



Stichworte: Energiespeicher, Speicher, MFH, EFH, , Wärmesektor, Sektorenkopplung, Flexibilisierung, Wasserstoff, PtX, Industrie, Gewerbe, Quartier, Mobilität



©Shutterstock

Kurzbeschreibung:

Wasserstoffspeicher sind ein wichtiger Bestandteil der Prozesskette für die Nutzung von Wasserstoff. In Verbindung mit Elektrolyseur und Brennstoffzelle übernehmen sie bereits wichtige Funktionen im Energie- und Verkehrssektor. Die Gasdruckbehälter der Typen I-IV sind mit Drücken von 200 - 1.000 bar die gängigste Speicherungsart im Anwendungsbereich Transport und Mobilität[1], während für Industrieanwendungen meist größere Niederdruckspeicher im Bereich von 45 bar verwendet werden. Individuelle Speicherlösungen, abhängig von der Anwendung sind darüber hinaus denkbar. So wurde als Wasserstoffquartierspeicher in der neuen Weststadt Esslingen ein Druckspeicher mit 10 bar installiert. Unterirdische Kavernen bieten bei geeigneten geografischen Bedingungen eine Möglichkeit für die Speicherung von großen Mengen Wasserstoff. Neben der Druckgasspeicherung kann Wasserstoff auch flüssig mithilfe von Kryotanks bei extrem niedrigen Temperaturen gespeichert werden, dies wird sich jedoch aufgrund von Sicherheitsstandards nicht in absehbarer Zeit in Form von Heimlösungen etablieren können. Eine weitere Alternative für die Langzeitspeicherung ist die Einlagerung des Wasserstoffs in Metallen (Metallhydridspeicher). Diese Art der Speicherung befindet sich derzeit in der Entwicklung [1].

Wasserstoffspeicher		gasförmig	gasförmig	fest	
Technische Parameter	Anwendung	Drucktanks	Kavernen	Metallhydridspeicher	
	Druck	[bar]	Bis 1.000 [2]	Bis zu 200 [3]	Umgebungsdruck ¹
	Temperatur	[°C]	Umgebungstemperatur	Erdschichttemperatur	Umgebungstemperatur ²
	Selbstentladung	[%/x]	0,1 %/d [4]	3 %/a [4]	
	Speichervolumen	[m ³]	0,7 – 32.000 [5]	Bis zu 1 Mio. [6]	Beliebig
	Energiedichte	[kWh/m ³]	Bis ca. 1670 ³	k.A.	Bis ca. 2800 ⁴
		[kWh/kg]	33,33 (Heizwert) ⁵ [4]		1,83 ⁶
	Speicherdichte	[kgH ₂ /x]	Bis 50 kgH ₂ /m ³ [5]	k.A.	42-84 kgH ₂ /m ³ [7] 0,015-0,055 kgH ₂ /kg [1]
Energieaufwand	[kWh/kgH ₂]	Einspeichern (el.) durch Verdichten: 1,2 - 1,6 [7]	1	Einspeichern (el.) durch Verdichten: 0,7 – 1 [7]	

¹ Beim Einspeichern muss ein Druck von 50-100bar aufgewendet werden

² Beim Einspeichern wird Wärme frei (80-350°C), beim Ausspeichern muss Wärme aufgewendet werden

³ Eigene Berechnung basierend auf volumetrischer Speicherdichte und Heizwert

⁴ Eigene Berechnung basierend auf volumetrischer Speicherdichte und Heizwert

⁵ Gewicht des Tanks nicht berücksichtigt

⁶ Eigene Berechnung basierend auf gravimetrischer Speicherdichte und Heizwert



			Ausspeichern: -		Ausspeichern (th.) durch Wärmezufuhr: 2 - 10,3 [7]
	Technische Lebensdauer	[a]	Ca. 20 [8]	Ab 30 [6]	k.A.
	Zyklische Lebensdauer	[N]	Unbegrenzt	unbegrenzt	800-2000 ⁷ [9]
Ökonom. Bi-	Investitionskosten	[€/m ³]	30-100 [5]	20-500 [6]	150-500 [5]
	Betriebsgebundene Kosten	[x]	1% der Investitionskosten [10]	1-15 €/kWhH ₂ [6]	k.A.

Verwandte Themen:

- [Wärmewende](#)
- [Nahwärme im Quartier](#)
- [Sanieren im Bestand](#)
- [Wärmeversorgung von Gebäuden](#)
-

Technologien:

- [Elektrolyseur](#)
- [KWK dezentral in Wohngebäuden](#)
- [KWK zentral in Netzen und Industrie/Gewerbe](#)
- [Wärmespeicher Gebäude](#)
- [Fernwärme- und Quartierswärmespeicher](#)
- [Saisonal Speicher](#)
- [Energiemanagement](#)
- [Wärme- und Kältenetze](#)

Konzepte:

- [Wasserstoffnutzung im Quartier zur Wärmebereitstellung](#)
- [Wasserstoffnutzung im Quartier für die Mobilität](#)
- [Wasserstofferzeugung im Quartier](#)

⁷ Die Zyklenfestigkeit von Metallhydridspeichern hängt stark von der Zusammensetzung der Hydride, der Temperaturen und Drücke sowie der Verwendung von Katalysatoren ab. Außerdem gibt es große Unterschiede bei den Kapazitätseinbußen und bei der Auswirkung von Regenerierung. Für einige Mg-basierte Metallhydride wurden Zyklenfestigkeiten von 800-2000 Lade/Entlade-Zyklen nachgewiesen.



Literatur

- [1] *EnergieAgentur.NRW GmbH*, 2018: Wasserstoff - Schlüssel zur Energiewende: Beispiele aus Nordrhein-Westfalen von der Herstellung bis zur Nutzung.
- [2] *e-mobil BW GmbH - Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg*: Wasserstoff-Infrastruktur für eine nachhaltige Mobilität: Entwicklungsstand und Forschungsbedarf.
- [3] *Sterner, M., Stadler, I.* (Hrsg.): Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. Berlin: Springer Vieweg, 2. Aufl., 2017.
- [4] *Quaschnig, V.*: Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Klimaschutz. München: Hanser, 10. Aufl., 2019.
- [5] *Detlef Stolten and Bernd Emonts*: Hydrogen Science and Engineering: Materials, Processes, Systems and Technology.
- [6] *Wasserstoff und Brennstoffzelle: Technologien und Marktperspektiven*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2. Aufl., 2017.
- [7] *Andersson, J., Grönkvist, S.*: Large-scale storage of hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy* 44 (2019), H. 23, S. 11901–11919.
- [8] *Ismar, M.*: PED_500bar_20ft.
- [9] *Saktintuna, B., Lamari-Darkrim, F., HIRSCHER, M.*: Metal hydride materials for solid hydrogen storage: A review. *International Journal of Hydrogen Energy* 32 (2007), H. 9, S. 1121–1140.
- [10] *Gorre, J., Ruoss, F., Karjunen, H., Schaffert, J., Tynjälä, T.*: Cost benefits of optimizing hydrogen storage and methanation capacities for Power-to-Gas plants in dynamic operation. *Applied Energy* 257 (2020), S. 113967.