

# Wasserstoffspeicherung

## Evaluation verschiedener Konzepte für die Saisonspeicherung

Student



Maurus Honegger

**Ziel der Arbeit:** Im Zusammenhang mit der Energiewende und dem Einsatz von erneuerbaren Energien werden Stromspeicher benötigt, um Produktionsschwankungen auszugleichen. Im Besonderen werden saisonale Speicher benötigt, da im Sommer Stromüberschüsse und im Winter ein Strommangel entstehen wird. Eine Möglichkeit, die Energie zu speichern, ist das Prinzip von Power to Gas. Dabei wird die elektrische Energie genutzt, um mittels Elektrolyse Wasser zu spalten und den dabei entstehenden Wasserstoff als Energieträger zu speichern. Um den Wasserstoff für eine saisonale Speicherung zu nutzen, muss er über mehrere Monate gelagert werden. Dafür in Frage kommen u.a. folgende Speichermethoden: Speicherung in Drucktanks, in kryogenen Tanks, in flüssigen organischen Wasserstoffträgern (LOHC) und in Metallhydridspeichern. Diese Speichermethoden werden in dieser Arbeit nach verschiedenen Parametern wie Kosten und Effizienz beurteilt und miteinander verglichen. Es werden die Vor- und Nachteile der einzelnen Konzepte analysiert.

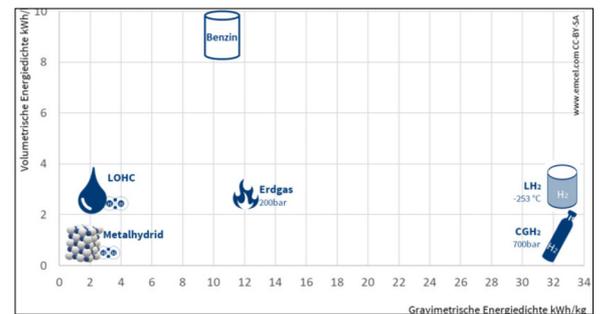
**Vorgehen / Technologien:** Um der Fragenstellung nachzukommen, wurde in einer ausführlichen Literaturrecherche verschiedene Parameter der Einspeicher-, Speicher-, und Ausspeichermethoden zusammengetragen. Diese wurden dann auf die Dimensionen der Aufgabenstellung übertragen und für einen Vergleich der unterschiedlichen Speichertechnologien verwendet. Dabei wurde eine Kostenberechnung (levelized cost of energy) sowie Überlegungen zu Effizienzsteigerungen im Gesamtsystem durchgeführt. Bei der Druckspeicherung wurden verschiedene Druckstufen (30, 350 und 700 bar) betrachtet, da sich diese stark auf die Kosten und Effizienz der Technologie auswirkt. Im Falle der LOHC-Speicherung wurde der Fokus auf das Trägermaterial Dibenzyltoluol gelegt und bei den Metallhydridspeichern wurden die Materialien  $\text{LaNi}_5\text{H}_6$  und  $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$  für Berechnungen verwendet.

**Fazit:** In einem Gesamtvergleich schneidet die Druckspeicherung bei 30 bar und die LOHC-Speicherung am besten ab. Sie führen zu den niedrigsten Kosten. Jedoch ist die LOHC-Speicherung als besser zu bewerten. Sie verfügt über eine höhere Speicherdichte und benötigt so viel weniger Speichervolumen. Durch Abwärmenutzung lässt sich ihr Wirkungsgrad massiv steigern, da sie vor allem thermische Energie benötigt. Somit hat sie die besten Eigenschaften für eine grosse Saisonspeicherung. Metallhydridspeicher können zwar über hohe Wirkungsgrade verfügen, die Technologie ist jedoch aus heutiger Sicht noch zu teuer. Wenn in Zukunft preiswerte Materialien gefunden werden, könnte sich die Speichermethode für eine Saisonspeicherung eignen. Eine Druckspeicherung bei 350 bar wäre aufgrund der

Kosten möglich, Verluste bei der Komprimierung lassen sich jedoch kaum vermeiden. Im Vergleich zu der 30 bar Druckspeicherung liegt der Vorteil sicherlich bei dem kleineren Speichervolumen. Druckspeicherung bei 700 bar oder kryogene Speicherung scheint bei einer stationären Saisonspeicherung zu hohen Kosten und Energieverlusten zu führen und ist demnach nicht geeignet.

### Volumetrische und gravimetrische Energiedichte verschiedener Wasserstoffspeicher

<https://emcel.com/de/wasserstoffspeicherung/>



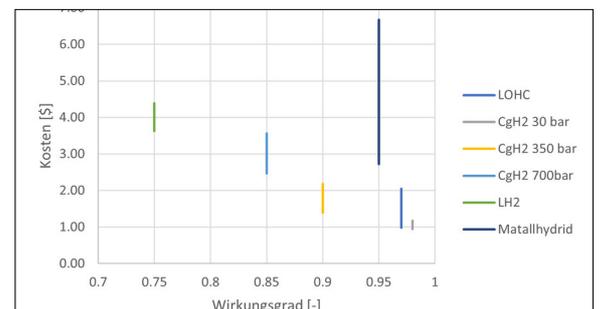
### Übersicht wichtiger Parameter zu den Speichertechnologien

Eigene Darstellung

	CGH <sub>2</sub> (30)	CGH <sub>2</sub> (350)	CGH <sub>2</sub> (700)	LH <sub>2</sub>	LOHC	Metallhydrid
Speichergrösse [t]	2542.6	2542.6	2542.6	2542.6	3632.3	2991.3
Speichervolumen [m <sup>3</sup> ]	941'699	105'941	63'564	35'917	63'724	29'913 bis 74'782
Speicherdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	2.7	24	40	70	57	40-100
Wirkungsgrad [-]	1	0.9	0.85	0.75	0.7	0.85
Kosten (min) [\$/kg]	500	785	1500	1905	224	1400
Kosten (max) [\$/kg]	650	1300	2200	2330	405	3600
Lebensdauer [a]	20-25	20-25	20-25	20	20	25

### Vergleich der Kosten und Wirkungsgrade der Speichertechnologien

Eigene Darstellung



Referent  
Boris Meier

Themengebiet  
Energietechnik  
allgemein