

# Strategiepapier zum Forschungsbedarf in der Wasserstoff-Energietechnologie

W. Tillmetz  
ZSW  
werner.tillmetz@zsw-bw.de

*Strategiepapier*



Strategiepapier veröffentlicht  
im Januar 2005

Sprecher des Strategiekreises

- Prof. U. Wagner – FFE/TU München
- Prof. J. Garcke – ZSW
- Dr. H-J. Neef – FZJ

Teilnehmer des Strategiekreises  
alle Akteure zum Thema aus Politik,  
Industrie und Wissenschaft

Redaktionelle Leitung  
Forschungsstelle für Energiewirtschaft  
(FFE)

## Wasserstoff – Energieträger der Zukunft!

### • Wasserstoff und Energieversorgungssicherheit

Wasserstoff kann aus allen (fossilen, nuklearen und regenerativen) Primärenergieträgern hergestellt werden. Hierdurch ist eine stete Anpassung des Energiemixes an die globale geopolitische Ressourcensituation möglich.

### • Wasserstoff als Brückentechnologie

Auch aus konventionellen Energieträgern hergestellter Wasserstoff kann Effizienzvorteile bieten. Die Übergangsphase zu einer auf regenerativ erzeugtem Wasserstoff basierenden Energiewirtschaft kann mittels fossiler Energieträger und gegebenenfalls CO<sub>2</sub>-Abscheidung realisiert werden.

### • Wasserstoff und Klimaschutz

Durch Wasserstofftechnologien sind geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen bei gleichen Energiedienstleistungen erreichbar. Zudem ist die Umwandlung von Wasserstoff beim Anwender nahezu schadstofffrei.

### • Wasserstoff und regenerative Energien

Wasserstoff ermöglicht eine verstärkte Integration erneuerbarer Energien in die vorhandene Energieinfrastruktur. Wasserstoff leistet somit einen Beitrag zur Schonung erschöpfbarer Energieträger.

*Ergebnisse des  
Berichts*

## Wasserstoff – Energieträger der Zukunft!

### • Wasserstoff und Brennstoffzellen

Wasserstofftechnik und Brennstoffzellen erschließen unabhängig voneinander energiewirtschaftliche und ökologische Vorteile und lassen sich zu besonders energieeffizienten Lösungen kombinieren.

### • Wasserstoff und Wettbewerbsfähigkeit

Innovative Wasserstofftechnologien erschließen global neue Märkte – eine Technologieführerschaft stärkt die Wirtschaftskraft und schafft Arbeitsplätze in deutschen Unternehmen.

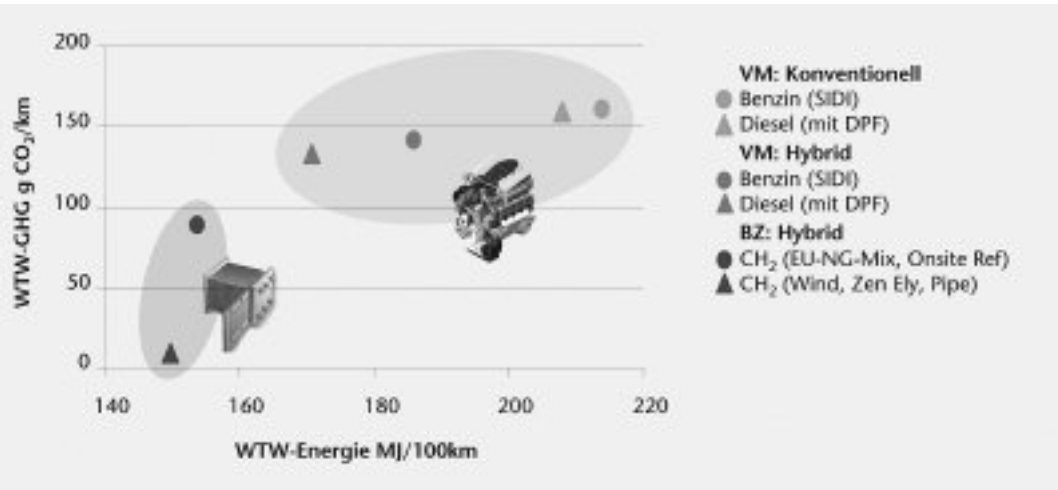
### • Wasserstoff in Deutschland

Deutschlands Stärke ist das wissenschaftliche und industrielle Know-how zur Entwicklung und Herstellung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechniken. Diese Kompetenzen sind Basis für eine Vorreiterrolle zur intensiven Marktvorbereitung.

*Ergebnisse des  
Berichts*

Wirkungsgrad im Vergleich

### Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emission von Fahrzeugen (ganzheitlich)



- H<sub>2</sub> aus regenerativen Quellen in BZ-Fahrzeugen: emissionsfreie Mobilität
- H<sub>2</sub> aus Erdgas (Übergangsphase): 30 % Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission

Ergebnisse des Berichts

Ziele einer aktualisierten Förderpolitik sind

- die Entwicklung einer H<sub>2</sub>-Technologieführerschaft in Deutschland und die
- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch den Export von Produkten und Dienstleistungen.

Dazu gehören:

- Unterstützung von Forschung und Entwicklung
- Marktvorbereitung durch Impuls- und Leuchtturmprojekte
- Schaffung verlässlicher Rahmenbedingungen

Ergebnisse des Berichts

**Handlungsbedarf für eine H<sub>2</sub>-Technologieführerschaft**

Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sind erheblich zu verstärken:

- Verbesserung und Kostenreduktion von Wasserstoff-Herstellungsverfahren, -Speicherung und -Infrastruktur
- Weiterentwicklung von H<sub>2</sub>-Anwendungstechniken
- Begleitende Systemanalyse und ganzheitliche Bewertung, z. B. von H<sub>2</sub>-Erzeugung und -Anwendung

Zur Marktvorbereitung sind internationale Impuls- und Leuchtturmprojekte mit den folgenden Zielen zu realisieren:

- Erhöhung des Engagements durch Aufteilung der Risiken
- Nachweis der technischen Machbarkeit und Auswertung praxisnaher Erfahrungen
- Aufbau von Keimzellen für eine zukünftige Wasserstoff-Energiewirtschaft
- Steigerung der Akzeptanz in der Gesellschaft durch objektive Information

Schaffung verlässlicher Rahmenbedingungen für Entwickler, Hersteller und Investoren:

- Definition der nationalen Ziele und einer europäischen Roadmap
- Zügige Abstimmung und Umsetzung internationaler Vorschriften und Gesetze
- Verbindliche Aussagen der Politik zu Markteinführungsinstrumenten

		Förderungsbereiche			
		Systemanalyse	Grundlagenforschung	Anwendungsnahe F&E	Demonstrationsprojekte
Technologebereich	Erzeugung	ganzheitliche Technologiebewertung insb. Nutzungskonflikte	alternative H <sub>2</sub> -Erzeugungstechniken Katalysatortechnik für dezentrale Reformer	HD-Elektrolyse H <sub>2</sub> aus Vergasungstechniken, wie z. B. aus Kohle oder Biomasse H <sub>2</sub> aus Offshore (Windenergie) Systemfragen zu dezentralen Reformen (für Tankstelle, die stationäre und portable Anwendung) H <sub>2</sub> -permeable Membranen	nationale Großprojekte und EU Lighthouse Projects z. B. H <sub>2</sub> -Schiene Süddeutschland, Hafencity Hamburg
	Logistik		Gasabtrennung (H <sub>2</sub> und CO <sub>2</sub> ) neue Speichertechnologien	hocheffiziente Verflüssigungsanlagen GH <sub>2</sub> - und LH <sub>2</sub> -Speicher Tankstellenkomponenten Pipeline-Systeme und Hythane Sicherheitstechnik	
	Anwendung		Materialentwicklung für PEM, MCFC und SOFC Materialentwicklung für HD-H <sub>2</sub> -Turbinen	H <sub>2</sub> -Verbrennungsmotor H <sub>2</sub> -Brenner für Gasturbinen katalytische Brenner Membran-Fertigung BZ-Fertigung Periphere Komponenten für BZ- und H <sub>2</sub> -Anwendungen	

Ergebnisse des Berichts

Empfohlene  
Schwerpunksetzungen  
in der F&E-Förderung

## 1. Schwerpunkt-Programm zur Wasserstoff-Speicherung für den mobilen und portablen Einsatz (ca. 10–20 Projekte à ca. 2 Mio. €)

	Verfahren	F&E Bedarf	*
Gasförmiger Wasserstoff	Vor-Ort Erzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>On-site Elektrolyse</li> <li>On-site Reformer</li> </ul>	1
	Pipeline-Ferntransport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenreduzierung</li> </ul>	3
	Verteilung mit Leitungsnetz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenoptimierung für innerstädtische Netze</li> </ul>	3
	Druckspeicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hochdrucksysteme (&gt; 700 bar)</li> <li>Großspeicher (~10.000 m³)</li> <li>Werkstoffe</li> </ul>	1
	GH <sub>2</sub> -Tankstelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kompressor (Standzeit, Kosten)</li> <li>Hochdruckspeicher</li> <li>Optimierung Tankstellenintegration und Systemauslegung</li> <li>Kosten</li> </ul>	1
	Hydridspeicher	<ul style="list-style-type: none"> <li>Speicherkapazität, Niedertemperatur Hydride</li> </ul>	2
Flüssigwasserstoff	fortgeschrittene Speicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neue Speicherkonzepte</li> <li>Werkstoffe</li> </ul>	3
	Verflüssigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierung Wirkungsgrad</li> <li>Kosten</li> </ul>	2
	Schiffsferttransport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konzepte</li> </ul>	3
	Verteilung mit LH <sub>2</sub> -LKW	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzierung Füllverluste</li> </ul>	1
	LH <sub>2</sub> -Tankstelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierung Tankstellenintegration und Systemauslegung</li> <li>Reduzierung Boil-off</li> <li>Kosten</li> </ul>	1
Sicherheitstechnik	Sensorik und Sicherheitsmanagement		1

\* Zeitrahmen zur Markteinführung  
bis 2012: 1  
bis 2020: 2  
nach 2020: 3

Empfohlene  
Schwerpunksetzungen  
in der F&E-Förderung

## 2. Demonstrationsprojekte zur energieeffizienten und CO<sub>2</sub>-neutralen Erzeugung von Wasserstoff (ca. x00 Mio. €)

	Verfahren	F&E Bedarf	*
Elektrolyse	Hochdruckelektrolyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Druckniveaus</li> <li>Integrierte Konzepte</li> <li>Werkstoffe, Katalysatoren</li> <li>Wirkungsgrade/Kosten</li> </ul>	1
	Hochtemperaturelektrolyse		2
Dampferörmierung		<ul style="list-style-type: none"> <li>Kleine Reformer</li> <li>H<sub>2</sub>-Qualität</li> <li>Werkstoffe, Katalysatoren</li> <li>Teillastverhalten</li> <li>Kosten</li> </ul>	1
Kohlevergasung und partielle Oxidation			1
Biomassevergasung		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verfahrensoptimierung</li> <li>Werkstoffe</li> <li>H<sub>2</sub>-Qualität</li> <li>Kosten</li> </ul>	2
Byprodukt-H <sub>2</sub>		<ul style="list-style-type: none"> <li>H<sub>2</sub>-Qualität</li> </ul>	1
Kvaerner-Verfahren			2
Methanolreformierung		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verfahrensoptimierung</li> <li>Werkstoffe</li> <li>H<sub>2</sub>-Qualität</li> </ul>	1
Sonstige Verfahren	Thermochemische Erzeugung Photochemische Verfahren Biologische Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagenforschung</li> </ul>	3

\* Zeitrahmen zur Markteinführung  
bis 2012: 1  
bis 2020: 2  
nach 2020: 3

*Empfohlene  
Schwerpunksetzungen  
in der F&E-Förderung*

### **3. Begleitende Systemstudien (5–10 Projekte á ca. 250.000 €)**

Mögliche Themen:

- Ganzheitliche Bewertung von H<sub>2</sub>- und Brennstoffzellen-Technologie
- Potenziale von H<sub>2</sub>- und Brennstoffzellen-Anwendungen
- H<sub>2</sub>-Bereitstellung durch Offshore-Windkraftanlagen
- Integration von H<sub>2</sub>- und Brennstoffzellen-Techniken in das bestehende System der Stromversorgung

*Zukunft des  
Strategiekreises*

- Zusammenlegung mit BERTA zu HYBERT
- Koordinationsbüro beim PtJ in Jülich
- Erstellung einer nationalen Roadmap für H<sub>2</sub>- und Brennstoffzellen-Technologie im europäischen und internationalen Umfeld (z. B. entsprechend den Kennwerte/Kriterien des DOE)
- Inhaltliche und organisatorische Abstimmung internationaler Gremienarbeit
- Initiierung/Koordination internationaler Großprojekte