

# Liquid organic hydrogen carriers

## Machbarkeitsstudie grosstechnischer Langzeitspeicher

### Student



Diego Beer

**Einleitung:** Die Schweiz, zusammen mit vielen weiteren Ländern, hat im Jahre 2012 im Rahmen des Pariser Klimaabkommens beschlossen, dass die globale klimatische Erwärmung bis 2050 maximal 1.5°C betragen darf. Um diesem Ziel gerecht zu werden, setzt die Schweiz auf den Ausbau erneuerbarer Energiequellen. Dieser Umschwung bringt einige Hürden mit sich, unglücklicherweise strahlt die Sonne nur den halben Tag. Im Winter verringert sich die Intensität und die Dauer der Bestrahlung weiter, dies führt zu einem Energie-Defizit. Die Energieperspektiven 2050+ des Bundes rechnen für die Zukunft im Winter mit einer Stromlücke von 9 TWh. Eine Möglichkeit diese Lücke zu schliessen besteht darin, mithilfe von grosstechnischen Langzeitspeichern Energie vom Sommer in den Winter zu verlagern. Im Rahmen dieser Arbeit sollte eine Machbarkeitsstudie eines grosstechnischen Langzeitspeichers auf Basis der LOHC-Technologie erstellt werden. Der Langzeitspeicher sollte an eine durchschnittliche KVA gebunden werden. Die Benefits der KVA sollten bestmöglich in den Prozess integriert werden. Des Weiteren sollte die Arbeit einen Einblick in die Welt der LOHC erschaffen.

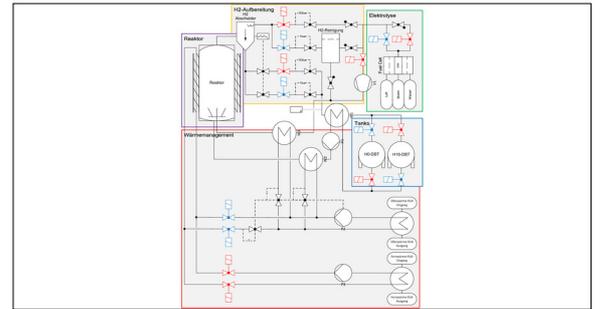
**Ergebnis:** Der LOHC-Speicher schneidet im Vergleich mit der Wasserstoffspeicher-Technologien mit einer massenbezogenen Speicherdichte von 60 kg-H<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> ähnlich gut ab wie flüssiger Wasserstoff. Dabei ist die Speicherung über längere Perioden in einem herkömmlichen Benzinkanister möglich. Dibenzyltoluol bewies sich aufgrund der hohen Verfügbarkeit, der hohen Beladungsdichte, der geringen Toxizität sowie vielen weiteren Kriterien als äusserst geeignet für das Vorhaben. Mit der Kostenoptimierung wurde ersichtlich, dass sehr geringe Raumgeschwindigkeiten (LHSV < 1/h) zu geringen Kosten führen. Bei einem LHSV von 0,64/h ergab sich ein Kostenoptimum, die Kosten belaufen sich dabei auf 178,25 Rappen. Der Flüssigkeitstank für das LOHC der Anlage wird ein Volumen von 344'847 m<sup>3</sup> einnehmen. Ein Festbettreaktor eignet sich für die Anlagengrösse am besten. Eine der wichtigsten Erkenntnisse ist der riesige Wärmebedarf der Anlage. Eine durchschnittliche KVA verfügt neben der Stromproduktion über 14 MW an Wärme auf geeignetem Temperaturniveau. Die Dehydrierung würde in dieser Grössenordnung einen Wärmebedarf von 29 MW benötigen, somit müsste die KVA auf reine Abwärme umstellen und wäre nicht mehr in der Lage, Strom zu produzieren.

**Fazit:** Aus den Ergebnissen wurde ersichtlich, dass sich die LOHC-Technologie für den Einsatz als grosstechnischer Langzeitspeicher nicht eignet. Das grösste Kriterium dieser Erkenntnisse ist der enorme Wärmebedarf. Die KVA ist gezwungen die Stromproduktion einzustellen, um den Wärmebedarf der LOHC-Anlage im Winter decken zu können. Das ist keinesfalls ideal. Ein weiteres Kriterium besteht

darin, dass Kohlenstoff im Fokus steht, jedoch nur als Träger nicht als Reaktionsteilnehmer. Das Kohlenstoffatom ist im Verhältniss zum Wasserstoffatom 12-mal schwerer, dies schlägt auf das Gewicht der Flüssigkeit. Die Leistung der Pumpe, welche die Flüssigkeit von den Tanks zum Reaktor transportiert, darf somit nicht vernachlässigt werden. Kohlenstoff als Träger von Wasserstoff sollte nur dort zum Einsatz kommen, wo CO<sub>2</sub>-Emissionen punktuell gesammelt werden, sodass ein Kreislauf geschlossen werden kann. Bei der KVA ist es grundsätzlich möglich CO<sub>2</sub>-Emissionen punktuell einzufangen, somit stellt sich die Frage, wie sich Methanol eignen würde, um dieser Aufgabenstellung gerecht zu werden.

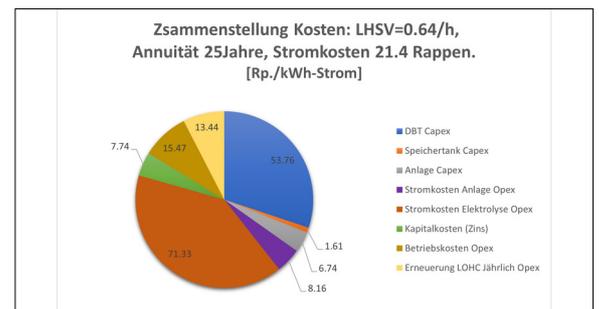
### Verfahrensflussbild der Anlage

Eigene Darstellung



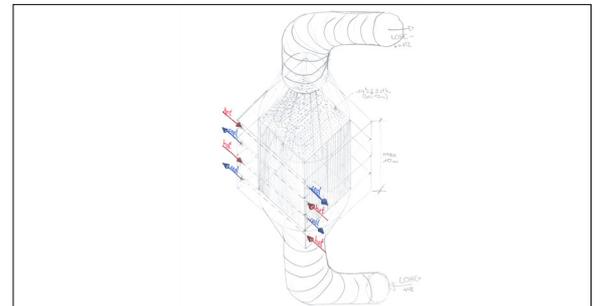
### Kostenzusammenstellung für 1kWh-Strom-ausgespeichert

Eigene Darstellung



### Skizze Reaktor Grobkonzept

Eigene Darstellung



### Referent Boris Meier

Themengebiet  
Energietechnik  
allgemein