

H2RailTube

Stahlrohr-Tankcontainer für die digitalisierte Wasserstoff-Versorgungslogistik der Bahn.

Programm / Ausschreibung	Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - 16. Ausschreibung (2020) System Bahn	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2021	Projektende	31.08.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Wasserstoff, Stahl, Versorgungslogistik, Container, Kombiniertes Verkehr		

Projektbeschreibung

Die Europäische Union setzt auf Wasserstoff als Energieträger der Zukunft für Industrie und Transport. Auch die Eisenbahn arbeitet daran, die Diesellokomotiven durch Wasserstofflokomotiven zu ersetzen. Eine Wasserstoffwirtschaft benötigt eigene Transportmittel und hier bilden Kombiniertes-Verkehr (KV)-Container vor allem in den ersten Jahrzehnten die ideale Lösung: Sie können mit Schiff, Bahn und LKW alle Zieldestinationen erreichen und dienen zusätzlich als temporärer Speicher beim Abnehmer. Container sind auch von allen beteiligten Sektoren (Stahlindustrie, Bahn, Terminal, Frächter, ÖPNV, veredelnde Industrie) nutzbar. Dies und die Verwendung als Energiespeicher für H₂ aus Stromüberschüssen erleichtern so die Sektorkopplung. Teure Wasserstoff-Pipelines sind für Kleinabnehmer wie (Lok-) Tankstellen und KMU in den frühen Jahrzehnten der Wasserstoffwirtschaft nicht finanzierbar - der in diesem Projekt zu entwickelnde Wasserstoffcontainer bietet eine wirtschaftliche Lösung. Im Gegensatz zu den enorm teuren und mit hohen CO₂-Emissionen belasteten Kohlefaser-Containern kommt hier nahtlos warmgewalzter Spezialstahl der voestalpine zu Anwendung. Trotz des höheren Gewichts macht dieser den Transport und die Lagerung im Container deutlich billiger als in einem Kohlefasercontainer. Bei einem Stahlcontainer kostet eine Tonne Wasserstoffkapazität etwa 150.000 Euro, mit Kohlefaser muss man mit dem 3-4 fachen Preis rechnen. Überdies ist Kohlefaser nicht recyclebar und verursacht Emissionen von ca. 50 t CO₂ pro Tonne Kohlefaserkunststoff. Stahl der voestalpine verursacht nur 2,5 t CO₂ pro Tonne. Der Einsatz von Stahl für Wasserstoff unter hohen Drücken über 200 bar ist allerdings kaum erforscht und zeigt einige materialtechnische Herausforderungen. Weiche Stahlsorten wären wasserstoffdicht, halten aber dem Druck nicht Stand. Durch ausreichend harte Stahlsorten diffundiert Wasserstoff und schädigt dessen Struktur. Hier muss mit ausgeklügelter Materialwahl und Beschichtungen gearbeitet werden, welche allerdings wieder bei der Verschraubung mit den Armaturen zu Problemen mit der Dichtheit führen können. Logistisch muss das relativ hohe Gewicht des Containers durch eine außergewöhnlich effiziente Lösung, speziell auf der Bahn kompensiert werden. Sollte der Container nicht für die Versorgung von Lokomotiven bestimmt sein, ist die letzte Meile durch den LKW zu erbringen. Dadurch wird das Containergewicht auf ca. 32 Tonnen limitiert. Diese Einschränkung, sowie die sicherheitstechnische Herausforderung, welcher auch durch digitalisierte Sensorik begegnet wird, machen dieses Projekt für alle Konsortialpartner besonders reizvoll.

Abstract

The European Union relies on hydrogen as the energy carrier of the future for industry and transport. The railroad industry is also working on replacing diesel-fueled locomotives with hydrogen driven locomotives. A hydrogen based economy requires its own means of transport and CT containers are the ideal solution here. They can reach all destinations by ship, train and truck and also serve as temporary H₂ storage for the customer. Containers also facilitate sector coupling. They can be used by all sectors and also as buffer for H₂ produced from surplus production of electric energy. In the early decades of the hydrogen economy, small consumers such as (locomotive-) gas stations and SMEs can't finance expensive hydrogen pipelines - the hydrogen container to be developed in this project offers an economical solution. In opposition to the enormously expensive carbon fiber containers, seamlessly hot-rolled steel from VOEST is used for the hydrogen tank. Despite the higher weight, the use of steel makes transport and storage in the container significantly cheaper than in a container made of carbon fiber composite. For a steel container, a ton of hydrogen capacity costs around 200,000 Euros, using carbon fiber the costs are 3-4 times higher. Additionally, carbon fiber is not recyclable and causes emissions of around 50 tons of CO₂ per ton of carbon fiber composite. The steel made by VOEST only causes 2,5t CO₂ per ton. The use of steel for hydrogen at high pressures of over 200 bar has hardly been researched and shows multiple material related challenges. Soft types of steel would be impermeable to hydrogen, but would not withstand the pressure; hydrogen diffuses through sufficiently hard types of steel and damages their crystal structures. Here one needs an ingenious choice of materials and coatings, which can lead to problems with the tightness when screwing the fittings. Logistically, the relatively high weight of the container has to be compensated for by an exceptionally efficient solution, especially on railway transport. If the container is not intended for the supply of locomotives, the last mile has to be covered by the truck. This limits the container weight to approx. 32 tons. Restrictions like that, as well as the security challenge, which is also met by digitized sensor technology, make this project particularly attractive for all consortium partners.

Endberichtkurzfassung

Trotz der Verzögerungen konnte das Projekt seine Ziele erreichen. Zum einen wurde das Prototyp gebaut und für die Tests bereit gemacht. Der Rest der Hardware (Rohre, Rückhaltesystem und Rohraufgaben) wurde in kleinen Stückzahlen hergestellt, um erste Anpassungsprüfungen zu versuchen. Auf der anderen Seite ging es darum, technische und logistische Parameter aus verschiedenen Bereichen (Bahnbetrieb, Kombierter Verkehr, Behälterbau, Nahtlosrohrproduktion usw.) zusammenzuführen, um ein optimales Zusammenspiel der wichtigsten Einflussfaktoren (Wandstärke, Druck, Infrastruktur, Nutzlastgrenzen usw.) zu erreichen.

Projektkoordinator

- Innofreight Solutions GmbH

Projektpartner

- Rail Cargo Austria Aktiengesellschaft
- voestalpine Tubulars GmbH & Co KG
- HyCentA Research GmbH