

# Speicherung von Wasserstoff

# Speichermöglichkeiten für Wasserstoff

Für Wasserstoff gibt es drei unterschiedliche Speicherungsvarianten:

- I. als komprimiertes Gas (gaseous hydrogen =  $\text{GH}_2$ ),  
und als tiefgekühlte Flüssigkeit (liquified hydrogen =  $\text{LH}_2$ ),
- II. als Verbindung in Metallhydriden,
- III. als Bindung des Wasserstoffes an flüssige organische Trägermaterialien (LOHC = liquid organic hydrogen carrier)

# Stationärer Tank für 60 m<sup>3</sup> LH2



# Speicherung von flüssigem Wasserstoff

Die konventionellen LH2-Speicherbehälter

bestehen aus zwei Edelstahl-Tanks und funktionieren wie eine Thermosflasche.

Der Raum zwischen den beiden ineinandergefügten Behältern ist zur Reduzierung des Wärme-Transports evakuiert.

# Speicherung von flüssigem Wasserstoff

Außerdem ist eine wenige Zentimeter dicke Super-Isolationsschicht eingelegt.

Diese besteht aus aluminiumbeschichteten Glasfibrer-Matten,

die dem Isolationsgrad eines 9 m dicken Styroporisolationsmantels entspricht

# Speicherung von flüssigem Wasserstoff

Trotzdem kommt es zu  
Verdampfungsverlusten von

1 bis 2 Vol% pro Tag.

Ein neues Speicherkonzept soll diese Verluste  
verhindern.

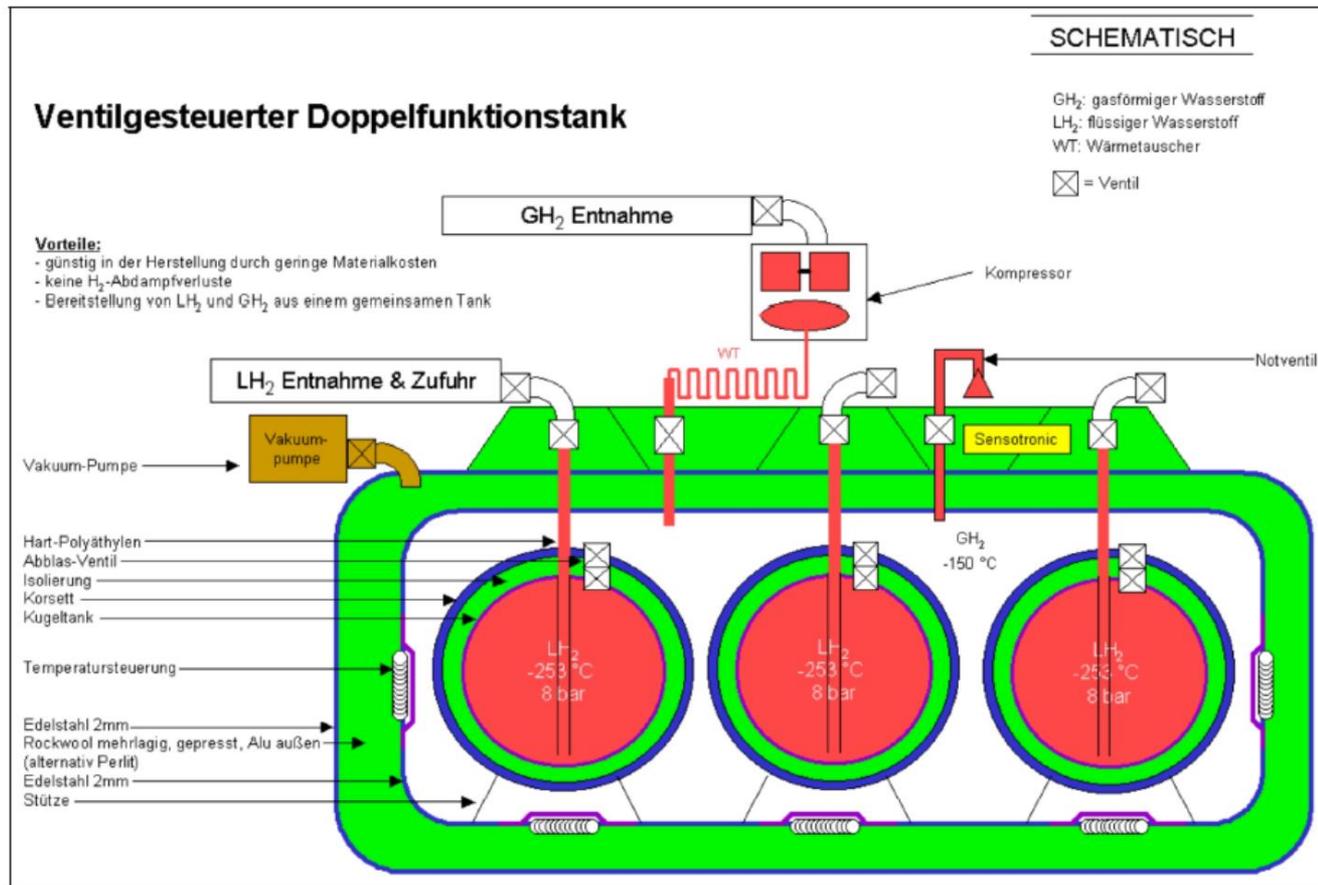
# Speicherung von flüssigem Wasserstoff

Um den LH2-Tank soll ein weiterer Druck-Behälter herumgebaut werden,

so dass entweichendes Gas nicht verloren gehen kann.

Das Konzept sieht einen oder mehrere Behälter für flüssigen Wasserstoff vor.

# Speichermöglichkeiten für Wasserstoff



Quelle: Büttner Ideen-Start

# Neues Speicherkonzept für flüssigen Wasserstoff

## **Einsatz-Gebiete:**

Wasserstoff-Betankungsstellen und Versuchsanlagen,

Labore und Forschungsinstitute  
Gas-Unternehmen,

Hausenergie- und Notstrom-Versorgungseinrichtungen,

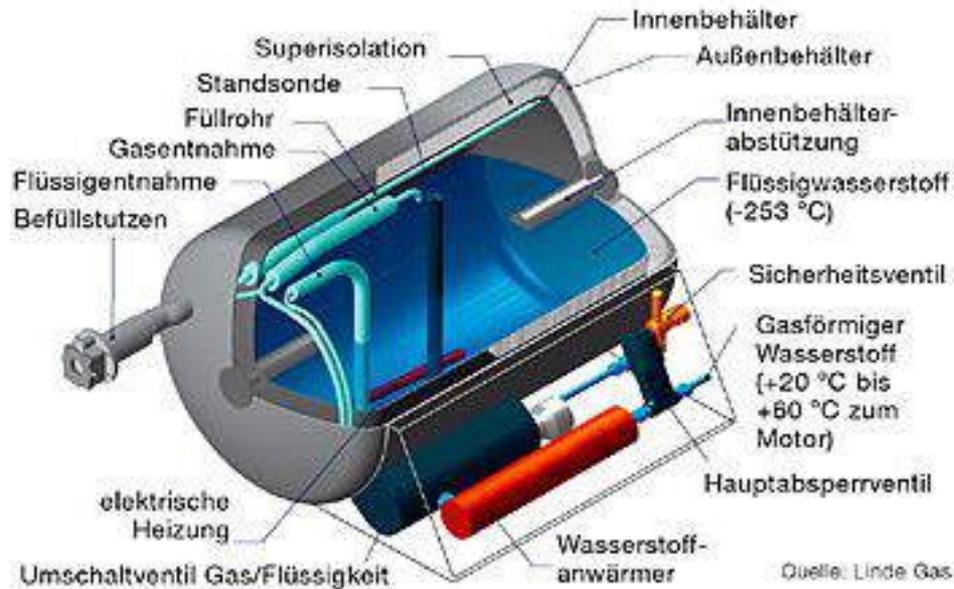
mobile Speicherung in Kraftfahrzeugen;

# Risiken der Wasserstoffspeicherung

Brandtest, H<sub>2</sub> (li) und Benzin (re), t=0, 3, 60, 90, 140, 160 s

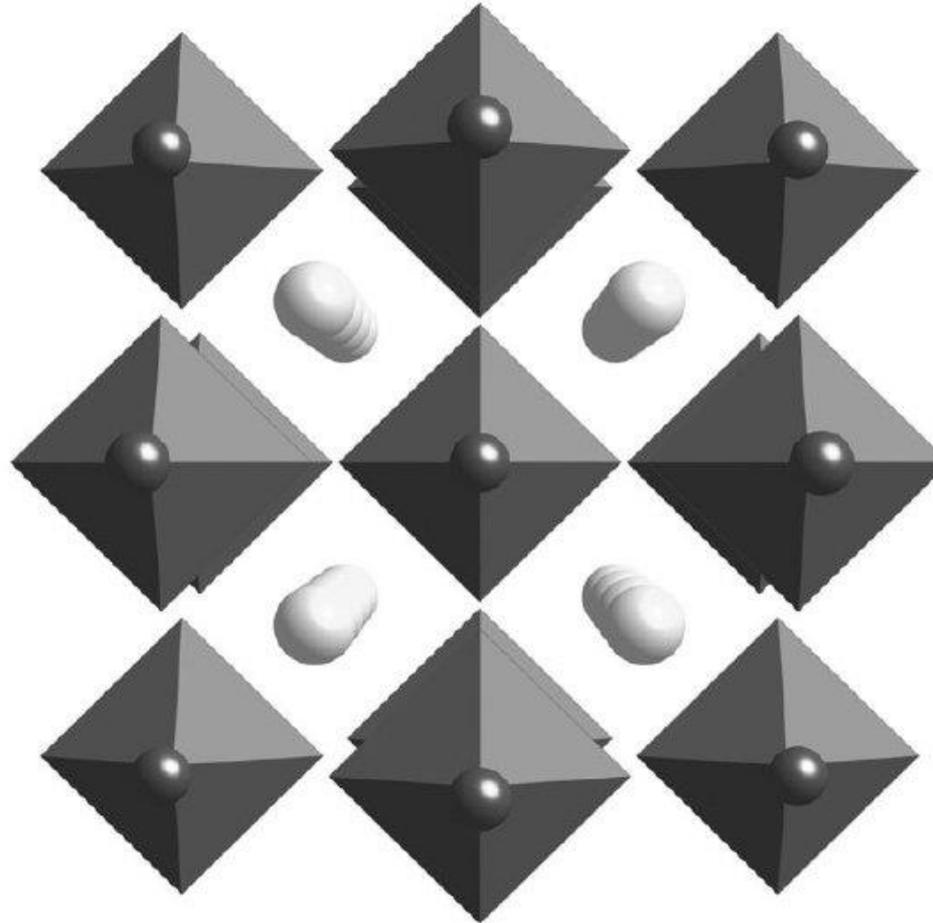


# LH2-Speicher für Kraftfahrzeuge



# Metallhydride als Wasserstoffspeicher

## Struktur eines komplexen Metallhydrids



# Zusammenfassung

## **Hochdrucktanks:**

**Vorteile:** leicht, relativ günstig, gut für kleine Volumina;

**Nachteile:** Diffusion/Versprödung möglich, geringe Energiedichte, keine Formtanks möglich;

# Zusammenfassung

## **Flüssigwasserstofftanks:**

**Vorteile:** recht hohe Energiedichte, gut für große Volumina;

**Nachteile:** Diffusion/Versprödung möglich, teuer, schwer, keine Formtanks möglich;

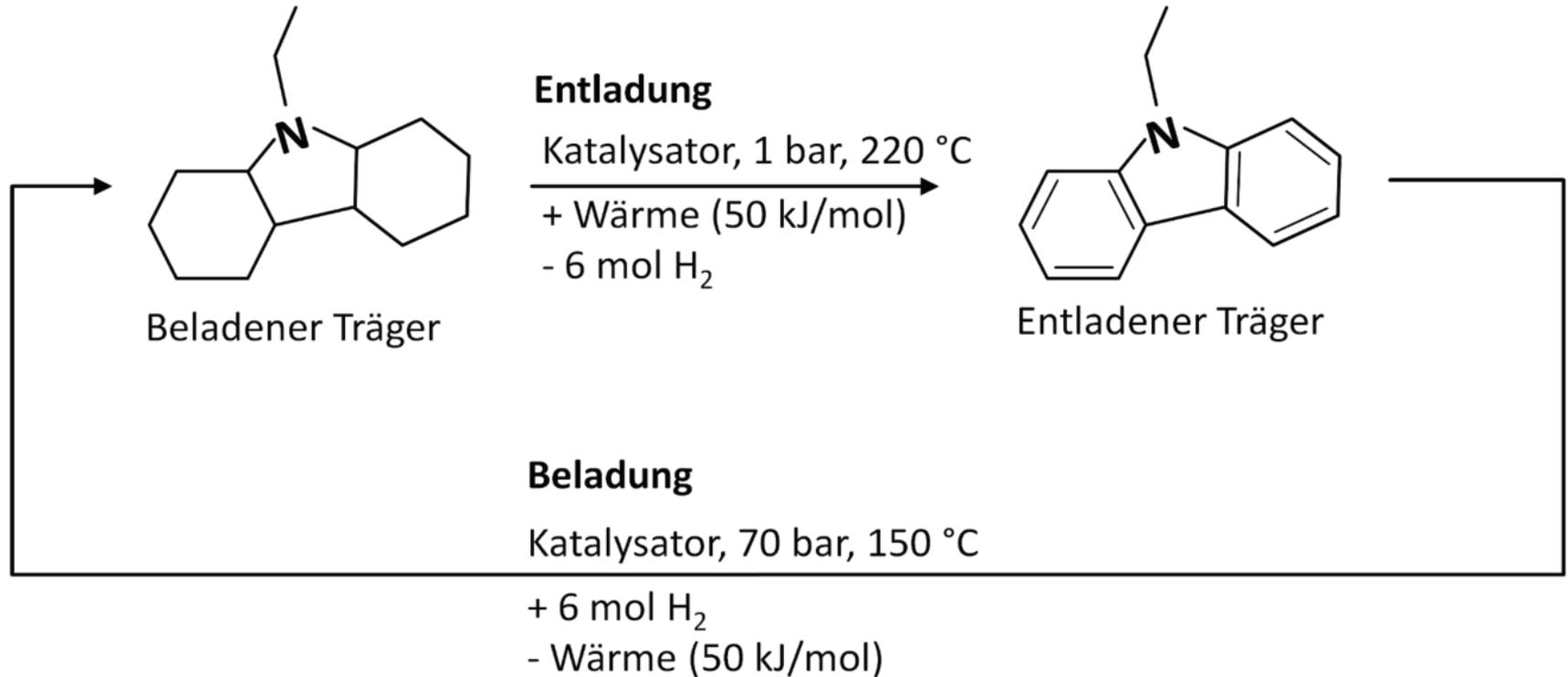
# Zusammenfassung

## **Metallhydridspeicher:**

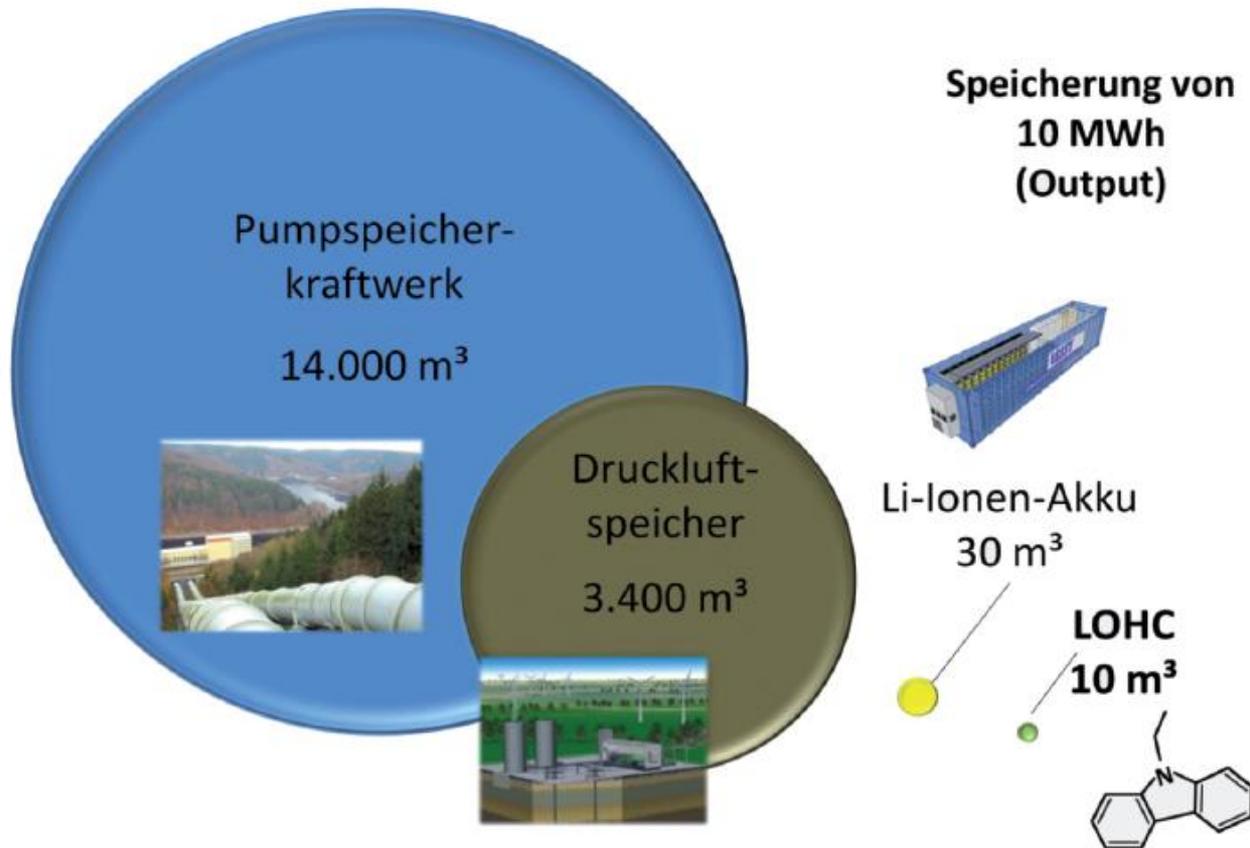
**Vorteile:** keine Diffusion;

**Nachteile:** geringe Energiedichten, hohes Gewicht, hohe Kosten;

# Flüssige organische Wasserstoffspeicher (LOHC)



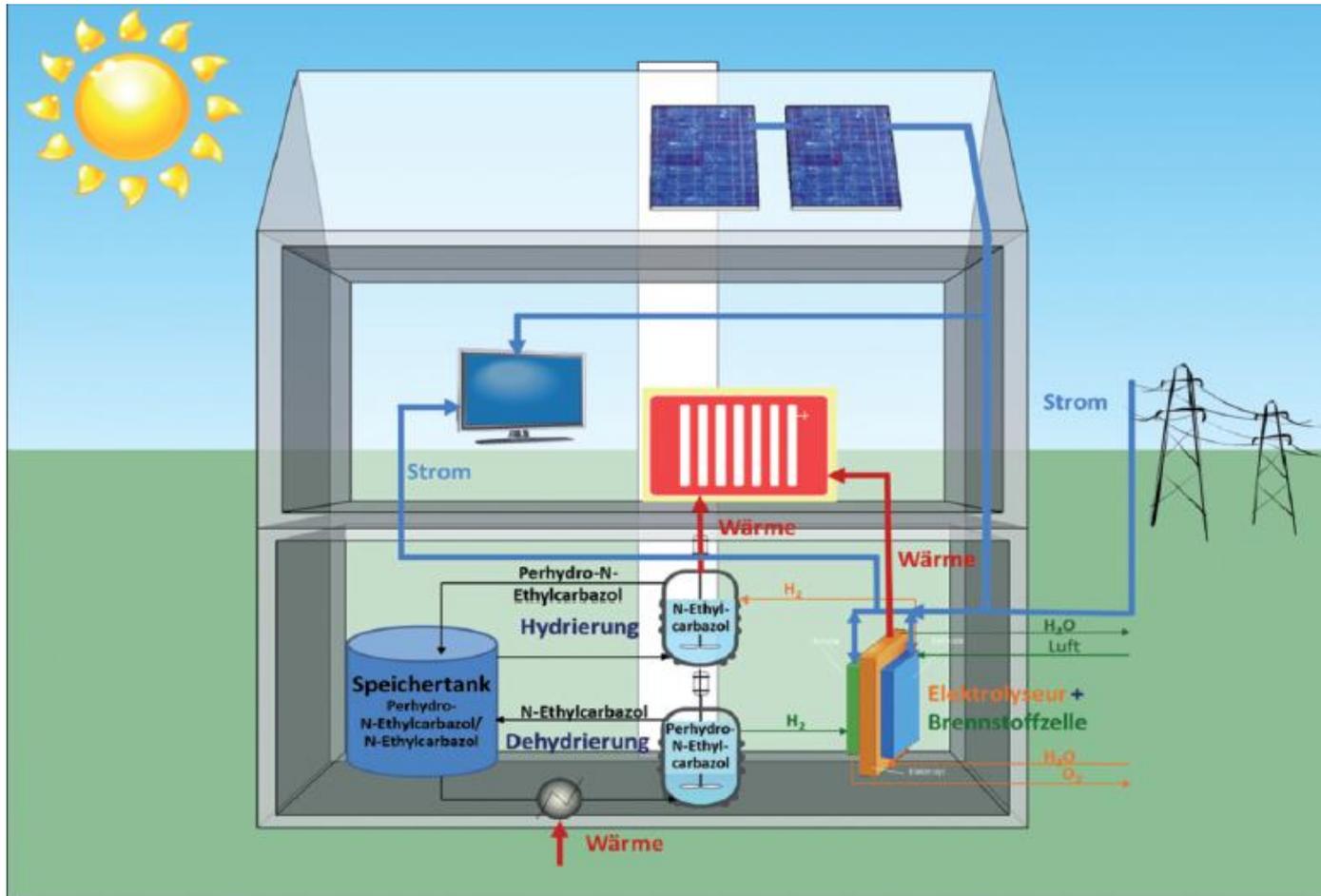
# Speichervolumen für 10 MWh Energie in Abhängigkeit vom Energieträger



# Wirkungsgrad Strom zu Strom des LOHC Speicherprozesses in Abhängigkeit von der eingesetzten Rückverstromungstechnologie (LOHC, N-Ethylcarbazol)

	Verbrennungsmotor	PEM-BZ	Festoxid-BZ
Elektrolyse	70 %	70 %	70 %
Hydrierung	98 %	98 %	98 %
Dehydrierung	100 %	80 %	100 %
Rückverstromung	42 %	55 %	55 %
<b>Gesamtwirkungsgrad</b>	<b>29 %</b>	<b>30 %</b>	<b>38 %</b>

# Das energiehandelnde Haus



# Quellenverzeichnis zum Vortrag anlässlich des 8. Energietags

Isny im Allgäu am 20.03.2015

1. [http://www.physik.uni-kl.de/uploads/media/H2-Speicherung\\_-\\_Martin\\_Mainitz.pdf](http://www.physik.uni-kl.de/uploads/media/H2-Speicherung_-_Martin_Mainitz.pdf)
2. <http://images.energieportal24.de/dateien/pdf/Wasserstoff-Speicherung.pdf>
3. <http://www.user.tu-berlin.de/h.gevrek/ordner/ilse/Brennstoffzelle/WasserstoffSpeichTra ns.htm>
4. [http://www.syentec.at/wp-content/uploads/2014/06/CaseStudy\\_FI%C3%BCssigwasserstofftank.pdf](http://www.syentec.at/wp-content/uploads/2014/06/CaseStudy_FI%C3%BCssigwasserstofftank.pdf)
5. [http://de.areva.com/mini-home/liblocal/docs/Erneuerbare%20Energien/Forschungsprojekt\\_LO\\_HC\\_08\\_01\\_14\\_Ansicht.pdf](http://de.areva.com/mini-home/liblocal/docs/Erneuerbare%20Energien/Forschungsprojekt_LO_HC_08_01_14_Ansicht.pdf)
6. [http://www.zbt-duisburg.de/fileadmin/user\\_upload/01-aktuell/06-veranstaltungen/AiF\\_BZ-Allianz\\_2014/b10-Vortrag\\_ZBT\\_7-5-2014\\_V1-9.pdf](http://www.zbt-duisburg.de/fileadmin/user_upload/01-aktuell/06-veranstaltungen/AiF_BZ-Allianz_2014/b10-Vortrag_ZBT_7-5-2014_V1-9.pdf)
7. [http://www.eurosolar.de/de/images/stories/pdf/SZA\\_1\\_2012/Teichmann\\_SZA\\_1\\_2012\\_EUROSOLAR.pdf](http://www.eurosolar.de/de/images/stories/pdf/SZA_1_2012/Teichmann_SZA_1_2012_EUROSOLAR.pdf)
8. [https://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/liquid\\_carrier\\_h2\\_storage.pdf](https://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/liquid_carrier_h2_storage.pdf)
9. [http://wbgu.de/wbgu\\_jg2003\\_ex06.pdf](http://wbgu.de/wbgu_jg2003_ex06.pdf)