

The background is a teal-tinted photograph of industrial machinery, likely a hydrogen production or storage facility. It features a complex network of pipes, valves, and large cylindrical tanks. Overlaid on this background are the chemical symbols for oxygen ( $O_2$ ) and hydrogen ( $H_2$ ) in a large, semi-transparent font. The text is white and positioned in the upper left quadrant of the image.

Energie-macht-Schule

# Lehrerhandreichung Wasserstoff

## Forschungsperspektiven

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort


Einführung

- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 | Geschichte   | 8  | Industrie, Verkehr, Energieerzeugung –<br>vielfältige Einsatzmöglichkeiten |
| 2 | Wasserstoffvorkommen                                     | 9  | Sektorkopplung bringt große Vorteile                                       |
| 3 | Physikalische Eigenschaften                              | 10 | Politische Rahmenbedingungen<br>in Deutschland                             |
| 4 | Chemische Eigenschaften                                  | 11 | Europäische Zusammenarbeit   |
| 5 | Wasserstoffherstellung für eine<br>Wasserstoffwirtschaft | 12 | Forschungsperspektiven   |
| 6 | Herstellungsverfahren                                    |    |  |
| 7 | Die Wasserstoff-Elektrolyse                              |    |  |

Zusammenfassung

Literatur

## Querverweise



Von hier können  
Sie in jedes  
Kapitel springen

Ihre Notizen für den Unterricht

Wie wirken sich die großen Hoffnungen, die in den Wasserstoff gesetzt werden, auf die Forschung und Entwicklung aus? Bei einer Bereitstellungsoptimierung Erneuerbarer Energien muss aus Sicht der Wissenschaft folgendes 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 wieviel Wasserstoff möglich und sinnvoll?

### Wasserstoffspeicherung

Die Frage wie und aus welchen Erneuerbaren Energien Wasserstoffkosten günstig und ökologisch erzeugt werden kann, ist eng verbunden mit der Speicherung von Wasserstoff. Dafür sind außer der 700 bar Technologie kaum alltagstaugliche 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.

### Querverweise

Ihre Notizen für den Unterricht



© bmbf

Neben dem Materialaspekt besteht für die technische Umsetzung großer Forschungsbedarf:

- Entwicklung neuer Speichermaterialien, zum Beispiel Nanomaterialien mit hoher Kapazität
- Desorptionstemperaturen  $<100^{\circ}\text{C}$  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

alternative Wasserstofferzeugung

Neben der etablierten Elektrolysetechnologie bietet langfristig die solarthermische Wasserstofferzeugung ein hohes Potenzial. Mittelfristig ermöglicht die regenerative Wasserstoffgewinnung aus minderwertiger Biomasse interessante Anwendungsmöglichkeiten.

Forschungsbedarf für  $\text{H}_2$  Gewinnung aus Biomasse:

- Neue  $\text{CO}_2$  Adsorptionsmaterialien für die thermochemische Gaserzeugung aus Biomasse für die Produktion von Synthesegas oder Wasserstoff
- Optimierung von Abtrennungsprozessen von  $\text{H}_2$

Forschungsbedarf für solarthermische Kreisprozesse

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

Querverweise

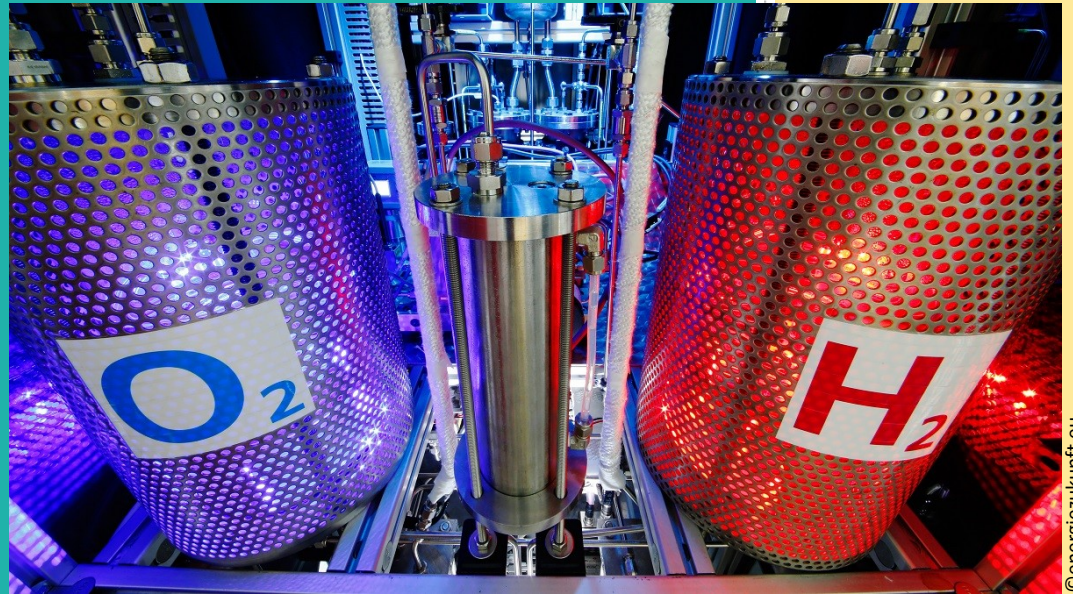
Ihre Notizen für den Unterricht



- Grundlagenforschung zu Mechanismen der  $\text{H}_2\text{O}$  - Spaltung an Metalloxiden
- Entwicklung neuer Materialien im ferritischen Bereich für Katalysatoren

### 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.



©energiezukunft.eu

Querverweise

zurück zum  
Anfang

Ihre Notizen für den Unterricht