

Factsheet WASSERSTOFF-TRANSPORT

1. LKW (DRUCKGASBEHÄLTER)

In kleinen bis mittleren Mengen kann gasförmiger Wasserstoff in Gasdruckbehältern per Lkw transportiert werden. Solche Container-Trailer werden auf Wechselbrücken eingesetzt. In diesem Fall können auch die Trailer selbst generisch sein, sofern sie über die benötigten Aufnahmen für See-Container verfügen. Darüber hinaus beschleunigt diese Konfiguration die Umschlagszeiten enorm, weil die Container in kurzer Zeit abgeladen werden können, während bei herkömmlichen Trailern ein Überströmen stattfindet, das zwischen 30 und 60 Minuten dauert. Es sei jedoch erwähnt, dass heutige Konzepte oftmals den Anhänger selbst als Speicher nutzen; ein Überströmen ist somit oftmals unnötig.

Sollen größere Mengen transportiert werden, werden auf so genannten CGH₂-Tube-Trailern mehrere Druckgasflaschen gebündelt.

Die zylinderförmigen Großflaschen (Tubes) werden dabei zu Bündeln in einem Schutzrahmen zusammengefasst. Die Tubes sind in der Regel aus Stahl und haben ein hohes Eigengewicht. Hieraus können teilweise massebezogene Transportbeschränkungen resultieren. Die neuesten Druckspeicher sehen für den Lkw-Transport leichtere Composite-Speicher vor.^[6]



Anwendungsbereich:

Mobilität, Industrie

Vorteile:

Flexibilität, Skalierbarkeit, schnelle Lieferung, geringe Investitionskosten bei großen Mengen

Nachteile:

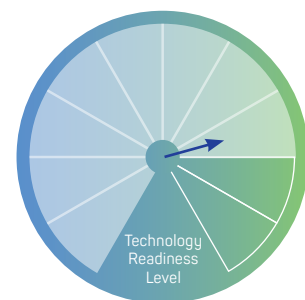
Strenge Sicherheitsvorschriften, der Transport erzeugt CO₂ Emissionen je nach Antriebsart des Lkws, eingeschränkte Reichweite im Vergleich zur Pipeline

Kennzahlen:

- ⊕ Fülldruck: 300 – 500 bar
- ⊕ Füllmenge: max. 400 kg (20 Fuß-Container) – 1100 kg (40 Fuß-Container)

Investitionskosten:

- ⊕ Anhänger (+Zugmaschine): 680.000 + 110.000 €^[11]
- ⊕ Container: 250.000 € (20 Fuß, 300 bar) / 900.000 € (40 Fuß, 500 bar)^[9]



Welche
Perspektiven
eröffnet die
Technologie für
die Region?

Bei den typischen Erzeugungs- und Bedarfsmengen ist der Lkw mit Druckgasbehältern das Transportmittel der Wahl, solange kein Anschluss an ein Wasserstoffnetz verfügbar ist. Die gängigen Lösungen sind als Sattelaufleger ausgeführt, so dass nahezu beliebige Zugmaschinen verwendet werden können. Das Unternehmen Fahrlogistik-Götze kann potenziell der erste Anbieter sein.

[6] „Shell Wasserstoff Studie, Energie de Zukunft“.

[11] U. Büniger und S. Nicolai, „Infrastrukturbedarf E-Mobilität“. [Online]. Verfügbar unter: https://stiftung.adac.de/app/uploads/2019/06/IBeMo_Abschlussbericht_final_190625_LBST_Zerhusen.pdf

[9] „Angebot Wystrach“, 28. September 2020.

2. LKW (FLÜSSIGER TRANSPORT)

Alternativ kann der Wasserstoff flüssig in Lkw oder anderen Verkehrsmitteln erfolgen. Im Vergleich zum Transport von gasförmigem Wasserstoff kann mit einem LH₂-Trailer eine größere Menge transportiert werden. Über größere Entfernungen ist es meist wirtschaftlicher, Wasserstoff in flüssiger Form zu transportieren, denn ein H₂-Flüssigtank kann wesentlich mehr Wasserstoff aufnehmen als ein Gasdrucktank. Für den flüssigen Transport wird der Wasserstoff in isolierte kryogene Tanks gefüllt.^[6]

LH₂-Trailer haben eine Reichweite von ca. 4000 km. Während der Transportdauer erwärmt sich der tiefkalte Wasserstoff, so dass der Druck im Behälter ansteigt. Der verdampfte Wasserstoff wird an der Entladestation aus dem Behälter abgezogen und einer weiteren Nutzung zugeführt.



Anwendungsbereich:

Hochdruckspeicher an Tankstellen, Anwendung als Puffer oder für die Bereitstellung kleiner Mengen, z.B. im F&E-Bereich.

Vorteile:

Maximale Energiedichte des Speichersystems.

Nachteile:

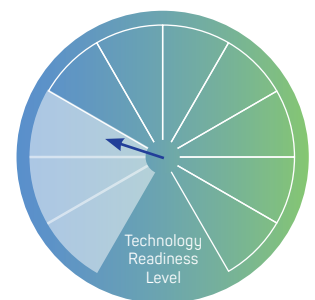
Hohe Kosten für Kälteanlagen und Tanks, sehr energieaufwendig. Teilweise Speicherentleerung durch „Boil-Off“ Effekt (Verdampfung des Wasserstoffs aufgrund von Wärmeübertragung) bzw. „Blow-Off“ Effekt (kontrollierte Druckentlastung des Tanks).

Kennzahlen:

- ⊕ Volumen: 1 m³ – 100 m³
- ⊕ Fülldruck: 10 – 15 bar
- ⊕ Füllmenge: 2 – 4 t H₂

Investitionskosten:

- ⊕ Anhänger (+Zugmaschine): 800.000 + 110.000 €^[11]
- ⊕ Investitionskosten: abhängig von spezifischen Anforderungen und Standortbedingungen



Welche Perspektiven eröffnet die Technologie für die Region?

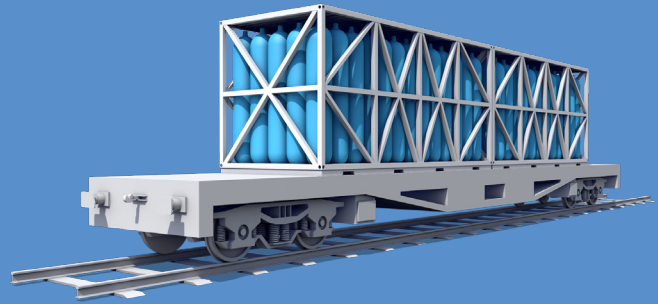
Durch den hohen technischen Aufwand wird es vorerst keinen Anknüpfungspunkt zum Lkw-Transport von Kryo-Tanks geben.

[6] „Shell Wasserstoff Studie, Energie de Zukunft“.

[11] U. Bünger und S. Nicolai, „Infrastrukturbedarf E-Mobilität“, [Online]. Verfügbar unter: https://stiftung.adac.de/app/uploads/2019/06/IBeMo_Abschlussbericht_final_190625_LBST_Zerhusen.pdf

3. SCHIENE/SCHIFF

Sowohl Druckgasbehälter (z.B. MEGCs) als auch kryogene Tanks können analog zum Lkw auch per Schiff oder Schiene transportiert werden, wenn geeignete Wasserstraßen, Schienenwege sowie Ladeterminals vorhanden sind oder errichtet werden.



Anwendungsbereich:

Mobilität, Industrie

Vorteile:

Hohe Kapazität und weltweite Erreichbarkeit, energieeffiziente Transportmethode, Zuverlässigkeit, geringe Emissionen und reduzierte Straßenbelastung, niedrige Transportkosten bei großen Mengen.

Nachteile:

Spezielle Infrastruktur (z.B. Anlegestellen für den Wasserstofftransport) muss errichtet werden, Abhängigkeit von Transportwegen, logistische Komplexität.

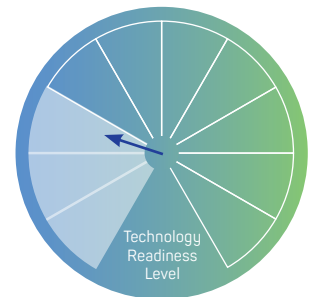
Kennzahlen:

Druckspeicherung:

- ⊕ Fülldruck: 300 – 500 bar
- ⊕ Füllmenge: 400 kg (20 Fuß / 300 bar) bis 1100 kg (40 Fuß / 500 bar)
- ⊕ Investitionskosten Container: 250.000 € (20 Fuß, 300 bar) und 900.000 € (40 Fuß, 500 bar)^[3]

Kryospeicherung:

- ⊕ Fülldruck: 10 – 15 bar
- ⊕ Füllmenge: 2 – 4 t H₂
- ⊕ Investitionskosten Kryo-Tank: abhängig von spezifischen Anforderungen und Standortbedingungen



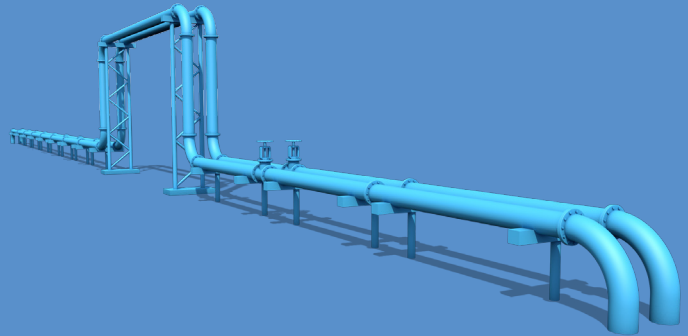
Welche Perspektiven eröffnet die Technologie für die Region?

Das Schienennetz kann für Wasserstofftransporte genutzt werden – so kann mittelfristig die Mengen-Lücke zwischen Lkw- und Pipeline-Transport geschlossen werden.

4. PIPELINE

Für die flächendeckende und großmaßstäbliche Nutzung von Wasserstoff als Energieträger wäre ein Pipelinennetz die beste Option. Pipelines erfordern allerdings hohe Anfangsinvestitionen, die sich zwar rentieren können, allerdings erst bei entsprechend hohen Mengen an Wasserstoff. Eine Umwidmung der vorhandenen Erdgasnetze ist aber möglich

Eine weitere Option Pipelinennetze für die Wasserstoffdistribution zu entwickeln, sind lokale bzw. regionale Netze, so genannte „Mikronetze“. Diese könnten später zu überregionalen Verbänden zusammengeschlossen werden^[6].



Anwendungsbereich:

Industrie, Mobilität, Energieerzeugung, regionaler Wasserstoffhandel

Vorteile:

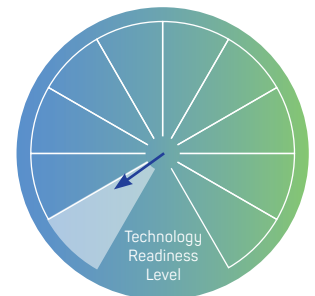
Hohe Effizienz, hohe Kapazität, kontinuierlicher Fluss (stabile Versorgung), geringe Emissionen, niedrige Betriebskosten, Nutzung des ausgebauten Erdgas-Pipelinennetz möglich

Nachteile:

Infrastrukturkosten, lange Planungs- und Genehmigungsverfahren (bei Neubau), begrenzte Flexibilität

Kennzahlen:

- ➔ Durchmesser: bis zu 1 m
- ➔ Betriebsdruck: bis zu 100 bar (zumeist 80 bar), je nach Netzebene
- ➔ Investitionskosten: 1,4 – 1,7 Mio. € / km (Neubau) und 0,2 – 0,6 Mio. € / km (Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes)^[12]
- ➔ Spezifische Transportkosten: 0,11 – 0,32 € / kg / 1000 km^[12]



Welche Perspektiven eröffnet die Technologie für die Region?

Bereits für 2030 ist die erste Ausbaustufe des „European Hydrogen Backbone“ geplant – daraus ergeben sich große Chancen für die Region, die bei der Planung weiterer Erzeugungs- und Abfällanlagen zu berücksichtigen sind. Anknüpfungspunkt für die Region können das Fernnetz Sachsen der Ontras und die Pipeline nach Leipzig des Hydrogen Backbone sein.

[6] „Shell Wasserstoff Studie, Energie de Zukunft“.

[11] „European Hydrogen Backbone“. April 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf>

Ansprechpartner:

Fachliche Rückfragen:

Jens Hüttenrauch jens.huettenrauch@dbi-gruppe.de
Annelie Kahlenberg annelie.kahlenberg@iav.de

Wasserstoffregion Chemnitz:

Michelle Vinke michelle.vinke@hzwo.eu