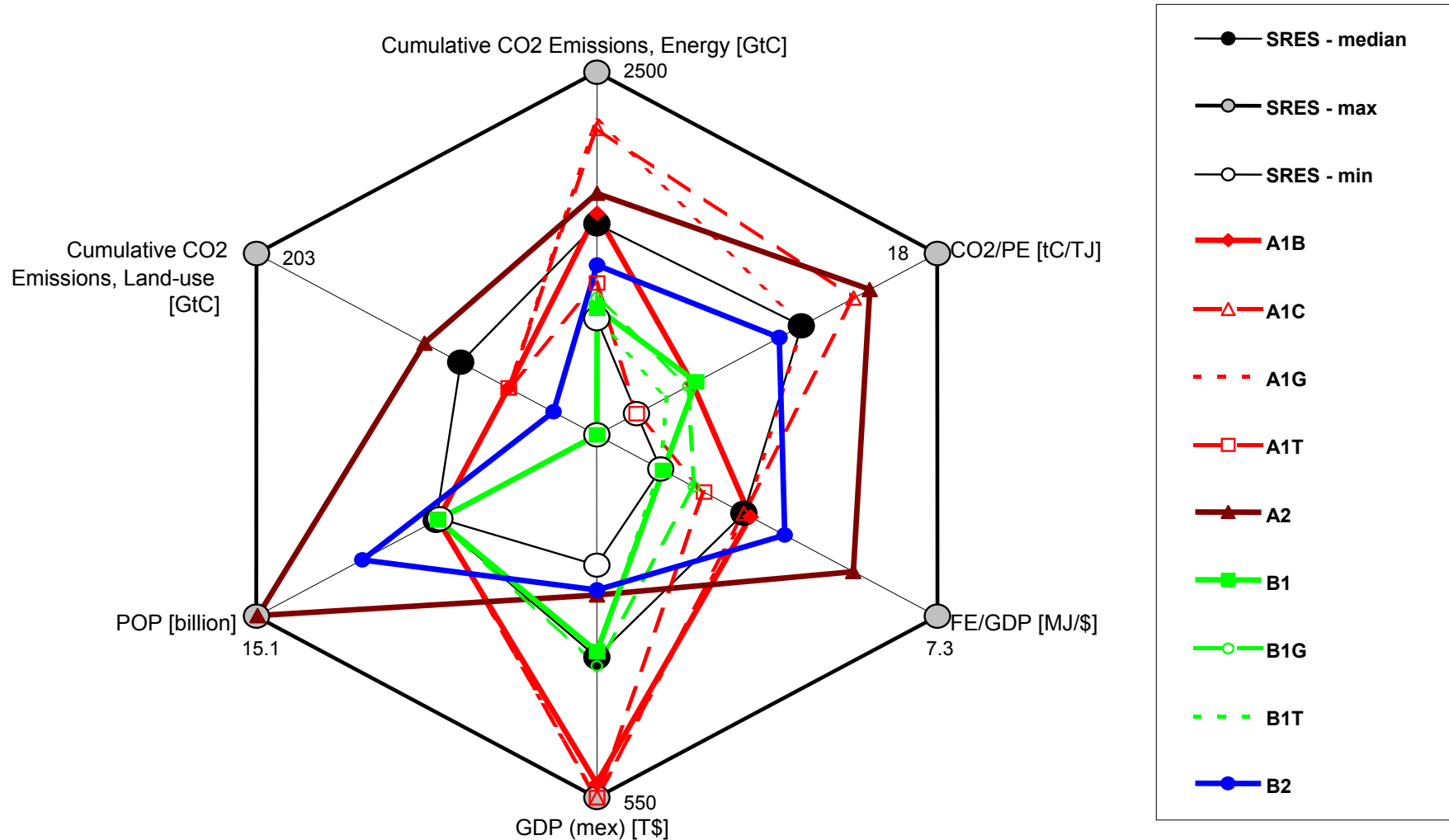
Mitarbeit am Kapitel 2 "*Greenhouse Gas Emission Mitigation Scenarios and Implications*"



# Szenarien

*Definition:* Szenarien sind in sich konsistente – nicht notwendig plausible – Beschreibungen zukünftiger Entwicklungen

# IIASA-SRES-Szenarien im Überblick



# Szenarien Nachhaltiger Entwicklung

Vorschlag einer Definition (IIASA-ECS, 2001)

- Nachhaltiges Wirtschaftswachstum
- Verminderung der globalen wirtschaftlichen Ungleichheit
- Stabiles Verhältnis von Abbau zu Reserven
- Geringe Umweltbelastung

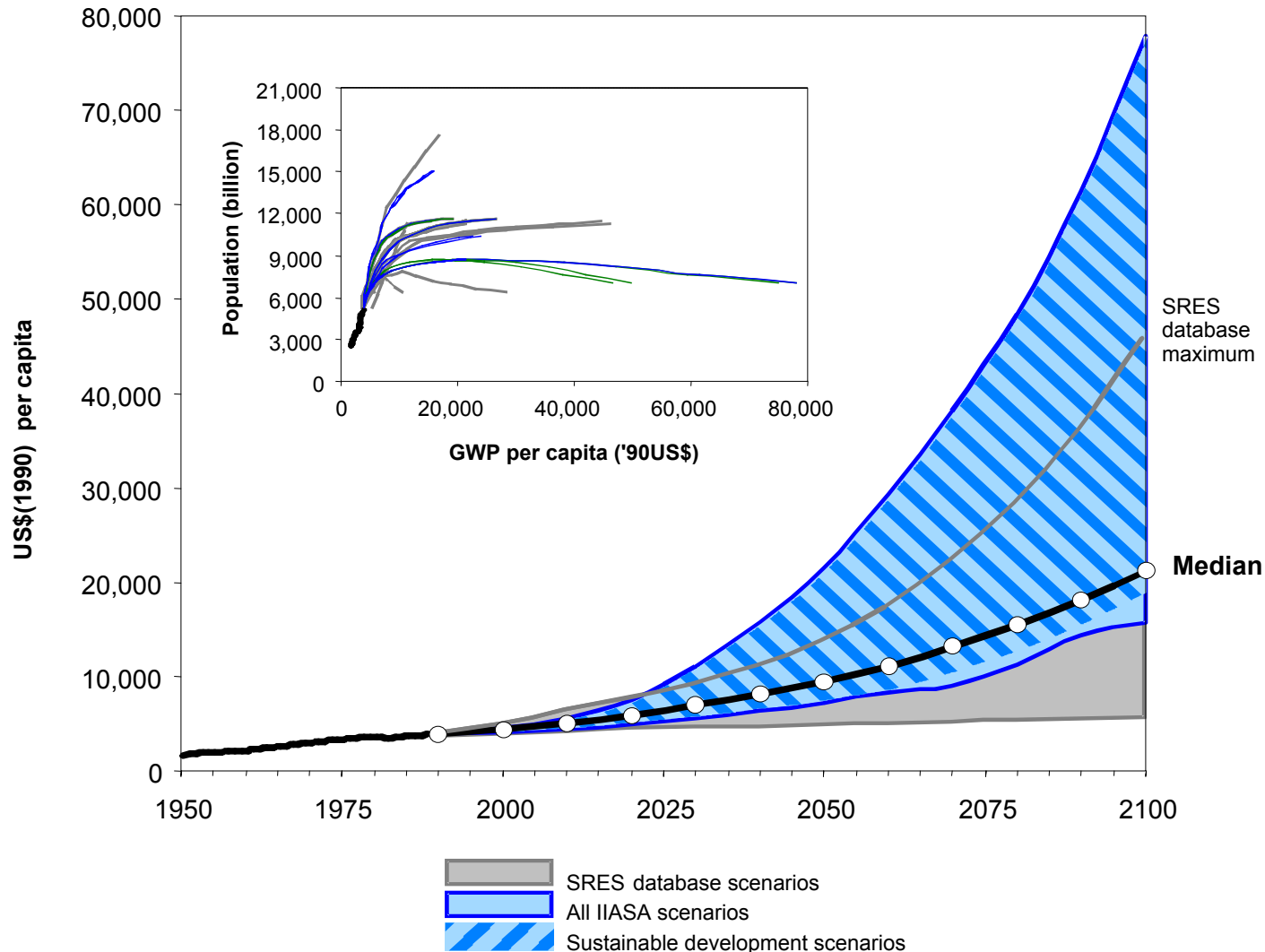
Konsistent mit der "Brundtland-Definition" (1987)

*"Entwicklung, die die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation erfüllt ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zu beeinträchtigen, ihre eigenen Bedürfnisse zu erfüllen"*

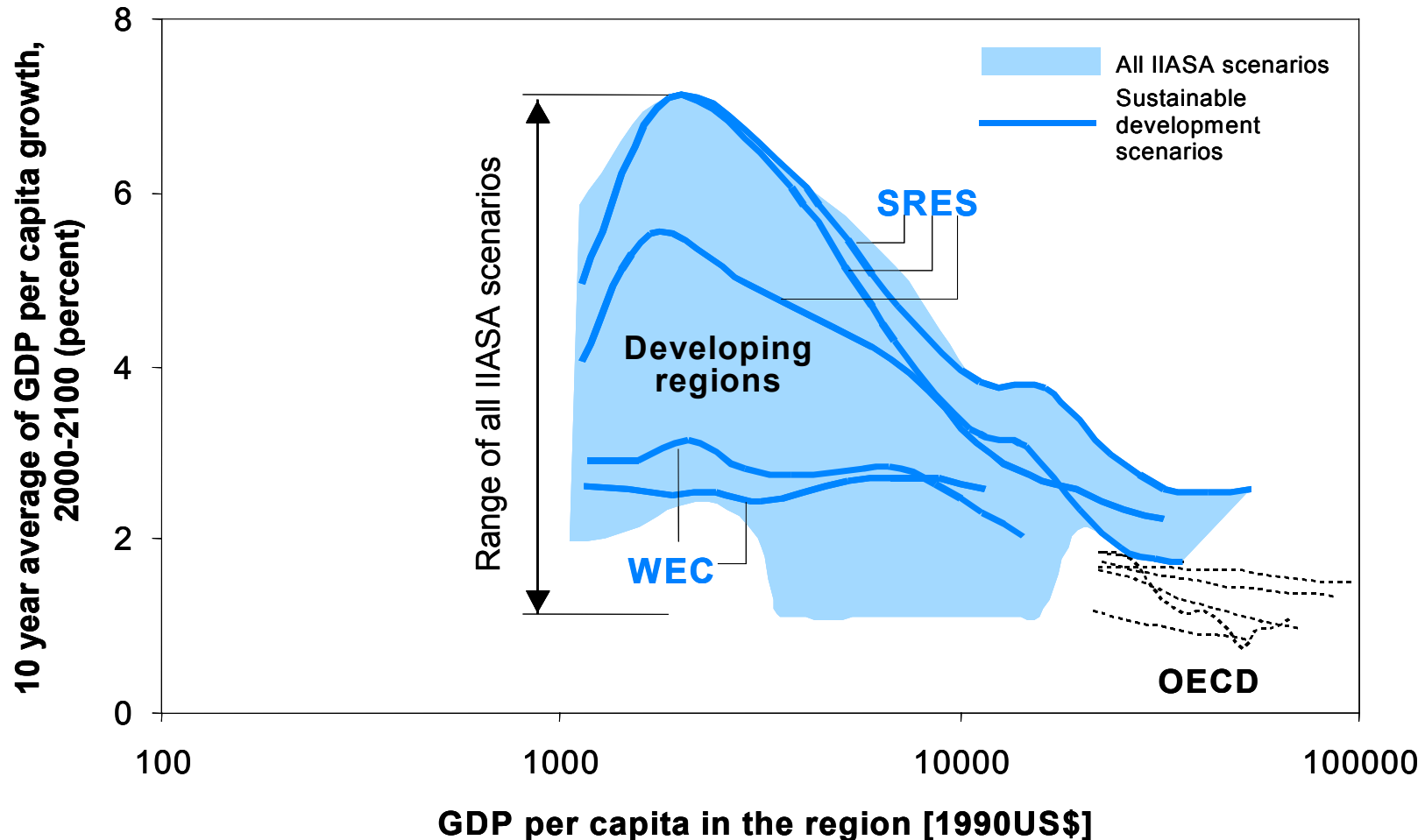


# Nachhaltiges Wirtschaftswachstum

Pro-Kopf-Einkommen wächst im gesamten Betrachtungszeitraum

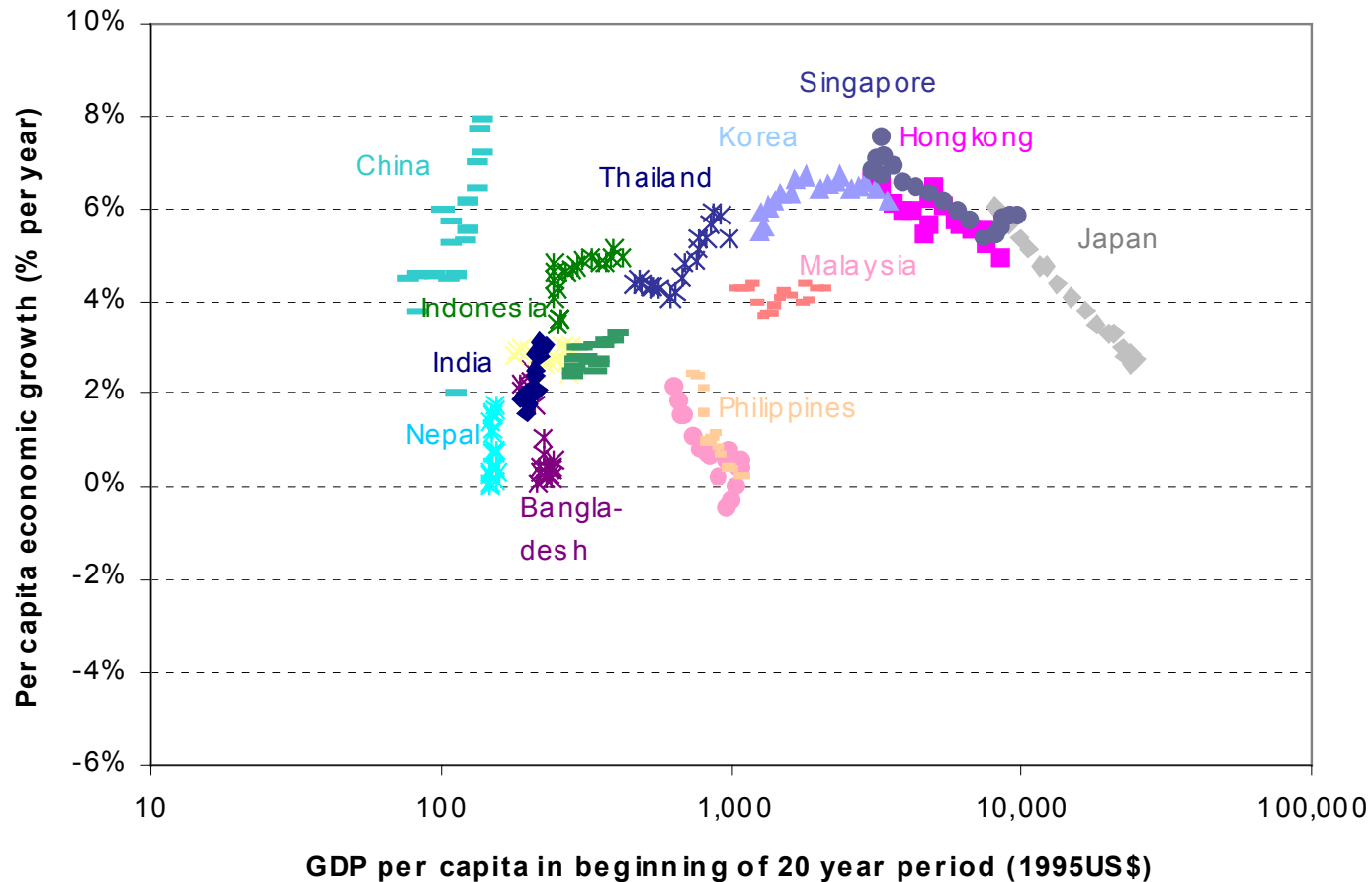


# Verminderung der globalen wirtschaftlichen Ungleichheit

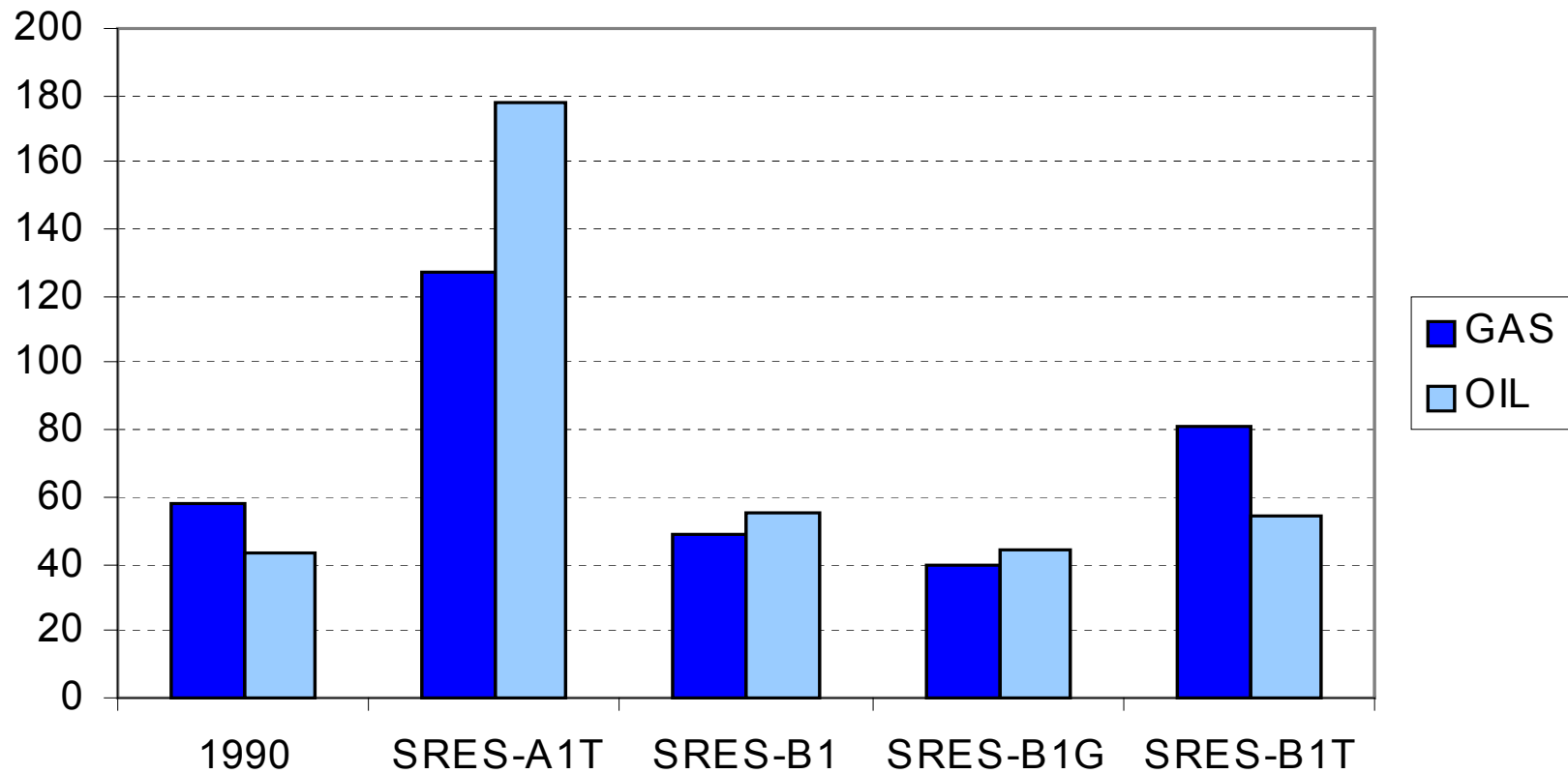


# Pro-Kopf-Einkommen in Asien

## Wachstum 1960-1997

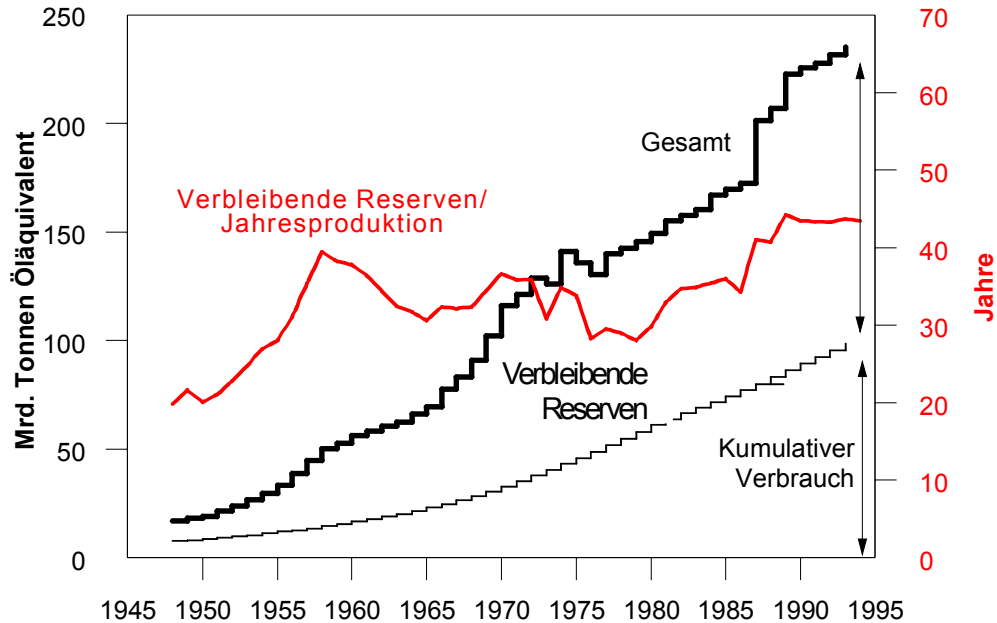


# Rechnerische Reichweite der Energiereserven 1990 und 2100 (in vier Szenarien Nachhaltiger Entwicklung)

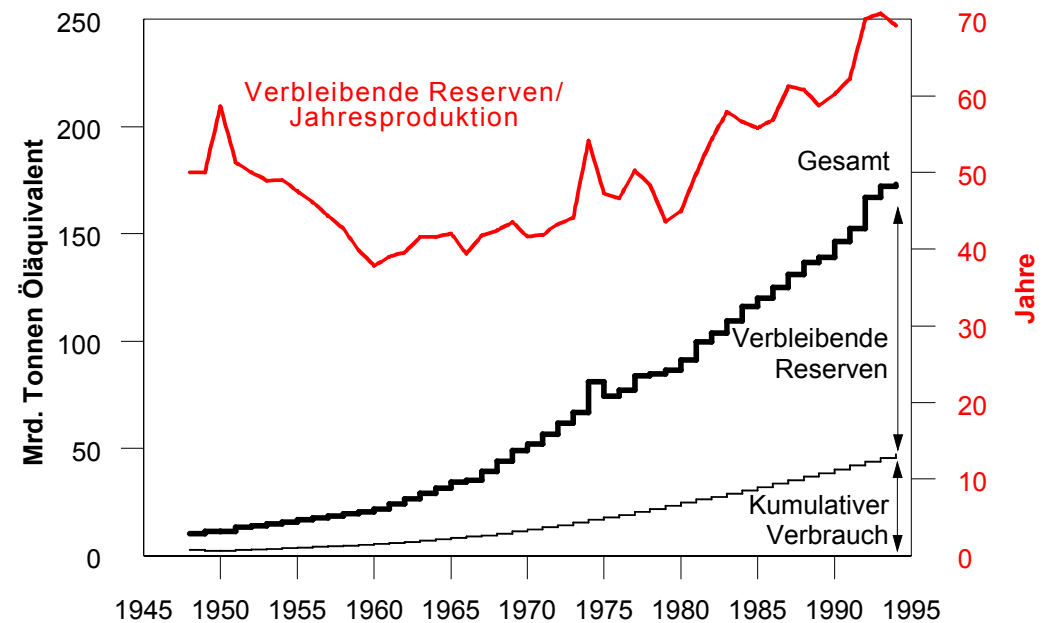


# Globale Öl- und Gasreserven

Entwicklung der weltweiten Ölreserven



Entwicklung der weltweiten Gasreserven



# Globale Energieressourcen

## Mrd. Tonnen Öläquivalent

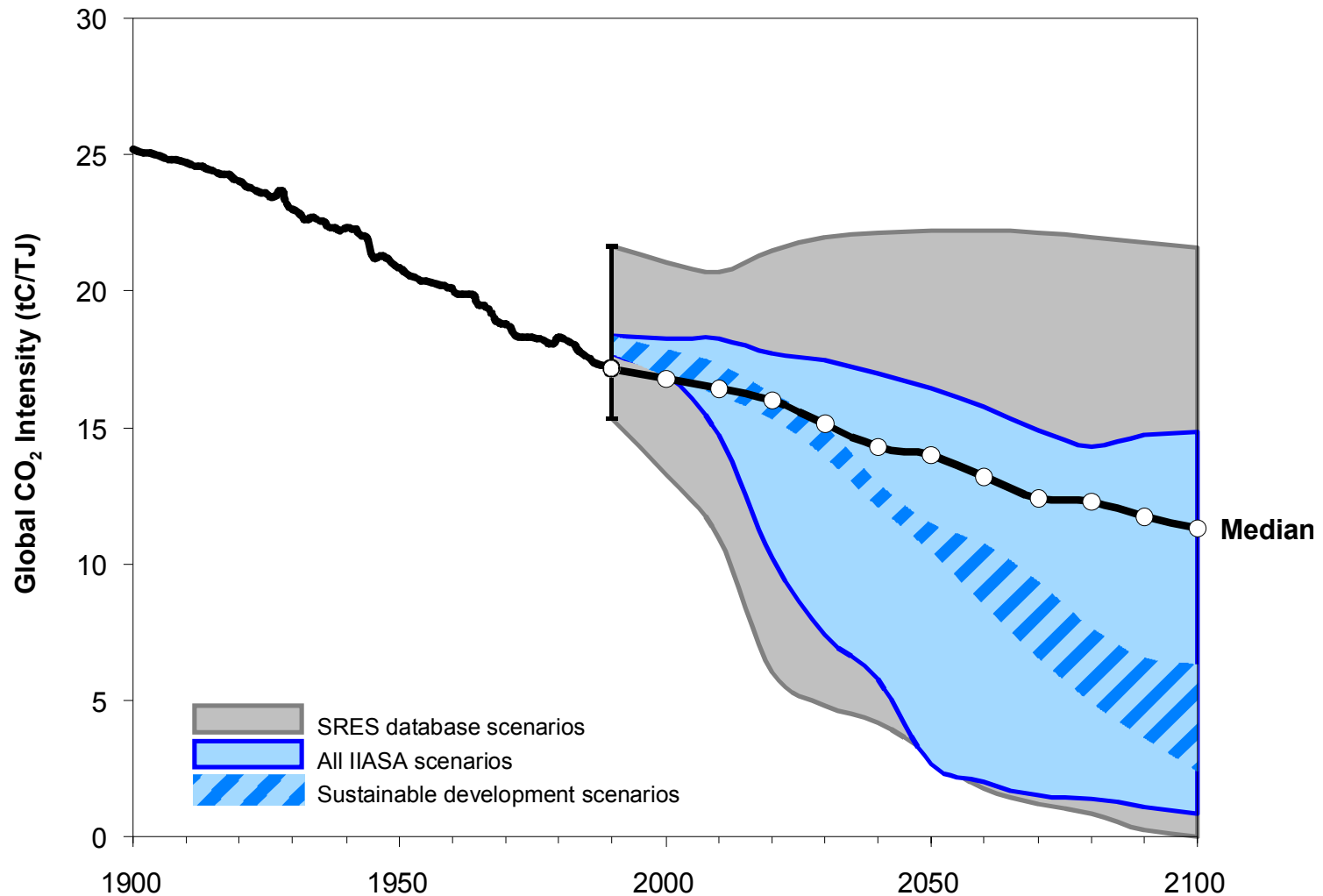
	Verbrauch		Reserven	Ressourcen	Verfügbare Ressourcen	Zusätzliche Vorkommen
	1860-1990	1990				
Konventionelles Öl	90	3,2	150	145	295	
Unkonventionelles Öl	-	-	193	332	525	1.900
Konventionelles Gas	41	1,7	141	279	420	
Unkonventionelles Gas	-	-	192	258	450	400
Gashydrate	-	-	-	-	-	18.700
Kohle	125	2,2	606	2.794	3.400	3.000
Fossile Energie, gesamt	256	7	1282	3.808	5.090	24.000
Uran	17	0,5	57	203	260	150
in Brutreaktoren	-	-	3.390	12.150	15.550	8.900

# Globale Potentiale erneuerbarer Energie

Mrd. Tonnen Öläquivalent

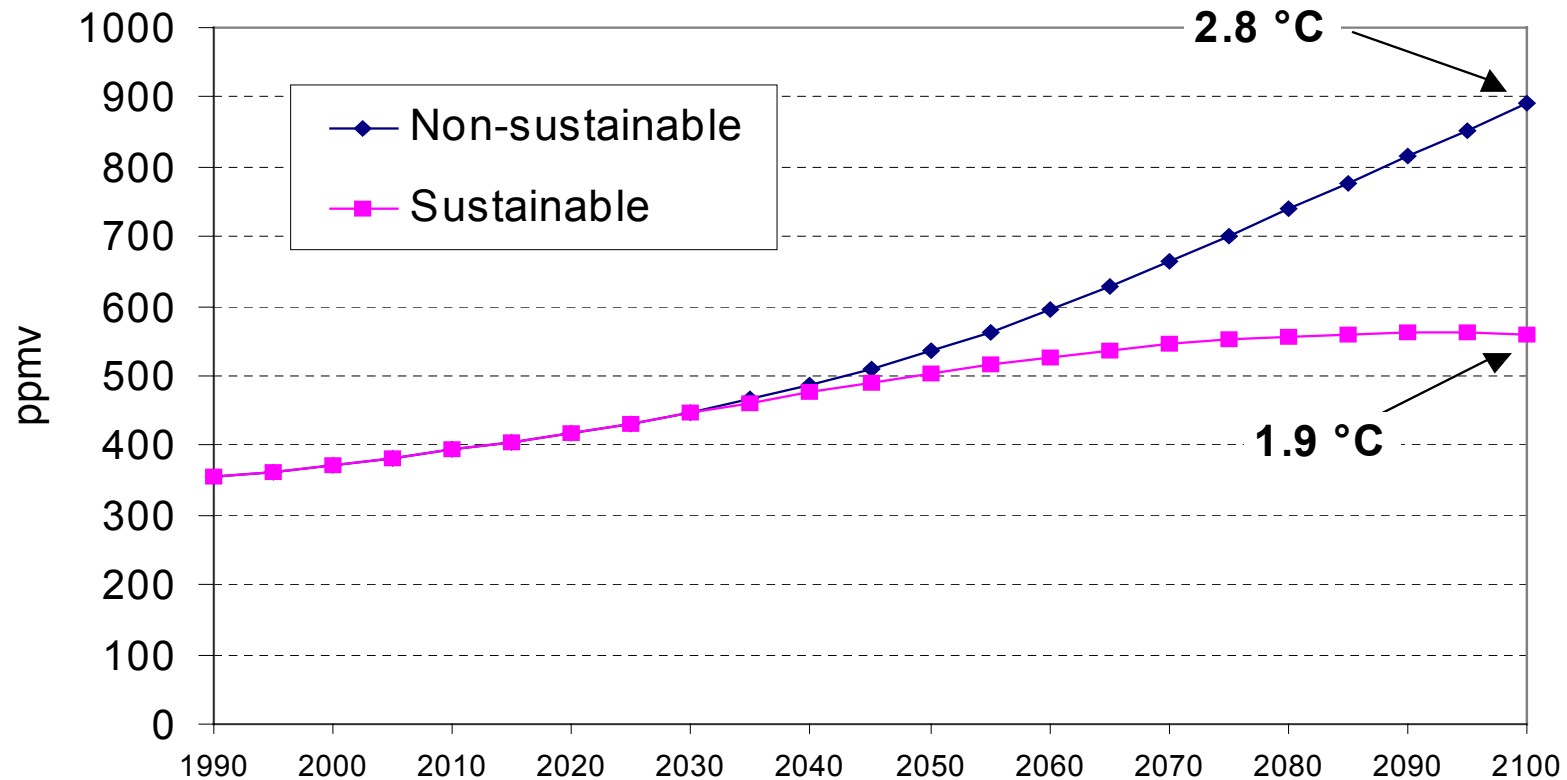
	Verbrauch 1990	Potential 2020-2025	Langfristiges technisches Potential	Jährlicher Fluß
Wasserkraft	0,5	~1	> 3	> 10
Erdwärme	< 0,02	0.1	> 0,5	> 20
Wind	-	~0,2	> 3	> 5.000
Ozean	-	0,05	> 0.5	> 8
Solarenergie	-	~0,5	> 60	> 70.000
Biomasse	1,3	2-3	> 30	
Gesamt	1,8	3-5	> 100	> 70.000

# Kohlenstoffintensität (Primärenergie)

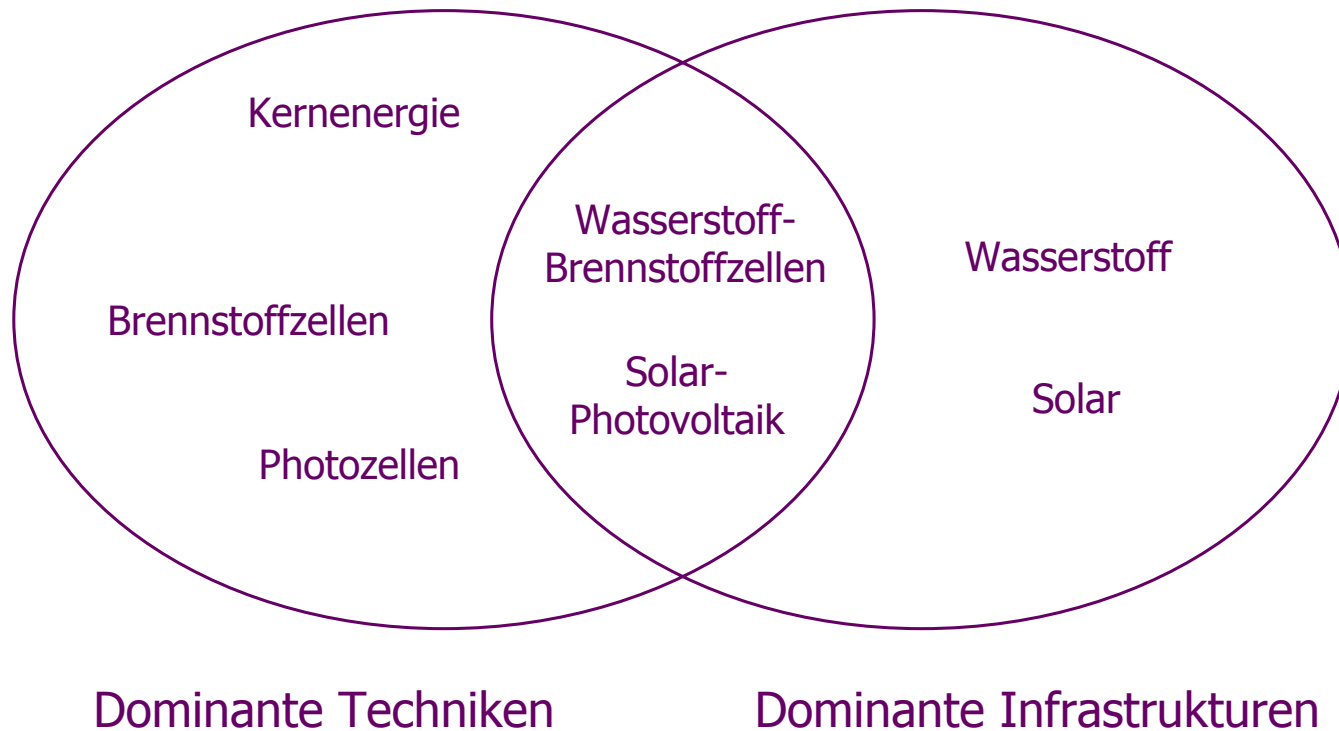




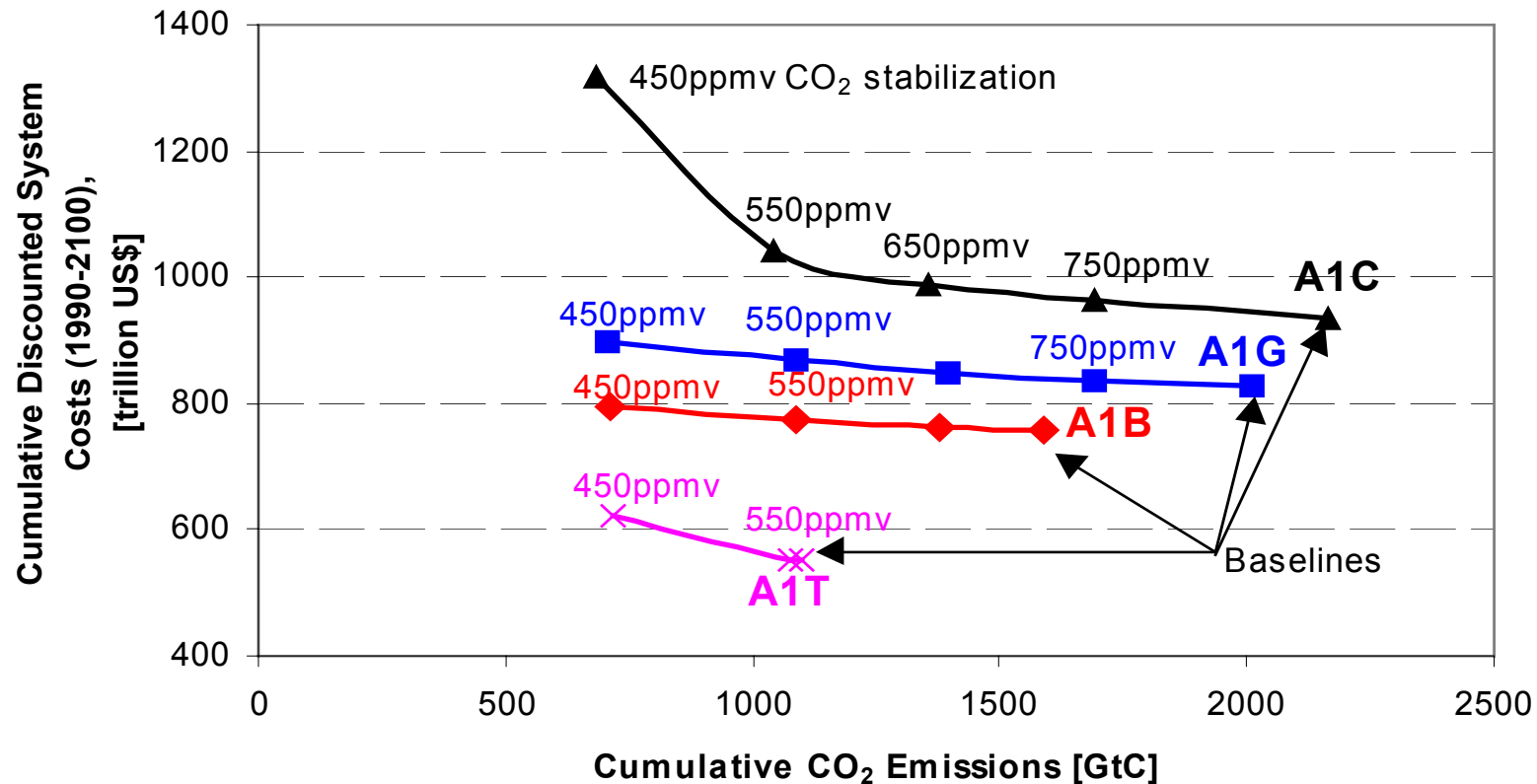
# Treibhausgas-Konzentration und Temperaturanstieg in zwei Szenarien



# Welche Technologien dominieren in Szenarien Nachhaltiger Entwicklung?



# Szenario-abhängige Kosten der Treibhausgas-minderung



# Politik und Nachhaltige Entwicklung

## Politische Zielsetzungen:

- Stabilisierung der Weltbevölkerung
- Wirtschaftlicher Aufschwung der Entwicklungsländer
- Erhöhung der Effizienz der Energieumwandlung
- Entwicklung kohlenstoff-freier Energiequellen
- Sicherung der Energiereserven

# Schlußfolgerungen

- Technischer Fortschritt kann ausschlaggebend für Nachhaltige Entwicklung sein
- Forschung und Entwicklung (F&E) auf dem Energiesektor kann sich bezahlt machen und zur selben Zeit auch die globale Umwelt verbessern (“win-win”)
- Synthetische Treibstoffe (aus erneuerbaren Energiequellen und für die Verwendung in Brennstoffzellen geeignet) begünstigen Nachhaltige Entwicklung
- Der wichtigste dieser Treibstoffe ist Wasserstoff