

Haben die Gasverteilernetze eine Zukunft?

12. Fachtagung „Smart Grids und Virtuelle Kraftwerke“

umlaut energy GmbH, Am Kraftversorgungsturm 3, 52070 Aachen
Dr. Martin Robinius, Dr. Bastian Gillessen

public 10.03.2022



Agendachärt

- 01 _____ Umlaut in a nutshell
- 02 _____ Gasnetze im Detail
- 03 _____ Die Zukunft der Gasverteilnetze
- 04 _____ Zusammenfassung



Agendachart

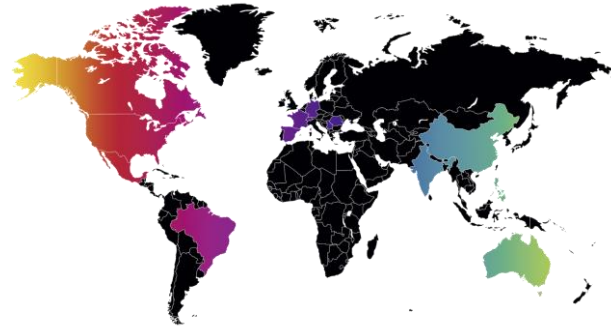
- 01 _____ Umlaut in a nutshell
- 02 _____ Gasnetze im Detail
- 03 _____ Die Zukunft der Gasverteilnetze
- 04 _____ Zusammenfassung



Who we are – umlaut is a global group of specialised consulting & engineering firms.

Overview – Global powerhouse & boutiques

- > 50 locations worldwide
- > 4500 employees from more than 80 nations
- > 20 subsidiaries with unique expert knowledge
- > 2 decades successful project work



Portfolio – Cross-industry competencies

- automotive & mobility
- energy & utilities
- aerospace & defense
- health & life science
- machinery
- tele-communication
- public sector
- rail & logistics

Strategy & Innovation	Project Management	Software Development
People, Organization & Change	Procurement & Supply Chain	Manufacturing & Engineering
Process Design & Deployment	Testing & Data Analytics	Prototyping & Products

Profile – End-to-end services

Strategy	As strategy consultants, we design company-wide initiatives critical to success and manage their implementation.
Management	As process consultants and project managers , we work hand in hand with our clients to achieve operational excellence .
Technology	We help our customers with complex technology projects and offer testing, software development & engineering services .

Excerpt Track Record – Our clients



Knowledge Level

- Hydrogen Training
- Strategy Workshops
- Readiness Check

System Level

- Techno-Economic Concepts
- Funding Support & Application
- Regional Focus Studies

Product Level

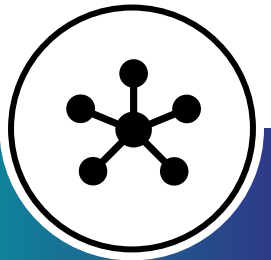
- Product Testing
- Product Development
- Production Upscaling



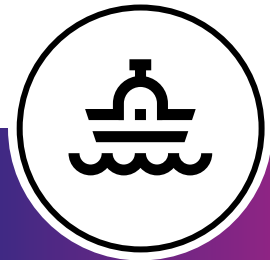
Service Portfolio Along the H₂ Value Chain



Hydrogen
Production



Refining &
Synthetic Fuels



Transport
Infrastructure



Re-Fueling &
Distribution



Utilization &
Application



Wasserstoffstrategie für Schleswig-Holstein bezüglich H₂-Produktion & Märkte.



Ausgangssituation

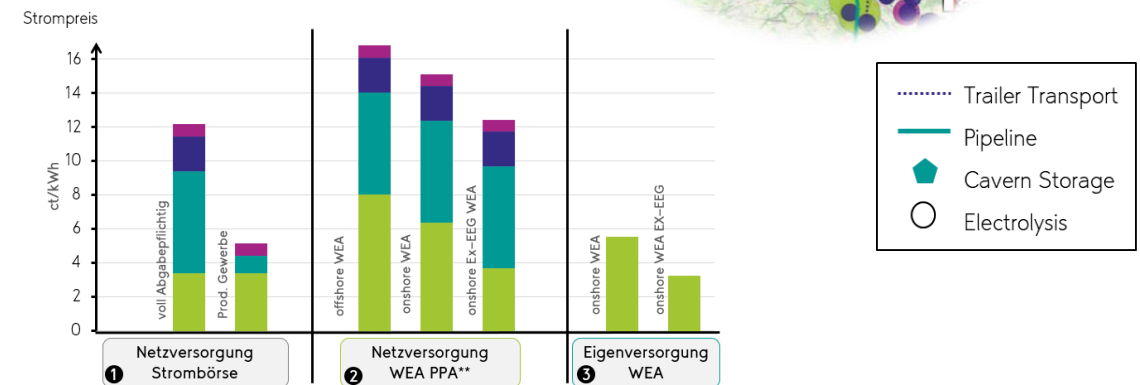
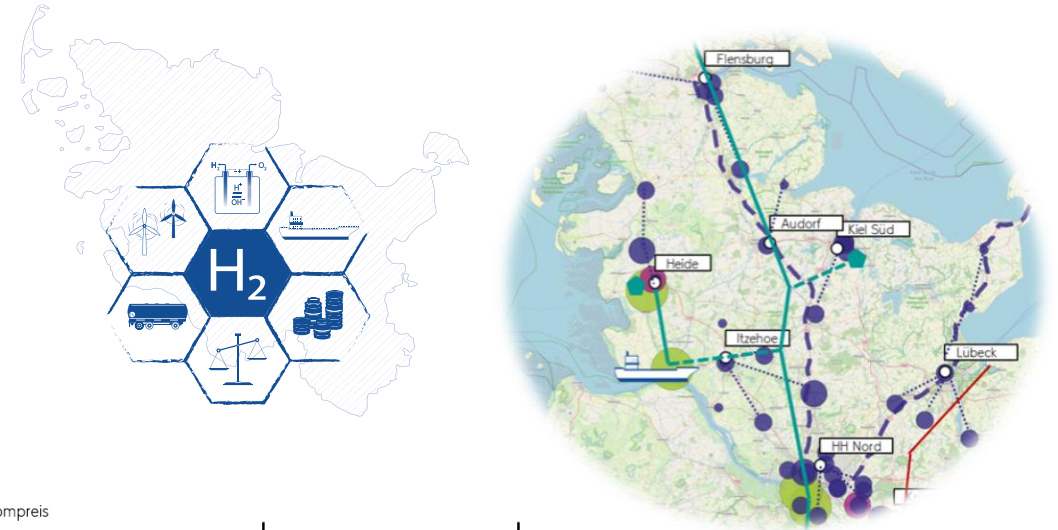
Schleswig-Holstein erzeugt heute schon 100% des lokalen Strombedarfs aus erneuerbaren Energien. Das Potenzial zum Bau weitere EE-Kapazitäten ist groß. Die Landesregierung evaluiert daher die Wertschöpfung durch die Produktion und Nutzung von H₂.

Vorgehen

- Bottom-Up, basierend auf regionalen Bedarfen der Industrie, der Mobilität und Wärmeversorgung, wurde der H₂-Bedarf ermittelt.
- Die H₂-Erzeugungskosten wurden unter Berücksichtigung der regionalen EE-Stromkosten bestimmt.
- Das H₂-Produktionspotenzial wurde mit dem prognostizierten Bedarf und internationalen Marktentwicklungen verglichen.

Ergebnisse

Der kurzfristige Bedarf kann durch die regionale Erzeugung im Land gedeckt werden. Diese ist wettbewerbsfähig mit den ersten Importen. Langfristig müssen dennoch zusätzliche H₂-Importe oder eine großskalige offshore Produktion etabliert werden.



Wasserstoffstrategie für Schleswig-Holstein bezüglich H₂-Mobilität & Förderrichtlinien

Ausgangssituation

Schleswig-Holstein hat ein großes Potential zur Erzeugung von grünem Wasserstoff. Auf dieser Basis evaluiert die Landesregierung Möglichkeiten mehr erneuerbare Energien in den Mobilitätssektor zu integrieren, insbesondere für Bus und LKW-Flotten.

Vorgehen

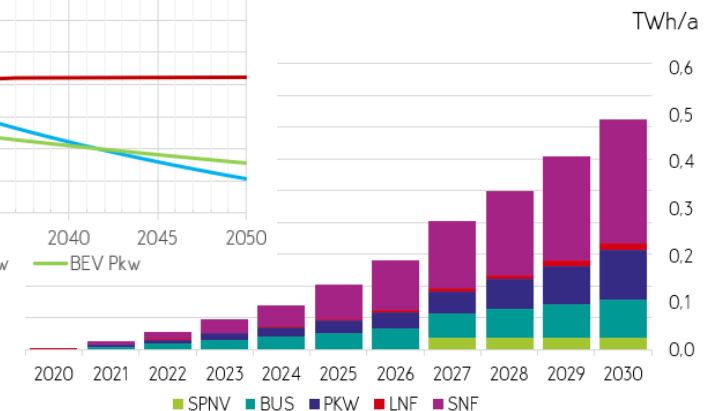
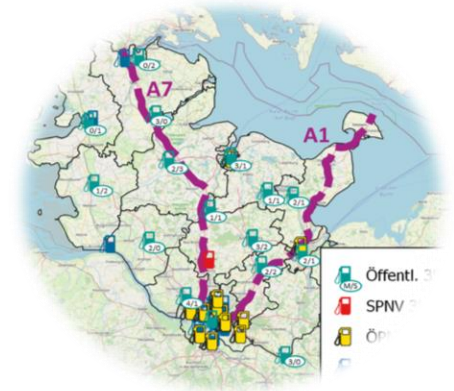
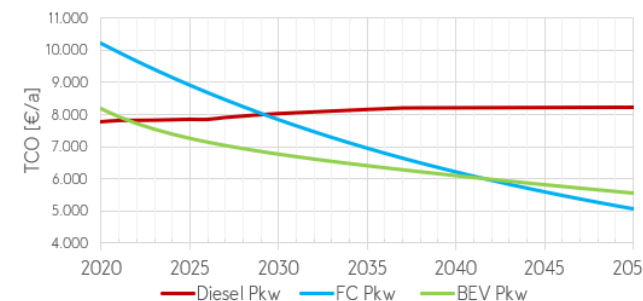
- Eine bottom-up Analyse der H₂-Bedarfe in den verschiedenen Mobilitätssektoren wurde durchgeführt (inkl. Schiff & Zug).
- Eine nachfrageorientierte Infrastruktur mit Tankstellen wurde konzipiert.
- Zusätzlich zu wirtschaftlichen Aspekten wurden auch rechtliche Rahmenbedingungen für Förderrichtlinien betrachtet.

Ergebnisse

Öffentliche Busflotten erzeugen die ersten Bedarfe. Trotz der bisher schlechten Fahrzeugverfügbarkeit wird mittelfristig von einem starken Hochlauf des Schwerlastverkehrs ausgegangen. Für eine flächen-deckende Infrastruktur wird der Bau von 48 Tankstellen empfohlen.



TCO – Pkw



STRING Wasserstoffkorridor Konzept 2020

Ausgangssituation

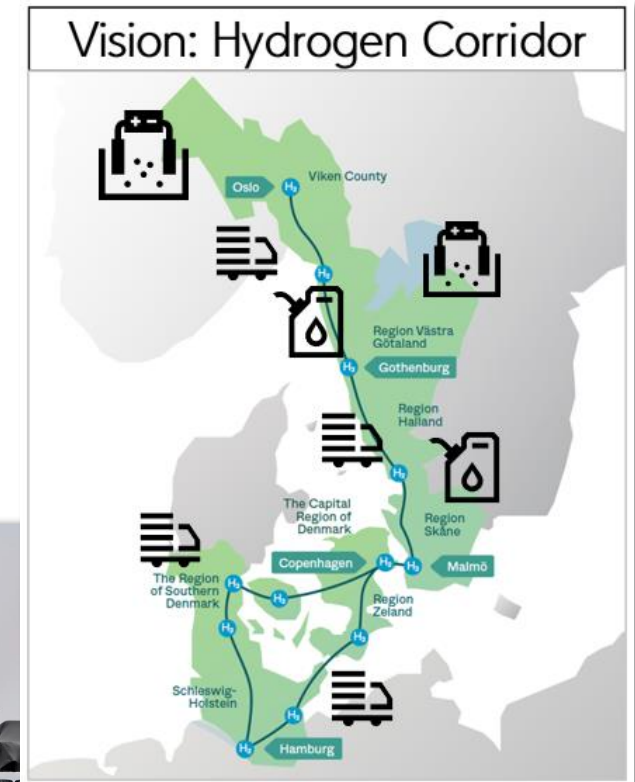
Die nördlichen STRING-Partnerregionen und -Kommunen wollen einen Wasserstoffkorridor für schwere Lastkraftwagen zwischen Hamburg und Oslo etablieren. Zu diesem Zweck wird in 4 Ländern eine Wasserstoffinfrastruktur für Mobilitätsanwendungen aufgebaut.

Herangehensweise

- Marktübersicht und Kostenabschätzung für Brennstoffzellenfahrzeuge und Wasserstofftankstellen
- Bewertung der logistischen und wirtschaftlichen Anforderungen an ein solches Ökosystem

Ergebnisse

Es wurde ein Konzept für eine bedarfsorientierte, überregionale Wasserstofftankstellen- und LKW-Infrastruktur erstellt. Eine weitere Kostenschätzung bezüglich der CAPEX und OPEX der Tankstellen ergab, dass eine Mindestanzahl von 570 Lkw erforderlich wäre, um alle geplanten 12 Tankstellen kostendeckend zu betreiben, ohne dass eine Finanzierung erforderlich wäre.



Quelle: Hyundai

Unterstützung bei Förderanträgen – 100 MW Elektrolyseur

Ausgangssituation

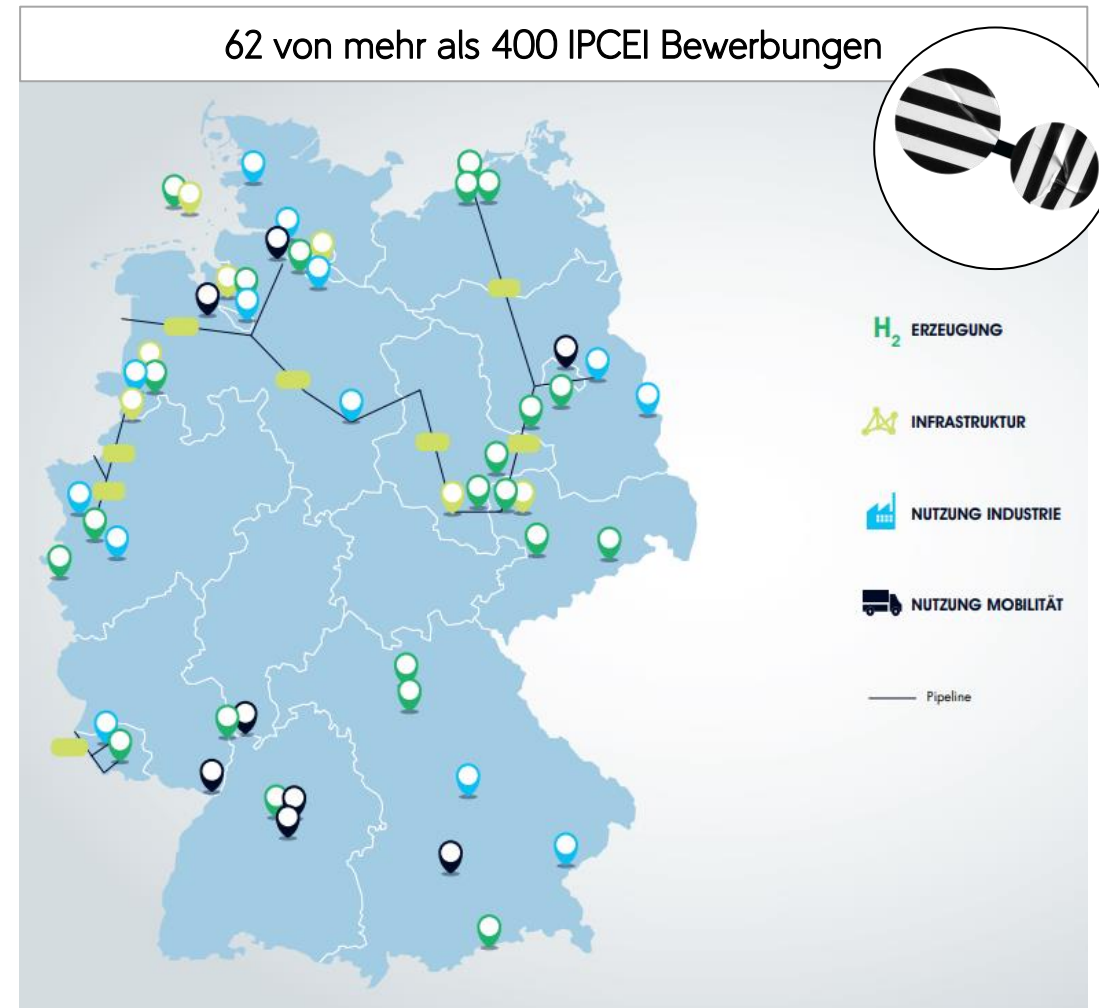
Ein Chemiapark möchte sich im Bereich erneuerbare Wasserstoffproduktion neu positionieren. Es soll ein 100 MW Elektrolyseur mit nachgelagerter Wertschöpfungskette gebaut werden (Power-to-Fuel). Hierfür wird eine Fördermöglichkeit gesucht.

Herangehensweise

- Analyse der bestehenden Förderidee und aktueller Förderausschreibungen
- Weiterentwicklung des bestehenden Konzeptes (z.B. Cashflow Analyse, Business Case Modelling), Stakeholder-Meetings zur Erweiterung des Projektteams und Einholung weiterer Absichtserklärungen

Ergebnisse

- Detaillierter Förderungsablauf für alle Projektpartner
- Einreichung eines 50-seitigen Förderantrags im IPCEI-Call
- **Projekt wurde ausgewählt als 1 der 62 deutschen IPCEI-Projekte 2021**





Agendachärt

- 01 _____ Umlaut in a nutshell
- 02 _____ **Gasnetze im Detail**
- 03 _____ Die Zukunft der Gasverteilnetze
- 04 _____ Zusammenfassung



Gasnetze Überblick

703 Gasverteilernetzbetreiber (VNB) betreiben Großteil d. Infrastruktur.

Hochdruck

(>1 – 100 bar)

Aufgabe: Interkontinentale Fernleitung & überregionaler Transport.

Typische Komponenten: Pipelines & Verdichterstationen, Gasschieber, Untergrundspeicher.

Abnehmer: Großkunden.
(Kraftwerke, Industrieparks, ...)

Gesamte Netzlänge (davon Anteil VNB):

> 16 bar:	61.700 km (37,4 %)
> 5 – 16 bar:	31.300 km (90,7 %)
> 1 – 5 bar:	29.300 km (99,7 %)

Mitteldruck

(> 100 mbar bis <= 1 bar)

Aufgabe: Überregionale & regionale Verteilung.

Typische Komponenten: Rohrleitungen, Gas-Druckregel- und Messanlagen, Absperrventile, Kugelgasbehälter.

Abnehmer: Industrie & Gewerbekunden.

Gesamte Netzlänge (davon Anteil VNB):

269.600 km (100 %)

Niederdruck

(<= 100 mbar)

Aufgabe: Versorgung Letztverbraucher in Ortsnetzen.

Typische Komponenten: Rohrleitungen, Gas-Druckregel- und Messanlagen, Absperrventile.

Abnehmer: Gewerbe & Haushaltskunden.

Gesamte Netzlänge (davon Anteil VNB):

204.300 km (100 %)



Grundlagen des Wasserstofftransports

Erreichbare Energiedichte.

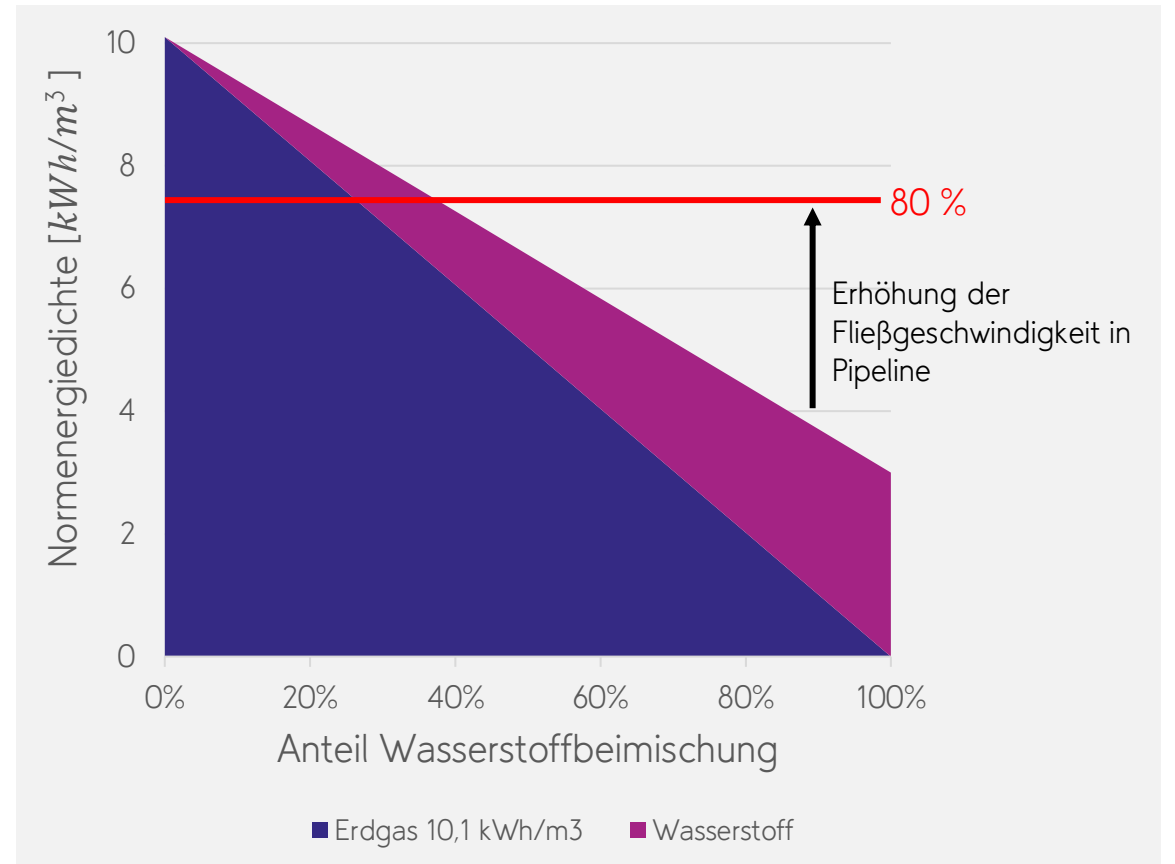
Erreichbare Energiedichte

Energiedichten der Gase unter Normbedingungen:

- H-Gas: 11,4 $\frac{kWh}{m^3}$
- L-Gas: 8,6 $\frac{kWh}{m^3}$
- Wasserstoff: 3,0 $\frac{kWh}{m^3}$

→ Die Beimischung von Wasserstoff senkt aufgrund des im Vergleich zu Erdgas H geringeren Wobbe-Index bei gleichbleibender Fließgeschwindigkeit die transportierbare Energiemenge pro Zeiteinheit.

- Durch Erhöhung der Fließgeschwindigkeit im Erdgasnetz lässt sich bis zu 80 % der im Erdgas gespeicherten Wärmeleistung erreichen.^[1]



[1] Persönliches Interview Martin Robinius (<https://www.neuman-esser.de/unternehmen/media/blog/die-wasserstoff-zukunft-erklart>)

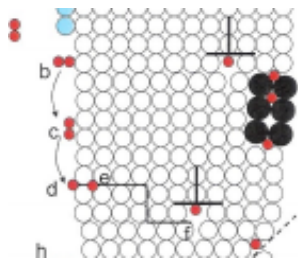
Grundlagen des Wasserstofftransports

Materialeignung und Wasserstoffversprödung.

Diffusion von Wasserstoff – ein Problem?

Prinzip:

- H_2 -Molekül dissoziiert.
- H_+ -Ion wandert in das Metallgitter ein.
- An Korngrenzen rekombinieren die Ionen zurück zu molekularem Wasserstoff.
- Entstehende Spannungen lassen Werkstoff verspröden.
→ **Wasserstoffversprödung.**



Forschungsergebnisse bzgl. Eignung von bestehenden Pipelines*

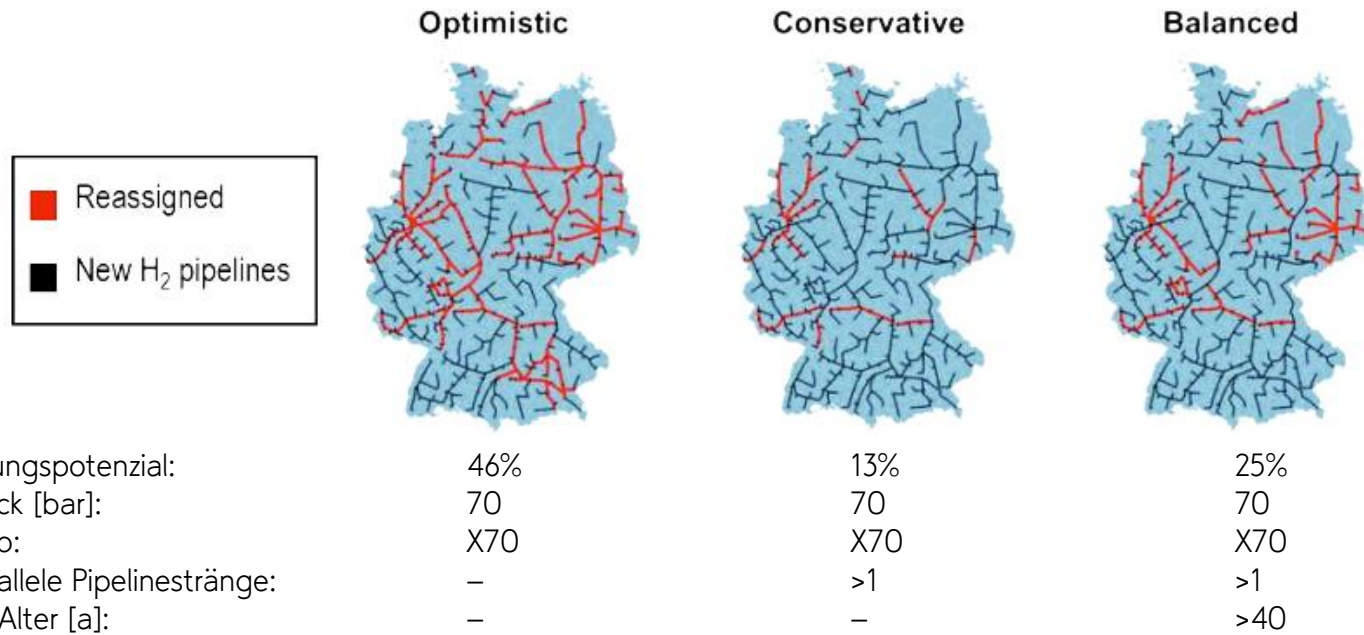
- **Transmissionsnetz:** Größtenteils Pipelines aus Stahl. Unterschiede der Verträglichkeit hinsichtlich Stahl-Typ.
→ **Gängiger Stahl Typ X70 im Transmissionsnetz auf. Dieser hat keine Probleme hinsichtlich Wasserstoffversprödung unter normaler Betriebsweise.**^[2]
- **Verteilernetze:** Größtenteils HDPE (High Density Polyethylene).
→ **Umstellung auf Wasserstoff im Verteilernetz technisch unproblematisch***

*Explizit ausgenommen: Armaturen (z.B. Verdichter, Dichtungen etc.)

- Die meisten im Netz verbauten Werkstoffe sind hinreichend widerstandsfähig gegen den Effekt der Wasserstoffversprödung.

Pipelinestränge, die für Wasserstoff geeignet sind.

Analyse des Status quo.



	Anzahl an Pipelines	Druck-niveau	Material	Prozent der Gesamt-länge	Summe
Umstellbar für H ₂ -Transport	1	> 70 bar	X70	42,96%	81,9%
	2	> 70 bar	X70	25,89%	
	3	> 70 bar	X70	13,11%	
Nicht umstellbar für H ₂ -Transport	1	< 70 bar	X60	10,72%	18,0%
	1	< 70 bar	X70	0,90%	
	1	> 70 bar	X60	0,17%	
	2	< 70 bar	X70	1,41%	
	2	> 70 bar	X60	2,44%	
	3	> 70 bar	X60	2,40%	

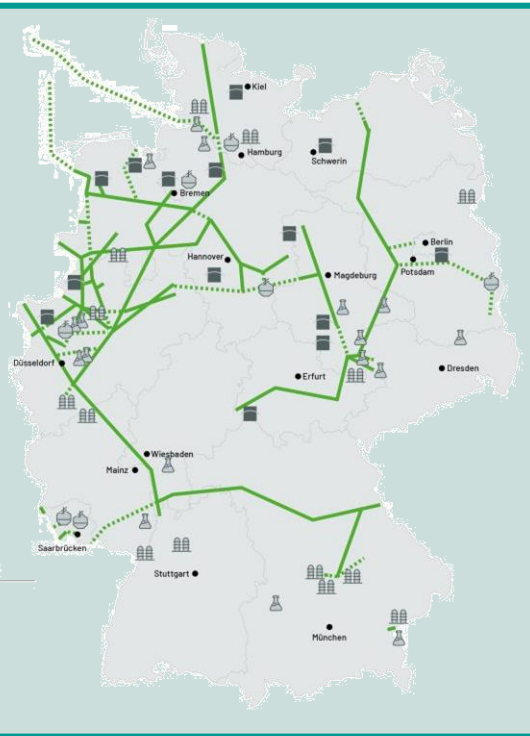
- Über 80 % des deutschen Transmissionsnetzes eignen sich zur Wasserstoffumstellung.
- Dank L- zu H-Gas Umstellung ausreichend Pipelinekapazitäten vorhanden.
- Im Transmissionsnetz müssen wenige neue Wasserstoffleitungen implementiert werden.

Geplantes Wasserstoffnetz

Netzentwicklungsplanung.

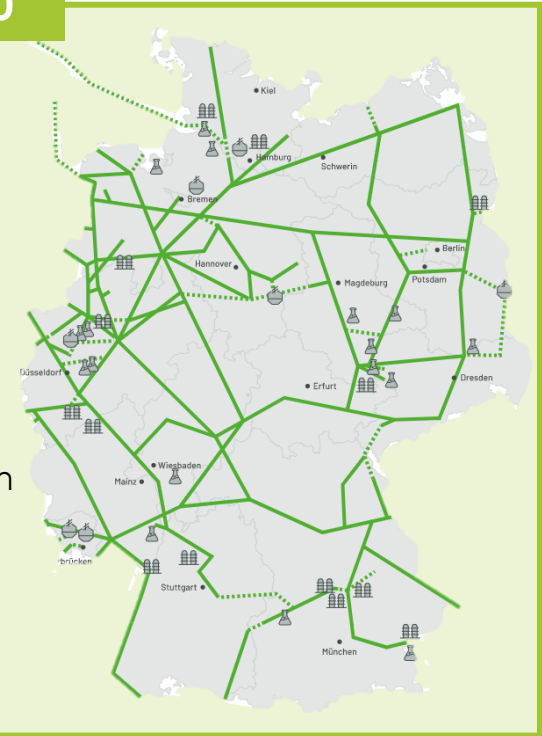
Startnetz 2030

- Bis 2030 Umstellung erster Pipelinestränge auf Wasserstoff für ein Netz mit Industriefokus
 - vorrangig parallel verlegte Stränge
 - gezielte Ergänzung durch Neubau



Visionäres Netz 2050

- Bis 2050: flächendeckende Ergänzung des Startnetzes
- Umstellung weiterer Stränge
- gezielte Ergänzung durch Neubau

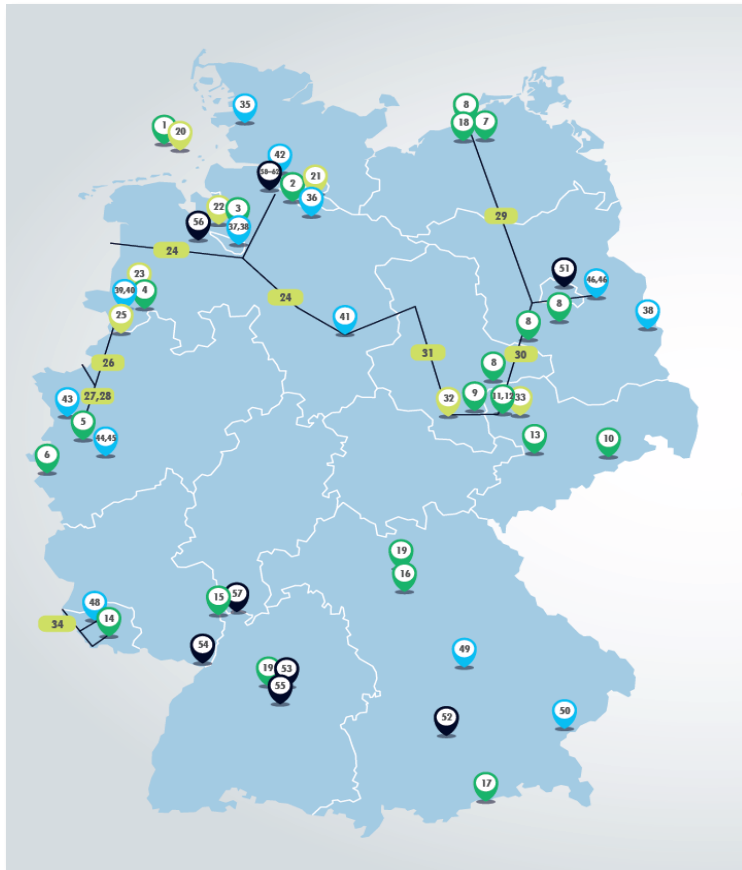


[1] <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/>

Bestehende IPCEI Projekte

Anzahl von Anträgen

- In DE wurden bzgl. der "Bekanntmachung des Interessensbekundungsverfahrens zur geplanten Förderung im Bereich Wasserstofftechnologien und -systeme" ([LINK](#)) vom 11. Januar 2021 – über 230 Anträge für ein IPCEI (Important Project of Common European Interest [[LINK](#)]) eingereicht.
- BMVI & BMWi haben es auf **62 Projekte** ([LINK](#)) gekürzt
- Insgesamt wird DE diese Projekte mit **8 Mrd. EURO** fördern (Ziel-Gesamtvolumen **33 Mrd. EURO**)



INFRASTRUKTUR

- 20 AquaVentus, Helgoland, GASCADE
- 21 HH-WIN
- 22 Clean Hydrogen Coastline, NI
- 23 Green Crane, Lingen
- 24 Hyperlink
- 25 GET H2, Gronau
- 26 GET H2
- 27 GET H2
- 28 GET H2
- 29 doing hydrogen
- 30 doing hydrogen
- 31 Green Octopus MD
- 32 Green Octopus MD, Bad Lauchstädt
- 33 LH2VE Transport, Leipzig
- 34 mosaHyc

H₂ ERZEUGUNG

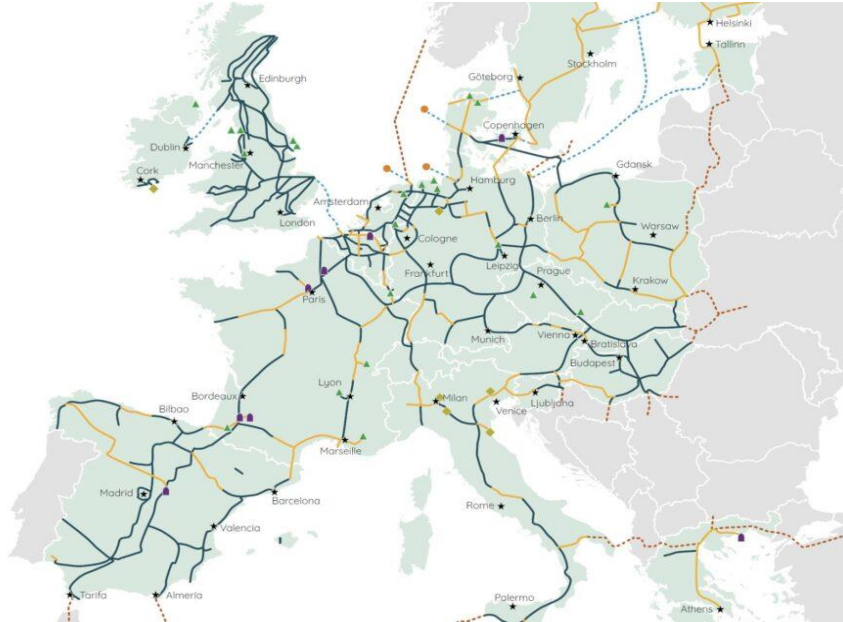
- 1 AquaVentus, Helgoland, RWE Renewables
- 2 HGHH, Hamburg
- 3 Clean Hydrogen Coastline, NI
- 4 GET H2, Lingen
- 5 GreenMotionSteel, Duisburg
- 6 MAPEVA, NRW
- 7 doing hydrogen, Rostock
- 8 doing hydrogen, MV, BB, SA
- 9 Green Hydrogen Hub, Leuna
- 10 H2-SARA, Dresden
- 11 LH2VE Erzeugung, Leipzig
- 12 LH2VE System, Leipzig
- 13 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung freigegeben
- 14 Hydrohub Fenne, Völklingen
- 15 Hy4Chem, Ludwigshafen
- 16 Elyance, Erlangen
- 17 GH@BD, DE/AUT
- 18 HyTechHafen – Rostock, Rostock
- 19 Bosch Power Units, BW, BY

NUTZUNG INDUSTRIE

- 35 Hyscale100, Heide
- 36 H2H, Hamburg
- 37 Clean Hydrogen Coastline, Bremen
- 38 DRIBE2, Bremen, EH
- 39 LGH2, Lingen
- 40 LGH2, Lingen
- 41 GET H2, Salzgitter
- 42 e-Methanol Projekt, Stade
- 43 tKH2steel, Duisburg
- 44 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung freigegeben
- 45 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung freigegeben
- 46 doing hydrogen, BB
- 47 doing Hydrogen, Rüdersdorf
- 48 H2SYNGAS, Dillingen
- 49 BayH2, Neustadt
- 50 RHYME Bavaria, Burghausen



Das Wasserstoffnetz in Europa



European Hydrogen Backbone Report

- Gezielte Investitionen in die bestehende Gasinfrastruktur in Verbindung mit neuen Wasserstoffpipelines und Kompressor Stationen.
- Vernetzte Wasserstofftransportinfrastruktur, die sich bis 2040 auf alle Teile Europas erstreckt.
- Diese Infrastruktur wird auch Wasserstoffimporte von außerhalb Europas ermöglichen.

EHB Steckbrief

Infrastruktur:

- 11.600 km Pipelines bis 2030.
- 39.700 km Pipelines bis 2040.
- 69% Anteil an umgerüsteten Erdgaspipelines.
- Betriebsdruck: 50 – 80 bar.

Kostenaufteilung:

- Investitionskosten: 43–81 Milliarden Euro bis 2040
- Betriebskosten: 1,7 bis 3,8 Milliarden Euro
bei Auslastung 5.000 Stunden pro Jahr
- Transportkosten: 0,11–0,21 € / kg H₂, pro 1.000 km (siehe Notizen)

Ziele

1. Beschleunigung der Dekarbonisierung der Energie- und Industriesektoren.
2. Gewährleistung der Stabilität des Energiesystems.
3. Steigerung der Energieunabhängigkeit und Versorgungssicherheit in ganz Europa.



Agendachärt

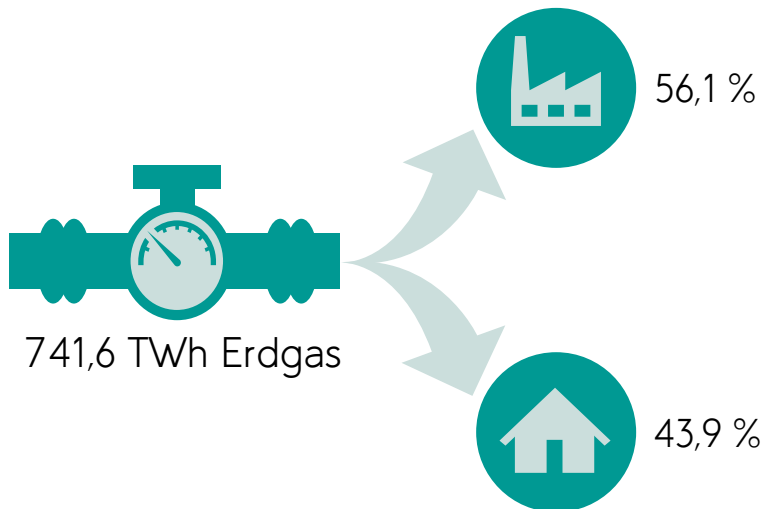
- 01 _____ Umlaut in a nutshell
- 02 _____ Gasnetze im Detail
- 03 _____ Die Zukunft der Gasverteilnetze**
- 04 _____ Zusammenfassung

Gasverteilernetze

Typische Bedarfe.

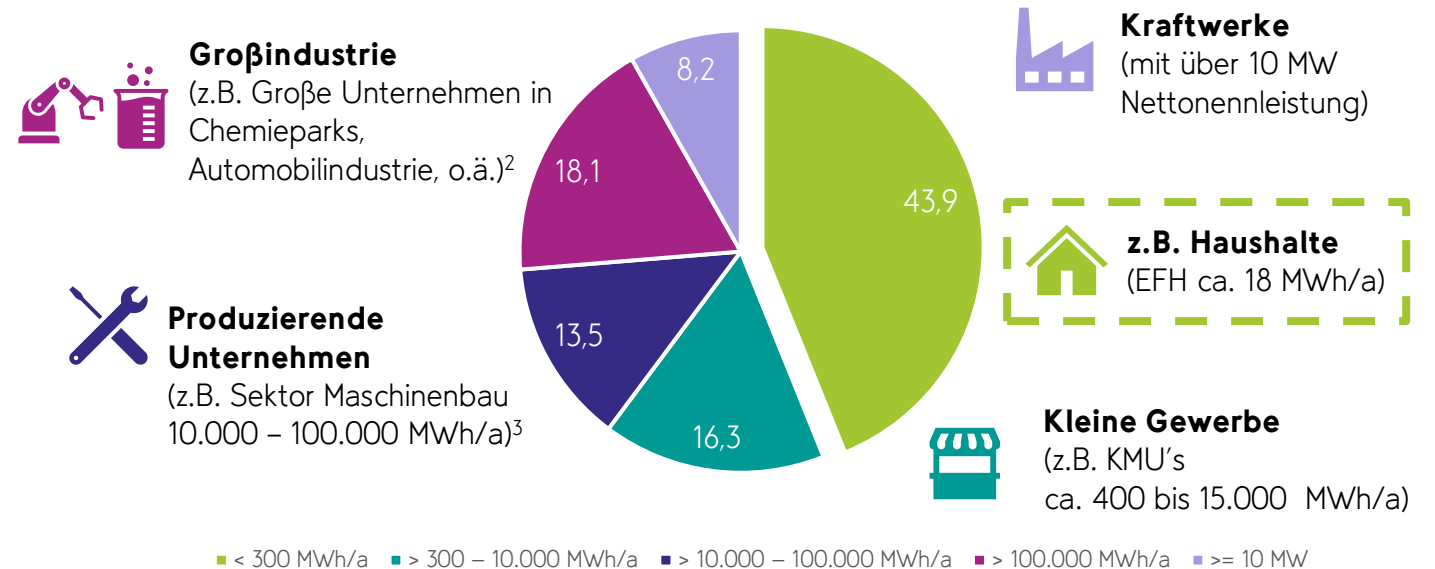
Ausspeisemengen auf VNB – Ebene

- Im Jahr 2020 wurden 741,6 TWh Erdgas ausgespeist¹.
- Heterogene Letztverbraucherstruktur.



[1] Bundesnetzagentur für Elektrizität Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen(2022); Monitoringbericht 2021
 [2] Nachhaltigkeitsberichte: Porsche, KION, Bayer AG
 [3] Nachhaltigkeitsberichte: Festo, Dürr Gruppe

Zusammensetzung der abgenommenen Erdgasmengen im Gasverteilernetz nach Kundengruppe [%]



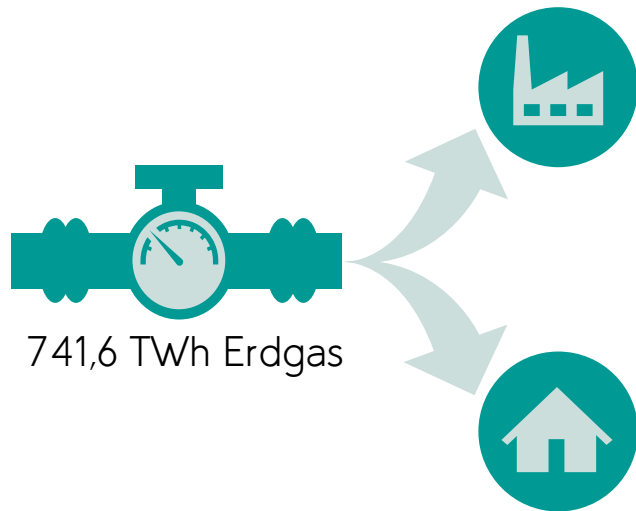
1. Ein Großteil der durch VNB versorgten Kunden weisen geringe Bedarfe auf (< 300 MWh/a)¹, dazu zählen beispielsweise private Ein- und Mehrfamilienhäuser.
2. Industriekunden werden primär über FNB versorgt und nur geringfügig durch VNB.

Gasverteilernetze

Substitutionspotenziale.

Ausspeisemengen auf VNB – Ebene

- Im Jahr 2020 wurden 741,6 TWh Erdgas ausgespeist¹.



Hochtemperatur

- Typischer Temperaturbereich: > 130 °C
- Konventionelle Wärmeerzeugung: Biomasse, Erdgas, Kohle, Öl
- Klimaneutrale Alternativen: Wasserstoff, Biomasse, Biogas
- Einsatzgebiete: z.B. Chemie, Stahl, Strom- und Wärme
- Beispielhafte Prozesse: Prozesswärme, Gießen und Schmelzen, Thermische Vor- und Nachbearbeitung, KWK-Anlagen



Wenige Alternativen zu Wasserstoff

Niedertemperatur

- Typischer Temperaturbereiche: 60 – 130°C
- Konventionelle Wärmeerzeugung: Biomasse, Erdgas
- Einsatzgebiete: z.B. Ernährungsindustrie
- Beispielhafte Prozesse: Dampferzeugung, Prozesswärme, Abkochen/Pasteurisieren/Sterilisation
- Typischer Temperaturbereich: < 60 °C
- Konventionelle Wärmeerzeugung: Erdgas, Biomasse, Heizöl, Fernwärme, Erneuerbare Energien
- Einsatzgebiete: Haushalte und Gewerbe
- Beispielhafte Prozesse: Gebäudeheizung



Viele Alternativen zu Wasserstoff

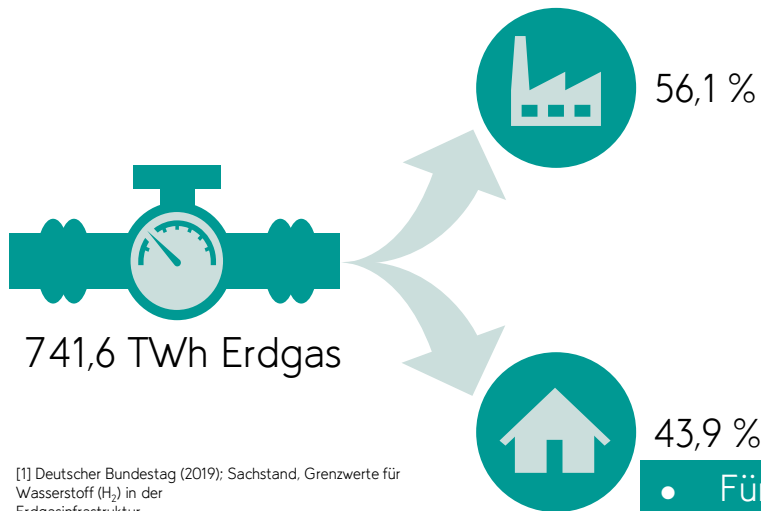
[1] Agora Energiewende (2020), Klimaneutrale Industrie
 [2] Fraunhofer ISI (2013), Energieverbrauch und CO₂-Emissionen industrieller Prozesstechnologien – Einsparpotentiale, Hemmnisse und Instrumente
 [3] Industriewärme klimaneutral: Strategien und Voraussetzungen für die Transformation, NRW-Landesregierung (2021)

Gasverteilernetze

Anwendungen und Absatzmöglichkeiten von Wasserstoff.

Ausspeisemengen auf VNB – Ebene

- Im Jahr 2020 wurden 741,6 TWh Erdgas ausgespeist¹.
- Heterogene Letztverbraucherstruktur.



Branche	Grenzen	Bemerkung
Glas	≤ 0,1 Vol.-% H ₂ kein Problem	Mehr könnte möglich sein, feuerungstechnische Bedenken
Stahl (Wärmebehandlung) und Nichteisenmetalle	Variabel, Grenze nutzungsabhängig	H ₂ -Reste könnten mit dem Produktgefüge wechselwirken
Chemie (stoffliche Nutzung)	um ≤ 1 Vol.-% H ₂ möglicherweise nötig	Problem bei Veränderung von Massen- und Volumenströmen
Holzindustrie, Papierindustrie, Recycling, Lebensmittel, Chemie/ Petrochemie/ Pharma, Stahl	unkritisch	Erdgas für Kesself Feuerungen
Baustoffe, Keramik	Variabel	Einzelbetrachtung nötig
CNG-Fahrzeuge	<2 Vol.-%	Versprödung der Tanks, höhere Toleranzen unter Anpassungen möglich
Haushalte	< 20 %	Geräte mit 100 % Betrieb mit H ₂ aktuell in der Erprobung

- Für viele Industrien ist der erhöhte Einsatz von H₂ unkritisch (bspw. Papier, Lebensmittel).
- In anderen Industrien wie der Glasherstellung oder Chemie sind niedrigere Grenzwerte unter 1 % einzuhalten.
- Toleranz der Wasserstoffbeimischung für Agglomerat an Industrien = niedrigste Toleranzgrenze.

[1] Deutscher Bundestag (2019); Sachstand, Grenzwerte für Wasserstoff (H₂) in der Erdgasinfrastruktur

[2] Lubenau U., Dr. Baumann D. (2020); Wasserstoffqualitätsanforderungen; DBI

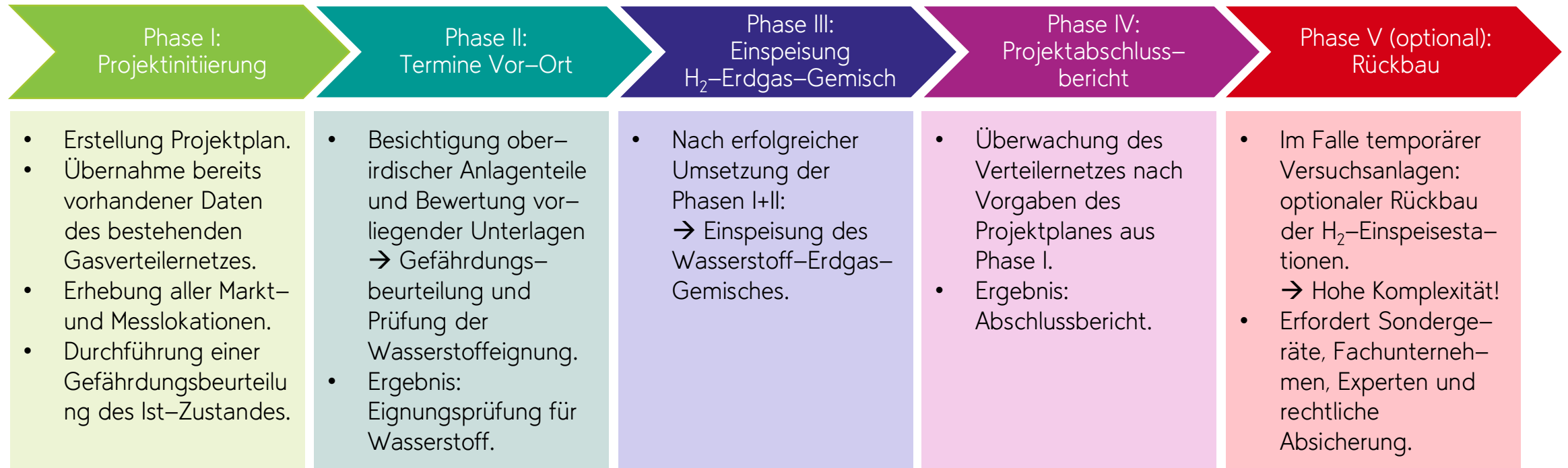
[3] Bundesnetzagentur (2020); Regulierung von Wasserstoffnetzen



Pilotversuche am konkreten Verteilernetz

Motivation für Pilotversuche

- Ermittlung der Eignung von Wasserstoff oder Wasserstoff–Erdgas–Gemischen in der vorhandenen Infrastruktur.
- Erprobung der bestehenden Netzkonfiguration (Leitungen und Gasverbrauchseinrichtungen).
- Beurteilung von Materialien und Kundenlagen erlaubt Aussagen über maximale Praxistauglichkeit.
- Umsetzung mittels eines **fünf phasigen Modells**:





Agendachart

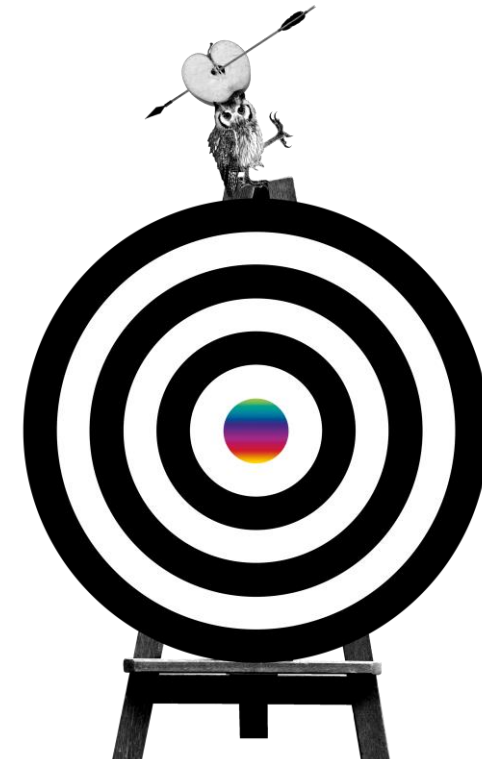
- 01 _____ Umlaut in a nutshell
- 02 _____ Gasnetze im Detail
- 03 _____ Die Zukunft der Gasverteilnetze
- 04 _____ Zusammenfassung**



Zusammenfassung

Die Gasverteilernetze haben ein Zukunft, aber abseits der heutigen Absatzmengen.

- Wasserstoff wird vor allem in Kraftwerken und Industrieunternehmen mit Bedarf an Hochtemperaturwärme eingesetzt
- Die erforderliche Umstellung der Gasverteilernetze von Erdgas auf Wasserstoff birgt Herausforderungen in den Bereichen Materialverträglichkeit und Funktionalität.
 - Beimischung von 1 – 10 % im Verteilernetz bereits möglich
 - Für Umstellung auf 100 % Wasserstoff Klärung offener technischer Fragen und Anpassung des technischen Regelwerks erforderlich
 - Nutzung des Wasserstoffs zur Wärmebereitstellung mittels Kessel in vielen Fällen unproblematisch (z. B. Papierindustrie)
 - Enge Beimischungsgrenzen unter 1 %, vor allem in der Glas- und Teilen der Chemieindustrie
- Für die Haushalte gibt es mit Wärmepumpen zumeist eine wirtschaftlichere Alternative
- Pilotversuche in realen Verteilernetzen ermöglichen Aussagen über Materialverträglichkeit und Funktionalität in der Praxis





Weitere Informationen im Whitepaper mit dem TÜV Rheinland



Elektrifizierung und Wasserstoff als Option der Wärmeversorgung

- Aktuelle Studien zeichnen Zukunftsbild für die Klimaneutralität der Wärmeversorgung auf Basis von Fern- und Nahwärmenetzen, Wärmepumpen, Biomasse- und Wasserstoffheizungen
- **Nutzung von Wasserstoff** vor allem in **Kraftwerken** und **Industrieunternehmen** mit Bedarf an Hochtemperaturwärme
- Industrieabnehmer sichern große Abnahmemengen und ermöglichen so günstige Wasserstoffpreise im Netzgebiet
- Attraktive Wasserstoffpreise aus heutiger Sicht vor allem dort, wo **Großabnehmer** durch ihre Abnahme die **Grundauslastung** des Netzes gewährleisten



<https://www.umlaut.com/de/stories/haben-gasverteilnetze-eine-zukunft>

Tauglichkeit Verteilernetz

- Kein einheitlicher Grenzwert für H₂-Beimischung aufgrund von Herausforderungen mit Blick auf **Material und Funktion**
- DVGW Merkblatt G 407 (408) „Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren (Kunststoffrohren) für die Verteilung von wasserstoffhaltigen, methanreichen Gasen und Wasserstoff bis 16 bar Betriebsdruck“ in Erarbeitung

Tauglichkeit Endanwendungen

- Für Umstellung Prüfung von **Materialverträglichkeit, Funktionalität**. Bei Bestandsanlagen **Zustandsbewertung**

Randbedingungen Netzbetrieb

- H₂ hat geringeren Wobbe-Index als Erdgas H, wodurch höhere Geschwindigkeiten erforderlich sind, um der Endanwendung die gleiche Energiemenge pro Zeit zuzuführen
- Höhere Geschwindigkeit mit Wirkung auf **Funktionalität** von Armaturen und Sicherheitsanwendungen



Your Contact



Dr. Martin Robinius

Head of Energy Policy and –Systems umlaut

Tel: +49 170 348 29 17

Email: martin.robinius@umlaut.com



Dr. Bastian Gillessen

Senior Consultant

Tel: +49 160 99 20 05 20

Email: bastian.gillessen@umlaut.com



umlaut energy GmbH

Am Kraftversorgungsturm 3, 52070 Aachen, Germany

Office Hamburg: Glockengießerwall 26, 20095 Hamburg

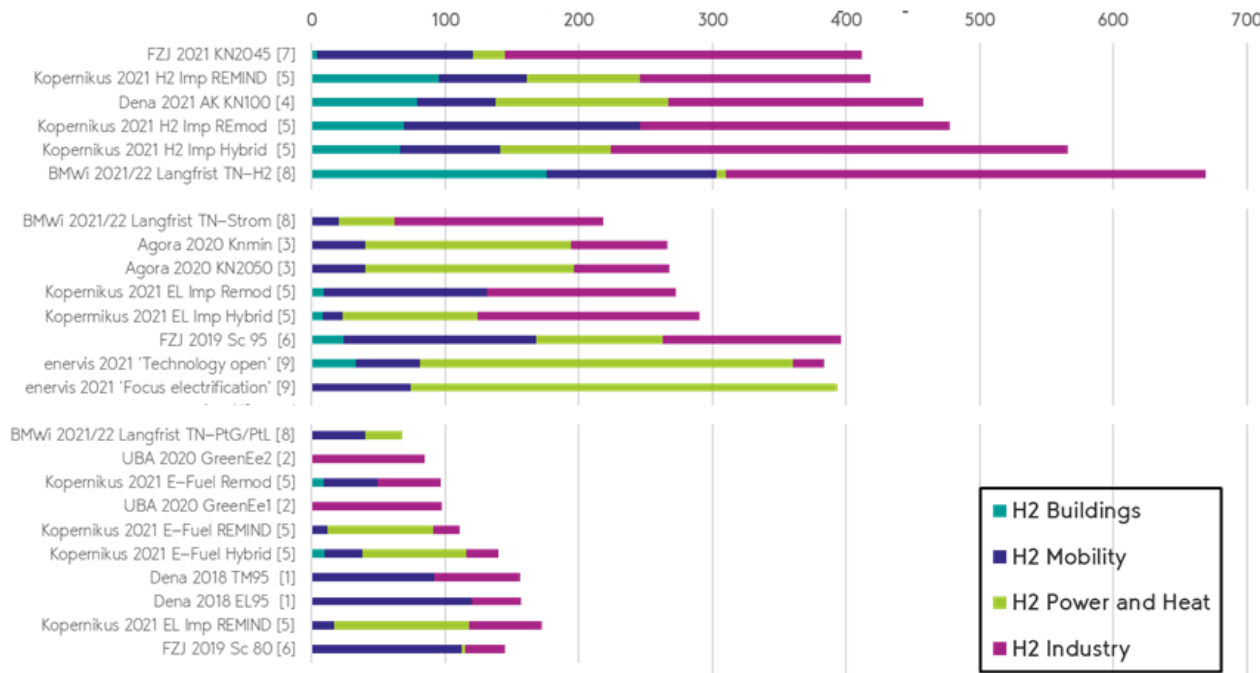
Office Munich: Wilhelm–Wagenfeld–Straße 26–30, 80807 München

Test Center: Hüttenstraße 5, 52068 Aachen

We are ISO 9001:2015 and ISO 27001:2013 certified.

Überblick Szenarien

Wasserstoffnachfrage in TWh im Jahr 2045/2050.



Die Wasserstoffnachfrage lässt sich in drei Szenariowelten einordnen:

1

1. < 200 TWh
2. Zwischen 200 und 400 TWh
3. > 400 TWh

2

Die Nachfrage wird maßgeblich in der Industrie entstehen

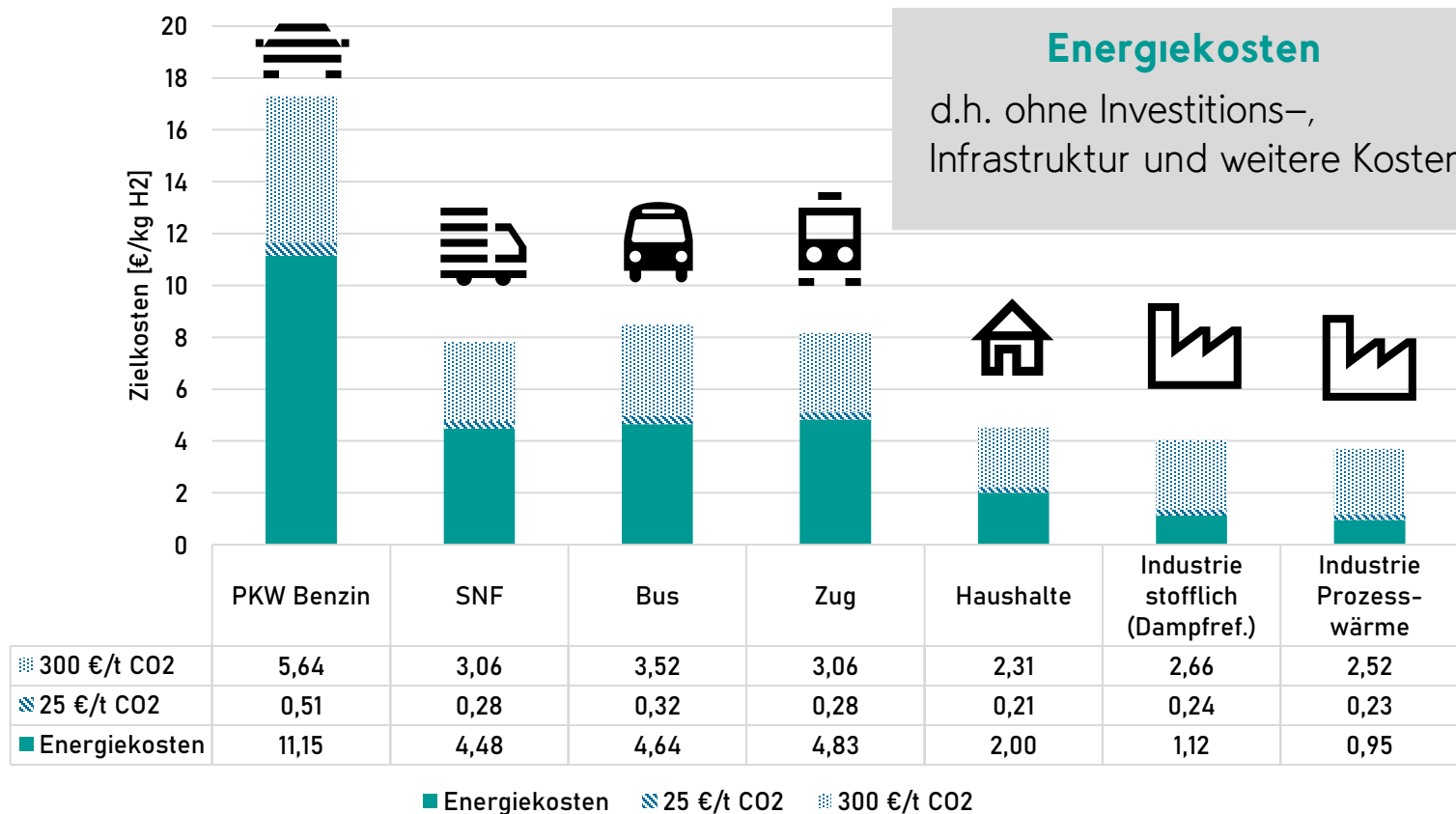
3

Weitere Anwendungen:

- Saisonaler Speicher für Backupkapazitäten
- Vereinzelt H₂ im Verkehrs- und Gebäudebereich



Zu erreichende Zielkosten von H₂ in verschiedenen Sektoren



Annahmen

Preise (*aktuelle Preise):

Benzin: 1,24 €/l (* 2,16 €/l)^[1]

Diesel: 1,06 €/l (* 2,19 €/l)^[1]

Erdgas Haushalte: 6 ct/kWh (*12,21 ct/kWh)^[2]

Erdgas Industrie: 2,86 ct/kWh

Konventioneller Verbrauch:

PKW: 7,9 l / 100 km

SNF: 30 l / 100 km

Bus: 41,8 l / 100 km

Zug: 129 l / 100 km

PKW Benzin, Rest Diesel

Effizienz Brennwerttherme: 98 %

Effizienz Dampfreformierung: 85 %

Effizienz Gaskessel: 90 %

H₂-Verbrauch:

PKW: 0,9 kg / 100 km

SNF: 7,1 kg / 100 km

Bus: 9,6 kg / 100 km

Zug: 28,2 kg / 100 km

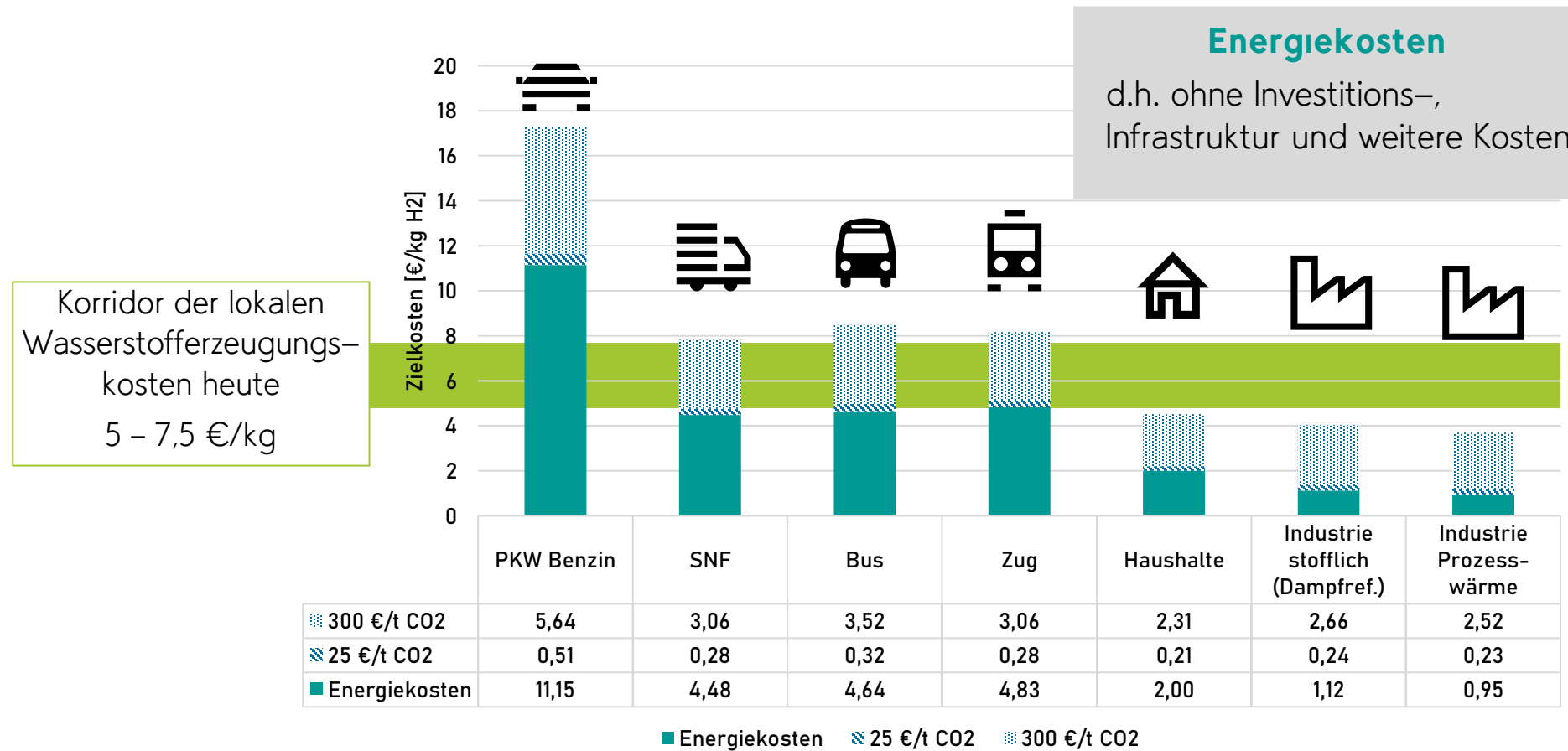
Effizienz Brennwerttherme: 98 %

[1] ADAC Kraftstoffpreise, Stand März 2022

[2] BDEW Erdgaspreise, Stand März 2022



Zu erreichende Zielkosten von H₂ in verschiedenen Sektoren



Korridor der lokalen Wasserstofferzeugungskosten heute
5 – 7,5 €/kg

Energiekosten
d.h. ohne Investitions-,
Infrastruktur und weitere Kosten

Annahmen

Preise (*aktuelle Preise):

Benzin: 1,24 €/l (* 2,16 €/l)^[1]

Diesel: 1,06 €/l (* 2,19 €/l)^[1]

Erdgas Haushalte: 6 ct/kWh (*12,21 ct/kWh)^[2]

Erdgas Industrie: 2,86 ct/kWh

Konventioneller Verbrauch:

PKW: 7,9 l / 100 km

SNF: 30 l / 100 km

Bus: 41,8 l / 100 km

Zug: 129 l / 100 km

PKW Benzin, Rest Diesel

Effizienz Brennwärmtherme: 98 %

Effizienz Dampferformierung: 85 %

Effizienz Gaskessel: 90 %

H₂-Verbrauch:

PKW: 0,9 kg / 100 km

SNF: 7,1 kg / 100 km

Bus: 9,6 kg / 100 km

Zug: 28,2 kg / 100 km

Effizienz Brennwärmtherme: 98 %

- Wasserstoff im Verkehr ist wirtschaftlich
- Wasserstoff zur Wärmeversorgung erfordert Wasserstoffkosten < 4 €/kg beim Endkunden

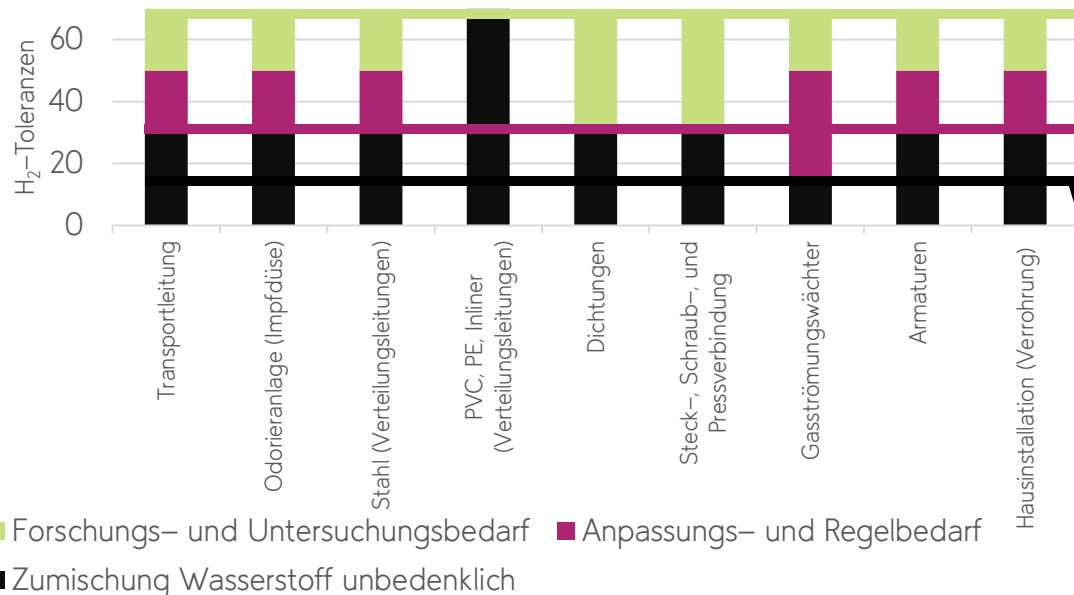
[1] ADAC Kraftstoffpreise, Stand März 2022; [2] BDEW Erdgaspreise, Stand März 2022

Wasserstofftoleranzen im Erdgasnetz – Verteilernetz

Rechtliche Grenzen

- Momentan liegt der Grenzwert gemäß DVGW Regelwerk G260 bei 1–10 Volumenprozent [Vol.-%]
- Rücksicht auf angeschlossene Kunden / auf 2 Vol.-% beschränkt (Erdgastankstellen)

H₂-Toleranzen von ausgewählten Komponenten im Verteilernetz



- H₂-Toleranz bis 70 % untersucht
- Zumischung von H₂-haltigen Gasen voraussichtlich möglich
- Bisher keine oder wenige Erkenntnisse über H₂-Einfluss
- Es besteht Forschungs- und Untersuchungsbedarf

- Zumischung und Verwendung von H₂-haltigen Gasen bis 30 % möglich (ausschließliche Betrachtung der Komponenten des Verteilernetzes)
- Technische Anpassungen und Modifikationen einzelner Elemente in unterschiedlichem Maße erforderlich

- Zumischung von H₂ bis 15 % als unbedenklich eingestuft
- Keine Materialprobleme oder Funktionseinschränkungen zu erwarten

[1] Deutscher Bundestag (2019); Sachstand, Grenzwerte für Wasserstoff (H₂) in der Erdgasinfrastruktur

[2] Lubenau U., Dr. Baumann D. (2020); Wasserstoffqualitätsanforderungen; DBI

[3] Bundesnetzagentur (2020); Regulierung von Wasserstoffnetzen

[4] DVGW (2013); Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz

Regulatorik

Rechtliche Einordnung und anzuwendendes Regelwerk.

Einordnung

- Pipelines unterliegen dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG).
→ Anwendung des DVGW–Regelwerks („Deutscher Verband des Gas– und Wasserfaches“).
- Nicht–öffentliche Gasversorgung unterliegt zusätzlich der Rohrleitungsverordnung.
→ Technische Regeln für Rohrfernleitungen (TRFL).
- Für industrielle wasserstoffführende Rohrleitungen auf Werksgeländen gelten europäisch harmonisierte Regeln der Reihe DIN EN 13480 ff.

¹ Technische Regeln für Betriebssicherheit

² Technische Regeln für Gefahrstoffe

³ Regelwerk der Berufsgenossenschaft

⁴ Deutscher Verband des Gas– und Wasserfaches e.V.



Anwendung

- Genehmigung von Elektrolyseuren oder Methanisierungsanlagen erfolgen nach BImSchG und dessen untergesetzlichen Regelungen, wie beispielsweise 4. BImSchV.
- Stets gelten gesetzliche Vorgaben zum Arbeitsschutz sowie zur Produktsicherheit (ÜAnlG, GefStoffV, BetrSichV).
- Aktuell ist die Einspeisung von Wasserstoff als Energieträger bis zu einem Anteil von 10 Volumenprozent im Erdgasnetz zulässig. Zur sukzessiven Erhöhung auf bis zu 100 % Wasserstoff, muss die Regulatorik weiterentwickelt werden.
→ Hierzu liegen Handlungsempfehlungen in Form von Leitfäden für die Gasinfrastruktur (G221) sowie Gasanwendung (G655) vor.