

Möglichkeiten der Energiespeicherung



Großkategorien

- Thermische Speicher (*Aquiferspeicher*)
- Brennstoffe (*Öl, Biomasse...*)
- Chemische Speicherung (*H₂, Batterien...*)
- Mechanische Speicher
(*Pumpspeicherkraftwerk, Druckluftspeicher, Schwungradspeicher*)

Gliederung- H₂

1. Allgemeines
 - H₂-Gewinnung
 - Speicherung
 - Rückumwandlung
 - Vor-/ und Nachteile
2. Anwendungsmöglichkeiten
3. Politik
 - Deutschland
 - Programme EU / BRD
4. Projekte
 - Transport (Island)
 - Straßenverkehr

Wasserstoff-Gewinnung

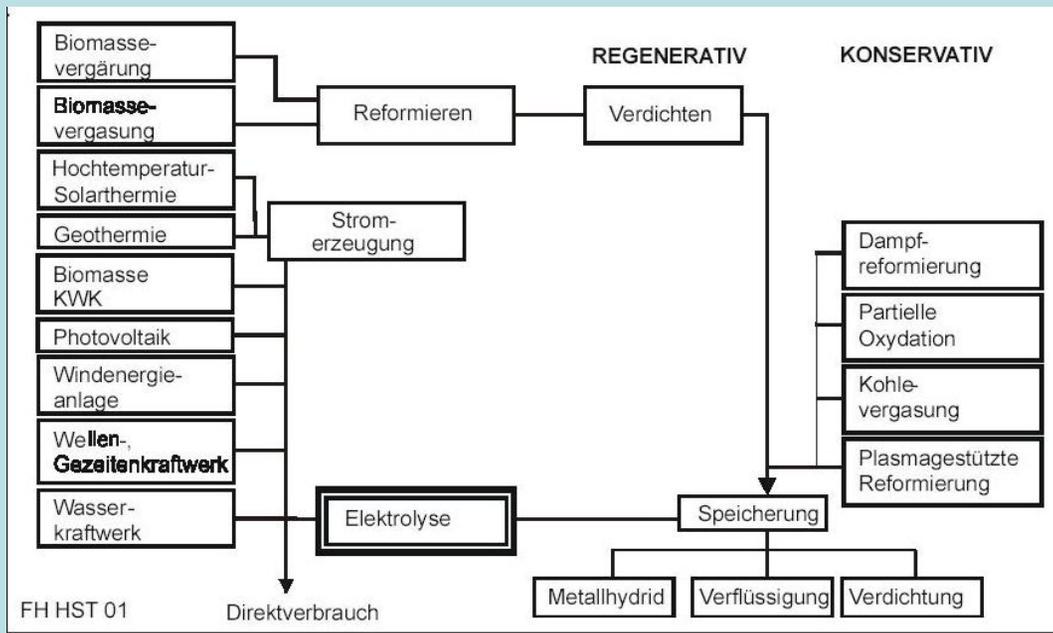
Aus:

- Fossilen Brennstoffen (bisher)
- Reg. Energien (Zukunft)

Verfahren:

- Elektrolyse (aus Sekundärenergie)
- Dampfreformierung (Zukunft: Biomasse)





| Verfahren | Kosten Cent/kWh | Bemerkung |
|------------------------------|--------------------|--|
| Erdgas- reformierung | 3 4 | Hart, 1997 Wagner, 2000 |
| Wasserkraft/ Elektrolyse | 9 15 | Hart, 1997, GH ₂ Bünger, 1992, LH ₂ |
| Windenergie/ Elektrolyse | 23 8 ... 25 | Hart, 1997 Heinicke, 2002 |
| Photovoltaik/ Elektrolyse | 33 ... 73 75 | Hart, 1997 Wagner, 2000 |
| Biomasse- vergasung | 9 4 | Hart, 1997 Tetzlaff, 2001 |
| Diesel /4, 5, 19, 20/ | 8,5 | Sept. 2000, versteuert |

Speicherung

- **Druckspeicher** - bis 35Mpa \Leftrightarrow 350bar
 - Energiedichte nur halb so groß wie bei Flüssigspeichern
- **Flüssigspeicher** - bei ca. -193°C
 - Aufwand dazu ca. 1/3 der Energie
 - starke Isolierung notwendig
 - hohe Energiedichte
- **Metallspeicher** - nur geringer Druck notwendig
 - Dichte doppelt so groß wie bei Flüssigspeichern
 - großes Gewicht
 - Sicherste Speicherart
- **Chemische Speicher** (weitgehend unerforscht)

Metallhydrid-Speicher

- Zusammensetzung: Palladium / Magnesium
- Saugt H_2 wie ein Schwamm auf
- Kaum Druck notwendig
- Minimale T-Änderung zur Steuerung nötig
- $Me + x/2 H_2 \rightleftharpoons MeH_x$ (exotherm)
- Geringe massenspezifische Speicherdichte



Zurückgewinnung

•Elektrolyse → Strom → Geräte

•Direkte Verbrennung → Motor → Autos

•Katalytische Brenner → Wärme → Häuser

Anwendungsmöglichkeiten

Stationär

- Haus, Heizung
- Dezentrales Kraftwerk

Portabel

- Auto, Bus, Zug, Schiff, Flugzeug
- Laptop, Batterien, Camcorder...
- Raketen

Vorteile

- Hohe Energiedichte: 1Kg H₂ ⇔ 3,5l Öl
- Wirkungsgrad Elektrolyse: 60-70%
- Dezentrale Erzeugung und Nutzung (keine Leitungen)
- Speicherung von diskontinuierlicher Energie (Wind, Solar...)
- CO₂-neutral bei Erzeugung aus reg. Energien
- Umwandelbar: Brennstoff/ Strom/ Wärme
- H₂ gleichmäßig über Erde verteilt

Nachteile

- Speicherung:
 - Verflüchtigung von H_2 (0,03-2% pro Tag)
 - Schwer (Metall)
 - energieintensiv (Kühlung)
 - hohe Drücke (gasförmig)
 - große Tanks

- Nur sinnvoll aus reg. Energien

- Bisher teuer

Sicherheit

- Ab 4% H₂ in Luft ist H₂ entzündlich (Knallgas [Wikipedia])
- Leckende Flüssigwasserstofftanks neigen zur Selbstentzündung [Wikipedia]
- Abluft nach oben notwendig, da leichtestes Element
- Verwendung von sehr feinen Sensoren notwendig
- Gefahrenpotenzial ähnlich wie bei anderen Brennstoffen
- Erfahrungen bereits vorhanden
- Versprödung durch Diffusion
- Nicht explosiv (DWW)

Politik und Öffentlichkeit

- **Problem Glaubwürdigkeit:**
 - Wenig Umsetzungen, viel Ankündigungen
- **Massentauglichkeit:**
 - Erwartet erst in 20-40 Jahren
 - Hohe Kosten
 - Nur sinnvoll aus reg. Energien; bisher zu wenig (ca. 20-30%; bisher ca.8%)
 - bisherige Herstellung fast 100% aus fossilen Brennstoffen
- **Übergangslösungen:**
 - Erdgas (Tankstelleninfrastruktur da)
 - Erprobung in Pilotprojekten und Bussen
 - Fahrzeuge, die mit H₂- und Benzinmotor, Hybridautos
- **Ziel:**
 - bis 2050 ca. 50% der Strom- und Primärenergieerzeugung aus reg. Energien

Politik der EU und BRD

BRD

- Förderungen 2002-2004: 100Mio €
- Clean Energy Project (CEP)

EU

- Förderung ca. 30Mio€/Jahr
- Ziel bis 2020:
 - 20% aus reg. Energien
 - 5% Kraftstoff aus H₂

Projekte

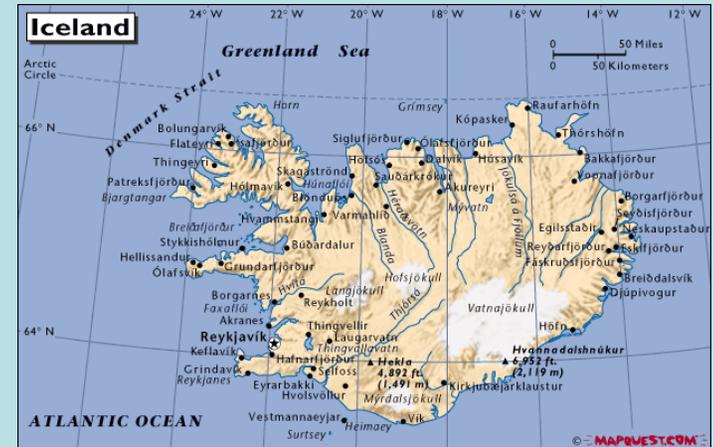
- Island (Transporteur und Hersteller)
- Auto (Umrüstung in Deutschland)
 - Erwarteter Verbrauch
 - Probleme Tankstelleninfrastruktur

Island

•Ziel: → 2030 frei von Ölimporten

•Überlegung über Pipelines H₂ aus reg. Energien nach Europa zu bringen/verkaufen

•Bislang nur 15% Nutzung der vorh. Wasserkraft/ Geothermie



H₂-Auto in Deutschland

DOE: Tank muss mit mind. 6,5% seines Gewichts H₂ speichern
(Bisher~14% in Metallhydriden [SZ])

- Reichweite:** 500km/ Tankfüllung
- Verbrauch:** -Elektrolyse ~0,78 Kg/100km
-Verbrennung ~1,4 Kg/100km

- Reichweite:** 250km/ Tag
- Verbrauch:** -Elektrolyse ~12 Kg/100km
-Verbrennung ~15 Kg/100km

DOE: US Department of Energy



Tankstelle

Probleme:



H₂- gasförmig oder flüssig?

Welcher Druck?

Wie lange dauert der Tankvorgang?

Entwicklung einer Norm

Flächendeckendes Netz

↔ Massentauglichkeit

Transport zur Tankstelle

-Pipeline

-LKW

-Vorort...

Risikoabschätzung

eventuelle Steuer

Quellen

- BMU: Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit
- SFV: Solarförderverein Aachen
- DWV: Deutscher Wasserstoff und Brennstoffzellenverband e.V.
- Forschungszentrum Jülich
- <http://www.diebrennstoffzelle.de>
- Süddeutsche Zeitung
- <http://www.iceland.de>