



TransHyDE-Projekt LNG2Hydrogen

Verbundvorhaben TransHyDE-LNG-Terminals: 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

Sachbericht zum Verwendungsnachweis Teil I: Kurzbericht

Stand:	18.06.2025
Einreichungsdatum (TIB):	18.06.2025
Partnerin/Partner:	Uniper Hydrogen GmbH
Autorin/Autor:	Christoph Mechler, Dr. Dennis Krieg
Fördertitel:	Verbundvorhaben TransHyDE-LNG-Terminals
Förderkennzeichen:	03HY210D
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	4
III.1	Technische Studien.....	4
III.2	Sozio-ökonomische Studie	5
IV.	Wesentliche Ergebnisse	5
IV.1	Technische Studien.....	5
IV.2	Sozio-ökonomische Studie	6
	Literaturverzeichnis.....	8

I. Ursprüngliche Aufgabenstellung

Zur Sicherung der deutschen Gasversorgung plant das Bundeswirtschaftsministerium den Bau von fünf schwimmenden und drei landseitigen LNG-Terminals, die künftig auch für den Import von Wasserstoffträgern wie Ammoniak oder Flüssigwasserstoff genutzt werden sollen. Eine detaillierte Analyse zur technischen Umrüstbarkeit dieser Infrastruktur liegt bislang jedoch nicht vor.

Ziel des Forschungsprojekts war daher die Entwicklung einer fundierten Datengrundlage, um die klimaneutrale Umnutzung von LNG-Terminals für Wasserstoffimporte zu ermöglichen und weiteren Forschungsbedarf zu identifizieren. Dazu wurden bestehende und geplante Terminals, wie das von Uniper betriebene FSRU in Wilhelmshaven, technisch analysiert (AP 2), Terminalkonzepte für Wasserstoffträger entwickelt (AP 3), Transporttechnologien bewertet (AP 7) und sozio-ökonomische Nutzungsszenarien untersucht (AP 8).

Die Ergebnisse unterstützen die Transformation bestehender LNG-Infrastruktur zu Wasserstoffknotenpunkten und sind zentral für die Umsetzung der deutschen Wasserstoffstrategie. Uniper verfolgt dabei das Ziel, Wilhelmshaven als "GreenWHV Terminal" zu einem bedeutenden Standort der Wasserstoffwirtschaft auszubauen (1). Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als wichtige Grundlage für zukünftige Projektentwicklungen und sind in diesem Abschlussbericht dokumentiert.

Vormaliger Stand des Wissens

II. Vormaliger Stand des Wissens

Uniper verfügt über umfassende Erfahrungen und fundiertes Fachwissen im Bereich der LNG-Technologien. In den vergangenen Jahren hat das Unternehmen zahlreiche Projekte entlang der gesamten LNG-Wertschöpfungskette untersucht und begleitet – von Verflüssigungsanlagen und Exportterminals über den Transport per LNG-Tanker bis hin zu Importterminals in unterschiedlichen Entwicklungsstadien.

Ein besonderer Meilenstein war 2022 die Errichtung des ersten deutschen LNG-Terminals in Wilhelmshaven. Dieses Terminal basiert auf dem Konzept einer FSRU, wurde in einem beschleunigten Verfahren realisiert und befindet sich inzwischen im regulären Betrieb unter der Verantwortung von Uniper. Damit hat das Unternehmen nicht nur wichtige Pionierarbeit im Aufbau der deutschen LNG-Infrastruktur geleistet, sondern ist auch im internationalen LNG-Handel, als eines der führenden Energiehandelsunternehmen Europas etabliert.

Darüber hinaus engagiert sich Uniper zunehmend im aufkommenden Wasserstoffmarkt. Erste praktische Erfahrungen im Handel und Import von Wasserstoffderivaten konnten bereits gesammelt werden. Als Vorreiter in der Branche entwickelt Uniper aktuell eine großtechnische Elektrolyseanlage im „Energiepark Bad Lauchstädt“, mit dem Ziel, grün erzeugten Wasserstoff für die angrenzende chemische Industrie bereitzustellen (2). Dieses Engagement unterstreicht die strategische Ausrichtung des Unternehmens auf eine klimaneutrale Zukunft und die Transformation hin zu nachhaltigen Energieträgern.

III. Ablauf des Vorhabens

III.1 Technische Studien

Im Rahmen der technischen Studien wurde in Zusammenarbeit mit der niederländischen Firma Proton Ventures B.V. (im weiteren Verlauf mit PV abgekürzt) ein generisches Design für ein marines Import-Terminal für grünen Ammoniak (NH_3) an der deutschen Küste entwickelt.

Dabei wurden unterschiedliche Ausführungsvarianten für die verschiedenen Terminal-Systeme gegenübergestellt und eine Empfehlung für die jeweils bevorzugte Variante ermittelt.

Das grundsätzliche Terminal-Konzept sieht vor, dass Ammoniak (NH_3) seeseitig von Tankschiffen umgeschlagen und über ein Rohrleitungssystem zu landbasierten Lagertanks geleitet wird, in denen es temporär bei etwa -33 °C unter atmosphärischem Druck zwischengespeichert wird. Das Ammoniak wird schließlich über Pumpensysteme zu nachgeschalteten Verbrauchern (z.B. NH_3 -Cracker zur Erzeugung von Wasserstoff) oder Verteilsystemen (z.B. Beladung von NH_3 -Kesselwagenzügen) gefördert. Eine schematische Darstellung eines solchen NH_3 -Import-Terminals befindet sich in der nachfolgenden Abbildung 1.

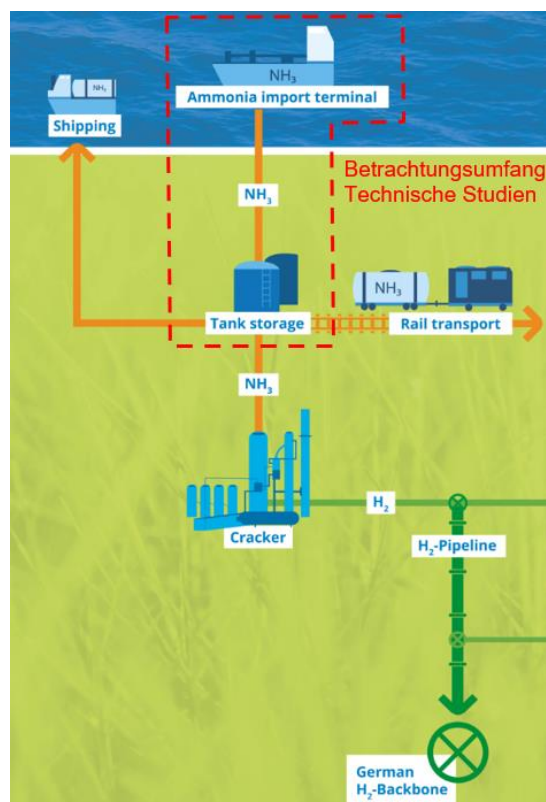


Abbildung 1: Schematische Darstellung NH_3 -Import-Terminal und Umfang der technischen Studien

III.2 Sozio-ökonomische Studie

Im Rahmen der sozio-ökonomischen Studien wurde mit der Firma Prognos AG aus Basel zusammengearbeitet. Prognos AG (im weiteren Verlauf mit PA abgekürzt) ist eine wissenschaftlich fundierte, politisch unabhängige Beratungs- und Forschungseinrichtung, die seit 1959 Entscheidungsgrundlagen zu wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Themen liefert.

Ziel dieser Analyse ist es, den sozioökonomischen Nutzen dieser Investitionen für die Region Wilhelmshaven – und darüber hinaus für das Land Niedersachsen und die Bundesrepublik Deutschland – quantifizierbar zu machen. Neben der rein ökonomischen Betrachtung, etwa in Bezug auf Investitionsvolumen, Beschäftigungsimpulse oder Wertschöpfung, sollen auch qualitative Effekte erfasst werden. Dazu zählen unter anderem die Erhöhung der Standortattraktivität für weitere Industrieansiedlungen, die Förderung technologischer Innovation im Bereich Wasserstoff sowie die Stärkung der Energieversorgungssicherheit auf nationaler Ebene.

Zur Bewertung der sozioökonomischen Auswirkungen wurde ein methodischer Ansatz gewählt, der sowohl quantitative als auch qualitative Komponenten berücksichtigt. Im quantitativen Teil kommen Szenario-Berechnungen auf Basis eines regionalen Input-Output-Modells zum Einsatz. Dieses erlaubt eine differenzierte Analyse der direkten, indirekten und induzierten Effekte auf Produktion, Beschäftigung und Einkommen in der Region.

IV. Wesentliche Ergebnisse

IV.1 Technische Studien

Eine Übersicht des NH₃-Terminal-Hauptprozesses in Form eines Blockfließbilds ist in der folgenden Abbildung 2 dargestellt.

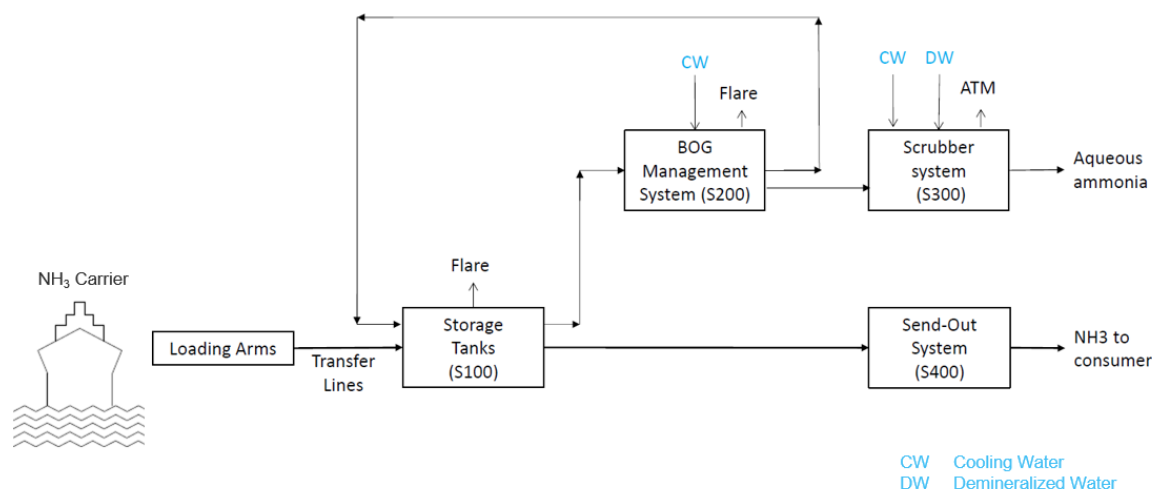


Abbildung 2: Blockfließbild Terminal-Hauptprozess

NH₃ wird aus den Cargo-Tanks eines anliegenden Tankschiffs über zwei MLA, welche auf der Umschlagplattform des Anlegers installiert sind, mit einer Temperatur von ca. -33 °C und einem Druck

von ca. 5 bar(g) entladen. Der Ammoniak-Transport zur Landseite erfolgt über zwei parallel verlaufende Transfer-Leitungen mit einer Länge von jeweils ca. 3.000 m. Landseitig wird das NH₃ in zwei NH₃-Lagertanks mit einer Netto-Speicherkapazität von jeweils 40.000 t temporär gespeichert. Die Lagertanks sind mit internen Tauchpumpen zur Entladung von NH₃ zu nachgeschalteten Verbrauchern ausgerüstet. Zur Erhöhung des Drucks auf das für die Verbraucher erforderliche Niveau dienen zusätzliche externe Pumpen (siehe „Send-Out System“ in Abbildung 3).

Durch Wärmeeintrag in die NH₃-Lagertanks und NH₃-Transferleitungen verdampft kontinuierlich ein kleiner Teil des gelagerten Ammoniaks, sog. „Boil-Off-Gas“ (BOG). Die Boil-Off-Rate der Lagertanks beträgt typischerweise ca. 0,03 %/d bezogen auf die Netto-Speicherkapazität. Um einen unzulässigen Druckanstieg in den Lagertanks zu vermeiden, wird ein BOG Management System, bestehend aus einer Kälteanlage zur Rückverflüssigung von NH₃, installiert. Zur Abführung der durch den Prozess erzeugten Abwärme wird Kühlwasser benötigt. Das rückverflüssigte Ammoniak wird anschließend zu den Lagertanks zurückgeführt. Nicht kondensierbare Gase, insbesondere mit Ammoniak kontaminierter Stickstoff, werden gesammelt und diskontinuierlich einem Wäscher („Scrubber System“ in Abbildung 4) zugeführt. In der Waschkolonne wird das im Gas enthaltene Ammoniak durch Absorption in demineralisiertem Wasser gebunden. Das auf diese Weise erzeugte Ammoniakwasser wird zur weiteren Verwendung oder Entsorgung zur Anlagengrenze transportiert.

IV.2 Sozio-ökonomische Studie

Die Investitionen in das Wasserstoffterminal führen im Durchschnitt zu etwa 1.150 zusätzlichen Arbeitsplätzen pro Jahr in Wilhelmshaven und Niedersachsen. Diese zusätzlichen Beschäftigten tragen maßgeblich zur wirtschaftlichen Entwicklung der Region bei und generieren eine jährliche zusätzliche Wertschöpfung von rund 75 Millionen Euro.

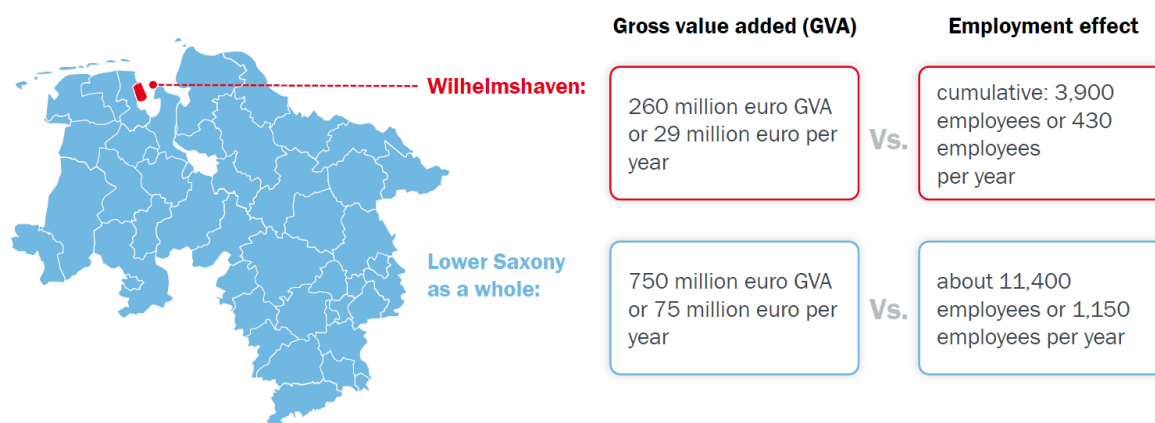


Abbildung 3 Mehreffekt eines Wasserstoffterminals in Wilhelmshaven auf die Region insgesamt

Beim Wasserstoffterminal entfällt der überwiegende Teil des Beschäftigungszuwachses auf die Bauwirtschaft. Der größte Beschäftigungseffekt entsteht somit in der Errichtungsphase der Infrastruktur. Diese Entwicklung ist typisch für großangelegte Investitionsprojekte, bei denen Planungs- und Bauleistungen einen erheblichen Anteil ausmachen.

Auf Grundlage der derzeit verfügbaren Daten lässt sich jedoch keine verlässliche Aussage darüber treffen, ob und in welchem Umfang die neu geschaffenen Arbeitsplätze dauerhaft bestehen bleiben. Eine Einschätzung zur langfristigen Nachhaltigkeit dieser Beschäftigung ist daher zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

Im Zeitraum von 2026 bis 2035 wird das Investitionsvorhaben voraussichtlich zusätzliche Steuereinnahmen in erheblichem Umfang generieren. Insgesamt belaufen sich die geschätzten Einnahmen aus der Lohnsteuer auf rund 101,1 Mio. Euro. Darüber hinaus werden durch die erhöhte Konsumnachfrage zusätzlich etwa 33,1 Mio. Euro an Mehrwertsteueraufkommen erwartet.

Für die Berechnungen wurden Einkommen und Steuerklasse unter der Annahme einer jährlichen Inflationsrate von 2 % bis zum Jahr 2035 fortgeschrieben. Die Konsumquote wurde mit 88,9 % des verfügbaren Einkommens angesetzt, während für die Berechnung der Mehrwertsteuer ein durchschnittlicher Steuersatz von 9,32 % zugrunde gelegt wurde. Diese Annahmen ermöglichen eine realistische Einschätzung der fiskalischen Effekte, die mit den zusätzlichen Investitionen in die Region einhergehen.

Literaturverzeichnis

1. https://www.uniper.energy/news/germanys-first-lng-terminal-in-wilhelmshaven-looks-back-on-one-year-of-operation?utm_source=chatgpt.com. [Online] abgerufen am 18.06.2025.
2. <https://energiepark-bad-lauchstaedt.de/technisches-konzept/wasserstofferzeugung/>. [Online] abgerufen am 18.06.2025.