

7.12.2023, online, Fraunhofer Allianz Verkehr
H2-Logistik im Hafen

Die Dekarbonisierung von Wirtschaft und Gesellschaft

Motivation Beispiel Schifffahrt



- 1,1 Mrd. Tonnen THG-Emissionen im Verkehrssektor in 2018 (entspricht 2,89 % weltweit)
- Ursache ist der Einsatz von klimaschädlichen Kraftstoffen (HFO, MDO,...)
- Ausrufung von Klimazielen in der Schifffahrt von der IMO
 - Reduktion der THG um 50 % bis 2050 im Vergleich zu 2008
- Lösungsmöglichkeiten Branchenübergreifend: Energieträger und Kraftstoffe, erneuerbare Feedstocks

H2-Logistik im Hafen

Versorgung von Schiffen und TUL im Hafen



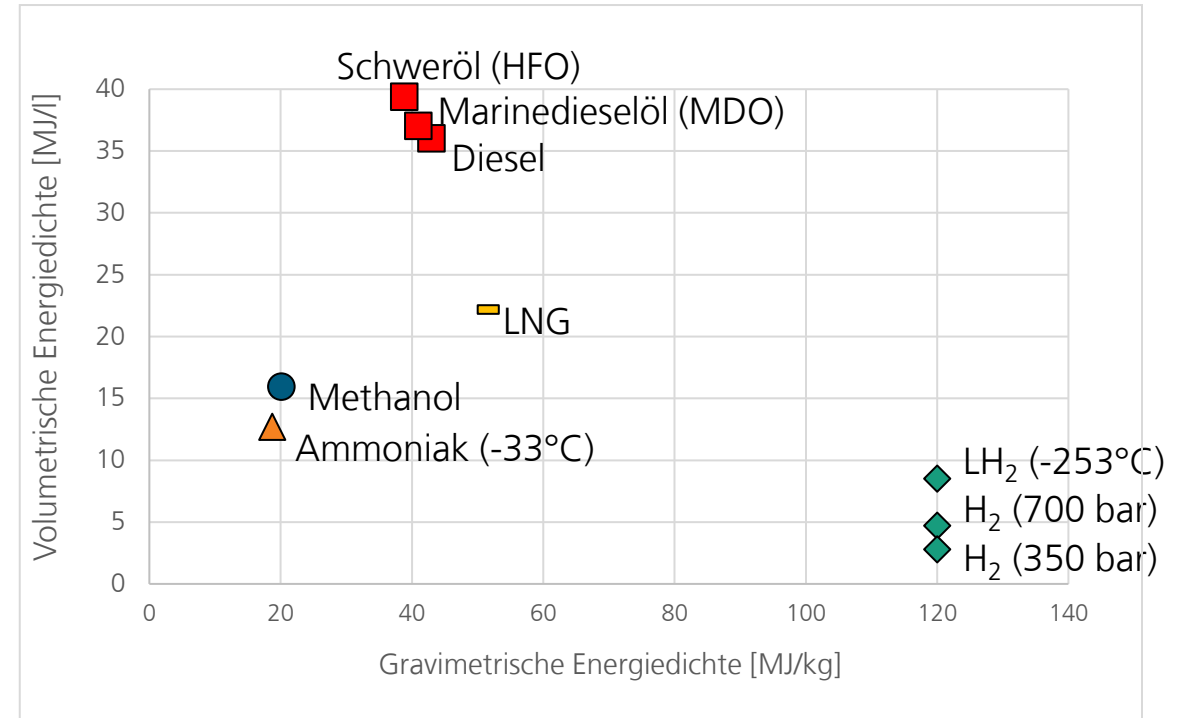
© Shutterstock - SHansche



© Shutterstock – Art Wager

Versorgung von Schiffen

Erneuerbare Kraftstoffe



Depken et al., 2022, Safety Considerations of Hydrogen Application in Shipping in Comparison to LNG;
Ye et al. (2022): System-level comparison of ammonia, compressed and liquid hydrogen as fuels for polymer electrolyte fuel cell powered shipping

Versorgung von Schiffen

Erneuerbare Kraftstoffe - Bunkervorgang



© Shutterstock - SHansche

- **Bunkervolumen vergrößert sich:**
 - Feeder: 500 m³ und ca. 16 h
 - Ultralarge Containerships: 20.000 m³ und ca. 48 h
- **Keine Regelwerke für Bunkervorgänge mit erneuerbaren Kraftstoffen vorhanden**
- **Verfügbarkeit von erneuerbaren Kraftstoffen noch nicht gegeben**
- **Entwicklung von neuen Bunkertechnologien und sicherer Bunkervorgänge erforderlich**

EMSA (2018): Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations.

Versorgung von Schiffen

Erneuerbare Kraftstoffe - Bunkerkonzepte



© Shutterstock - SHansche

- **Grundsätzliche Konzepte:**

- Tkw-Schiff
- Schiff-Schiff
- Tanklager-Schiff
- Ortsbeweglicher Tank-Schiff

- **Pilotanlagen zum Bunkern neuer Energieträger**

- Schweden, Oxelösund: Methanol für Lotsenboot, Tanklager
- Bremerhaven: Methanol für Uthörn, Tankcluster
- Berlin: CGH2 für ELECTRA, Wechselcontainer
- Cuxhaven: CGH2 für Offshore-Versorger, Wechselcontainer*
- Singapore: Facility für das Bunkern von Ammoniak*

* in Planung

Lunds Universitrt (2021): Deliverable 7.1 of EU funded project FASTWATER.

H2-Logistik im Hafen

Versorgung von Schiffen und TUL im Hafen



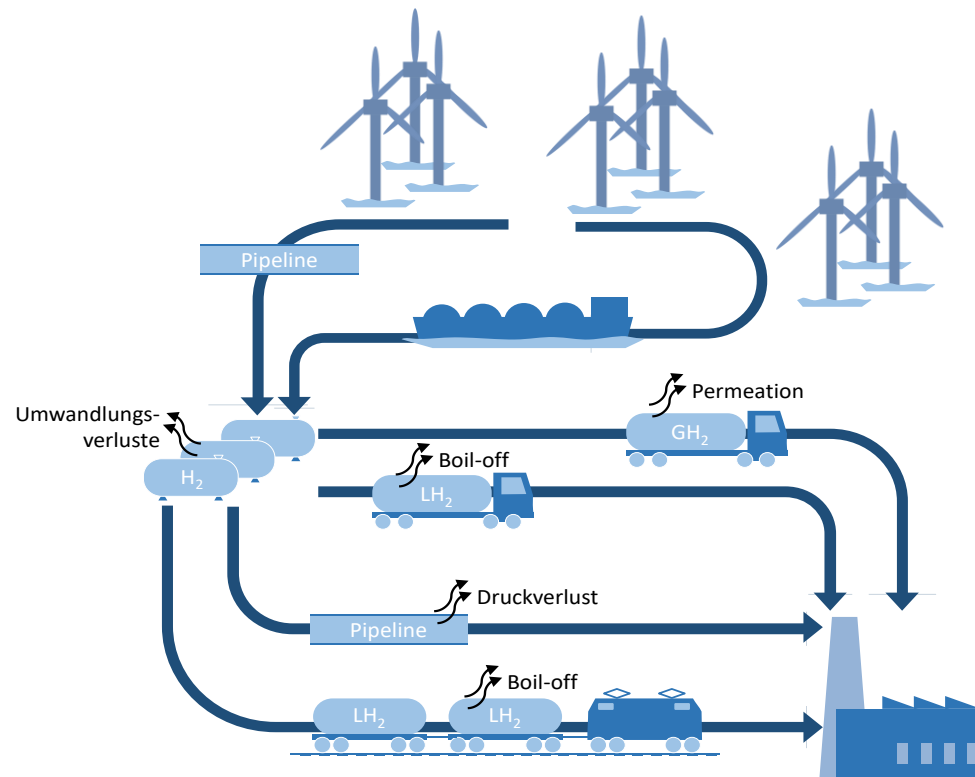
© Shutterstock - SHansche



© Shutterstock – Art Wager

TUL im Hafen

Hafenaufenthalt – Transport, Umschlag und Speicherung im Hafen (Projekt „H2-Logistik“)



© Shutterstock – Art Wager

TUL im Hafen

Hafenaufenthalt – Transport, Umschlag und Speicherung im Hafen (Projekt „H2-Logistik“)

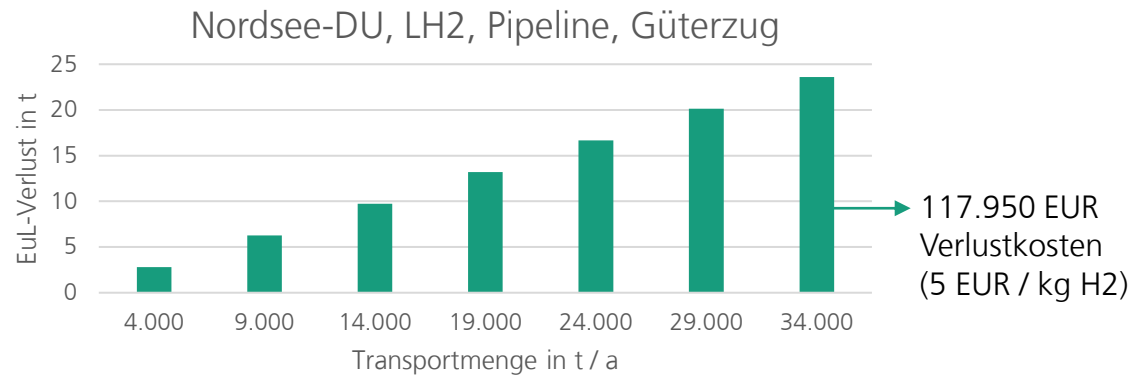
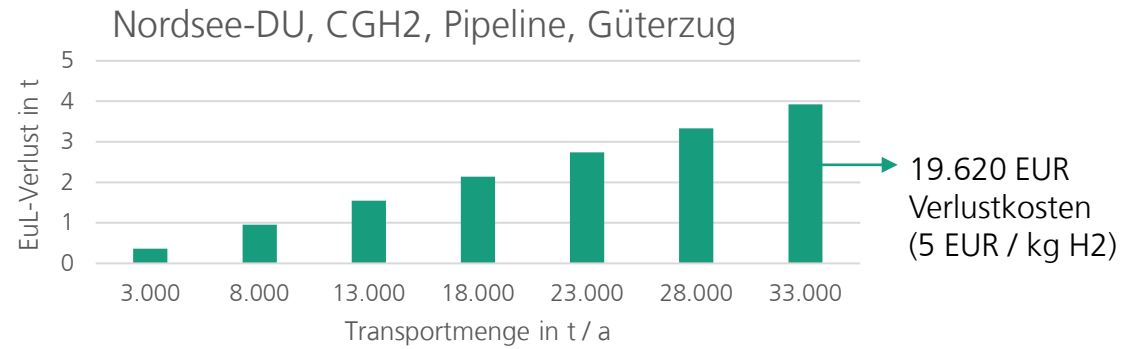
- **Modell von maritimen Logistikketten mit Umschlag im Hafen und Hinterlandtransport**
 - Berücksichtigung der Energie- und Ladungsverluste
 - Simulation verschiedener Usecases in Szenarien
 - Wasserstoff in CGH₂- und LH₂-Form
 - Verlustkosten: z.B. 5 EUR / kg H₂
- **Prozesskette:** Containerisiert, Spezialaufbau
- **Behältertypen:** Stahl, CFK (teilw.-/volumwickelt)
- **Regeln für den maritimen Transport:** Z.B. keine Speicherung im Hafen HH, aber Zwischenlagerung bis 72 h
- **Umschlag im Hafen:** Gefahrgutlager für H₂-Container
- **Befüllung eines Druckkesselwagens:** je nach Kompressortechnologien zwischen 4 und 12 h



© Shutterstock – Art Wager

TUL im Hafen

Hafenaufenthalt – Transport, Umschlag und Speicherung im Hafen (Projekt „H2-Logistik“)



➤ **Ab einer Menge von 3.000 t / a LH2 zu bevorzugen.**



© Shutterstock – Art Wager

TUL im Hafen

Mitglied im Cluster Clean Port and Logistics



© Shutterstock – Art Wager

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Kontakt

M.Sc. Patrick Zimmerman
Ports and Transport Markets
Tel. +49 160 994 620 22

patrick.zimmerman@cml.fraunhofer.de

Fraunhofer Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML
Blohmstraße 32
21079 Hamburg
www.cml.fraunhofer.de



Fraunhofer-Center für Maritime
Logistik und Dienstleistungen CML