

DEN WASSERSTOFFMARKT GESTALTEN **DIE ROLLE VON SPEICHERN UND VON AMMONIAK**

Dr. Philipp Hauser, VNG AG
Abschluss-Workshop MODEZEEN
Dresden, 28. November 2023

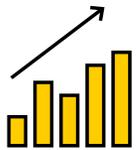


WER WIR SIND



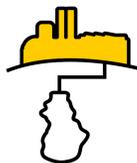
1.578

Mitarbeiter/-innen



588 Mrd. kWh

Gasabsatz



2,2 Mrd. m³

Speicherkapazitäten



7.700 km

Hochdruckleitungsnetz



40 Biogasanlagen

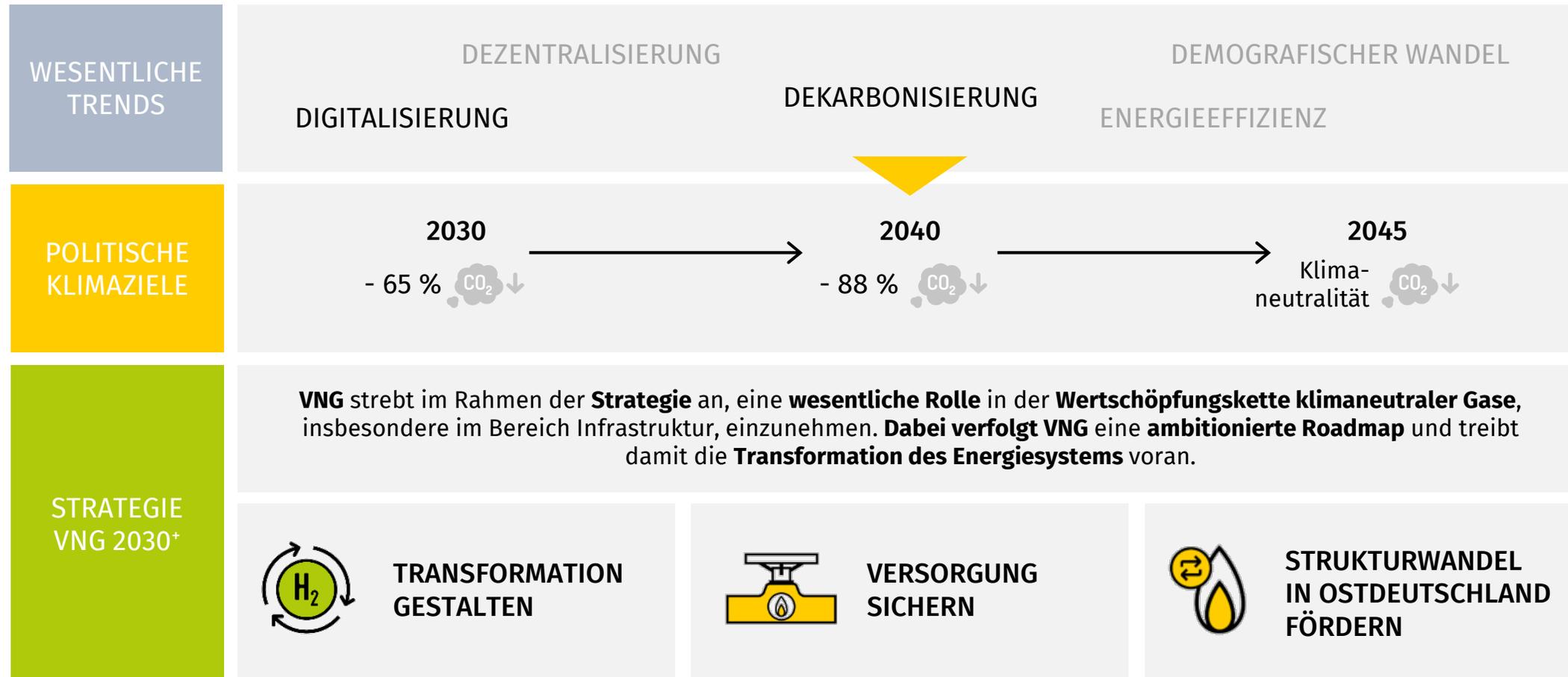
in Ost-/Norddeutschland



STRATEGIE-UPDATE 2023

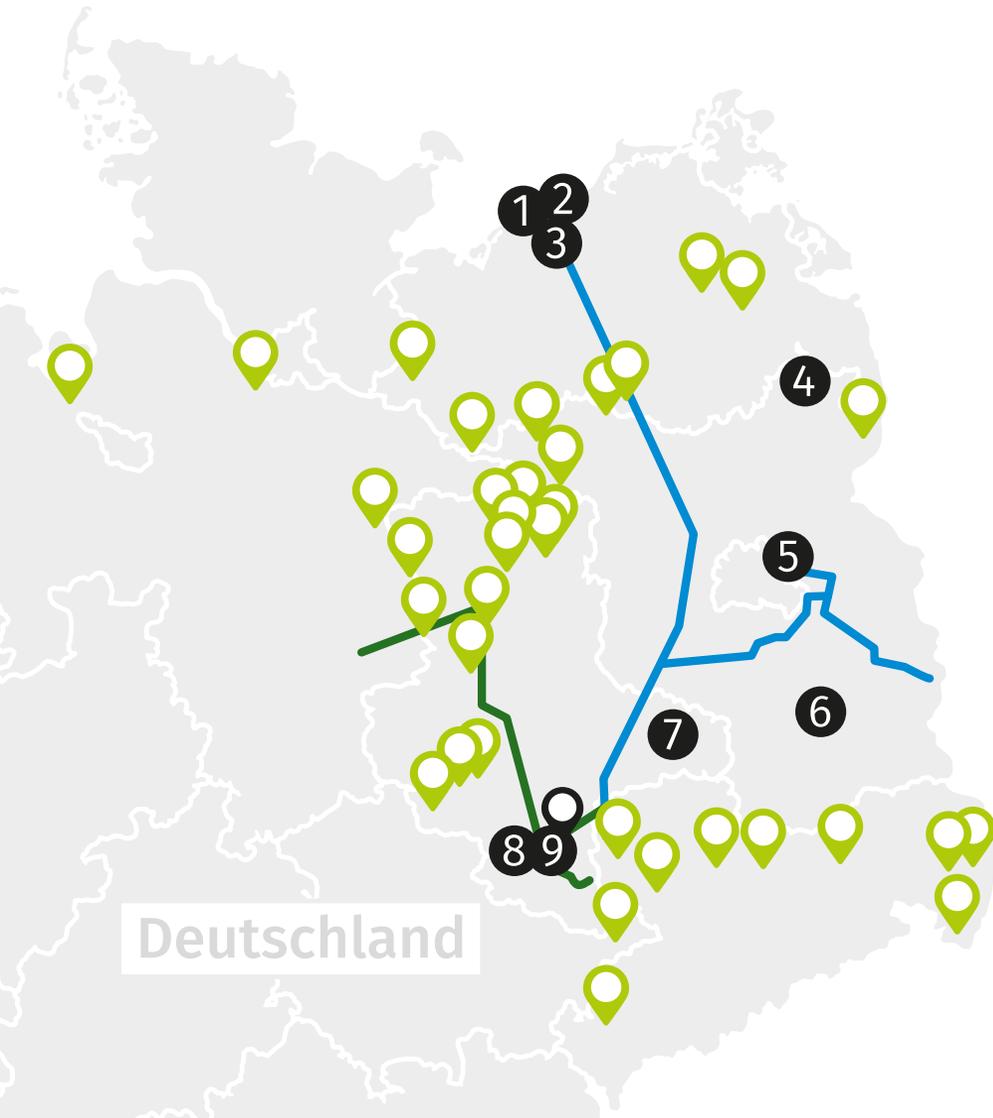


Diversifizierung und Nachhaltige Dekarbonisierung des Geschäfts



TRANSFORMATION GESTALTEN

Zukunftsprojekte von VNG (Auswahl)



- 1 Projekt TEM** ●●
Import von grünem Ammoniak
- 2 H2GE Rostock** ●●●●
Herstellung von blauem H₂
- 3 Projekt AZAN** ●●
Cracker zur Erzeugung von H₂ aus Ammoniak
- 4 H₂-Abtrennung** ●
Steigerung der Wasserstoffanteile im Erdgasnetz
- 5 BioVia** ●●
Verflüssigungsanlage für Bio-LNG
- 6 greenHyBB** ●●●●
Aufbau einer Wertschöpfungskette für grünen H₂
- 7 GreenRoot** ●●
Elektrolyse im industriellen Maßstab für grünen H₂
- 8 Energiepark Bad Lauchstädt** ●●●●
Reallabor der Energiewende
- 9 GO! Green Octopus Speicher** ●
Großtechnische Speicherung von H₂
- CapTransCO2** ●●
Machbarkeitsstudie für CCU/CCS

IPCEI-Transportprojekte ●

(Important Project of Common European Interest)

— Green Octopus Mitteldeutschland – 305 km

— doing hydrogen – 616 km

Projektbeteiligte Unternehmen

- VNG AG
- ONTRAS
- VNG Handel & Vertrieb
- VNG Gasspeicher
- Balance Erneuerbare Energien GmbH
- EnBW

Standorte

- Biogasanlagen der BALANCE Erneuerbare Energien GmbH

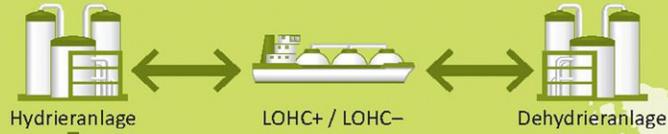
Stand: September 2023

Dieser Vortrag entstand im Rahmen des Projektes
TransHyDE Systemanalyse
FKZ: 03HY201V



Helgoland

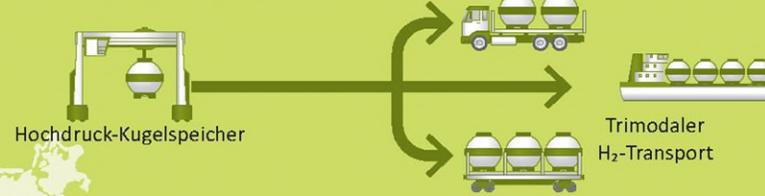
LOHC-Wertschöpfungskette



Abwärmennutzung

Mukran

Umschlag von Hochdruck-Speichern



AppLHy!

LH₂ Transport und Synergien



Systemanalyse

- Infrastrukturentwicklung (Modellvergleich Akteurs- und Systemperspektive)
- Nachhaltigkeitsbewertung
- Roadmapping



Normierung

- Bestandsaufnahme
- Bedarfsanalyse
- Handlungsempfehlungen zur Schließung von Normierungs-, Standardisierungs- und Zertifizierungslücken

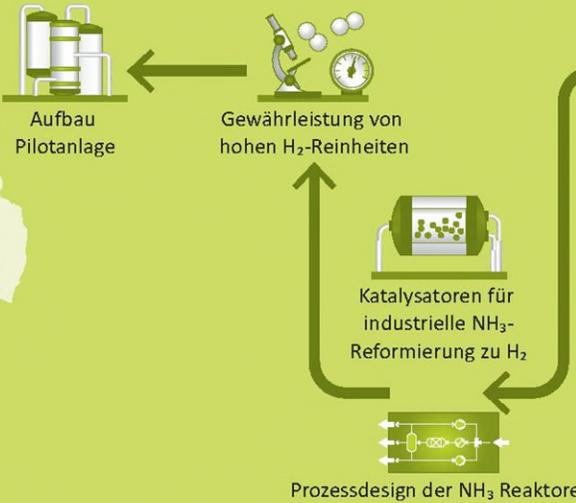


Regulatorik

- Regulatorik-Studie
- Berfsanalyse
- Empfehlung zur Schließung der Lücken

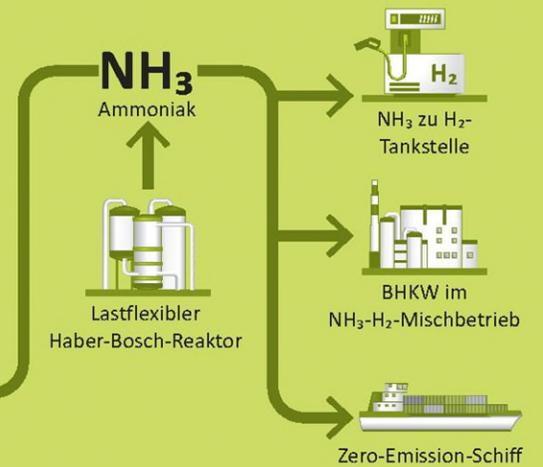
AmmoRef

Industrielle NH₃-Reformierung



CAMPFIRE

NH₃-Wertschöpfungskette



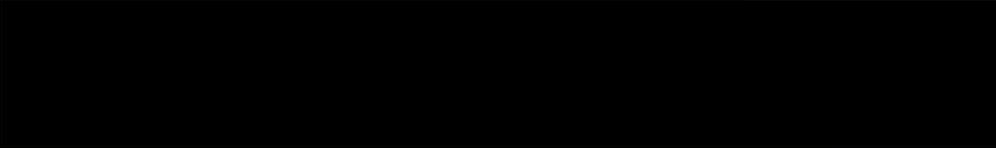
GET H₂ TransHyDE

Umstellung eines Erdgasnetzes auf H₂



Sichere Infrastruktur

Grundlagen zur Umstellung eines Erdgasnetzes auf H₂

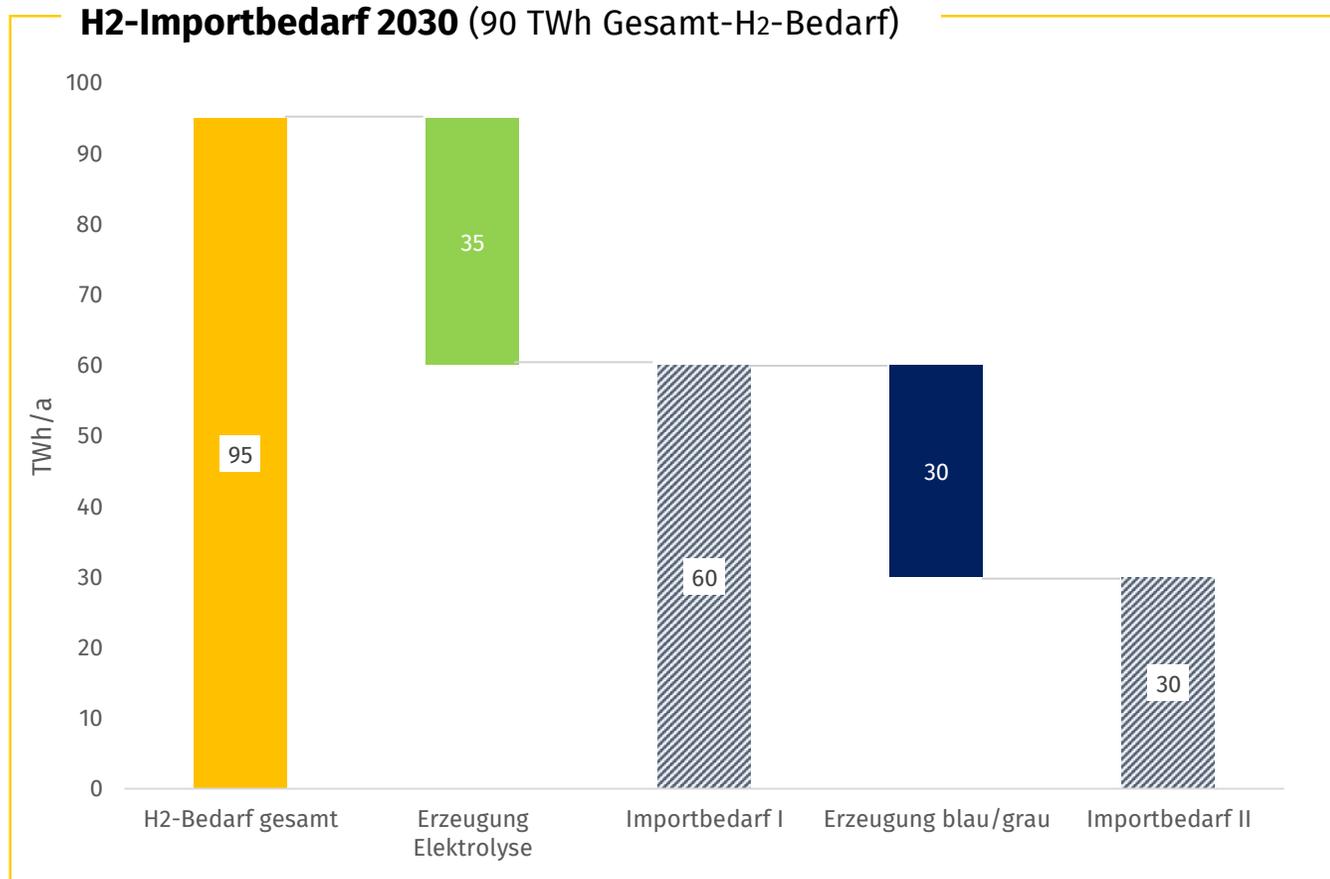
- 
- ▶ Versorgungssicherheit im Wasserstoffmarkt
 - ▶ Rolle von H₂-Speichern
 - ▶ Rolle von Ammoniak



VERSORGUNGSSICHERHEIT IM WASSERSTOFFMARKT

DEUTSCHLAND IST EIN ENERGIEIMPORTLAND

... und Wasserstoff und Wasserstoffsyntheseprodukte ermöglichen die benötigten Importmengen



- › **Inländische Elektrolyse** wird Bedarf bis 2030 nur zu etwa einem Drittel decken
- › Wasserstoff ermöglicht große Mengen an **Energieimporten**
- › **Dekarbonisierter Wasserstoff** ebenfalls notwendig

Annahmen: Basierend auf Angaben aus der Nationalen Wasserstoffstrategie

Elektrolyse (Ziel Bundesregierung)

- 10 GW installierte Leistung; 5000 Vollbenutzungsstunden; 70 % Wirkungsgrad

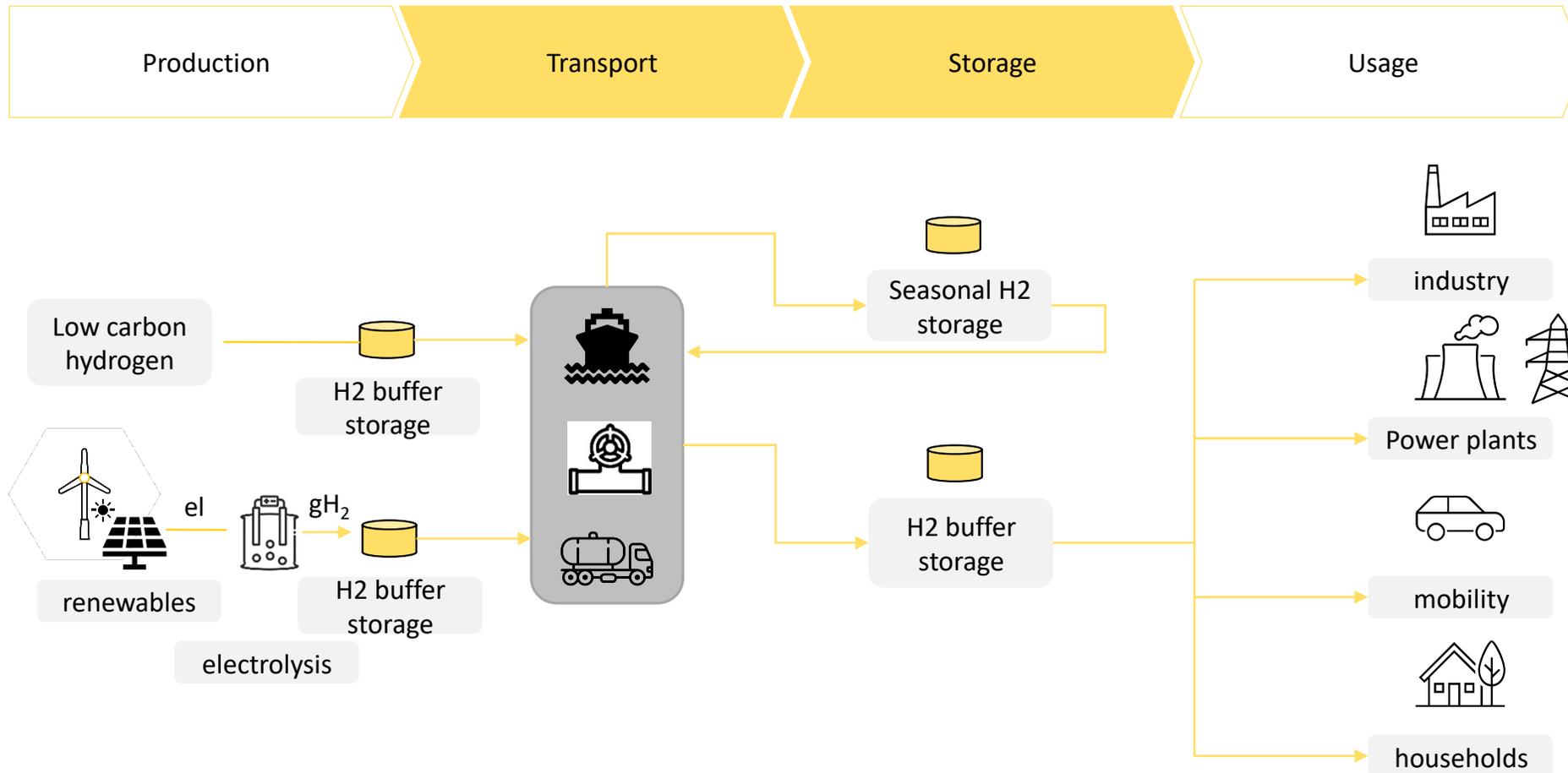
Blauer H₂ und grauer H₂

- 20 TWh dekarbonisierter Wasserstoff
- Teil des grauen H₂ bis 2030 nicht substituierbar

¹⁾Die Nationale Wasserstoffstrategie (2023) geht von einem Bedarf von 95-130 TWh und von einer Importquote von 50-70%.

WASSERSTOFFSPEICHER

... werden entlang der gesamten Wertschöpfungskette benötigt



The background features a light blue gradient with several 3D molecular models of water (H2O) and hydrogen (H2) molecules. The molecules are rendered with semi-transparent blue spheres and connecting rods, giving them a crystalline appearance. A prominent yellow diagonal bar runs from the top-left towards the bottom-right, partially overlapping a white rectangular box. Inside this white box, the text 'H2-SPEICHER' is written in a bold, black, sans-serif font.

H2-SPEICHER

Wasserstoff als Speichermedium

“My good old Japanese friend, Professor Hirose once told me that nomads preserve milk as cheese left over from the summer and use it as a milk substitute during winter.”

Saehoon Kim – Hyundai Motor Group

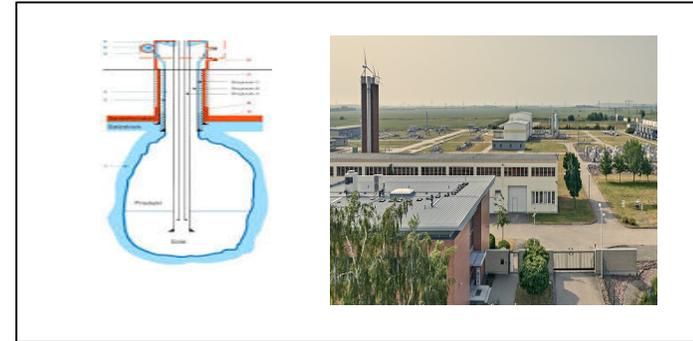


VORTEILE VON UNTERGRUNDSPEICHERN



Status Quo der Speicherung von Wasserstoff

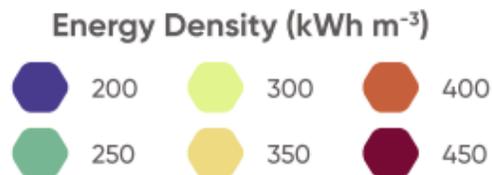
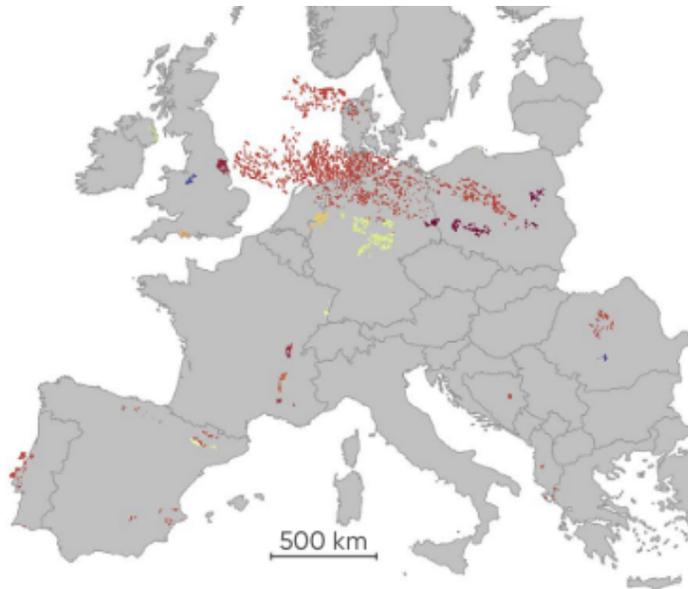
- ▶ **Compressed Gas Storage**, Speicherung in Druckbehälter durch Kompression → häufigste Anwendung mit einem Energieaufwand von etwa 12% der Energie des zu speichernden Wasserstoffs
- ▶ **Liquid Gas Storage**, Speicherung in verflüssigter Form durch Abkühlung und Verdichtung → hoher Energieaufwand 30-45% des zu speichernden Wasserstoffs



Bad Lauchstädt als Standort für Salzkavernen

- ▶ 19 Kavernen mit insgesamt 700 Mio. Nm³ Gasvolumen
- ▶ Das Salzgestein ist für Wasserstoff ebenso undurchlässig wie für Methan und somit geeignet
- ▶ Projekt Energiepark Bad Lauchstädt: Erprobung und Nachweis der Eignung von Salzkavernen für die Wasserstoffspeicherung

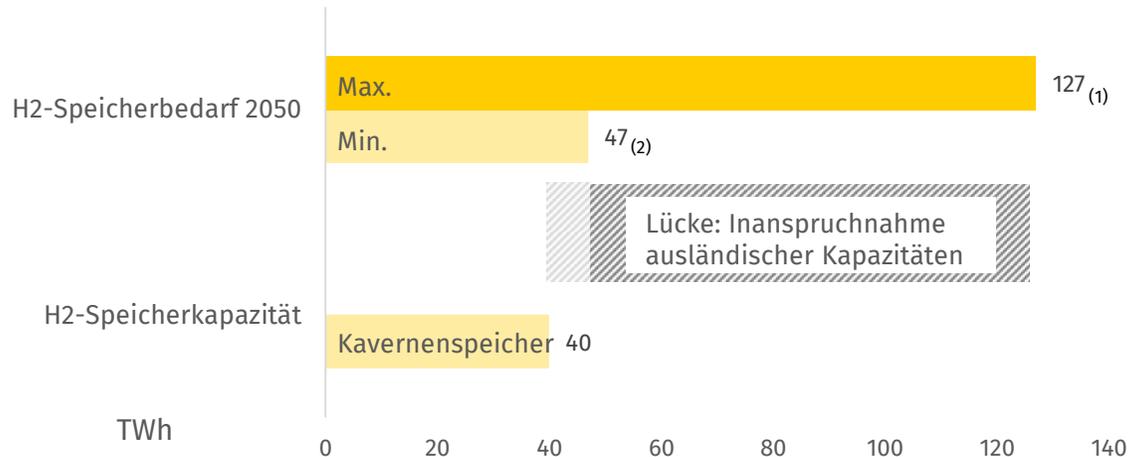
EUROPÄISCHENS POTENTIAL FÜR UNTERGRUNDSPEICHER



- **Deutschland** mit dem größten Bestand und Potential an Salzkavernen in Europa
- Onshore: **Polen** hat das zweitgrößte Potential, allerdings nicht küstennah
- Offshore: die **Niederlande, UK** und **Dänemark**

SPEICHERKAPAZITÄT UND -BEDARF

Langfristig wird der **Bedarf** an Wasserstoffspeicherung die **Kapazität von H2-Kavernen** in Deutschland **übersteigen**.



Quellen: (1) Guidehouse, 2021; (2) BMWI, 2021

- Erdgasspeicherkapazitäten (Poren- und Kavernenspeicher) in Deutschland: 253 TWh⁽²⁾, davon Kavernenspeicher: 163 TWh⁽²⁾
- Nach heutigem Stand sind vor allem Salzkavernen für H2-Speicherung geeignet
- Aufgrund der geringeren Energiedichte und der geringeren Komprimierbarkeit lässt sich bei einer Wasserstoffbefüllung der Kavernen deutlich weniger Energie speichern
- **H2-Kavernenspeicherkapazität** in Deutschland: **ca. 40 TWh** ⁽¹⁾
- Für 2050 wird für Deutschland ein **Speicherbedarf zwischen 47⁽²⁾ und 127⁽¹⁾ TWh** modelliert.

HERAUSFORDERUNGEN UND OFFENE FORSCHUNGSFRAGEN ZU WASSERSTOFFSPEICHERN



- ▶ Betrieb von Wasserstoffspeichern: Saisonale Charakteristik vs. kurzfristige Flexibilität
- ▶ Die Rolle von Derivaten als Speichersysteme, z.B. Ammoniak oder Methanol
- ▶ Versorgungssicherheit während des Hochlaufs sowohl für Erdgas als auch für Wasserstoff sicher stellen
- ▶ Regulierung: Anreize zur rechtzeitigen Bereitstellung von Wasserstoffspeichern
- ▶ Kommende Diskussionen: zukünftiger Bedarf an CO₂-Speicheroptionen

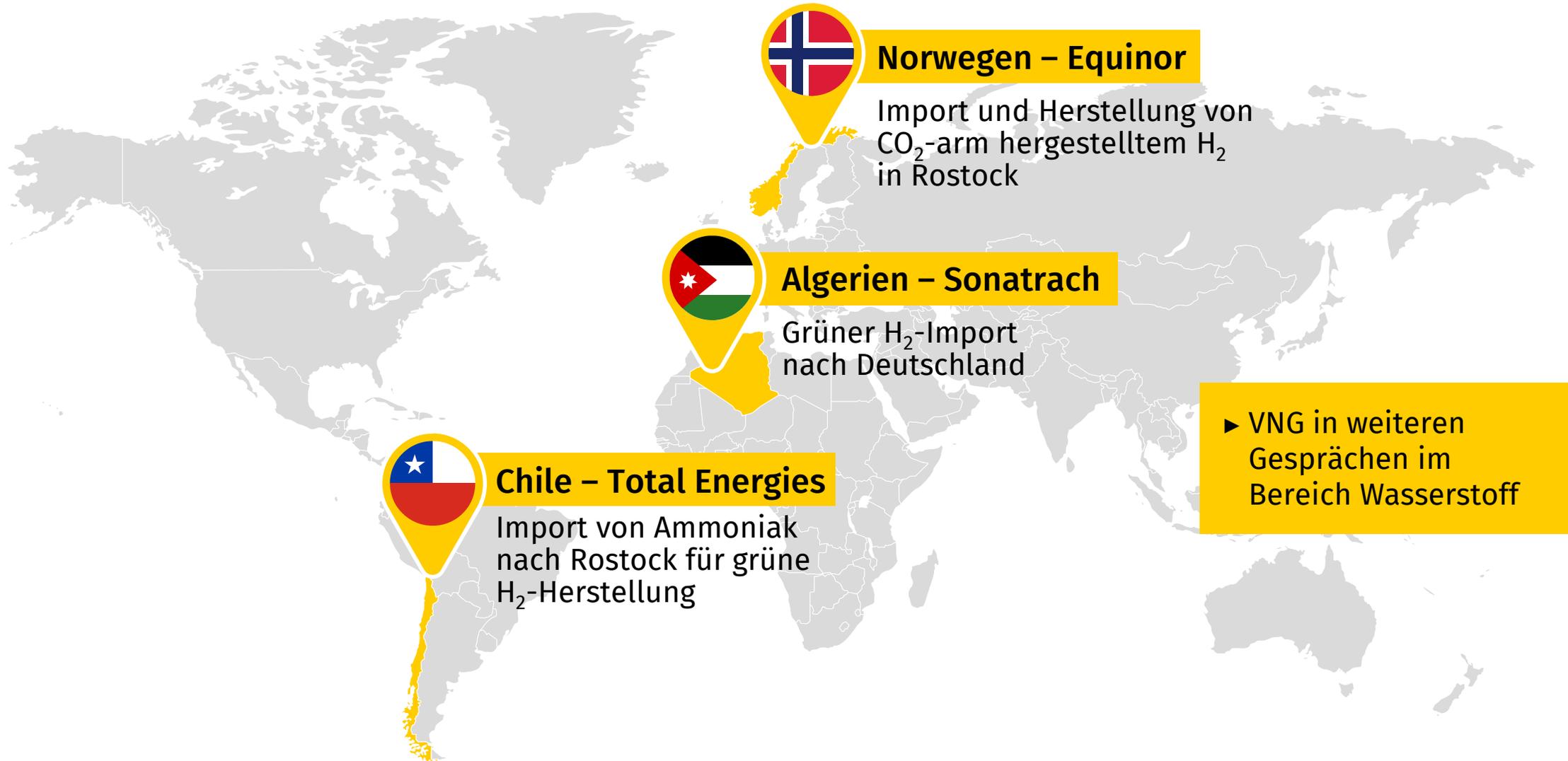


H₂-IMPORT UND DIE ROLLE VON AMMONIAK

AKTUELLE INTERNATIONALE H₂-KOOPERATIONEN



Wasserstoffimportinfrastruktur für Wertschöpfung in Ostdeutschland unerlässlich.



Projekt TEM

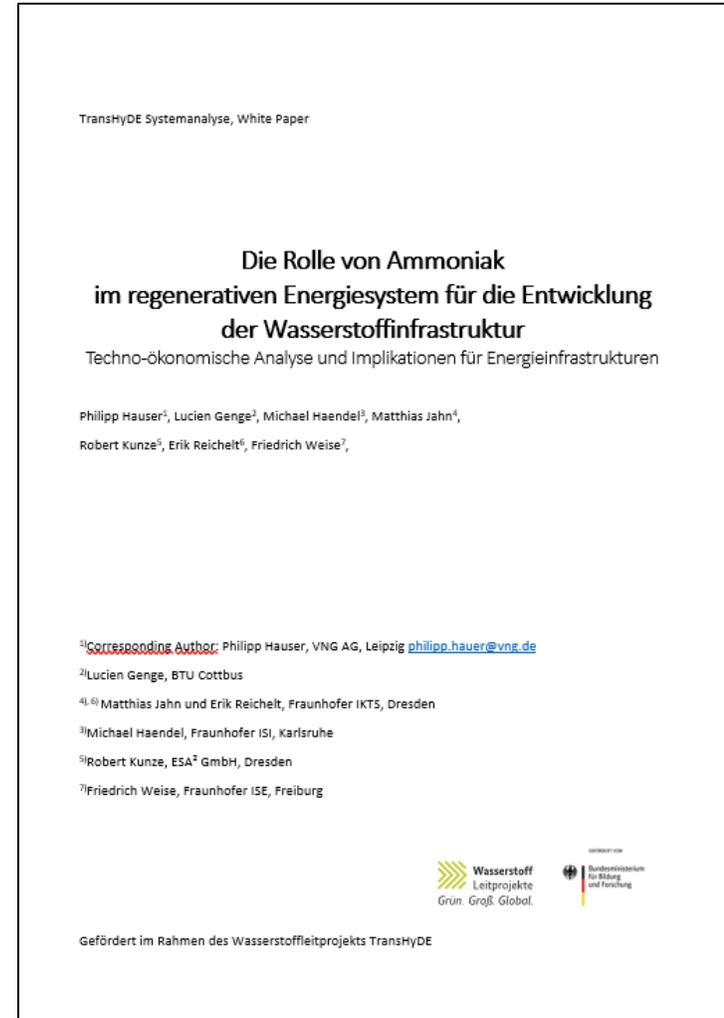
Import von grünem Wasserstoff in Form von Ammoniak aus Chile



- **Kooperation** zwischen VNG und TE H2 (vormals Total Eren)
- Das Projekt **H2 Magallanes in Chile** wird aus Windkraftanlagen von bis zu **10 Gigawatt bestehen und damit 800.000 Tonnen Wasserstoff** pro Jahr erzeugen
- **grüner Ammoniak soll per Schiff** von Patagonien nach Deutschland transportiert werden
- Absatz auf dem deutschen und europäischen Markt **ab 2030**
- VNG H&V führt Gespräche mit Kunden, um den zukünftigen **Bedarf an grünem Ammoniak und grünem Wasserstoff** zu bewerten und erste Kaufverträge abzuschließen

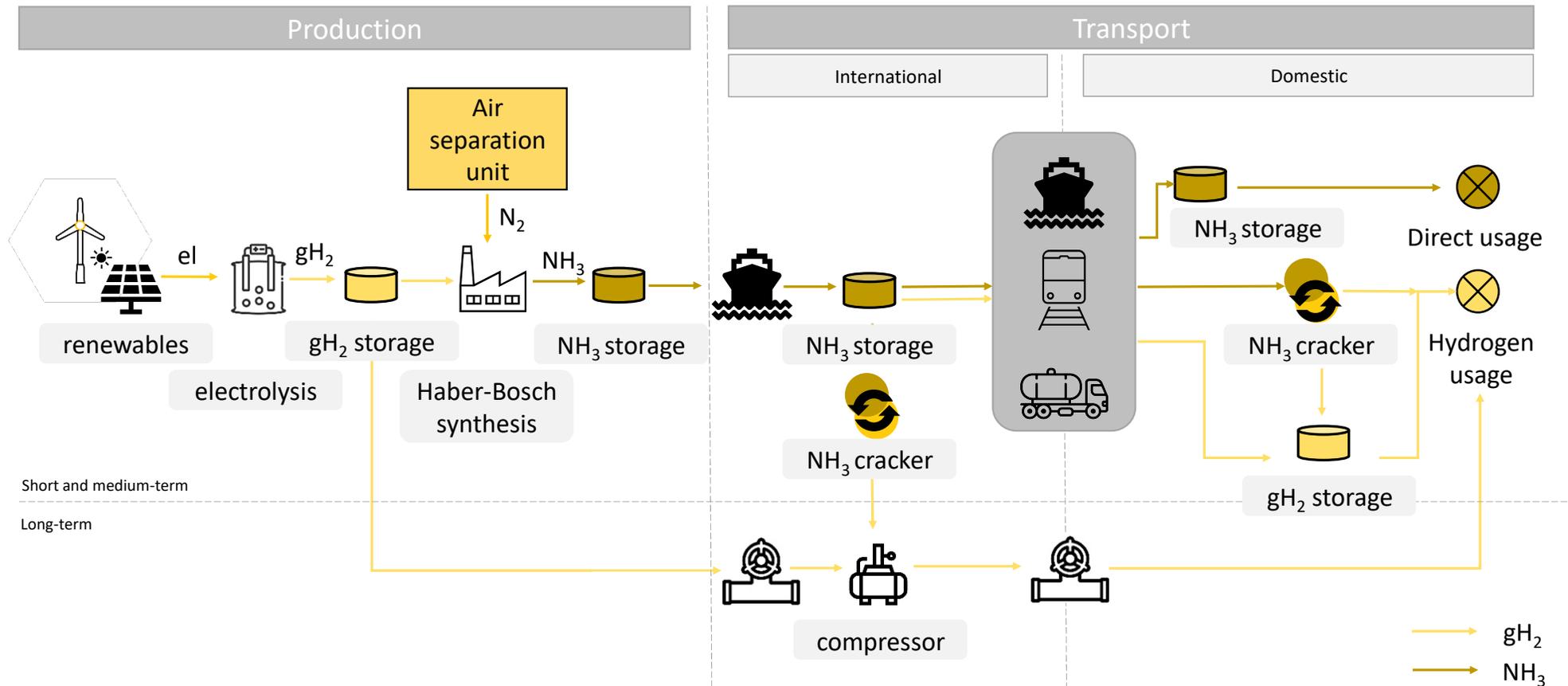
WELCHE ROLLE ÜBERNIMMT AMMONIAK IM ENERGIESYSTEM?

- ▶ Autorenteam:
 - ▶ P. Hauser (VNG); L. Genge (BTU Cottbus); M. Haendel (Fh ISI), F. Weise (Fh ISE), R. Kunze (ESA²), E. Reichelt, M. Jahn (Fh IKTS)
- ▶ Ausgangslage:
 - ▶ Energiesystemmodelle: Ammoniak noch nicht vollumfänglich abgebildet
 - ▶ Ammoniak ist erste Importoption
 - ▶ Frage: wie wird nach Anlandung das Ammoniak in das Energiesystem integriert und welche Implikationen ergeben sich daraus?
- ▶ Aktueller Stand:
 - ▶ Papier im internen Freigabeprozess
 - ▶ Voraussichtliche Veröffentlichung: Dez 23 /Jan 24

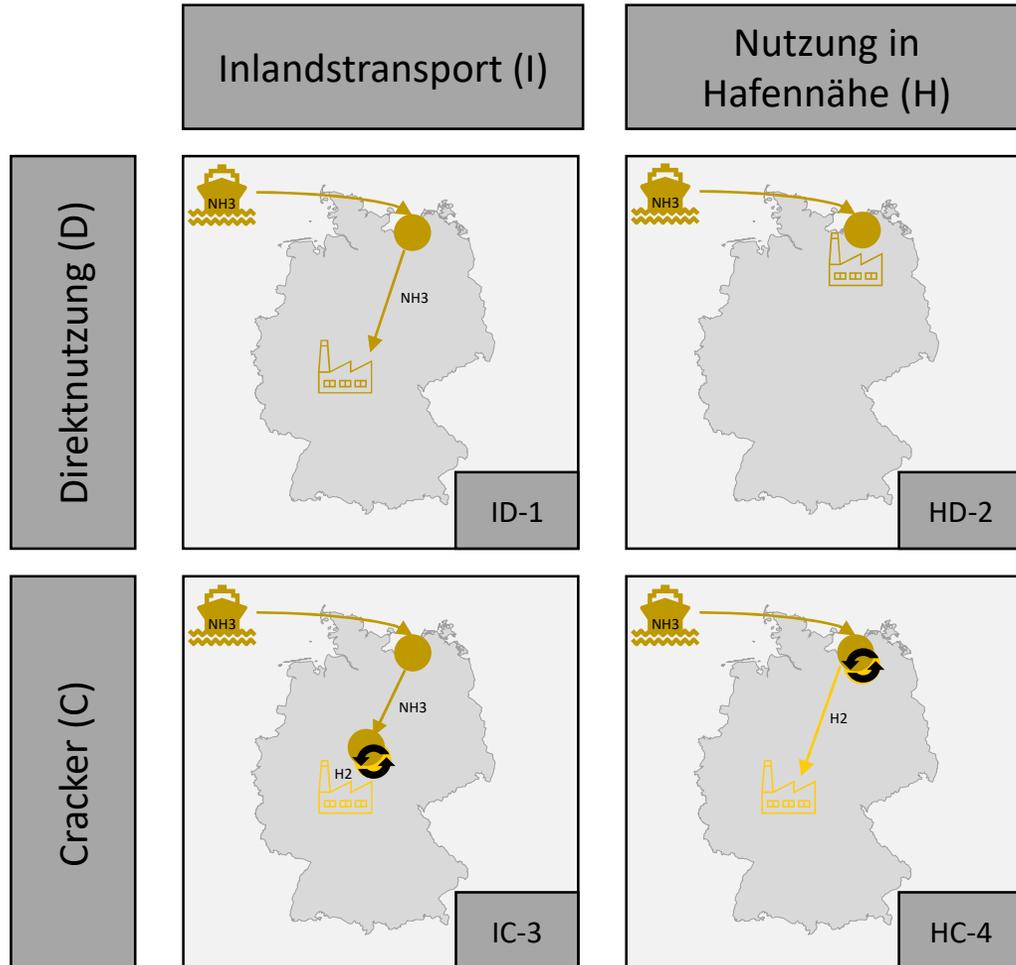


WERTSCHÖPFUNGSKETTE AMMONIAK

sowohl Wasserstoffträger als auch als Grundchemikalie



INTEGRATIONSPFADE FÜR AMMONIAK



1. **inländischer Transport** und **direkte** Verwendung von Ammoniak,
2. **direkte Nutzung** von Ammoniak in der Nähe des **Hafens**,
3. **Inländischer Transport** von Ammoniak und dezentrale **Rückverwandlung** in Wasserstoff vor Ort,
4. **Rückumwandlung** von importiertem Ammoniak in Wasserstoff in einem großtechnischen **Cracker in Hafennähe**

KERNBOTSCHAFTEN UND OFFENE FORSCHUNGSFRAGEN ZU AMMONIAK

- ▶ Ammoniak (NH₃) ist ein **kohlenstofffreier Energieträger**, der als eine frühe Importoption für Wasserstoff in Frage kommt.
- ▶ Die **direkte Nutzung von Ammoniak**, sowohl stofflich, z.B. in der Düngemittelproduktion, als auch energetisch, z.B. in Kraftwerken, ist vielfältig.
- ▶ Je nach Anwendung und Standort gibt es **Pfadabhängigkeiten** für zu errichtende Infrastrukturen.
- ▶ Forschungsbedarf
 - ▶ In Anbetracht des aktuellen Stands der Wissenschaft zur systemischen Rolle von Ammoniak ist es für **energiesystemische Modelle** notwendig, **Ammoniak endogen als Energievektor** zu berücksichtigen.
 - ▶ Die Analyse des industriellen Bedarfs zeigt, dass Ammoniak als frühe Dekarbonisierungsoption im globalen Maßstab bereits akzeptiert und etabliert ist. Gleichzeitig sollten **Aspekte des Zeitrahmens für die Umsetzung genauer untersucht werden**.
 - ▶ Langfristig ist die Entwicklung weiterer Transportoptionen, z.B. flüssiger Wasserstoff oder LOHC, zu beachten und mögliche „Sweet-Spots“ der Technologien zu berücksichtigen
 - ▶ Zudem zu beachten: begrenzte Hafenskapazität könnte zu Technologiefokussierung führen

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Dr. Philipp Hauser

Hauptreferent wiss. Kooperationen, VNG AG

philipp.hauser@vng.de

