



TransHyDE-Projekt LNG2Hydrogen

Erarbeitung einer wissenschaftlich fundierten, nachhaltigen Datenbasis und Empfehlung als Entscheidungsgrundlage für die zukunftsfähige und langfristige Nutzung von LNG-Terminal-Standorten als logistische Knotenpunkte für Wasserstoff und dessen Derivate, Teilvorhaben IFW

Sachbericht zum Verwendungsnachweis Teil I: Kurzbericht

Stand:	30.11.2024
Einreichungsdatum (TIB):	01.07.2025
Partnerin/Partner:	Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden e.V.
Autorin/Autor:	Dr. Hans Weber
Fördertitel:	Verbundvorhaben TransHyDE-LNG-Terminals
Förderkennzeichen:	03HY210L
Disclaimer:	<i>Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor/den Autoren.</i>

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Inhaltsverzeichnis

I. Ursprüngliche Aufgabenstellung	3
II. Vormaliger Stand des Wissens	3
III. Ablauf des Vorhabens	3
IV. Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit	4

I. Ursprüngliche Aufgabenstellung

Ziel des Teilvorhabens war die Unterstützung des Verbundprojektes bei der Erarbeitung einer wissenschaftlich fundierten, nachhaltigen Datenbasis und Empfehlung als Entscheidungsgrundlage für die zukunftsfähige und langfristige Nutzung von LNG-Terminal-Standorten als logistische Knotenpunkte für Wasserstoff und deren Derivate (H₂-Transportvektoren). Fokus und Kompetenz des Teilvorhabens liegt beim Flüssigwasserstoff (LH₂), der dafür nötigen Kryotechnik, Krypumpenentwicklung, Materialfragen und Kältenachnutzungskonzepten sowie Erfahrung im LNG-Terminalbau. Aus diesem Wissen und Fähigkeiten schöpfend, wurden folgende Arbeitsinhalte verfolgt:

- Gemeinsame Erarbeitung von Vergleichsparametern/Vergleichsmatrix für eine belastbare Bewertung und den Vergleich über alle Derivate hinweg.
- Analyse, Darstellung und Bewertung der heute möglichen technischen Optionen für eine zukunftsfähige Nutzung von LNG-Terminalinfrastrukturen für LH₂.
- Mitentwicklung des Konzeptes für ein LH₂-Terminal mit dem Ausblick auf notwendige Forschungs- und Entwicklungsbedarfe sowie der Verwertbarkeit der LNG-Terminal-Komponenten.
- Bewertung von Komponenten, Bauteilen und Materialien für den Einsatz im LH₂-Terminal.
- Integration der möglichen Sektorenkopplung im Umfeld sowohl eines LNG- als auch LH₂-Terminals durch die Nutzung der auszukoppelnden/verfügbaren Kälteleistung.
- Aufzeigen von rechtlichen und regulatorischen Optionen für ein LH₂-Terminal. Über alle Arbeitsinhalte hinweg sollen Forschungs- und Entwicklungsbedarfe, Innovationsansätze und rechtliche und regulatorische Hürden identifiziert und aufgezeigt werden.

II. Vormaliger Stand des Wissens

Vor Projektbeginn war bekannt, dass LNG-Terminals technisch weit entwickelt und speziell auf Methan ausgelegt sind. Für eine Umstellung auf Wasserstoffträger bestand Anpassungsbedarf bei Materialien, Isolation und Sicherheitstechnik. Flüssigwasserstoff konnte bereits international in Pilotanlagen transportiert und gelagert werden, allerdings waren effiziente Integration, Energieverluste und Kryotechnik für großtechnische Anwendungen noch nicht abschließend gelöst.

Ammoniak war als etablierter Wasserstoffträger mit vorhandener Logistik und Standardisierung verfügbar, wobei die effiziente Rückumwandlung zu Wasserstoff als technischer Schwerpunkt galt. Für Methanol und LOHC gab es grundlegende Praxiserfahrungen, aber die spezifischen Anforderungen für die Nutzung an LNG-Terminals waren unzureichend untersucht. SNG und DME wurden als potenzielle Alternativen angesehen, ohne dass deren großskalige Umsetzung in Terminals technisch oder regulatorisch erprobt war. Materialeitig gab es umfangreiche Expertise zur Anwendung kryogener Werkstoffe und Komponenten für LH₂, insbesondere an Forschungseinrichtungen mit Erfahrungen in Kryotechnik und Kältemanagement. Der regulatorische Rahmen für LNG war etabliert, für Wasserstoff und seine Derivate aber nicht abschließend definiert.

Bisherige Studien lieferten grundlegende Übersichten zu technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekten, jedoch fehlten systematische Prozessauslegungen, detaillierte Materialanalysen, techno-ökonomische Vergleiche und die Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette für verschiedene Wasserstoffvektoren im Kontext von LNG-Terminals.

III. Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des Vorhabens gliederte sich in mehrere aufeinander abgestimmte Arbeitspakete, die systematisch die unterschiedlichen Aspekte der Umstellung und zukünftigen Nutzung von LNG-

Terminals als Standorte für Wasserstoff und dessen Derivate abdeckten. Zu Beginn erfolgte eine technologische Bestandsaufnahme bestehender LNG-Terminals sowie eine Definition und Analyse relevanter Wasserstofftransportvektoren. Dies umfasste eine Marktübersicht zu den verschiedenen Energieträgern, hier speziell Flüssigwasserstoff, mit verfügbaren Verflüssigungskapazitäten, Transportschiffen, LH₂-Terminals und erwarteter Nachfrage. Wesentlichen Infrastrukturkomponenten und deren technischer Reifegrad (TRL) wurden erfasst und bewertet und kritische Komponenten wie Tanks und Pumpen dabei identifiziert.

Anschließend wurden Konzepte für die Um- und Weiternutzung der bestehenden LNG-Terminalinfrastruktur diskutiert und LH₂-Terminalkonzepte entwickelt. Schwerpunkte lagen auf der Ausarbeitung von Prozessketten, der Bewertung der Möglichkeit zur Weiterverwendung von Komponenten und der Identifikation erforderlicher Anpassungen hinsichtlich technischer, materialeitiger und sicherheitsrelevanter Anforderungen. Die Ausarbeitung umfasste auch die Entwicklung von Energieintegrations- und Kältenutzungskonzepten, um die Effizienzpotenziale der neuen Anwendungen voll auszuschöpfen.

Ein weiteres zentrales Arbeitspaket widmete sich der Bewertung der eingesetzten Werkstoffe und Komponenten. Ziel war es, die Materialverträglichkeit und Lebensdauer unter den Bedingungen verschiedener Wasserstoffvektoren zu analysieren und mögliche Austausch- oder Anpassungsbedarfe zu identifizieren. Parallel dazu wurden regulatorische, normative und genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen untersucht, um die Übertragbarkeit bestehender Vorschriften auf neue Energieträger zu bewerten und den notwendigen Anpassungsbedarf aufzuzeigen.

Ergänzt wurden diese Schritte durch eine techno-ökonomische Analyse der möglichen Umnutzungs- und Weiterverwendungsszenarien. Dabei wurden die verschiedenen Wasserstofftransportvektoren hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit, Umweltwirkung und Integration in die Transport- und Versorgungsketten verglichen.

Die Ergebnisse aus allen Arbeitspaketen wurden schließlich zusammengeführt und in Form eines Syntheseberichts aufbereitet.

IV. Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit

Das IFW Dresden übernahm die Koordination und fachliche Integration der Beiträge zu Flüssigwasserstoff aus dem Forschungskonsortium HyLiq in mehreren Arbeitspaketen des Projekts. Neben dem im Lead von Linde entwickelten LH₂-Terminalkonzept, welches in die Projektsynthese einfluss, entwickelte das IFW ein Terminalkonzept mit Sektorenkopplung, übernahm den Abgleich physikalischer Vergleichsgrößen zwischen Derivaten und Arbeitspaketen und wirkte bei techno-ökonomischen Bewertungen sowie TRL-Analysen für den (Hinterland-) Transport und Import von LH₂ mit.

Die TUD trug durch die Entwicklung neuer Isolationskonzepte für große Flachbodentanks ohne Vakuumisolation, die Ausarbeitung geeigneter Werkstoffe und die Auslegung von Tank- und Rohrleitungssystemen zur technischen Ausarbeitung des Terminaldesigns bei. Die HTW untersuchte Möglichkeiten zur Kältenachnutzung am Verdampfer mittels CO₂-basierter Sekundärkältekreise. SciDre bewertete bestehende LH₂-Pumpentechnologien, untersuchte Infrastrukturfragen, arbeitete an Sicherheitsaspekten und analysierte die regulatorischen Rahmenbedingungen für LH₂-Systeme.

Alle Partner brachten ihre spezifische LH₂- und Kryo-Expertise in die Erstellung von Terminalkonzepten, technologischen Bewertungen, Werkstoff- und Komponentenbewertung sowie Syntheseberichten ein. Das Zusammenspiel der Beiträge ermöglichte eine ganzheitliche Betrachtung der technischen Umsetzbarkeit von LH₂-Terminals.