

# Fachkonferenz Energietechnologien 2050 – Wasserstoff

Prof. Dr. Martin Wietschel  
Fraunhofer Institut für System- und  
Innovationsforschung

Berlin, 26. Mai 2009

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Ziele für die Mobilität von Morgen

- Die Emissionen aus dem Verkehr senken
- Die Abhängigkeit vom Erdöl verringern
- Die Energieeffizienz steigern
- Den Anteil erneuerbarer Energien steigern
- Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie stärken

Kraftstoffstrategie der Bundesregierung:



## Warum Wasserstoff?

Wasserstoff ( $H_2$ ) selbst ist ein kohlenstofffreier Energieträger

Wasserstoff ist aus allen Energiequellen herstellbar

$H_2$  ermöglicht die Nutzung der hocheffizienten Brennstoffzelle (BZ)

Wasserstoff ist ein Energiespeicher für erneuerbare Energien

$H_2$  und BZ haben als Schlüsseltechnologien ein großes Potenzial für Wertschöpfung

**Wasserstoff kann künftig eine bedeutende Rolle als Kraftstoff im Straßenverkehr spielen**

## Warum Wasserstoff?

- Die Emissionen aus dem stationären Sektor senken
- Die Abhängigkeit vom Erdöl verringern
- Den Anteil erneuerbarer Energien steigern
- Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft stärken

## Aber nicht so zwingend wie im Verkehr

- Anzahl an Alternativen ist höher
- Hoher Druck auf die Wirtschaftlichkeit
- Die Energieeffizienz kann sich problematisch darstellen
- Bestehende Gasinfrastruktur kann eine Marktbarriere darstellen

## Evtl. positive Spill-overs durch den Wasserstoffeinsatz im Verkehr

- Senken der Kosten bei der Brennstoffzelle
- Senkung der Kosten bei der Wasserstoffherstellung
- Nutzung von Infrastrukturen (z.B. Wasserstoffpipelines)

# Wasserstoff: Als Stromspeicher?

---

energietechnologien  
2050

Wird später im Vortrag über Speicher behandelt

# Relevanz des Themenfeldes

## Wasserstoff für mobile Anwendungen

energietechnologien  
2050

Wasserstoff	Deutschland				Weltweit				
	Jahr	2007	2020	2030	2050	2007	2020	2030	2050
Energieerzeugung H <sub>2</sub> für mobile An- wendungen [TWh]		0	3	28	133	0	80	1.300	3.300
Geschätztes Investi- tionsvolumen [Mrd. € <sub>2005</sub> /Jahr]		–	0,6	2,8	6,1	–	16	130	150
Energieeinsparung [TWh/Jahr]		–	2	20	170	–	–	–	–
CO <sub>2</sub> -Einsparung [Mio t/Jahr]		–	0,6	7	40			<100	1.500

Quellen: u.a.  
GermanHy  
(2008) und  
IEA (2007)

Zur Wirtschaftlichkeit:

- Ab einem Ölpreis von 60 bis 80\$/barrel sind die Kraftstoffkosten für H<sub>2</sub> mit heutigen Kraftstoffkosten vergleichbar
- Die Herausforderung liegt in der Kostendegression der Wasserstofffahrzeuge (BZ; Tank)

Kommerziell	Demonstration	F&E	Ideenfindung
<p><u>Produktion</u> Fossile Wasserstoffproduktion (Dampfreformierung, Kohlevergasung, Partielle Oxidation) Alkalische Elektrolyse (dezentral, on-site)</p> <p><i>Weltweite Produktion: 500 Milliarden Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub></i> <i>Deutsche Produktion: 20 Milliarden Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub></i></p>	<p><b>Biomassevergasung</b> <b>PEM-Elektrolyse</b> <b>Kostengünstige Hochdruckelektrolyse</b> <b>Großelektrolyseure (zentral)</b> <i>Abfallwasserstoff</i></p>	<p><b>Hochtemperatur-elektrolyse</b> <b>Thermo-chemische Wasserstoffherstellung</b> <b>Solarthermische Verfahren zur Methan-nutzung</b> Vergärung Fermentation Kohlevergasung mit CO<sub>2</sub>-Sequestrierung</p>	<p><b>Biochemische Herstellung (Algen, Bakterien)</b></p>
<p><u>Speicherung</u> Stationäre Kleinspeicher Hochdruckspeicher (45 MPa) LH<sub>2</sub>-Speicher</p>	<p>Hochdruckspeicherung (70-82,5 MPa) LH<sub>2</sub>-Speicherung Metallhydridspeicherung Geologische (=Untertage)Speicher</p>	<p>Komplexe Hydride Kryo-Hochdruckspeicher, Kryoadsorption in porösen Materialien</p>	<p>Mikroglaskugeln</p>
<p><u>Verteilung</u> <b>Verflüssiger, Verdichter</b></p>			

- Nur punktueller Forschungsbedarf bei fossilen Wasserstoffherstellungsverfahren
- Wichtige Forschungsthemen hier:
  - Dampfreformierung (Entwicklung von kleinen Reformern, der Verbesserung der H<sub>2</sub>-Qualität, Werkstoffverbesserungen, neuen Katalysatoren, Optimierung des Teillastverhalten und der CO<sub>2</sub>-Minderung)
  - Verflüssiger (Reduzierung des Stromeinsatzes für die Verflüssigung (Neue Kältemittel und neue Herstellungsverfahren) und die Anpassung an fluktuierende Einspeiser)
  - Entwicklung von Wasserstoffverdichtern (Anpassung an fluktuierende Einspeiser, Anlagen down scaling, Wirtschaftlichkeit)
- Kernthema: CO<sub>2</sub>-freie oder –arme Wasserstoffherzeugung
- Wasserstoffherzeugung aus Windstrom, alkalische und PEM-Elektrolyse (Anlagenoptimierung, der Anlagen-Hochskalierung und der Flexibilität der Anlagen zur Reaktion auf Lastschwankungen), systemtechnische Analysen der Wasserstoff-Großspeicherung und Einbindung von Verflüssigern)

- Hochtemperaturelektrolyse (Materialbereich und Ankopplung von großen Dampferzeugern)
- Biomassevergasung (Verfahrensoptimierung, Verwendung neuer Werkstoffe, Sicherstellung der H<sub>2</sub>-Qualität und Anlagen-Hochskalierung)
- Auf längerfristige Sicht:
  - Solarthermischen Verfahren einer Methannutzung (Verbesserung der Materialien wegen der extreme Prozessbedingungen und Anlagenauslegung für industrielle Maßstäbe)
  - Thermochemische Wasserstofferzeugung (Anlagenupscaling, neue Metalloxide, Langzeitstabilität der Metalloxid-Beschichtung und Optimierung des Receiverdesigns)
- Förderung der Grundlagenforschung:
  - Photoelektrische Wasserspaltung (Photoelektrolyse) und biologische Wasserstoffgewinnung