

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU



Maritimer Import Grüner Moleküle – Versorgungssicherheit für Deutschland

Parlamentarischer Abend | 07. November 2024

Agenda

- ❖ Begrüßung
- ❖ Keynote des Innovationsbeauftragten „Grüner Wasserstoff“ des BMBF, Till Mansmann
- ❖ Vorträge
 - ✓ WARUM? WOHER? Prof. Dr. Martin Wietschel
 - ✓ WELCHE? WANN? WIE? Kai Ruske, Dr. Frank Graf, Christiane Staudt
 - ✓ RECHTLICH AUF KURS? Leandra Schulz
- ❖ UND JETZT – LEINEN LOS: Podiumsdiskussion
- ❖ Abschluss und Ausklang

Keynote - Herr Till Mansmann

Innovationsbeauftragter „Grüner Wasserstoff“ des BMBFs



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Maritimer Import Grüner Moleküle

Berlin, den 7. November 2024

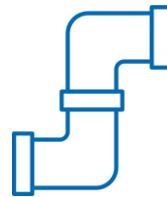




Wasserstoff-Import nach Deutschland

H2-Importe

via Pipeline



via Schiff



Technologische Voraussetzungen

Energiepartnerschaften

Weiternutzung von Infrastruktur



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Vielen Dank!

Maritimer Import Grüner Moleküle – Versorgungssicherheit für Deutschland

Warum? Woher?

—

Martin Wietschel

Parlamentarischer Abend
07. November 2024, Berlin



Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung ISI

Ergebnisse aus dem Projekt HyPAT - Globaler
H₂-Potenziatlas

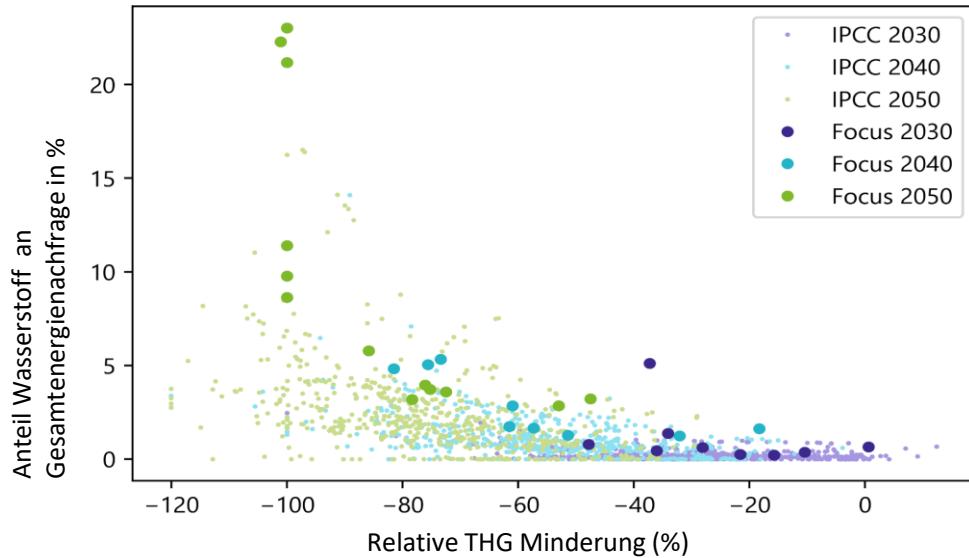
Projekt aus der BMBF Wasserstoff-
Grundlagenforschung



Wasserstoff und Syntheseprodukte werden aus wirtschaftlichen Gründen erst bei ambitionierten Klimazielen benötigt – dann aber in großen Mengen

- Steigender Wasserstoffanteil mit ambitionierterer THG-Emissionsreduktion
- 50% der Studien gehen von einem Wasserstoffanteil an der Gesamtenergiennachfrage von 4 - 11% im Jahr 2050 aus. Ausreißerwerte projizieren Anteile von bis zu 23%

Metanalyse von weltweiten Szenarien
Anteil Wasserstoff an der globalen Gesamtenergiennachfrage

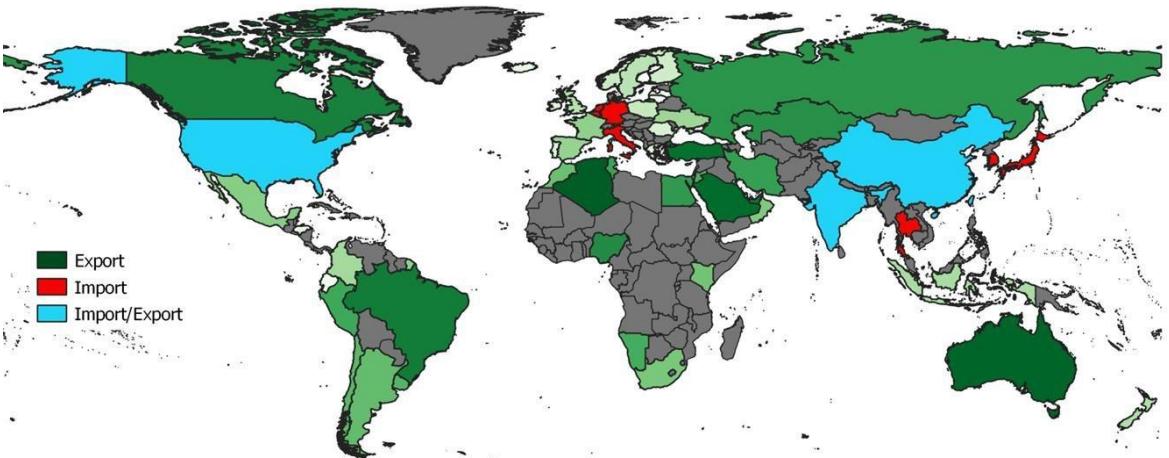


Quelle Fraunhofer ISI, Riemer et. al. (2022): Metanalyse Wasserstoffnachfrage

Aber nur wenige Länder haben einen höheren Importbedarf

- In treibhausgasneutralen Szenarien für Deutschland: Hohe Nachfrage nach Wasserstoff und Derivaten trifft auf vergleichsweise geringes Erzeugungspotenzial
- Nur etwa 30 % des Wasserstoffs- und der Derivatebedarfs werden international gehandelt
- Der Wasserstoffmarkt wird sich stärker an den heutigen Gasmärkten und weniger an den Ölmarkten orientieren

Importbedarf oder Exportpotenzial (Export (grün), Import (rot) und Import-/Exportländer unsicher (blau))

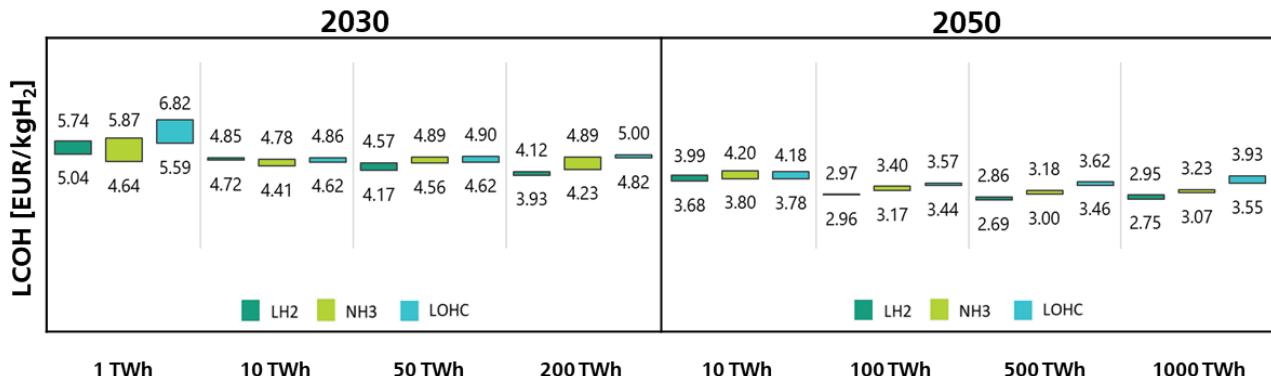


Quelle Wietschel (2024): HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.)

Flüssigwasserstoff ist bei größeren Transportmengen eine wirtschaftlich attraktive Importoption für Deutschland

- Durch Skaleneffekte sind größere Exportmengen wirtschaftlicher
- Allerdings besteht ein Spannungsfeld zur Diversifizierung von Lieferländern
- LH2 ist wirtschaftlich eine attraktive Option, sie wird in nennenswerten Umfang aber erst nach 2030 zur Verfügung stehen

Importkosten für gasförmigen Wasserstoff (LCOH) im Falle eines Schiffimports von LH₂, NH₃ und LOHC aus Brasilien und einer Rückumwandlung zu molekularem Wasserstoff am Zielort Deutschland für die Jahre 2030 und 2050 und unter Berücksichtigung unterschiedlich großer Exportmengen (Moderates Szenario mit länderspezifischem WACC)

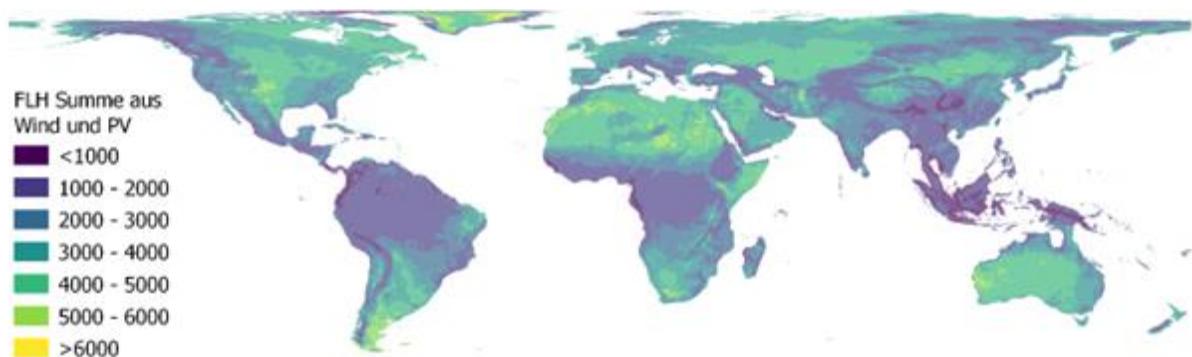


Quelle Wietschel (2024): HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.)

Eine Reihe an Regionen bietet gute techno-ökonomische Potenziale zur Erzeugung

- Regionen mit höheren Volllaststunden (FLH) bieten hinsichtlich der Erzeugungskosten einen erheblichen Vorteil (hohe Auslastung der Elektrolyseure und Syntheseanlagen).
- Attraktive Regionen: Süden Chiles, MENA-Region, der Mittlere Westen der USA und Australien.

Summe der Volllaststunden von Wind und PV. Quelle:
Kleinschmitt et al. (2021)



Quelle Wietschel (2024): HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.)

Weil viele Länder günstige Erneuerbare Potenzial haben rücken andere Aspekte in den Mittelpunkt

Techno-ökonomische Kriterien

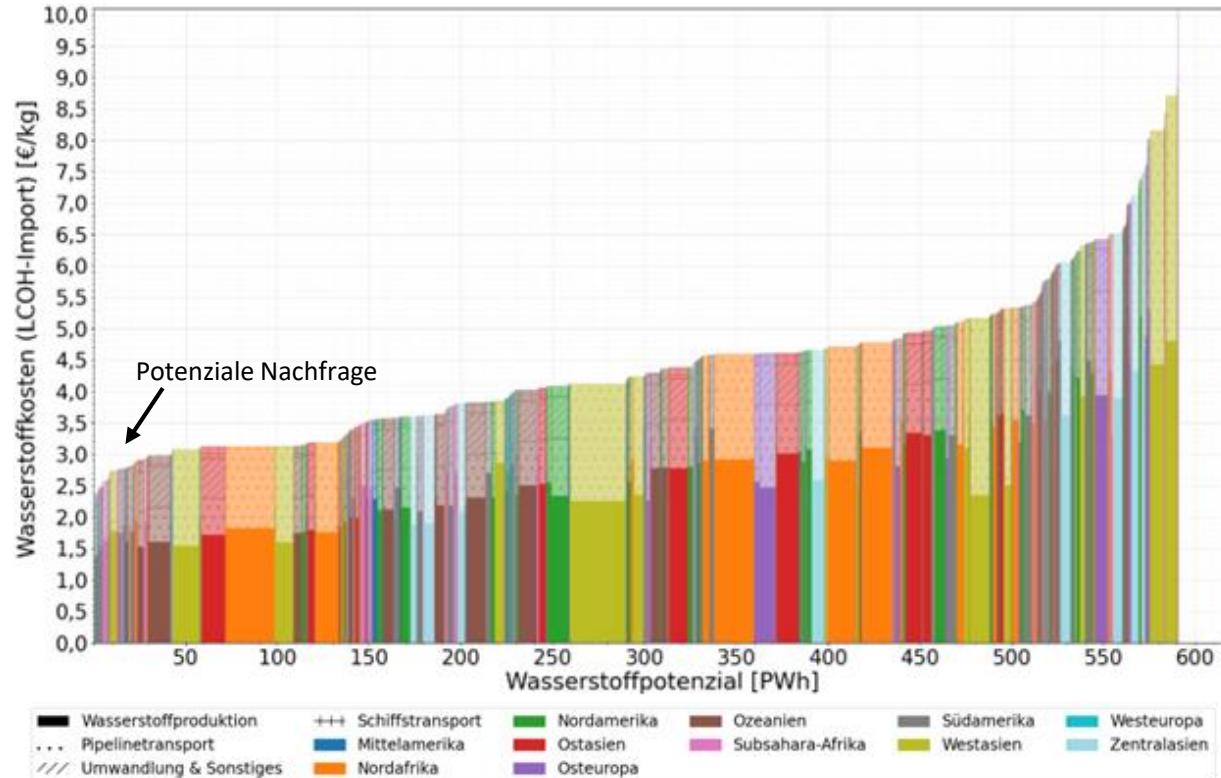
- Kapitalkosten haben einen hohen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit, denn der Aufbau einer Export- und Transportinfrastruktur von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten ist kapitalintensiv.
- Insbesondere viele Entwicklungs- und Schwellenländer haben Schwierigkeiten an günstiges Kapital zu kommen.
- Öl- und Gasländer haben bezüglich des verfügbaren günstigen Kapitals teilweise einen Wettbewerbsvorteil.
- Wegen Saisonalitäten ist die Möglichkeit, Wasserstoff unterirdisch zu speichern, um eine möglichst hohe Anlagenauslastung zu erreichen, von hoher Relevanz.
- Die Existenz von Exporthäfen und ob diese sich in der Nähe der Wasserstoffproduktion und -speicherung befinden.

Ein großes Potenzial zu vergleichsweise niedrigen Kosten ist auch bei Einbezug der technökonomischen Kriterien vorhanden

Lokale Potenzialkurve

Wasserstoffangebote für 48 ausgewählte Staaten der Erde für das Jahr 2050 (H2 Pipelinetransport oder Schiffstransport mit NH3-Route inkl. Rückumwandlung in molekularen Wasserstoff am Import Hub in Deutschland)

Moderates Szenario mit länderspezifischem WACC und Berücksichtigung aller EE-Potenziale bis 100 Euro/MWh



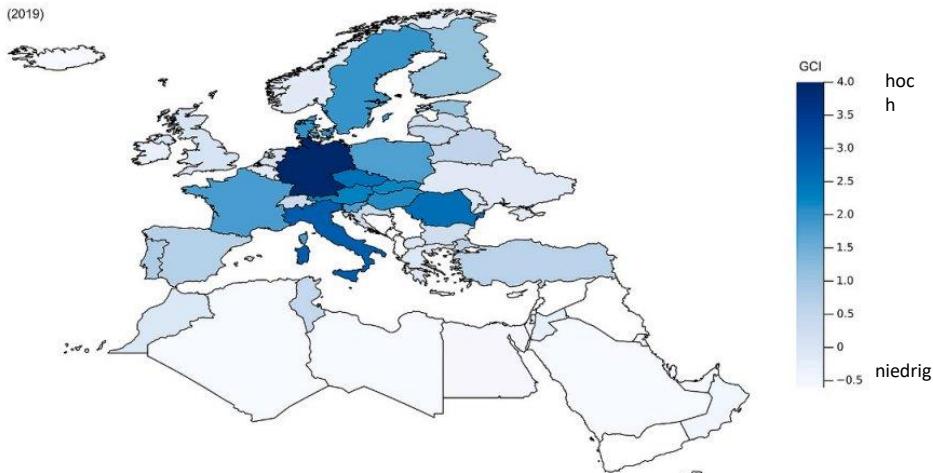
Quelle Wietschel (2024): HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.)

Weil viele Länder günstige Erneuerbare Potenziale haben rücken andere Aspekte in den Mittelpunkt

Weitere Kriterien

- Geopolitische Interessen
- Bewertung von Menschenrechten und demokratischen Aspekten
- Wasserverfügbarkeit
- Nationale Politikprioritäten und der nationale regulatorische Rahmen
- Industriellen Voraussetzungen zur Herstellung von Komponenten der Wasserstoffwertschöpfungskette
- Technologieverfügbarkeit und -zugang

Fähigkeit von Ländern zur Herstellung von Wasserstoff und Derivaten

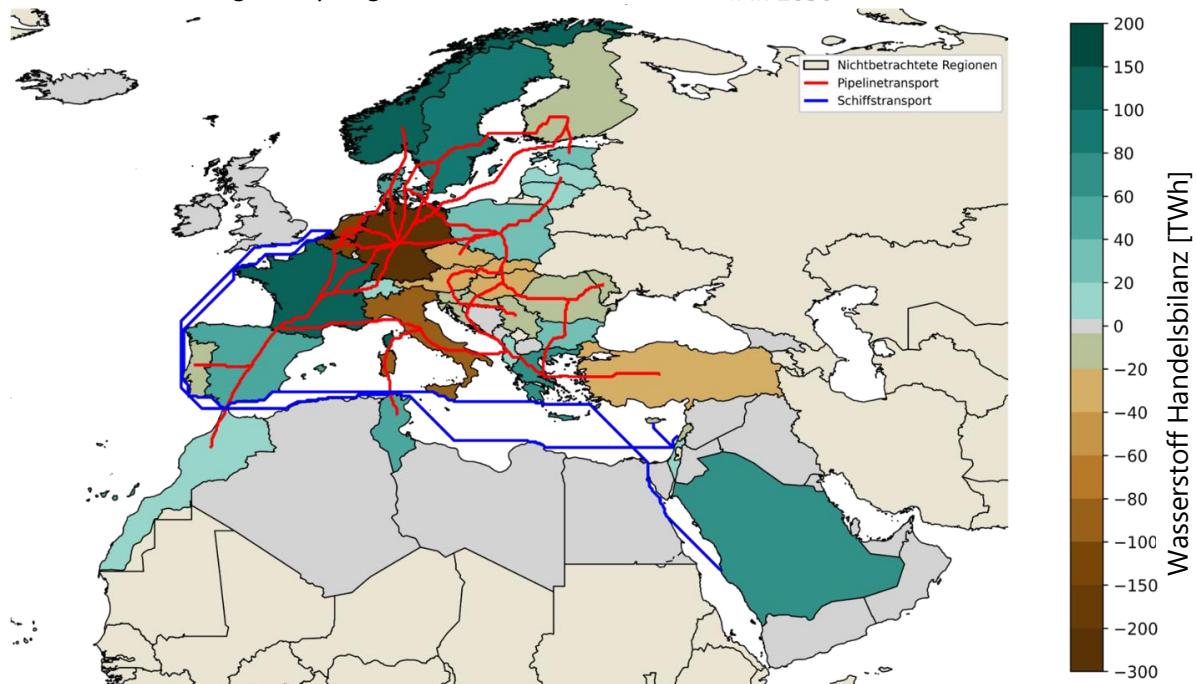


Quelle Wietschel (2024):. HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.)

Bei Wasserstoff werden die Länder Mitten in der EU von den umliegenden Ländern versorgt

- Bei Wasserstoff:
 - Pipelinetransporte überwiegen
 - Schiffstransporte ergänzen und tragen zur Diversifikation bei
- Große Mengen an Wasserstoff-Derivaten müssen allerdings von außerhalb der EU importiert werden

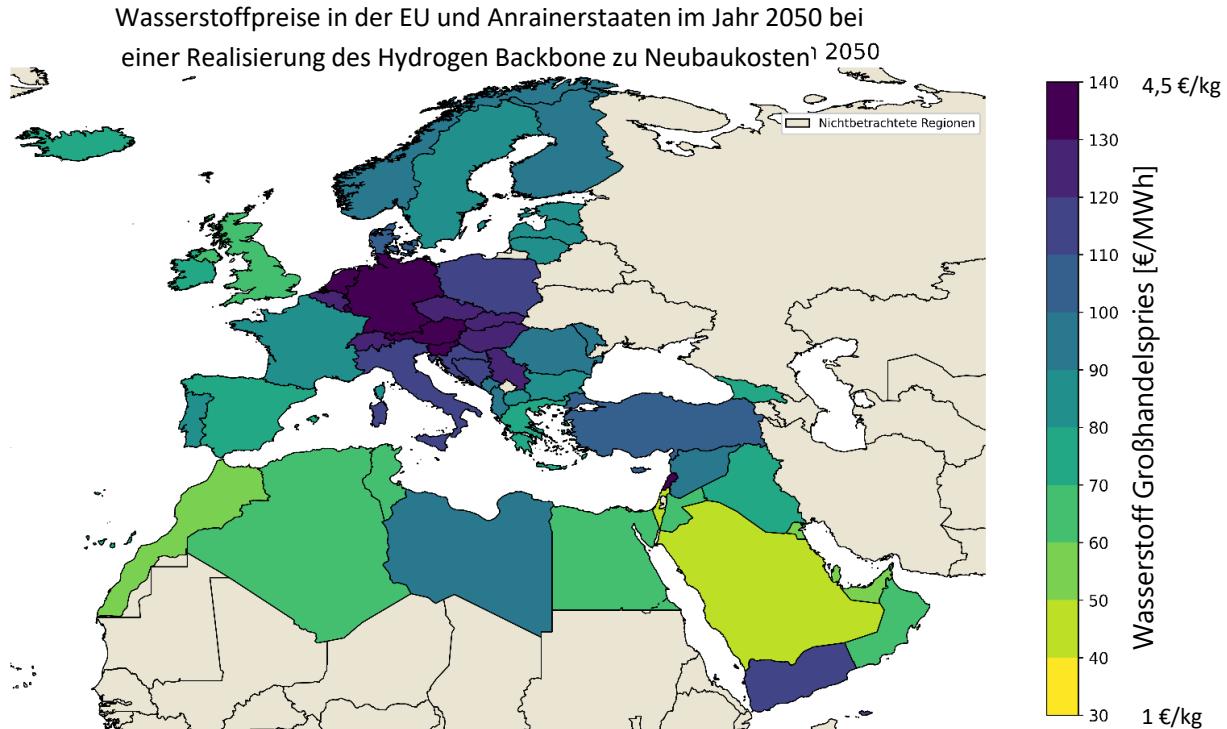
Wasserstoffhandelsströme in der EU und Anrainerstaaten im Jahr 2050 bei einer Realisierung des Hydrogen Backbone zu Neubaukosten in 2050



Quelle Wietschel (2024): HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.)

Deutschland wird mit die höchsten Wasserstoffpreise haben

- In Deutschland werden die Wasserstoffpreise im Großhandel bei ca. 4 bis 4,5 €/kg liegen
- Wettbewerbsvorteile bei Ländern, wie die Vereinigten Staaten oder Kanada, die über große und günstige Ressourcen zur Herstellung von grünem Wasserstoff und beträchtliche Marktanteile bei den relevanten Anwendungen besitzen
- Gefahr der Standortverlagerung bzw. einer internationalen Neuordnung von Wertschöpfungsketten



Quelle Wietschel (2024).. HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.)

Mehr Information auf der HyPat-Webseite



Danke für ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Martin Wietschel
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Telefon +49 721 6809-254
martin.wietschel@isi.fraunhofer.de



WELCHE? WANN? WIE?

**LNG2Hydrogen – Die zukunftsähige Nutzung von LNG-Terminal-Standorten
als logistische Knotenpunkte für Wasserstoff und dessen Derivate**

Christiane Staudt, Dr. Frank Graf & Kai Ruske | Parlamentarischer Abend | 07. November 2024



Wer sind wir?



Kai Ruske
Verbundkoordinator -
LNG2Hydrogen



Dr. Frank Graf
Verbundkoordinator -
LNG2Hydrogen



Christiane Staudt
Leiterin Arbeitspaket 3 –
LNG2Hydrogen

Das Projekt LNG2Hydrogen

Projektaufzeit
06/2023 – 11/2024

 **Wasserstoff**
Leitprojekte
Grün. Groß. Global.

Projektvolumen:
ca. **4,75 Mio. €** bei ca.
81% Förderquote

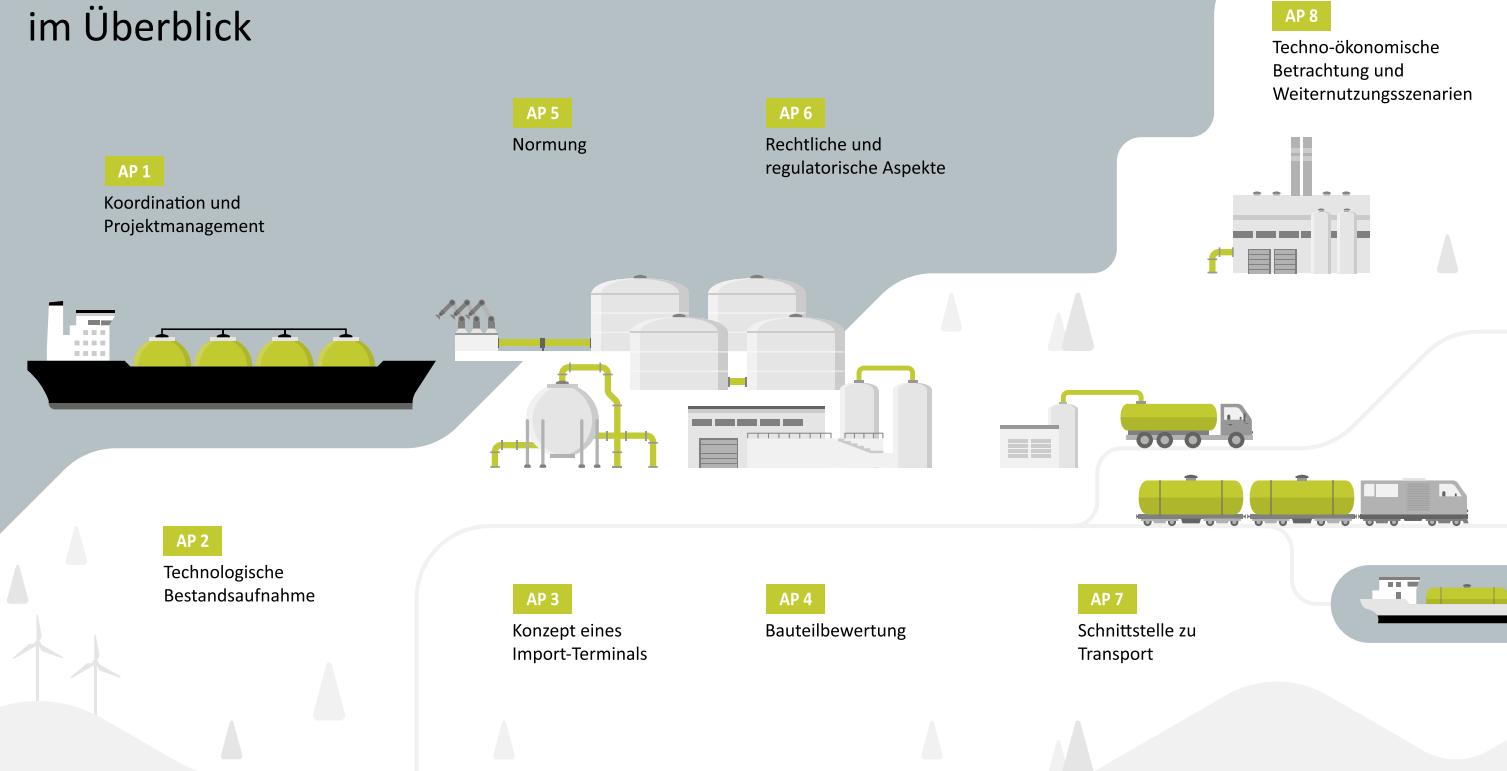
Ziel des Projektes

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

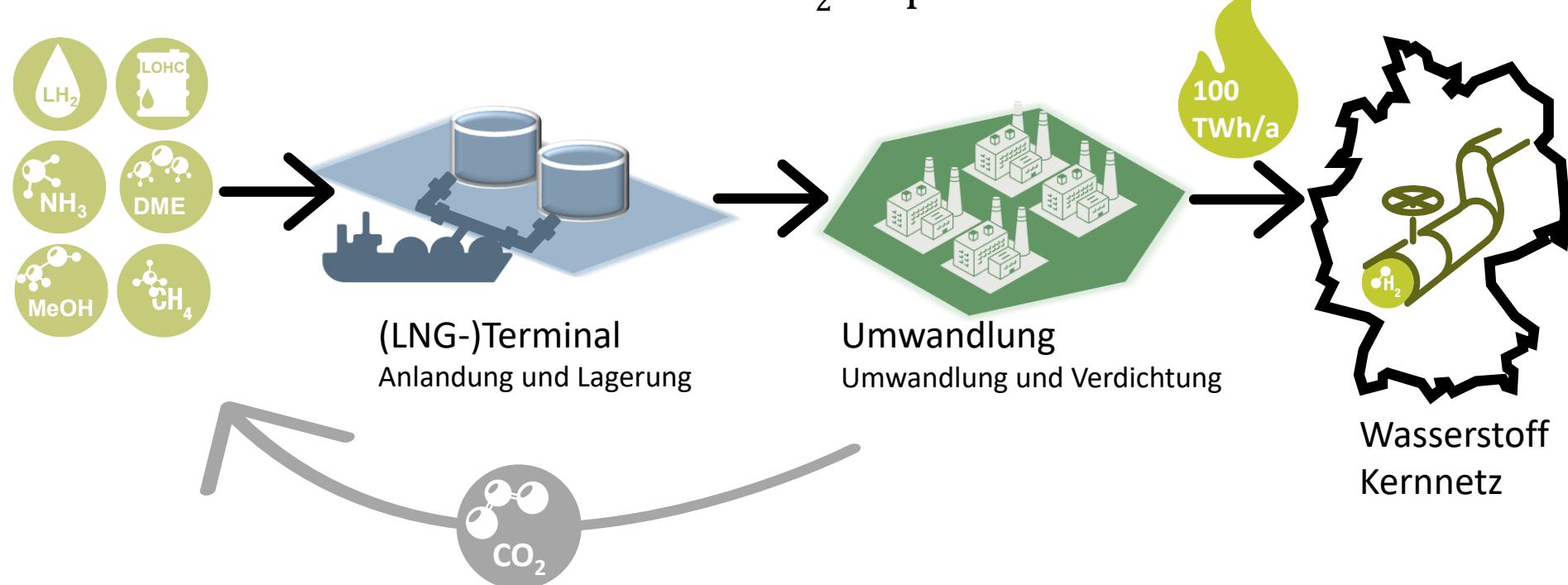
- Teilprojekt des Wasserstoff Leitprojektes **TransHyDE**
- Betrachtet die **Vektoren** SNG, LH₂ (Flüssigwasserstoff), Methanol, Ammoniak, LOHC, DME (Dimethylether)



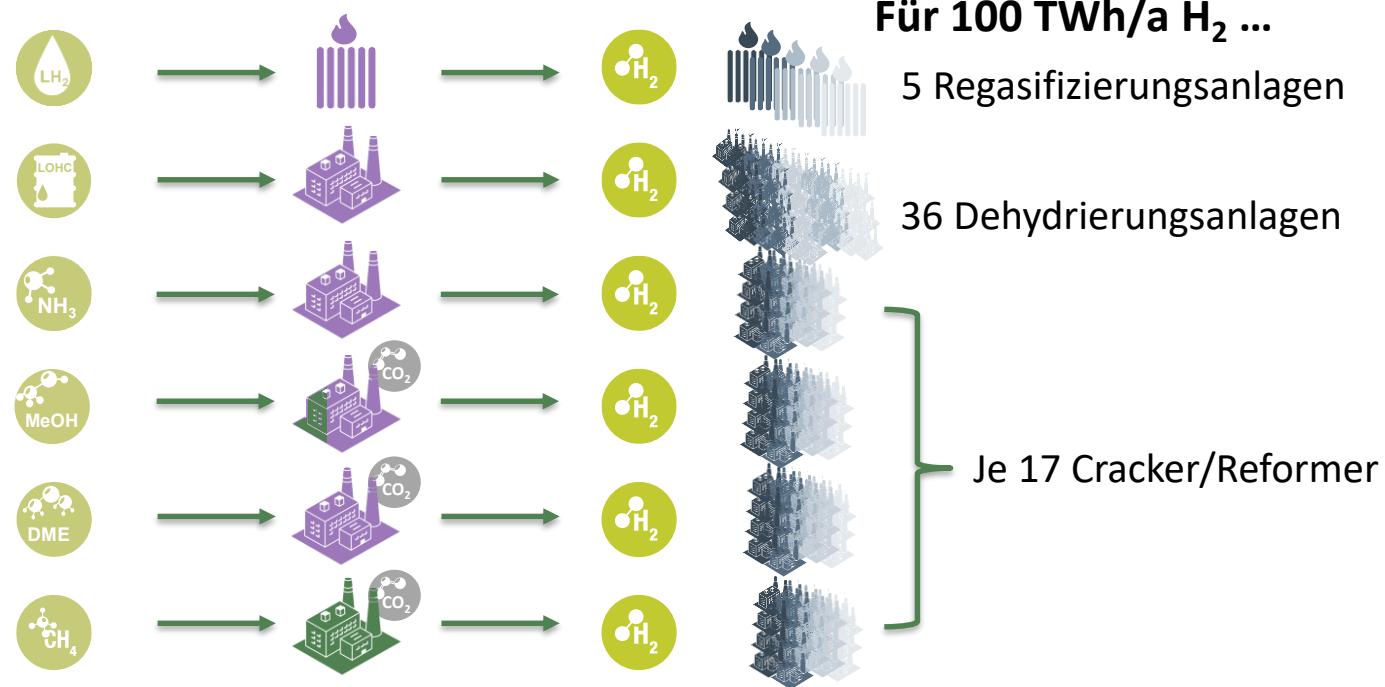
Das Projekt LNG2Hydrogen im Überblick



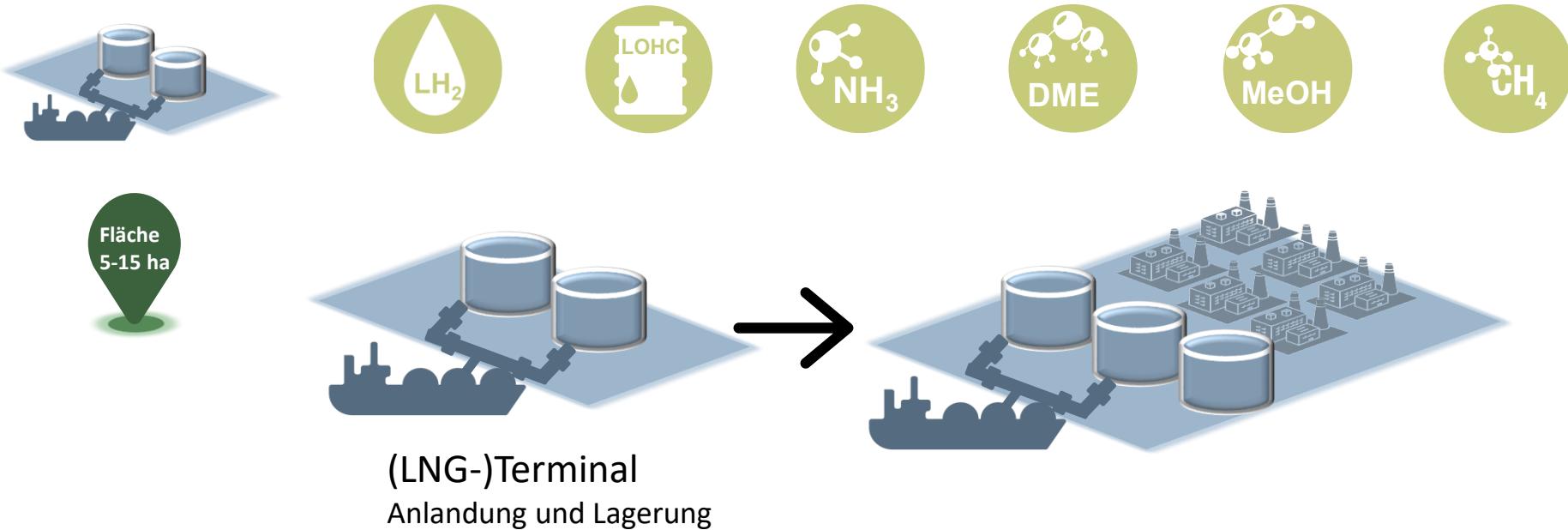
Welche Schritte beinhaltet ein H₂-Importterminal?



Wie funktioniert die Umwandlung zu H₂ am Importterminal?



Wie viel Fläche benötigt ein H₂-Importterminal?



Wie viel Fläche benötigt ein H₂-Importterminal?



Fläche
5-15 ha

Fläche
15 ha

Fläche
90 ha

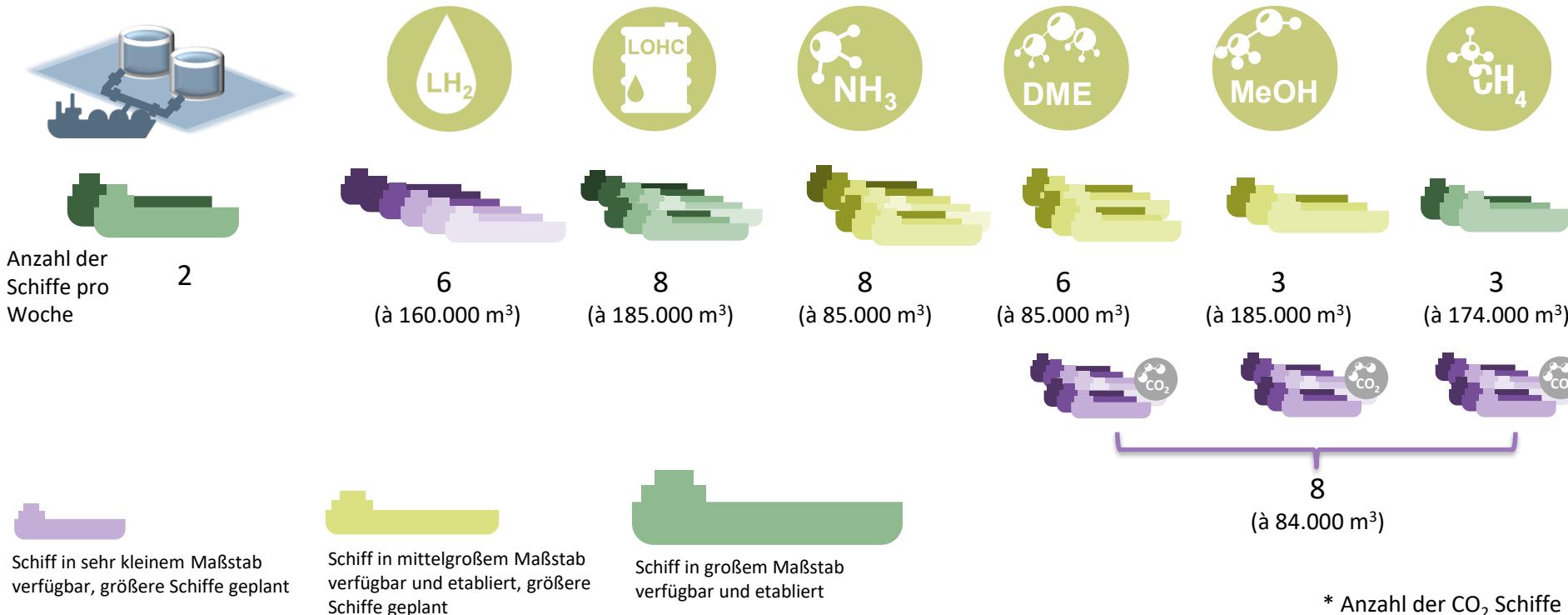
Fläche
75 ha

Fläche
100 ha

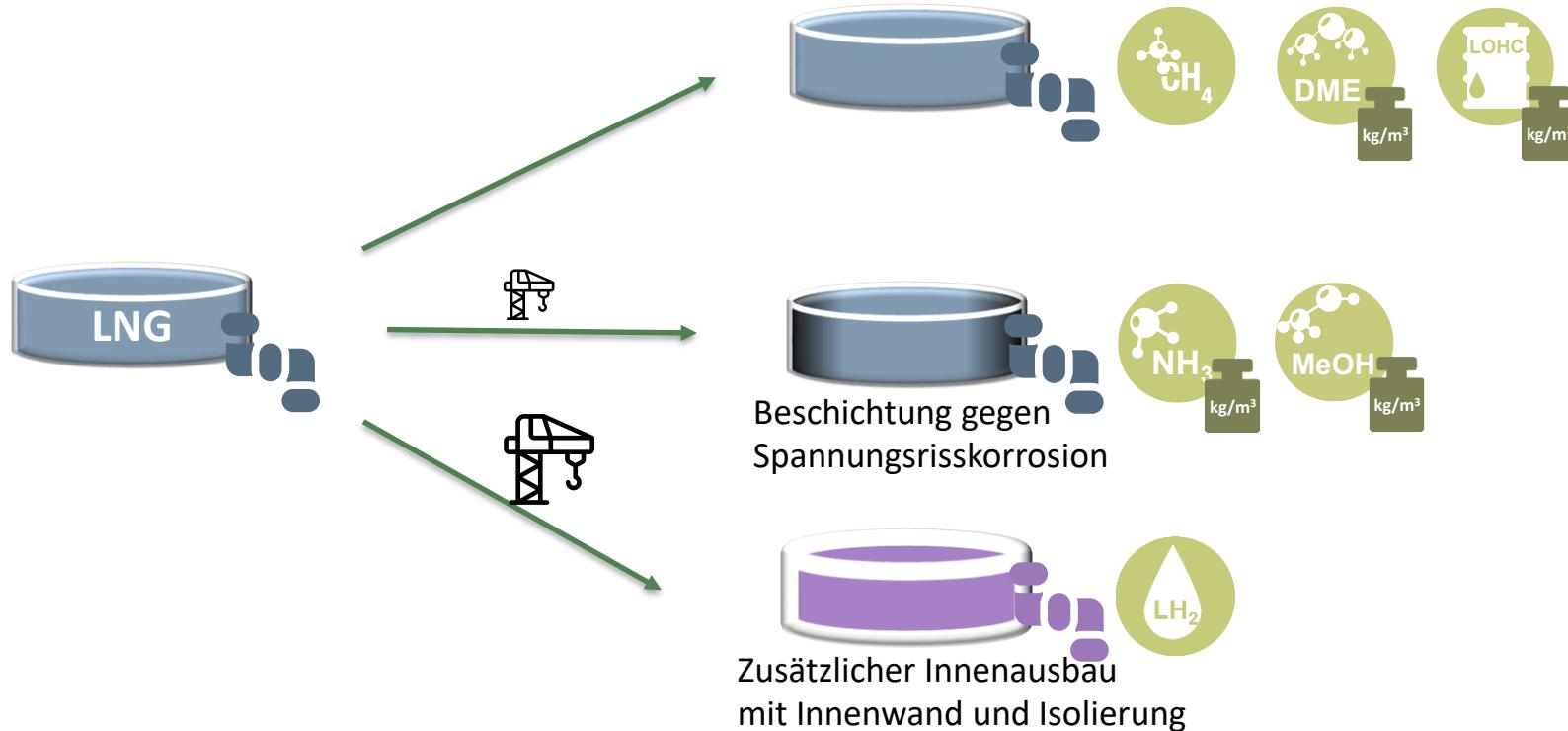
Fläche
90 ha

Fläche
100 ha

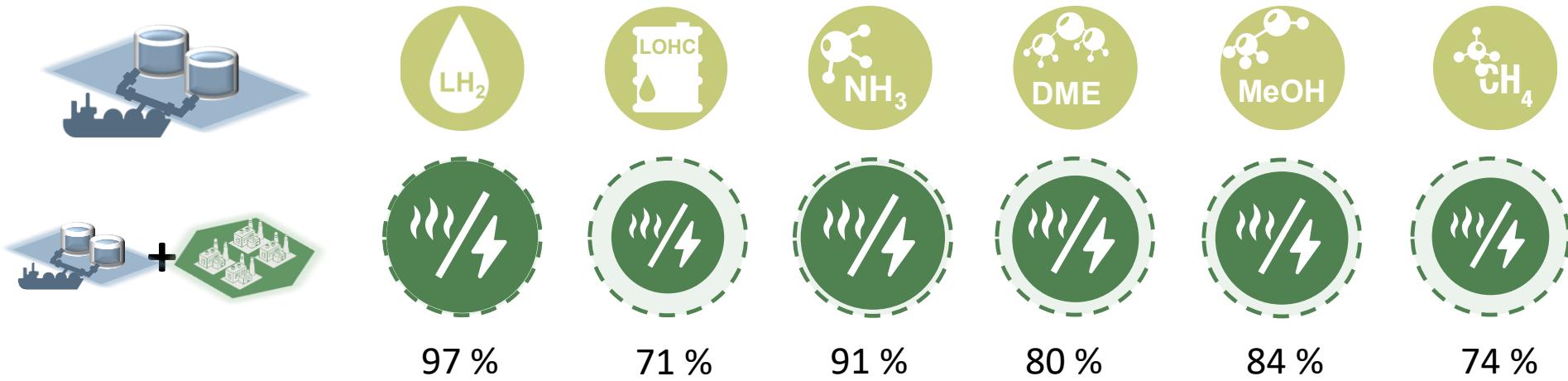
Wie viele Schiffe müssen pro Woche am Terminal anlegen?



Wie ist eine Weiternutzung des LNG Terminals möglich?



Wie ist die Energie-Effizienz der H₂-Terminals?



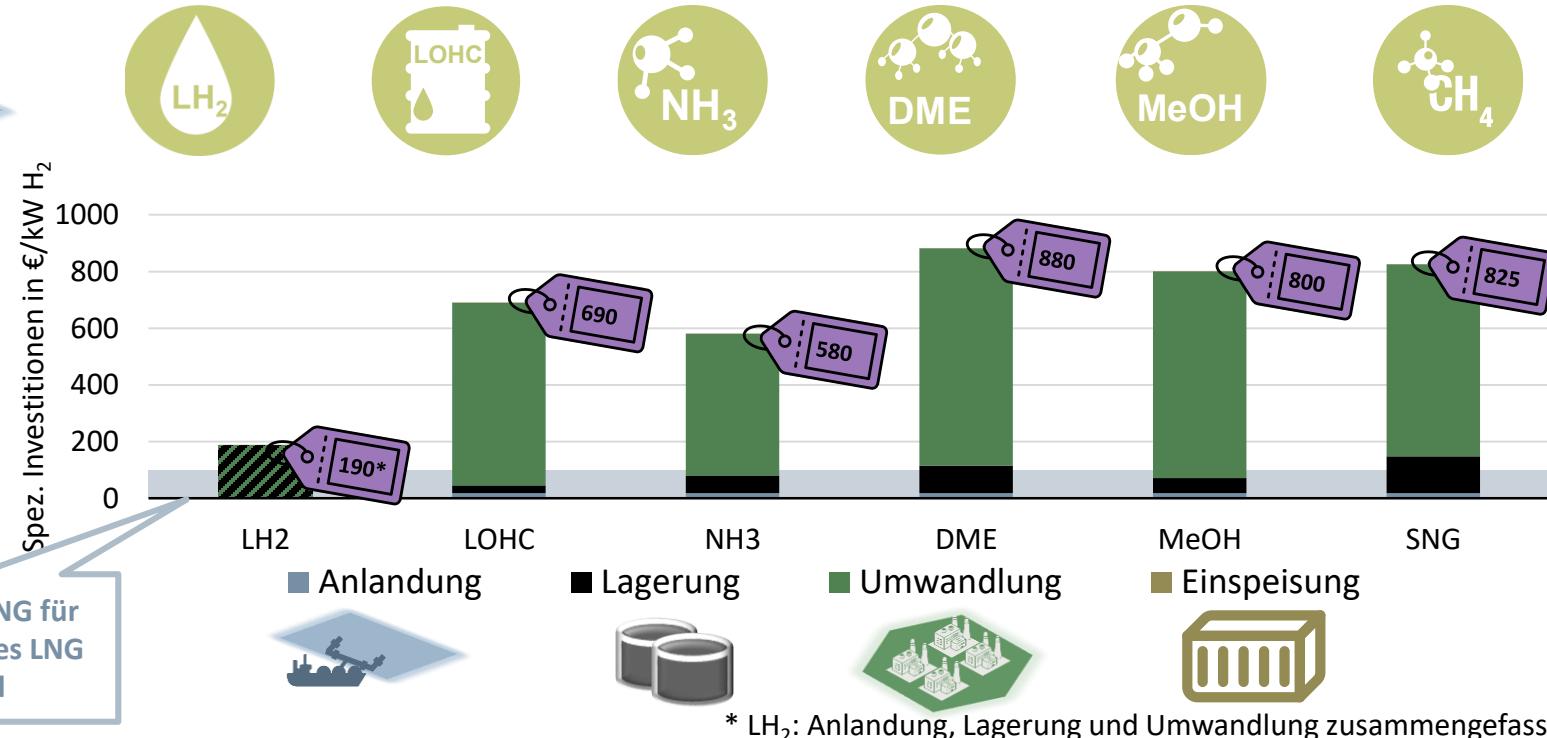
$$\eta_{\text{Terminal}} = \frac{\dot{m}_{H_2} \cdot H_{LHV,H_2}}{\dot{m}_{\text{Vektor}} \cdot H_{LHV,\text{Vektor}} + \sum \dot{E}_{\text{El}}}$$



Welche Investitionen sind für ein 100 TWh/a H₂-Terminal notwendig?

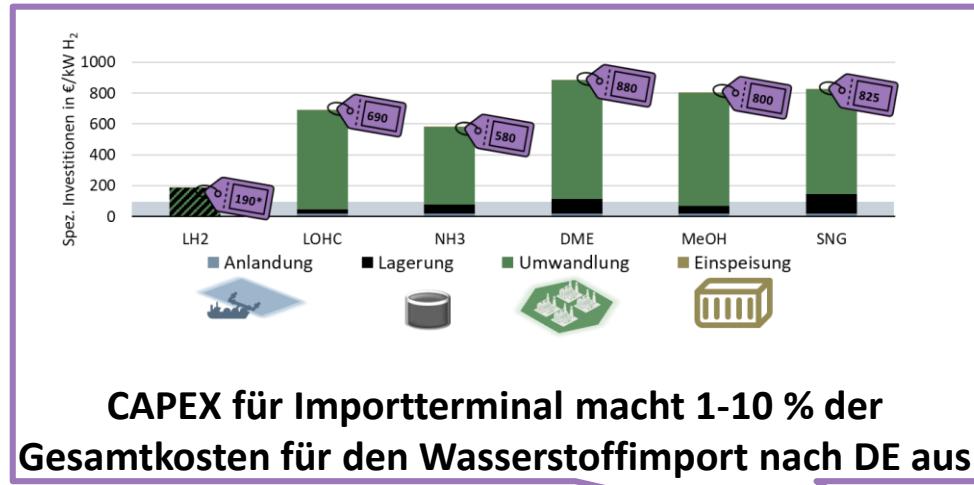


83 – 95% der
Investitionen für
Umwandlung zu
H₂ notwendig



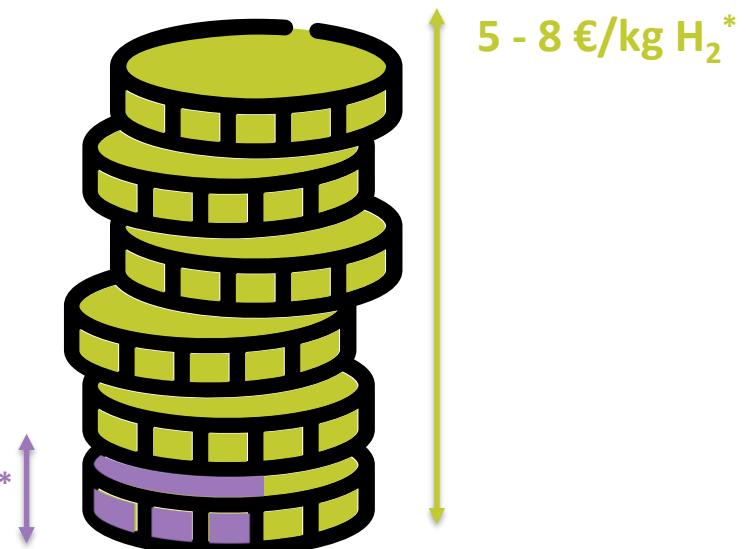
~ 100 €/kW LNG für
konventionelles LNG
Terminal

Welche Investitionen sind für ein 100 TWh/a H₂-Terminal notwendig?



CAPEX für Importterminal macht 1-10 % der
Gesamtkosten für den Wasserstoffimport nach DE aus

0,1 - 0,5 €/kg H₂ *



* Kosten für 2040

Zusammenfassung

Weiternutzung von LNG-Terminals & -Tanks



- ▼ SNG ohne Umrüstung der Komponenten möglich
- ▼ LOHC und DME lediglich Anpassung der Pumpenanlagen notwendig
- ▼ MeOH und NH₃ zusätzliche Innenbeschichtungen notwendig
- ▼ LH₂ zusätzliche Tankinnenverkleidung (Isolierung & Innenwand) notwendig

Umwandlung am Terminal

- ▼ Umwandlungsanlagen für LH₂, LOHC, DME, MeOH, und NH₃ bisher noch nicht im relevanten Maßstab betrieben, aber z.B. für LH₂, NH₃ und LOHC in Planung
- ▼ SNG-Reformer Stand der Technik



Flächenbedarf



- ▼ Zusätzliche Umwandlungsanlagen sowie Tanks notwendig
→ Flächenbedarf kann um das 10-Fache steigen
- ▼ LH₂ aufgrund nicht erforderlicher chemischer Umwandlung platzsparend

Zusammenfassung



Schiffe

- ▼ Nicht für alle Vektoren und CO₂ Schiffe im notwendigen Maßstab verfügbar, größere Schiffe in Planung
- ▼ Für SNG und LOHC Schiffe im großen Maßstab verfügbar

Effizienz

- ▼ LH₂ und NH₃ effizienteste Bereitstellung zu H₂
- ▼ Durch Umwandlung 10 - 30 % Reduktion der Effizienz



Kosten

- ▼ Investitionskosten entfallen zu 80 % auf Umwandlungsanlage
→ LH₂ geringe Investitionen, da nur Regasifizierung notwendig
- ▼ CAPEX für H₂-Terminal nur ein kleiner Teil (1-10 %) der Gesamtkosten von H₂

Vielen Dank!

Christiane Staudt

staudt@dvgw-ebi.de

Kai Ruske

ruske@cruh21.com

Dr. Frank Graf

graf@dvgw-ebi.de



Wasserstoff
Leitprojekte
Grün. Groß. Global.



Leitprojekt
H₂Giga



Leitprojekt
H₂Mare



Leitprojekt
TransHyDE

GEFÖRDERT VOM



Leitprojekt
TransHyDE



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



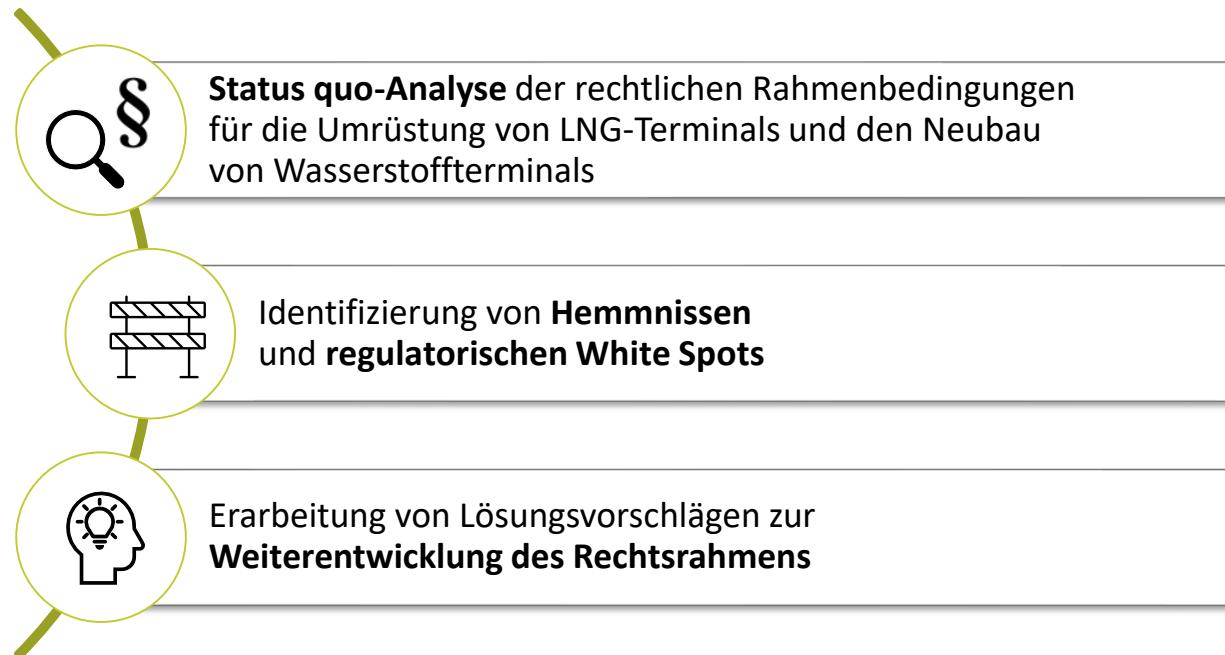
Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

IKEM

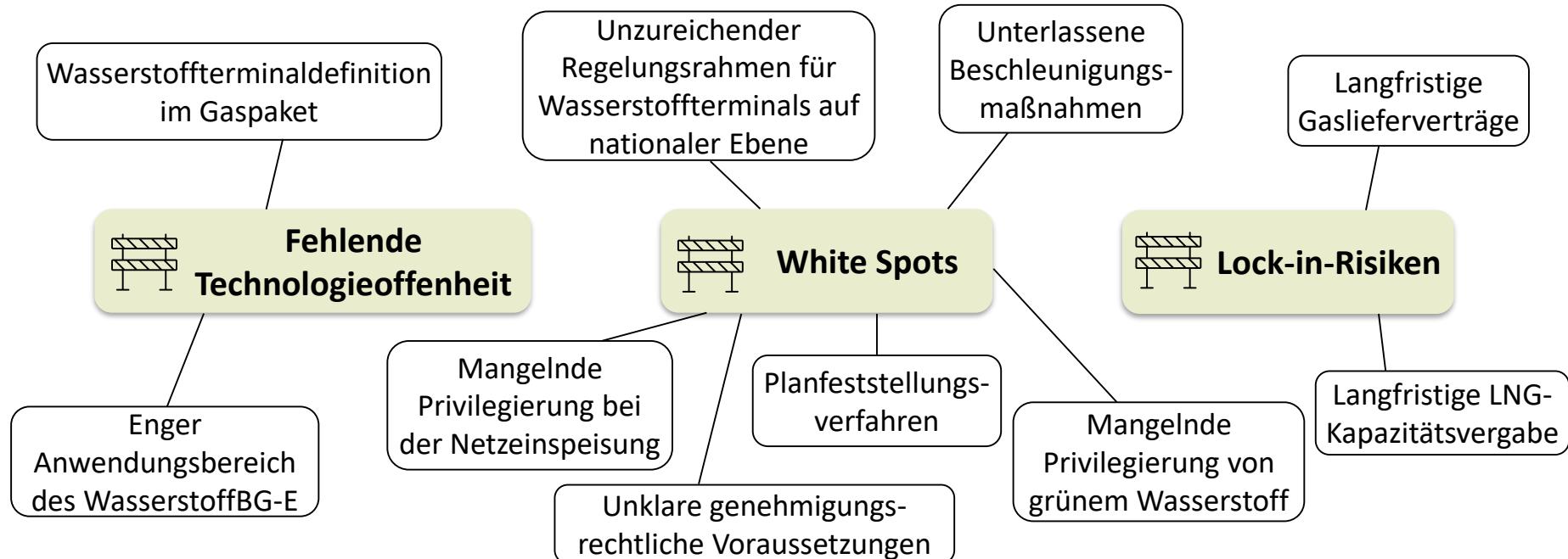
RECHTLICH AUF KURS?

Leandra Schulz | Parlamentarischer Abend | 7. November 2024

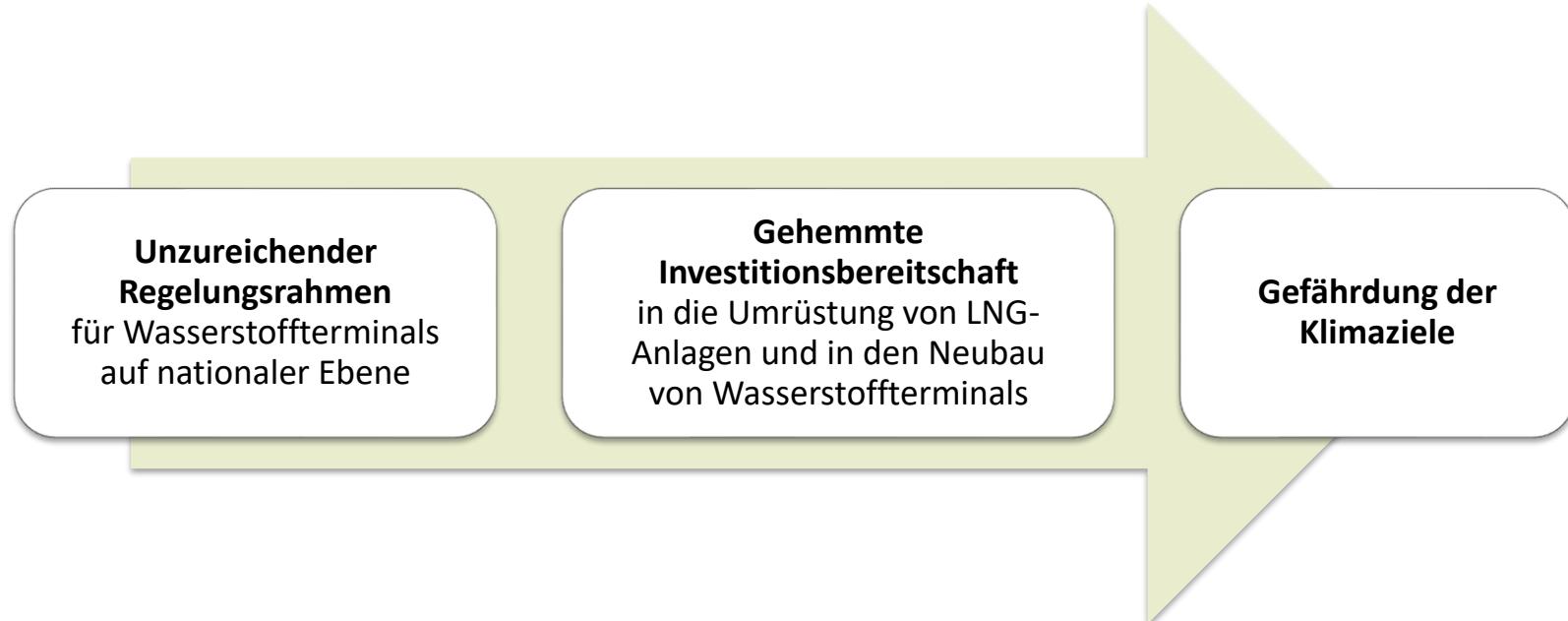
Wie sind wir vorgegangen?



Was hemmt die Umrüstung der LNG-Terminals aus rechtlicher Sicht?



Wie sieht der Status quo aus und welche Risiken bestehen?

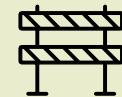


Fehlende Technologieoffenheit?

Kein einheitlicher Anwendungsbereich bei gesetzlichen Regelungen zu Wasserstoffterminals (GasRL, WasserstoffBG-E, LNGG)



Vorfestlegung auf bestimmte Wasserstoffderivate?



Rechtsunsicherheit

Verengung des Anwendungsbereichs

Privilegierungen gelten nicht für alle Derivate



Gesetzliche Definition des Begriffs „Wasserstoffderivat“



Einheitlicher Anwendungsbereich?

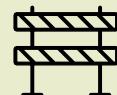
Technologieoffenere Formulierung?

Lock-in-Risiko

Langfristige Vergabe von 90% der Kapazitäten eines LNG-Terminals möglich (§ 8 Abs. 1 LNGV)



Abschluss langfristiger Gaslieferverträge bis **Ende 2049** möglich (Art. 31 Abs. 3 GasRL)



Gefahr von Lock-in-Effekten hinsichtlich des Betriebs der Anlagen mit fossilem Gas

Hemmung der zügigen Umrüstung der Terminals auf klimaneutrale Gase

Gefährdung der Klimaziele



Verkürzung der möglichen Vertragslaufzeiten durch Anpassung der LNGV (Buchungsauflagen, § 5 LNGV)

Früheres EU-einheitliches Enddatum für Gaslieferverträge

Fazit: Rechtlich auf Kurs?

Wichtige Weichen auf
europäischer Ebene durch
das **Gaspaket** gestellt

In Zukunft sollten gezieltere
Anreize für die **frühzeitige**
Umrüstung und die **Nutzung**
von grünem Wasserstoff
gesetzt werden



Keine „Dealbreaker“
für die Umrüstung der
Terminals erkennbar

Nationale Umsetzung
der GasRL bis 05.08.2026
bleibt abzuwarten

Vielen Dank!

Leandra Schulz

Tel.: +49 30 408 1870-50 • **E-Mail: leandra.schulz@ikem.de**



Paneldiskussion „UND JETZT - LEINEN LOS“

Till Mansmann - Mitglied des Deutschen Bundestages, Innovationsbeauftragter
„Grüner Wasserstoff“ des BMBF

Christian Maaß, Abteilungsleiter II Wärme, Wasserstoff und Effizienz im BMWK

Dr. Peter Röttgen - Geschäftsführer Deutsche Energy Terminal GmbH

Oliver Grundmann - Mitglied des Deutschen Bundestages

Dr. Frank Graf - Bereichsleiter Gastechnologie und Innere Dienste am DVGW-EBI

Vielen Dank!

TransHyDE Geschäftsstelle | Kommunikation und Koordination

E-Mail: koordination@transhyde.de

