

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 ₂ für mobile An- wendungen [TWh] | | 0 | 3 | 28 | 133 | 0 | 80 | 1.300 | 3.300 |
| Geschätztes Investi- tionsvolumen [Mrd. € ₂₀₀₅ /Jahr] | | – | 0,6 | 2,8 | 6,1 | – | 16 | 130 | 150 |
| Energieeinsparung [TWh/Jahr] | | – | 2 | 20 | 170 | – | – | – | – |
| CO ₂ -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 H₂ 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 Nm³ H₂</i> <i>Deutsche Produktion: 20 Milliarden Nm³ H₂</i></p> | <p>Biomassevergasung PEM-Elektrolyse Kostengünstige Hochdruckelektrolyse Großelektrolyseure (zentral) <i>Abfallwasserstoff</i></p> | <p>Hochtemperatur-elektrolyse Thermo-chemische Wasserstoffherstellung Solarthermische Verfahren zur Methan-nutzung Vergärung Fermentation Kohlevergasung mit CO₂-Sequestrierung</p> | <p>Biochemische Herstellung (Algen, Bakterien)</p> |
| <p><u>Speicherung</u> Stationäre Kleinspeicher Hochdruckspeicher (45 MPa) LH₂-Speicher</p> | <p>Hochdruckspeicherung (70-82,5 MPa) LH₂-Speicherung Metallhydridspeicherung Geologische (=Untertage)Speicher</p> | <p>Komplexe Hydride Kryo-Hochdruckspeicher, Kryoadsorption in porösen Materialien</p> | <p>Mikroglaskugeln</p> |
| <p><u>Verteilung</u> Verflüssiger, Verdichter</p> | | | |

- Nur punktueller Forschungsbedarf bei fossilen Wasserstoffherstellungsverfahren
- Wichtige Forschungsthemen hier:
 - Dampfreformierung (Entwicklung von kleinen Reformern, der Verbesserung der H₂-Qualität, Werkstoffverbesserungen, neuen Katalysatoren, Optimierung des Teillastverhalten und der CO₂-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: CO₂-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 H₂-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