

# Schlussfolgerungen und Forschungsperspektiven

Wasserstoff wird als synthetischer Energieträger zukünftig eine wichtige Rolle spielen. Unser jetziges Energiesystem wandelt sich zu einer nachhaltigen und solaren Energiewirtschaft. Strom, Wärme und Kraftstoffe brauchen dafür langfristig auch Wasserstofftechnologien. Wasserstoff als Energiespeicher und Energieträger sowie seine umweltfreundliche und wirtschaftliche Umwandlung mit Hilfe von Brennstoffzellen mit hohen Wirkungsgraden werden dabei wichtige Bausteine sein, um die erneuerbaren Energiequellen möglichst umfassend zu nutzen.

Der Workshop beschäftigte sich mit den Fragen:

- Wie groß sind die Potenziale für die Wasserstoffherzeugung aus Erneuerbaren Energien?
- Welche Technologien der Wasserstoffherzeugung kommen kurz-, mittel- und langfristig zum Tragen?
- Welche Erfahrungen gibt es bislang und wo ist Forschungsbedarf?
- Was sind die Anforderungen an die Speicherung, Qualität, Sicherheit etc.?

Die Veranstaltung zeigte, dass Wasserstoffherzeugung und Nutzung langfristig und nachhaltig nur aus erneuerbaren Energien sinnvoll ist. Alle fossilen Quellen sind endlich und gleichzeitig mit der Freisetzung von CO<sub>2</sub> verbunden. In der Übergangsphase kann die Erzeugung von Wasserstoff aus fossilen Quellen durchaus interessant sein. Entscheidend ist allerdings, dass die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz über die gesamte Herstellungs- und Nutzungskette positiv ist. Insbesondere in Verbindung mit den hocheffizienten Brennstoffzellen ist dies für einige Pfade der Fall.

## Forschungs- und Entwicklungsperspektiven

Einleitend soll bemerkt werden, dass dieses Kapitel zu den Forschungs- und Entwicklungsperspektiven für die Herstellung von Wasserstoff

aus erneuerbaren Energien keine Zusammenfassung der Vorträge sein soll, sondern es versucht aus dem vorliegenden Material einen großen Überblick über die weißen Flecken in der Forschungslandschaft, die Defizite im Verständnis grundlegender Mechanismen und die Notwendigkeiten der Technologieentwicklung zusammenzustellen.

Das **Strategiepapier** zum Forschungsbedarf in der Wasserstoff-Energietechnologie der Bundesregierung (BMWA, 2005) hat als Ziel die Entwicklung einer H<sub>2</sub>-Technologieführerschaft in Deutschland gesetzt sowie eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch den Export von Produkten und Dienstleistungen. Dazu gehören vor allem eine stärkere Förderung von Forschung und Entwicklung. Wo der Forschungs- und Entwicklungsbedarf liegt, sollte durch den Workshop ein Stück aktualisiert und weitergeführt werden. Dabei zeigt sich, dass dabei nicht nur mechanisch auf die einzelnen Technologien geschaut werden darf. Denn die Vorträge zeigen, dass die Frage, woher der Wasserstoff kommt, nur im Verbund mit den Möglichkeiten einer effektiven, wirtschaftlichen Speicherung, einer effizienten Umwandlung in Nutzenergie und einer Integration in Energieverbundsysteme beantwortet werden kann. Der im Folgenden aufgezeigte Forschungs- und Entwicklungsbedarf bezieht sich daher auf diese drei Schwerpunkte.

### 1. Technologische Leitbilder

Forschungsgegenstand ist, technologische Leitbilder für wissenschaftlich fundierte und belastbare Entscheidungshilfen und Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu finden, die es erlauben, die Wirkung der Einführung neuer Technologien rechtzeitig und umfassend zu beurteilen:

- Globale ökonomische, ökologische und politische Problemlagen verlangen nach besonderen Formen der Steuerung.
- Wissenschaftliche und technologische Innovationsprozesse werden mehr und mehr Teil

G. Stadermann

FVS

fvs@hmi.de

W. Tillmetz

ZSW

werner.tillmetz@zsw-bw.de

gesamtgesellschaftlicher Debatten und Instrument politischer Interessen.

- Die Politik muss andererseits ihre Entscheidungen verstärkt durch wissenschaftliche Expertise und Experten legitimieren.

Was bedeutet diese Zukunftsbezogenheit für Prozesse der wirtschaftlichen und politischen Entscheidungsbildung und wie wirken sich diese schließlich auf die Forschung und Entwicklung zu Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien selbst aus? Bei einer Bereitstellungsoptimierung regenerativer Energien muss berücksichtigt werden:

- Die technische Machbarkeit
- Die Bezahlbarkeit für Volkswirtschaft und Kunden
- Die Integrierbarkeit in die Verbrauchssektoren
- Die Bevölkerungsakzeptanz/Kundenakzeptanz
- Die Nachhaltigkeit (Ökonomie, Ökologie, Soziales)

Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf ergibt sich dabei auch auf der Zeitachse:

- Welche erneuerbaren Energien bieten sich für die H<sub>2</sub>-Erzeugung an?
- Und wie hoch ist das ökologische und ökonomische Potenzial für eine sinnvolle H<sub>2</sub>-Erzeugung aus erneuerbaren Energien?
- Wann ist wie viel Wasserstoff möglich und sinnvoll?

## 2. Wasserstoffspeicherung

Die Frage wie und aus welchen erneuerbaren Energien Wasserstoff kostengünstig und ökologisch erzeugt werden kann, ist eng verbunden mit der Speicherung von Wasserstoff. Dafür sind außer der 700 bar-Technologie kaum alltags-taugliche Lösungsansätze erkennbar und es gibt daher noch einen sehr hohen Grundlagenforschungsbedarf:

- Entdeckung neuartiger H<sub>2</sub>-Speicher
- Erklärung fundamentaler Effekte
- Evaluierung existierender Materialklassen
- Optimierung vielversprechender Materialien
- Materialforschung für hohe Energiedichten der H<sub>2</sub>-Speicherung

### *Forschungsbedarf für H<sub>2</sub>-Sorptionsspeicher*

Von allen Speichertechnologien haben Sorptionsspeicher für den Fahrzeugbau das größte Potenzial. Neben dem Materialaspekt

besteht für die technische Umsetzung großer Forschungsbedarf:

- Entwicklung neuer Speichermaterialien, zum Beispiel Nanomaterialien mit hoher Kapazität
- Desorptionstemperaturen <100 °C müssen realisiert werden
- Eine schnelle Kinetik der Wärmeauf- und -abgabe ist erforderlich.
- Verbesserung des internen Wärme- und Stofftransports
- effizientes Wärmemanagement
- Fahrzeugintegration von Sorptionsspeicher
- Fahrzeug- und verfahrenstechnische Integration, Sicherheit bei Betankung

## 3. Wasserstofferzeugung

Neben der etablierten Elektrolysetechnologie bietet langfristig die solarthermische Wasserstofferzeugung ein hohes Potenzial. Mittelfristig ermöglicht die regenerative Wasserstoffgewinnung aus minderwertiger Biomasse, für die am ZSW eine neues und effizientes Reformierungsverfahren entwickelt wird, interessante Anwendungsmöglichkeiten.

### *Forschungsbedarf für H<sub>2</sub>-Gewinnung aus Biomasse*

- Neue CO<sub>2</sub>-Adsorptionsmaterialien für die thermochemische Gaserzeugung aus Biomasse für die Produktion von Synthesegas oder Wasserstoff
- Optimierung von Abtrennungsprozessen von H<sub>2</sub>

### *Forschungsbedarf für solarthermische Kreisprozesse*

Wasserstoffproduktion aus solarthermischen Kreisprozessen: Dabei entsteht durch chemische Reaktionen im Sonnenofen Wasserstoff aus Sonnenwärme und Dampf.

- Entwicklung von Regelungsstrategien und Prozeduren für den Betrieb von optimierten Solar-Reformierungsanlagen
- Materialentwicklung und -tests für Hochtemperaturanwendungen und korrosive Medien
- Fertigung und Qualifizierung von Prototypen (Receiver, Spaltreaktoren, Separatoren, Wärmeüberträger)
- Modellierung von Schlüsselkomponenten (Prozessdesign und Simulation)

- Hardware für Hochtemperaturwärmetransport
- Ausbeuteoptimierung, Optimierung von Reaktionsgeschwindigkeiten, Katalysatorentwicklung
- Grundlagenforschung zu Mechanismen der H<sub>2</sub>O-Spaltung an Metalloxiden
- Entwicklung neuer Materialien im ferritischen Bereich für Katalysatoren

#### **4. Wasserstoff als Stromspeicher**

Wasserstoffherzeugung aus Elektrolyse ist technisch weitgehend ausgereift. Mit Wirkungsgraden von 80 % hat diese Technik schon eine Fülle von Anwendungen angestoßen. Überschuss-Strom aus Windenergie für die Wasserstoffherzeugung zu nutzen, kann angesichts effizienter Speichermöglichkeiten für die optimale Nutzung der Windenergie und die Netzstabilisierung ein sehr effektiver Weg sein. Der erzeugte Wasserstoff sollte insbesondere als Treibstoff für den Verkehrssektor genutzt werden. Ausnahmsweise ist auch eine Rückverstromung sinnvoll.