

Langfristiges Potential der Wasserstoffwirtschaft zur Senkung von CO₂-Emissionen im 21^{ten} Jahrhundert

Keywan Riahi

International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)

riahi@iiasa.ac.at

Energiegespräche, Technisches Museum, Wien

30. September 2003

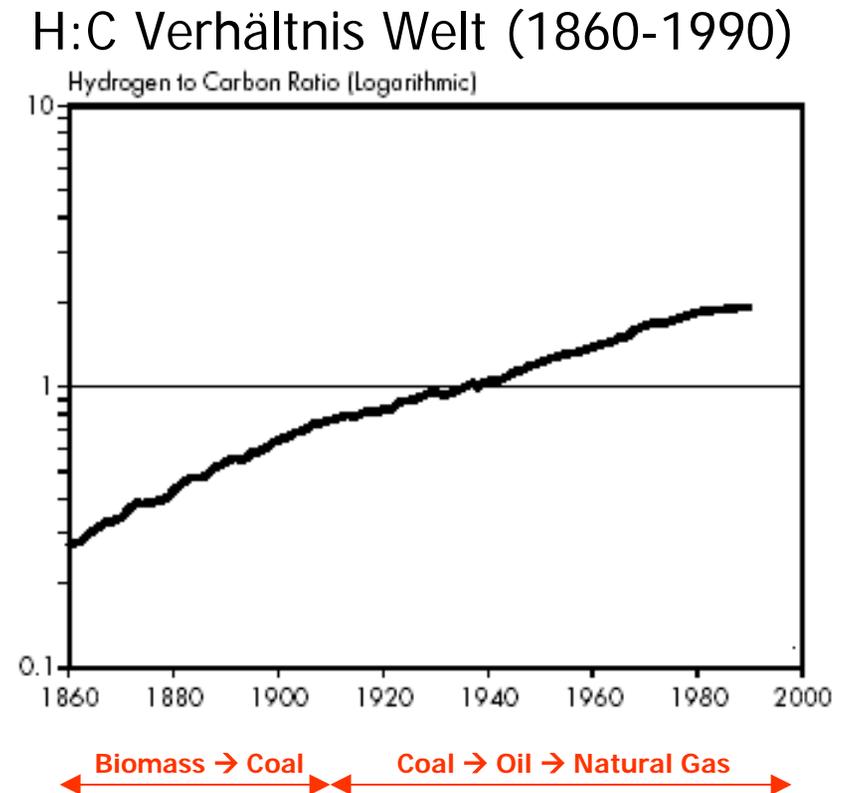
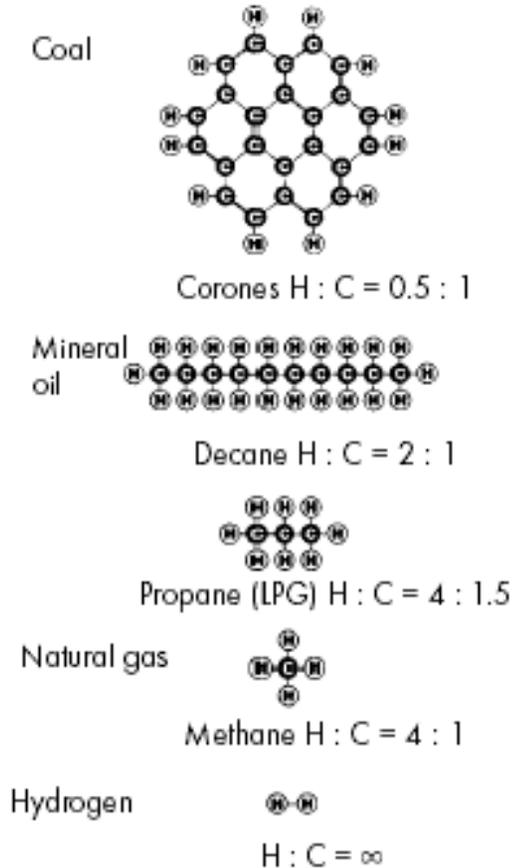
Vorschau

- ◆ Eigenschaften des Wasserstoffs
- ◆ Technologische Möglichkeiten
- ◆ Kosten
- ◆ Langzeit-Potentiale
- ◆ Schlussfolgerungen

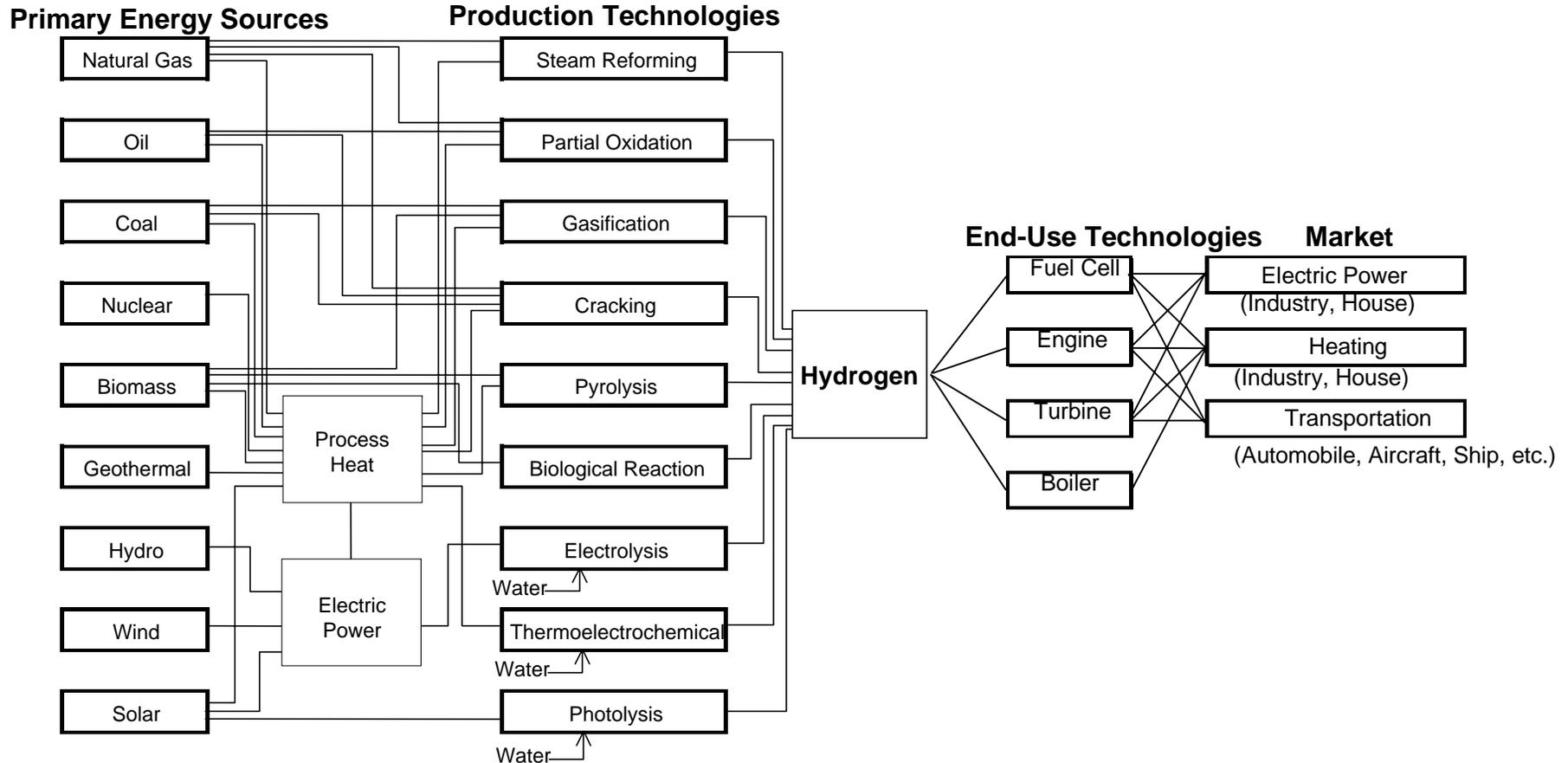
Wasserstoff (Eigenschaften)

- ◆ Sauberer Energieträger (keine Schadstoffemissionen beim Endverbraucher)
- ◆ Flexibel: Herstellung aus allen Primärenergieträgern möglich (fossile & erneuerbare Quellen)
- ◆ Kann in der Industrie, Gewerbe und Haushalte zur Substitution von fossilem Strom und Wärme eingesetzt werden
- ◆ Substitution von Ölprodukte im Transportsektor
- ◆ *Könnte somit eine wichtige Rolle bei der Vermeidung des Klimawandels spielen*

Das Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis



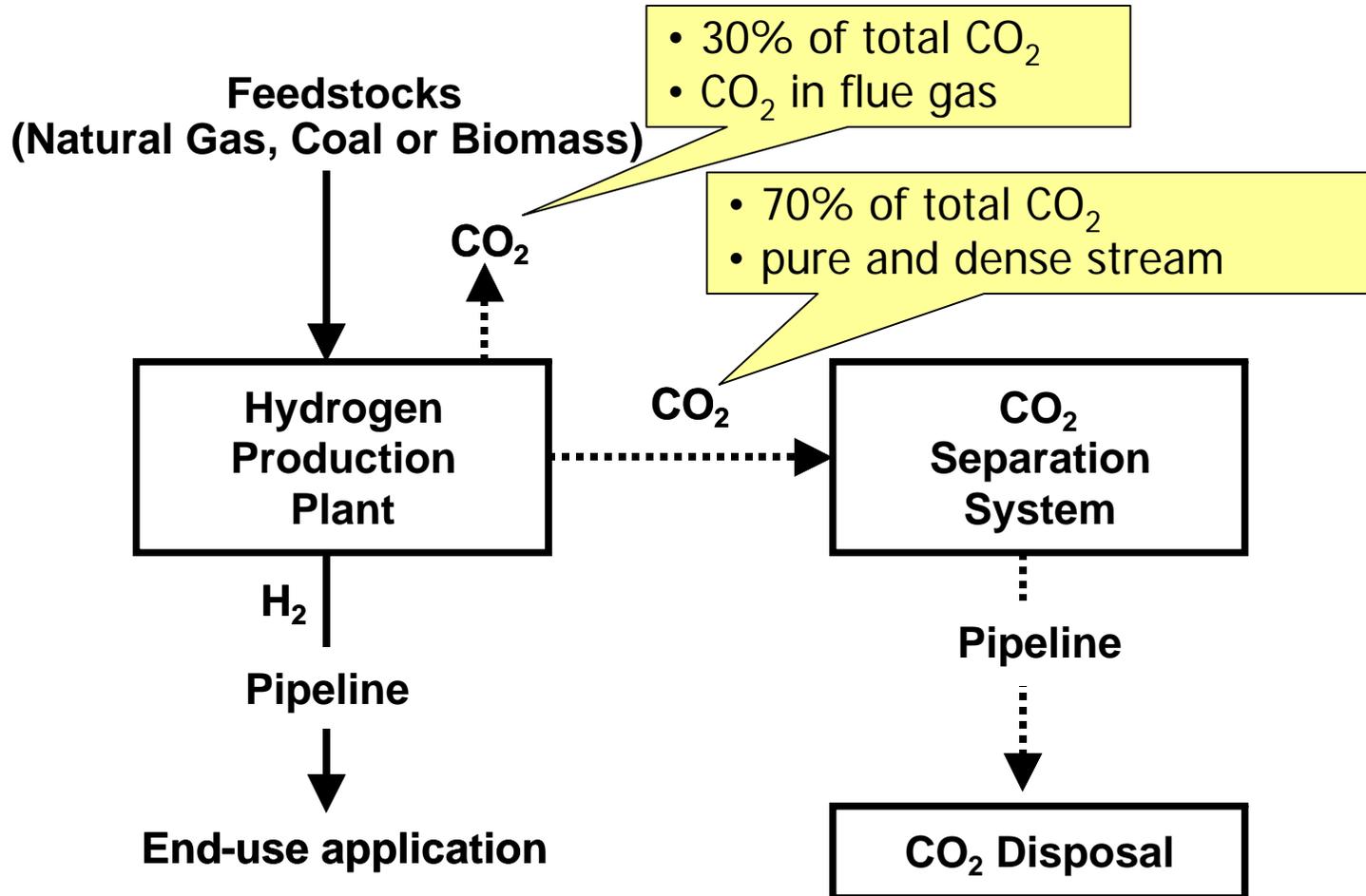
H₂-Technologie-Pfade



Wasserstoffherzeugung (Heute)

- ◆ *Viele Technologiepfade sind möglich, aber nur wenige sind ökonomisch*
- ◆ Globale Produktion: 400 Milliarden $\text{m}^3 \text{H}_2$ ~ 10% der Öl-Produktion (Düngemittelindustrie, Öl-Raffinerien)
- ◆ Meisten Anlagen basieren auf das Reformieren von Erdgas (billigste Möglichkeit, wenn günstiges Gas vorhanden ist)
- ◆ Zusätzlich gibt es 50.000 MW_{th} Vergasungsanlagen
 - Jährliches Wachstum: 5000 MW_{th}
 - 60 Anlagen zur Co-Produktion von Strom, H_2 , und reinem CO_2
 - ◆ Meisten Anlagen in China; plus USA, Deutschland, Indien..
 - ◆ Brennstoff: Kohle & Schweröl
- ◆ H_2 aus Elektrolyse (erneuerbarer Strom) vergleichsweise teuer

Wasserstoffherzeugung aus Kohlenwasserstoffen



Biomasse-Vergasung zur Co-Produktion von Strom & Wärme



The Värnamo IGCC plant, Sweden
(6 MWe and 9 MWth)



Gasifier at the Kymijävi power plant, Finland (60 MWth)



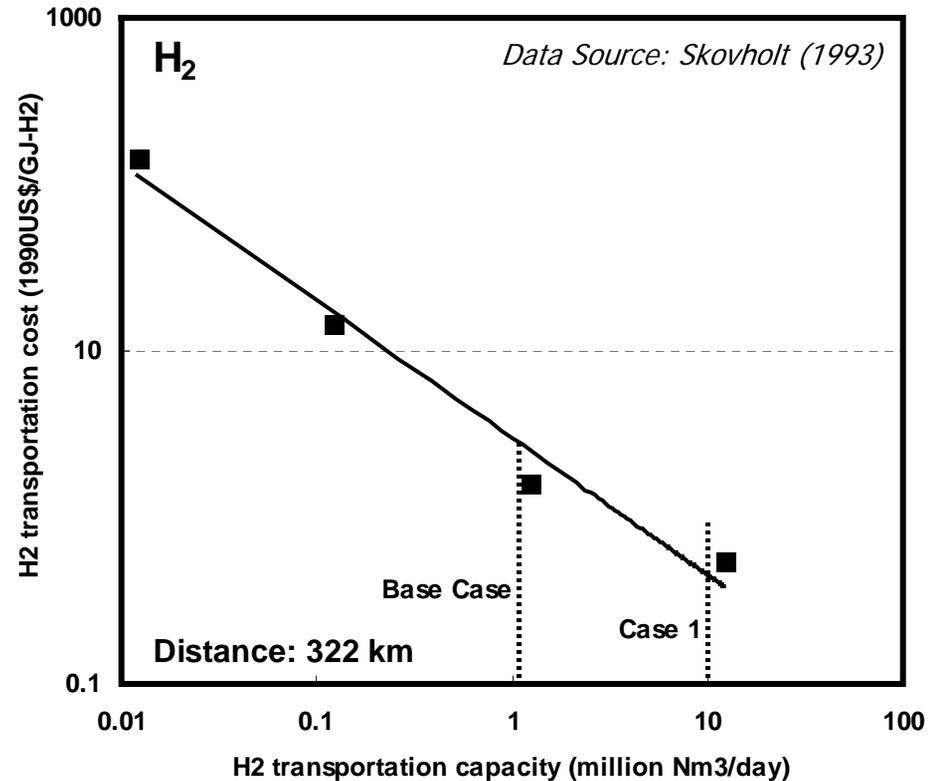
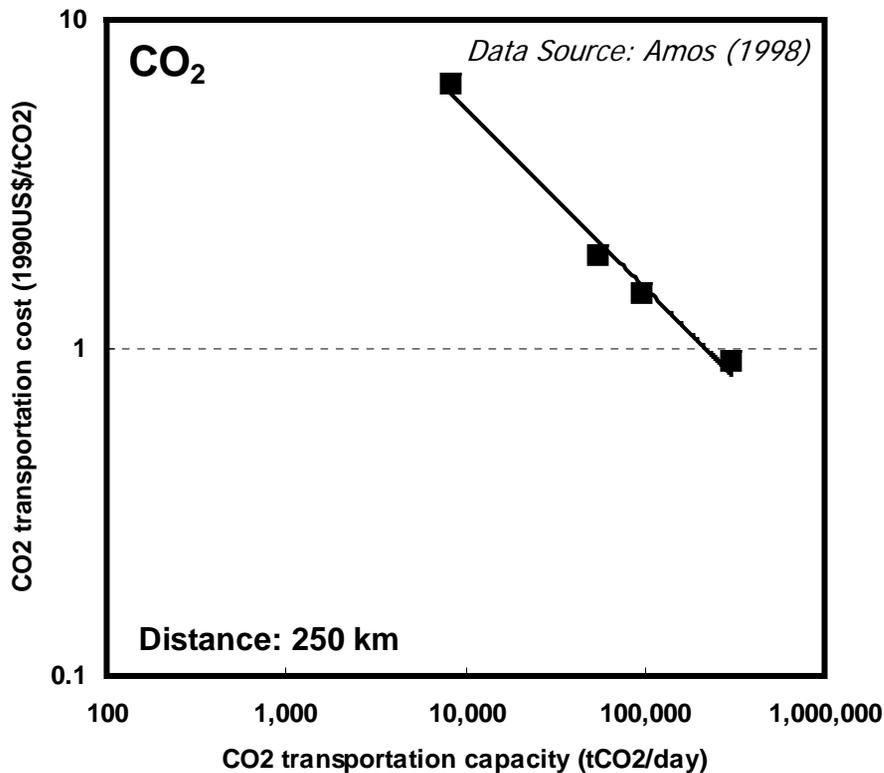
Gasifier in Guessing, Austria (2 MWe, 4.5 MWth)

- H_2 Anteil im Biogas ist gering → Shift Reaktor zur Erzeugung von $H_2 + CO_2$ notwendig

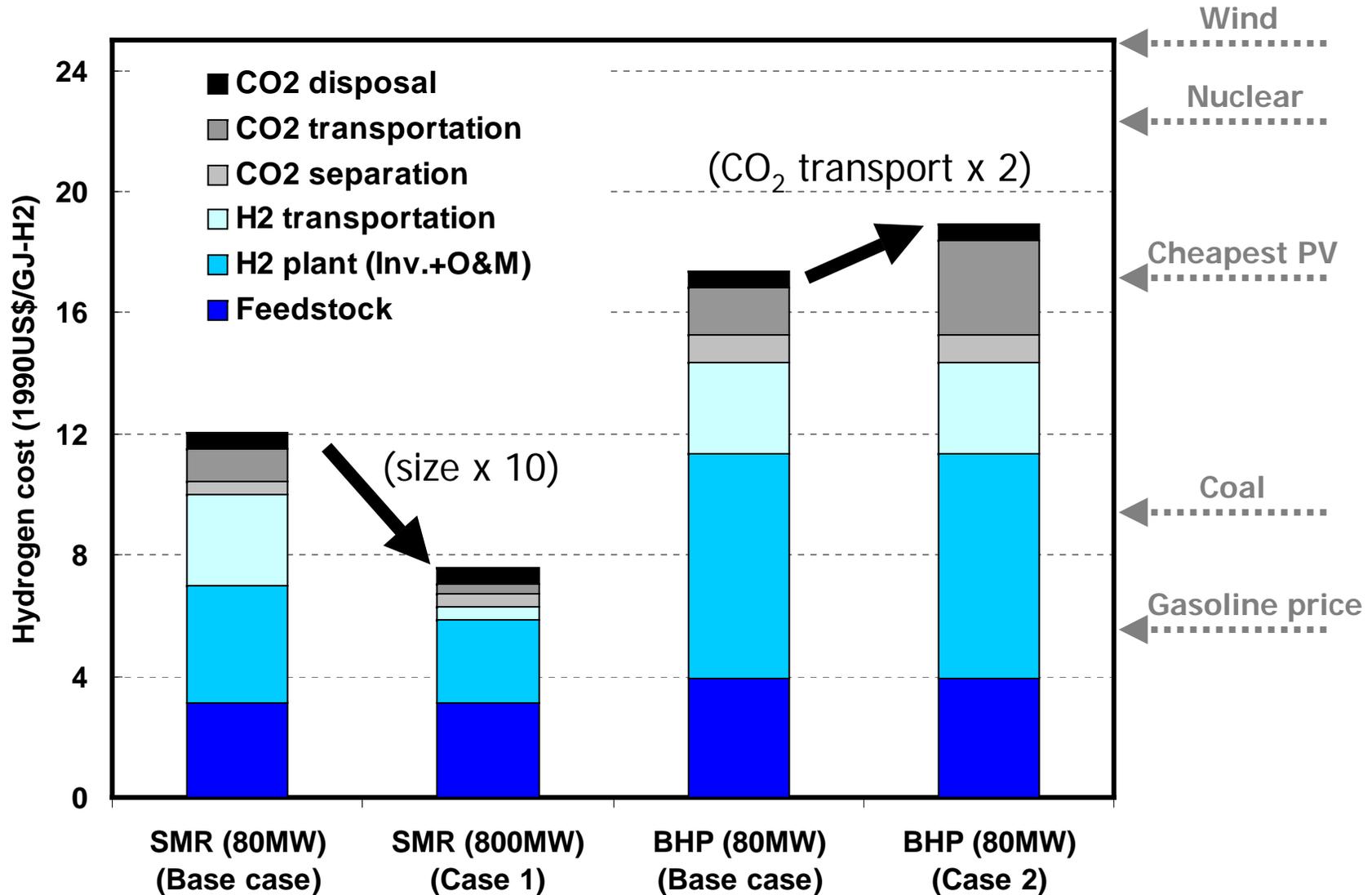
Wasserstoffherzeugung (Zukunft)

- ◆ *Vorteile fuer fossilen H₂ bei klimapolitischen Maßnahmen (CO₂-Beschränkung):*
 - Billige Entnahme von CO₂ bei der H₂-Erzeugung aus Vergasungstechnologien (fossil/Biomasse) moeglich
 - Anschließender Transport und Lagerung von CO₂ in geologischen Lagerstätten notwendig
 - Erste Anwendungen: EOR, ECBMR
 - H₂ aus Elektrolyse (erneuerbarer Strom) vergleichsweise teuer
- ◆ Hauptkonkurrenten im Stromsektor: erneuerbare Energie (PV, Wind, Wasserkraft, Biomasse)
- ◆ Hauptkonkurrenten Transportsektor: flüssiger Treibstoff aus Biomasse (Biodiesel, Ethanol)

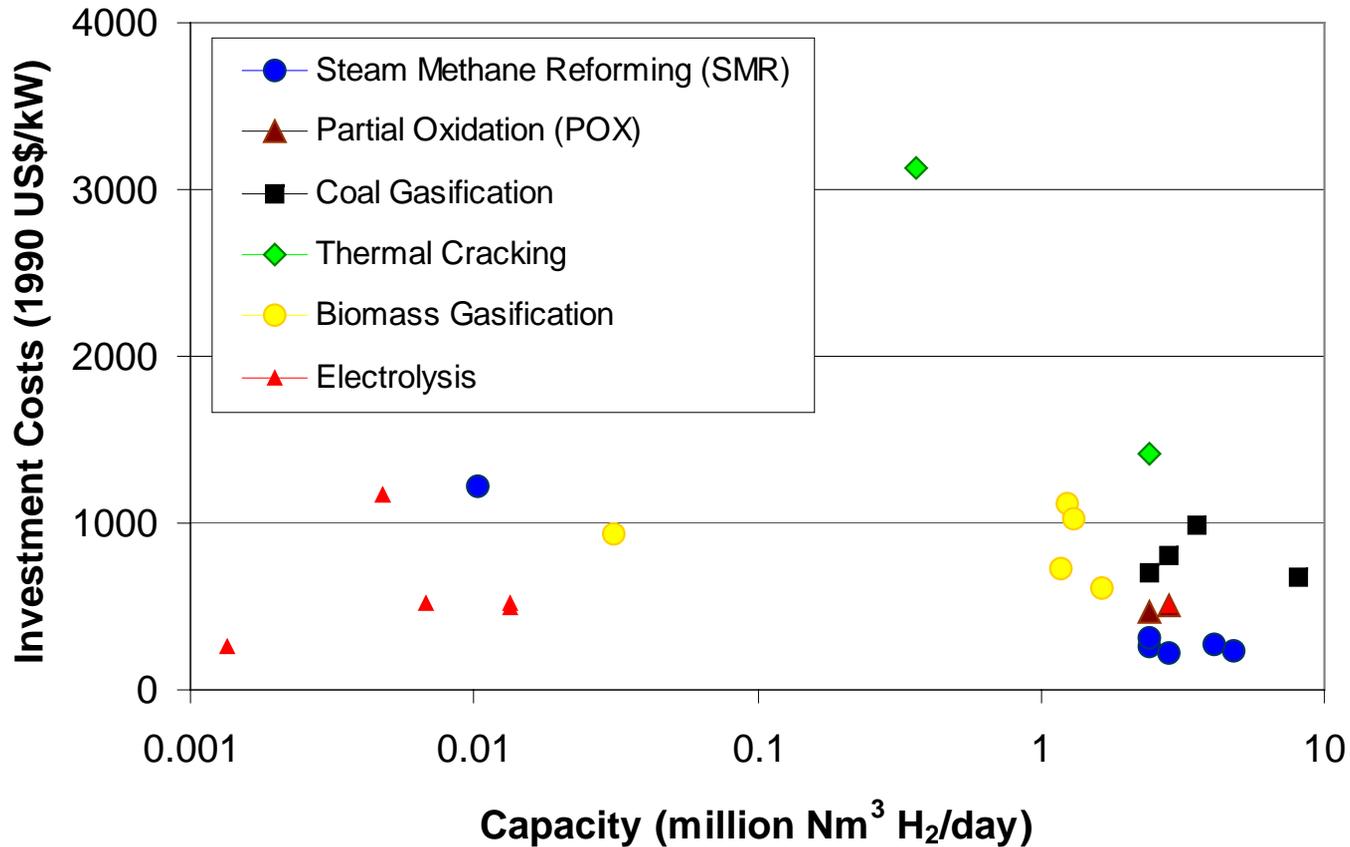
Transport Kosten: CO₂ and H₂



H₂ Erzeugungskosten



H₂-Production: Investment Costs



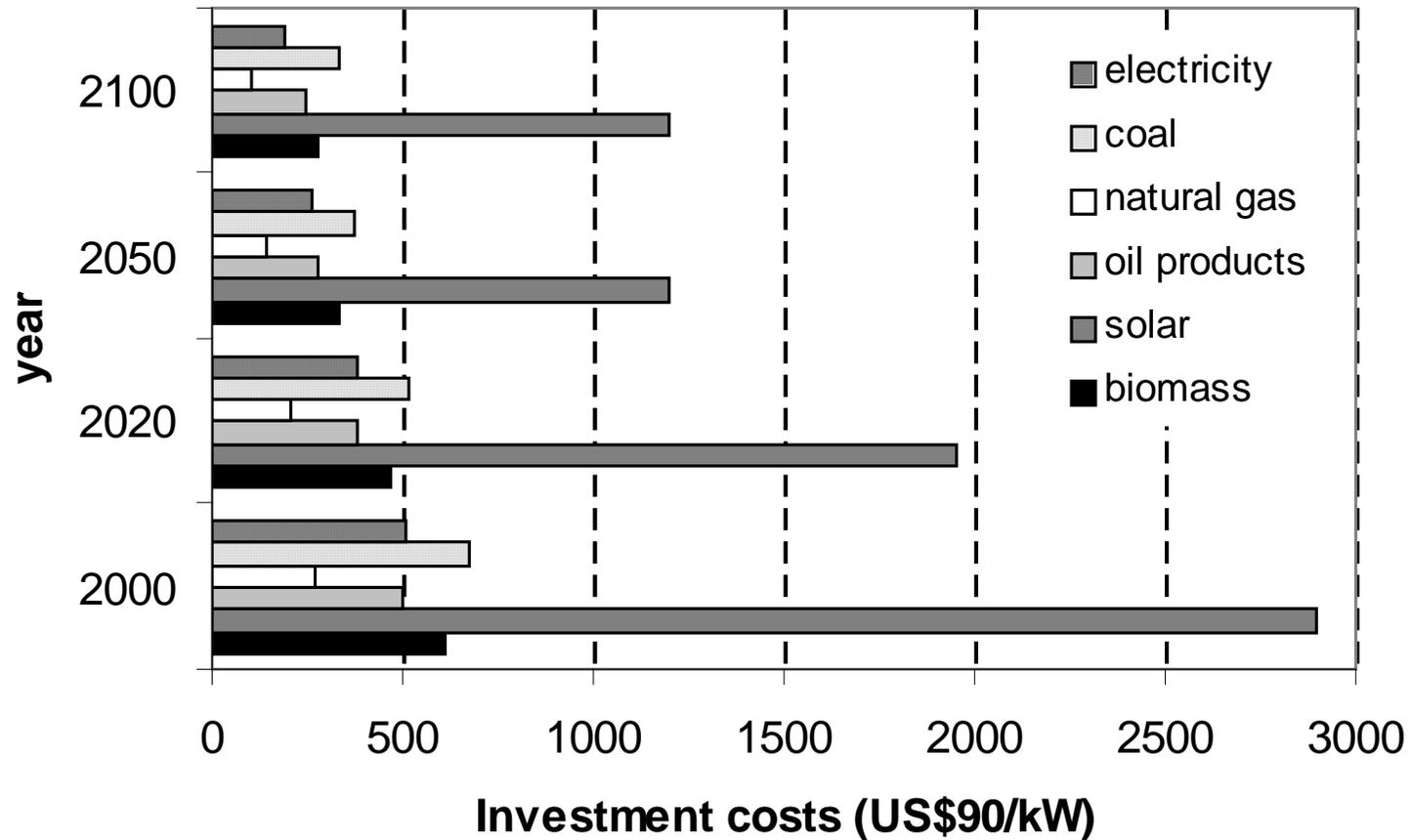
Langfristige Perspektive: Ein exemplarischer Pfad der Wasserstoffwirtschaft

B1-H2 Szenario

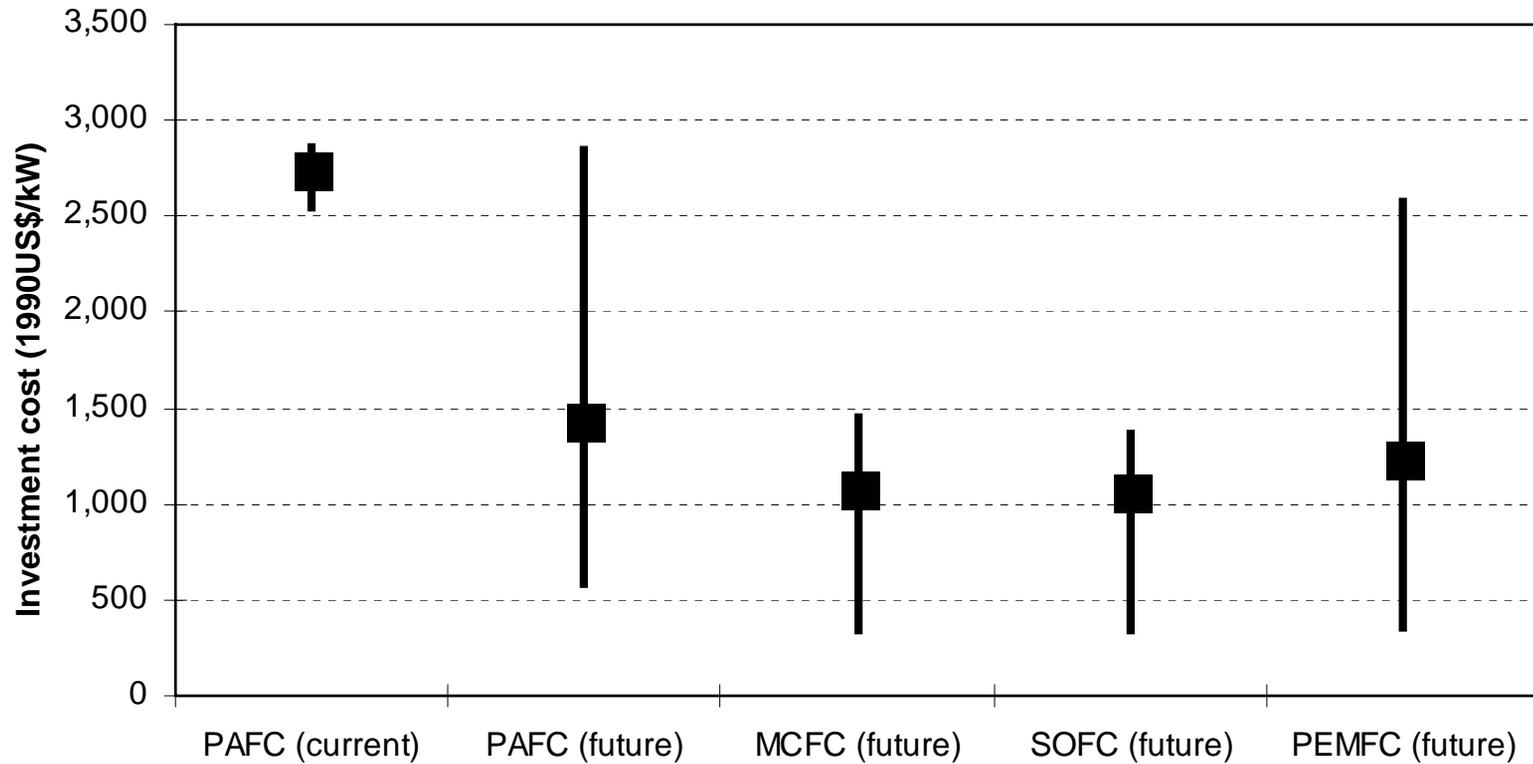
Das B1-H₂ Szenario

- ◆ Annahmen basieren auf das IPCC B1 Szenario
- ◆ Geringes Bevölkerungswachstum
- ◆ Hohes Wirtschaftswachstum (Konvergenz zwischen OECD und Entwicklungsländern)
- ◆ Rapider technologischer Wandel & rasche Diffusion erneuerbarer Technologien
- ◆ Quantifizierung des Energiesystems mit dem MESSAGE-MACRO Modell (11 Welt-Regionen)

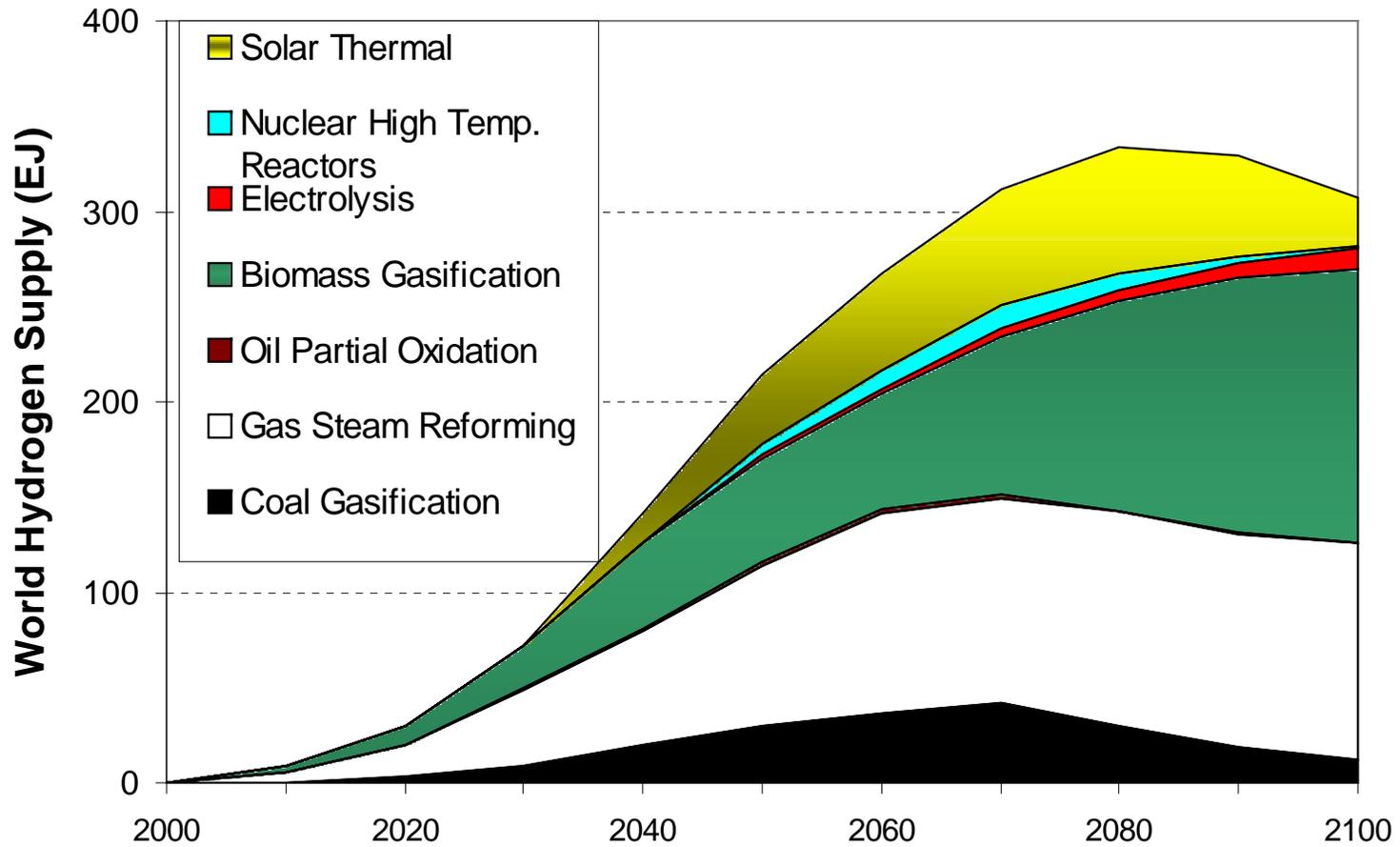
Entwicklung der Investitionskosten (H₂-Erzeugung)



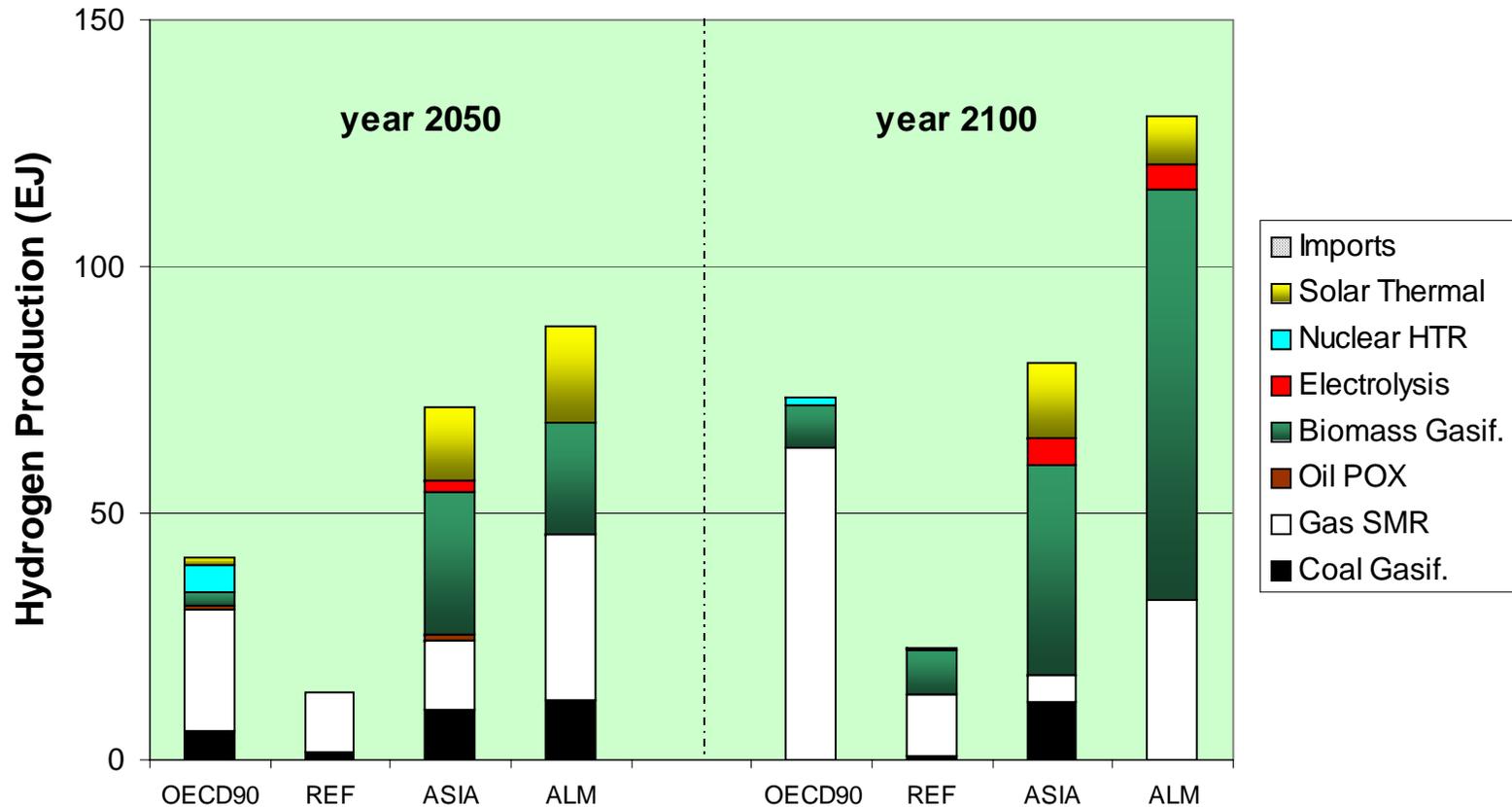
Investitionskosten für Brennstoffzellen



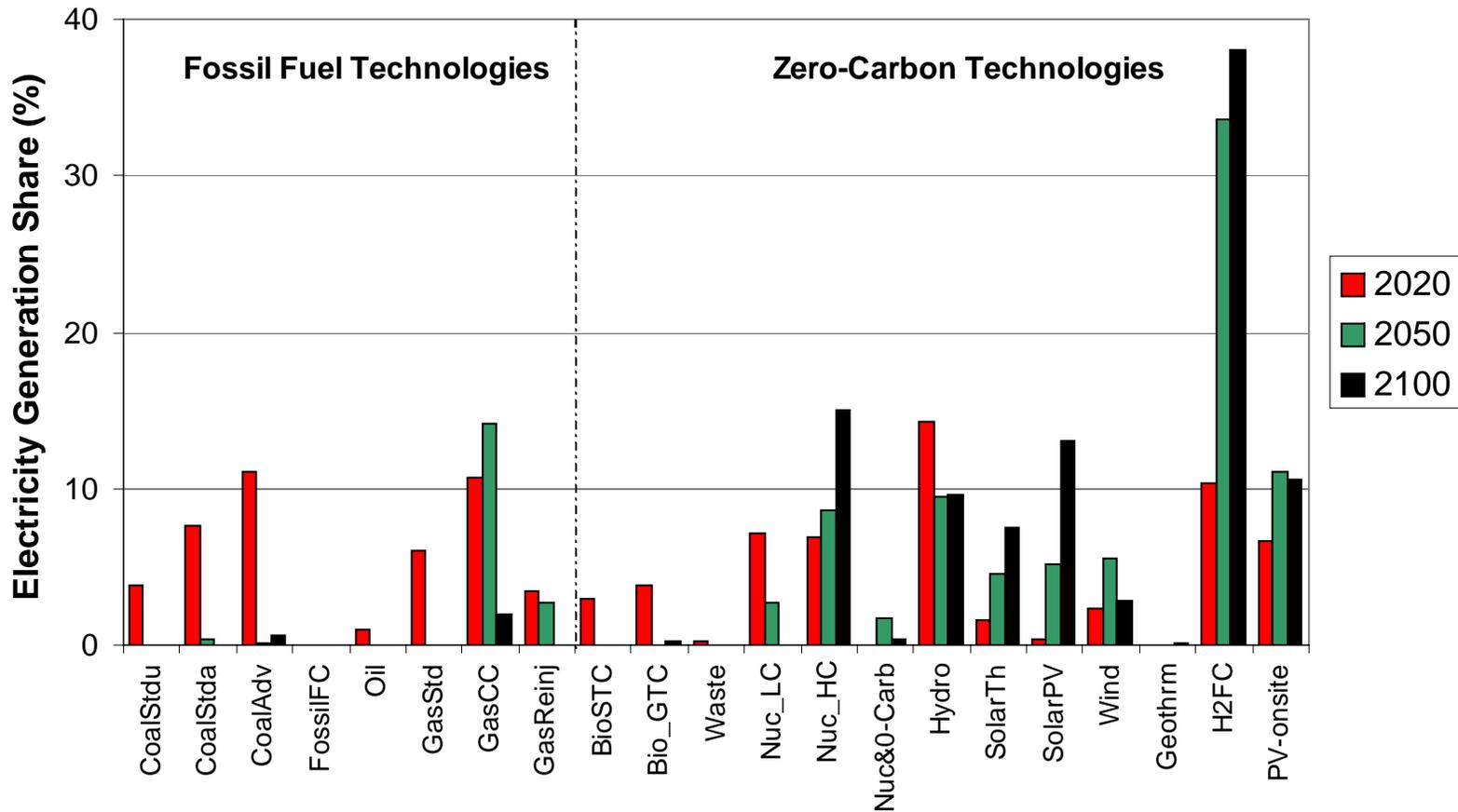
Globale H₂-Produktion



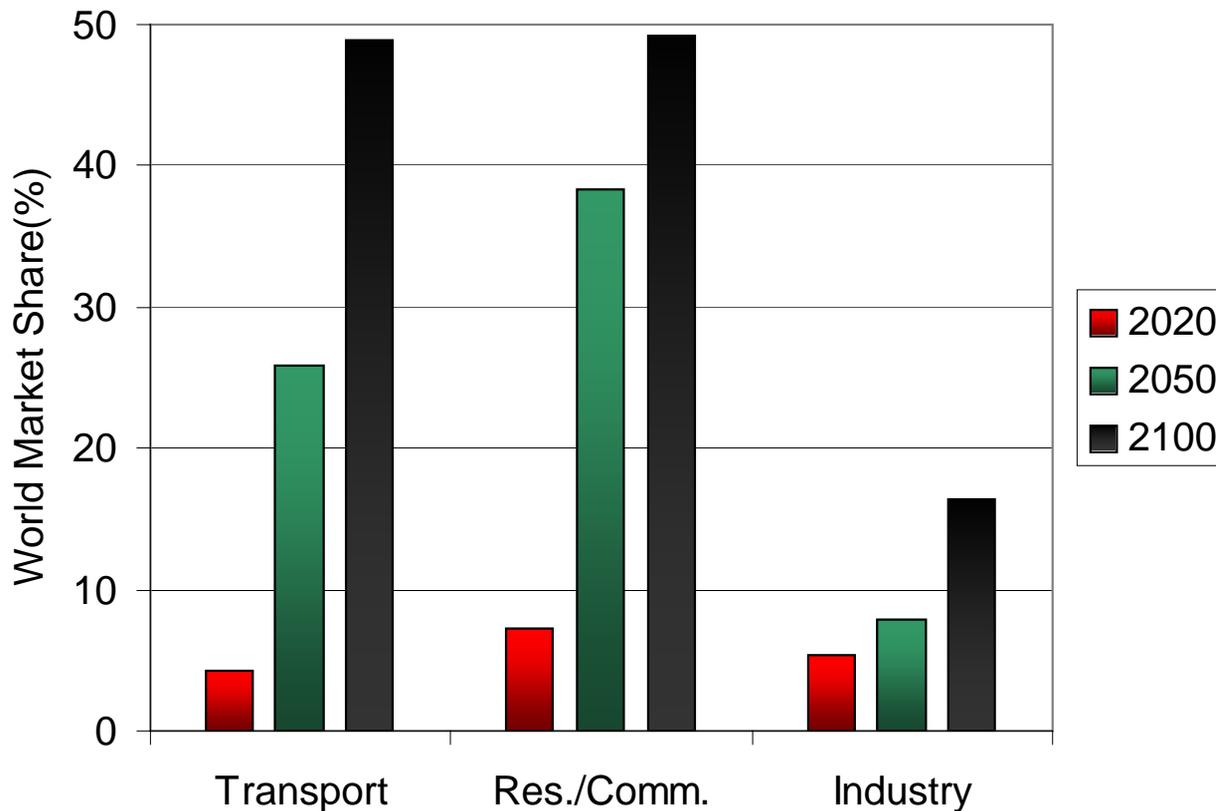
H₂-Produktion: Regionale Strategien



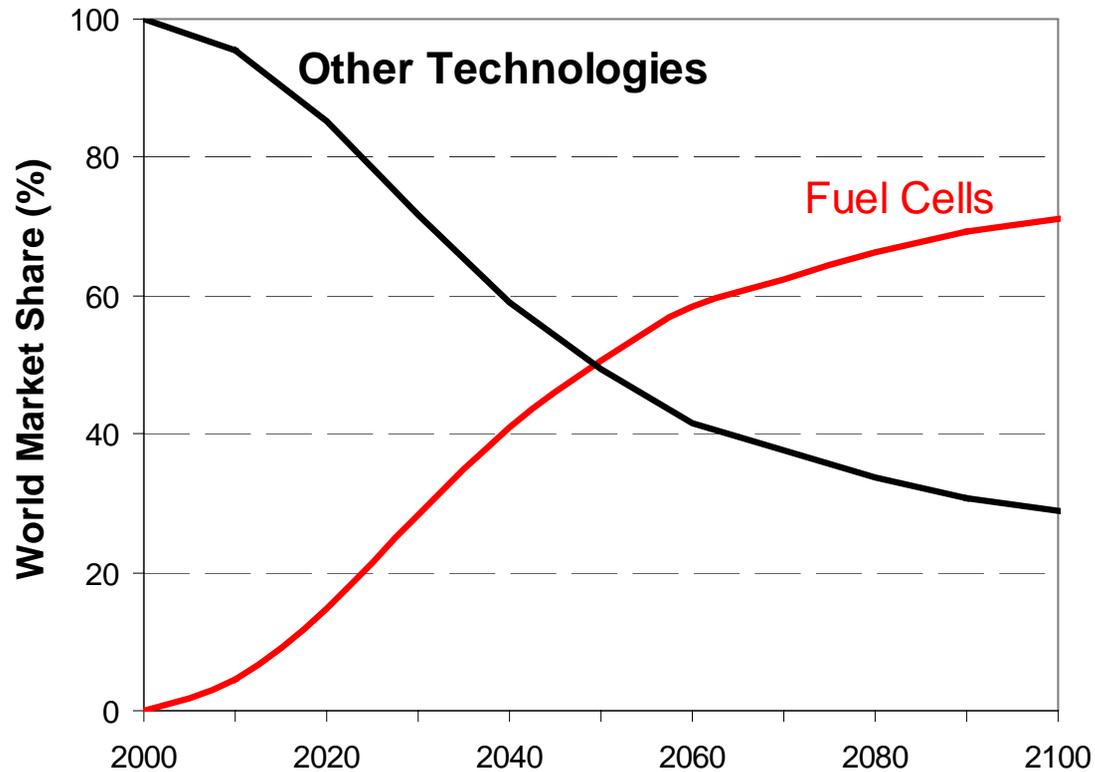
Towards a Decentralized Electricity System



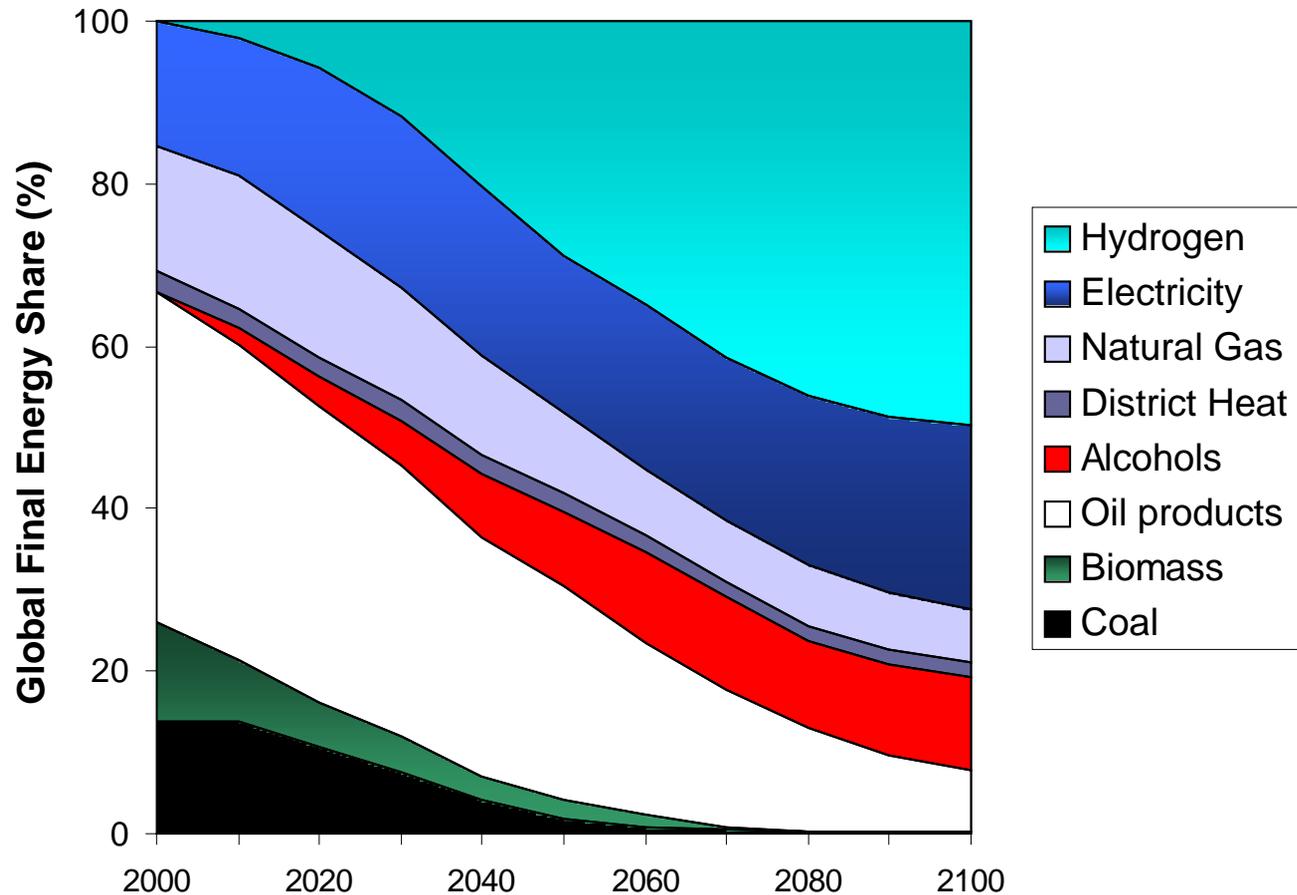
H₂ in den Endenergie-Sektoren



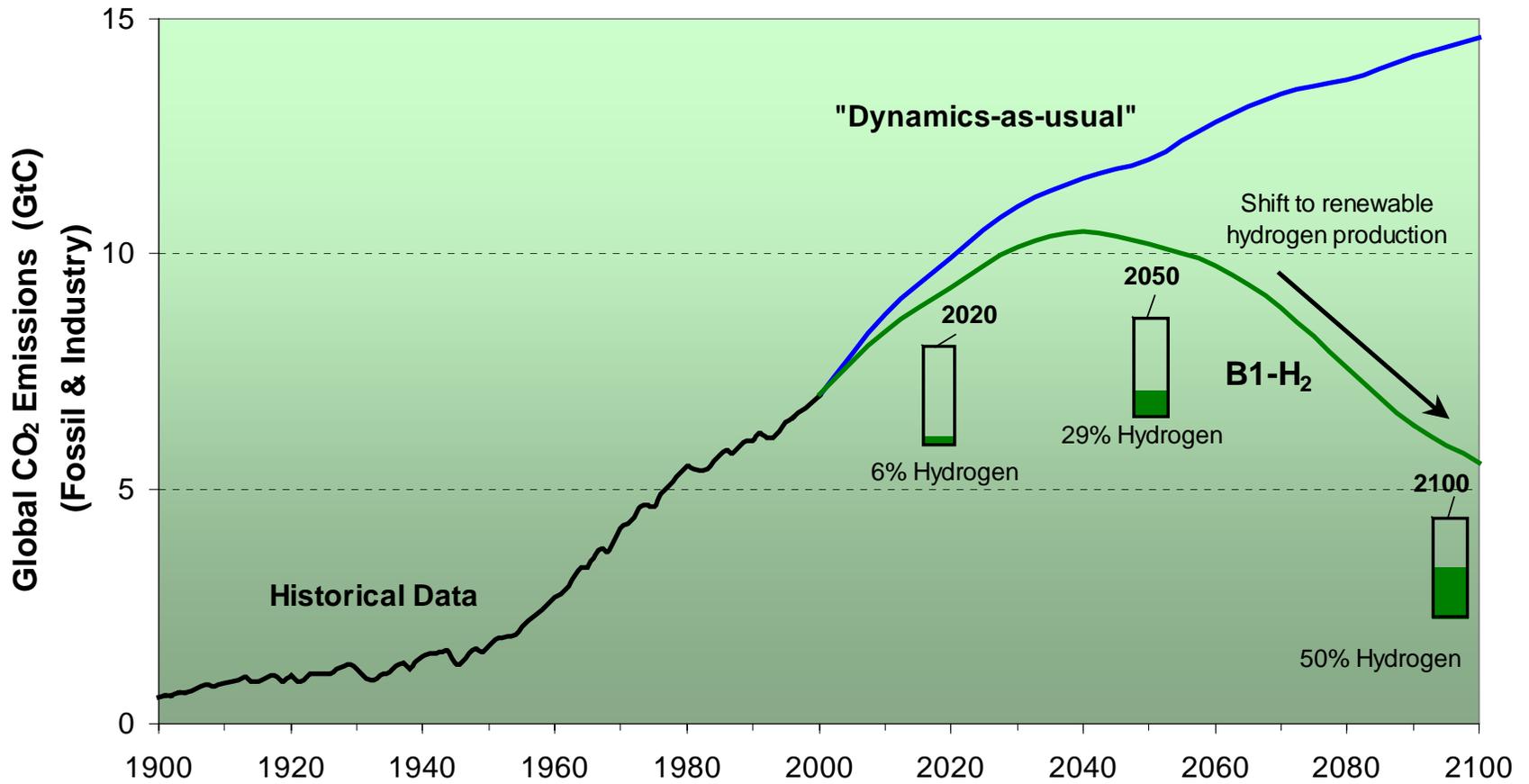
Diffusion von Brennstoffzellen: Transport-Sektor



Endenergie-mix

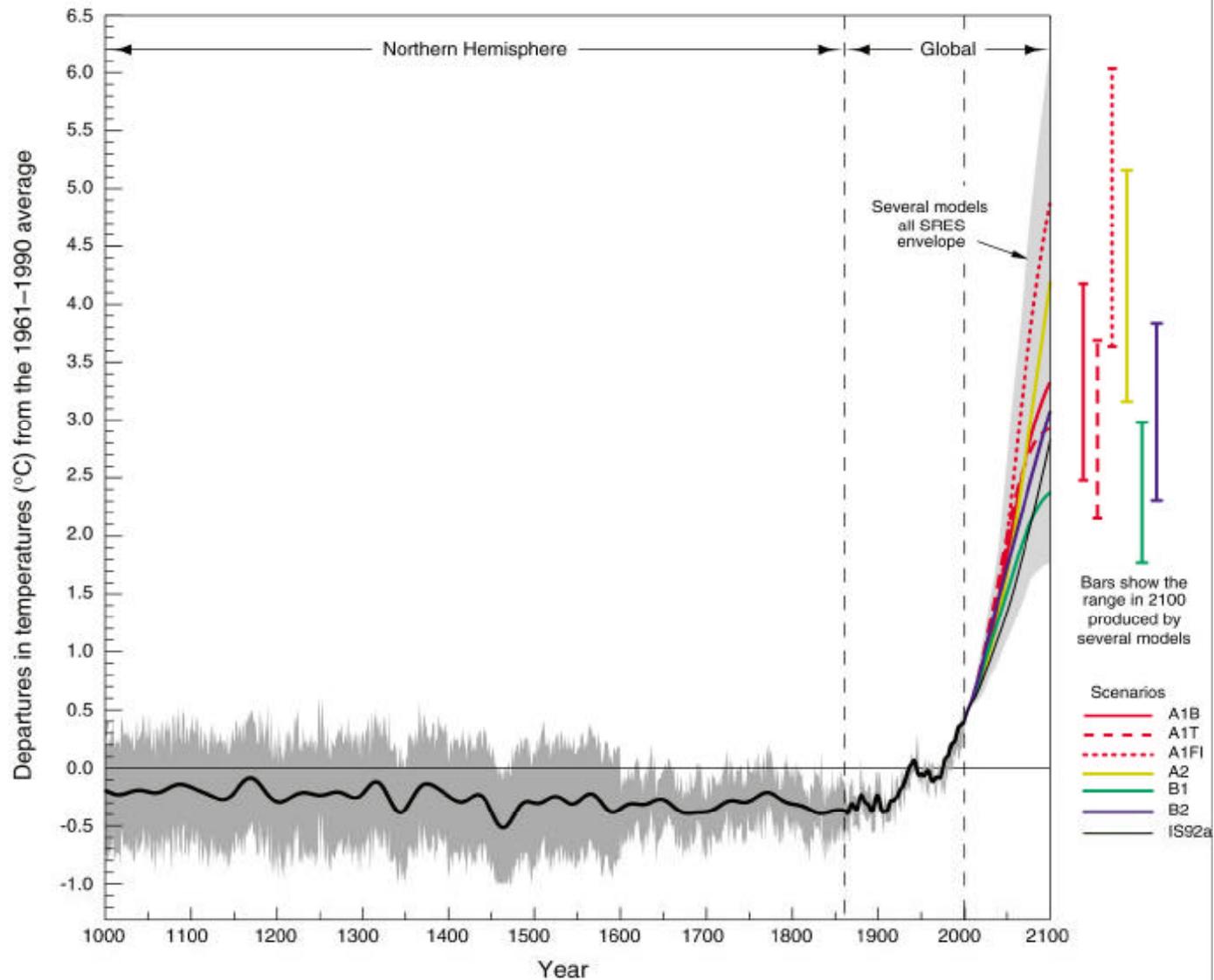


CO₂ Emissionen



Variations of the Earth's surface temperature: 1000 to 2100.

1000 to 1861, N.Hemisphere, proxy data; 1861 to 2000 Global, Instrumental;
2000 to 2100, SRES projections



Schlussfolgerungen

- ◆ Das B1-H2 Szenario illustriert einen möglichen Pfad des Energiesystems zur nachhaltigen Senkung von CO₂-Emissionen:
 - Einstieg in H2 durch fossile Technologien
 - Langfristig: nachhaltige Senkung der CO₂-Emissionen durch H2 aus erneuerbaren Quellen
- ◆ Diese Entwicklung benötigt massive Investitionen in Infrastruktur und F&E
 - Demonstrationsanlagen
 - Schaffung von Nischenmärkten
 - Flächendeckendes H2-Verteilungssystem (“up-front” Investments)
- ◆ Flankierende Maßnahmen (Klimapolitik)