

Online-Webinar
„Grundlagen Wasserstoff“
2. Netzwerktreffen 2023 des H2-Klimaschutznetzwerkes
im Regionalverband Ruhr

- Wasserstoffinfrastrukturen -

 H2 Klimaschutznetzwerk Webinar Programm 20.06.2023...

- *Ausgangspunkte*
- *Aufbau der H2-Infrastruktur
über die bestehende Gasnetzinfrastruktur*
- *Empfehlungen für Kommunen
(auch zum Selbst-Studium)*



Heinz Esser
DVGW-Landesgruppe NRW
Josef-Wirmer-Straße 1-3
53123 Bonn
email: heinz.esser@dvgw-nrw.de

 Aspekte und Grundzüge zum Aufbau der H2-Infra...

 DVGW e.V.: Der DVGW

„Grundlagen Wasserstoff“ - Wasserstoffinfrastrukturen -

A - Ausgangspunkte

1

B - Aufbau der H₂-Infrastruktur
über die bestehende Gasnetzinfrastruktur

11

C - Empfehlungen zur Diskussion und zur Anwendung
in den Kommunen

5

Welche Fragen gibt es noch - fragen Sie uns!

 DVGW e.V.: Landesgruppe Nordrhein-Westfalen



A - Ausgangspunkte

1



Klimafreundliche Gase - Mehr als genug Potenzial (Ergebnisse der DVGW-Studie "Nachhaltiger Wärmesektor" aus 2022)

Basis-Szenario:

- 2030: 291 TWh H2 (60% grüner H2) bei 84 TWh Nachfrage,
- 2045: 847 TWh H2 bei 754 TWh Nachfrage,

Optimistisches Szenario:

- 2030: 637 TWh H2 (16% inländische Produktion),
 - 2045: 2234 TWh H2
- (jeweils bei gleicher Nachfrage wie im B.-S.)

-  potenzial-klimafreundliche-gase.pdf
-  g202116-nachhaltiger-waermesektor-foliensatz.pdf
-  h2-verkleinert-co2-fussabdruck-dvgw.pdf
-  DVGW e.V.: G 202116 Nachhaltiger Wärmesektor



**Klimafreundliche Gase.
Mehr als genug Potenzial.**

The illustration features a green background with stylized elements: a white cloud, a wind turbine with yellow and white blades, a blue industrial building, a blue truck, a red car, a pink house, and various pipes and valves in shades of blue, green, and brown.



**Wasserstoff ist nicht
der Champagner,
sondern der Kaffeekick
der Energiewende.**

Darum geht's



- Klimafreundliche Gase: wertvoller Beitrag zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit
- Klimaschutzziele erfordern eine transformierte Energieversorgung
- Mögliche Szenarien einer Transformation
- Basisszenario: ausreichend Wasserstoff ab 2030 verfügbar
- Optimistisches Szenario: 2045 mehr als genug auf dem Markt
- Grüner Wasserstoff wird immer günstiger
- Wasserstoff: für die Zukunft elementar
- Moleküle und Elektronen: nur gemeinsam stark



Klimafreundliche Gase: wertvoller Beitrag zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit

Gasförmige Energieträger sind und bleiben unverzichtbarer Bestandteil der Energieversorgung in Deutschland. Nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wird der Primärenergiebedarf aktuell zu fast einem Viertel mit Erdgas gedeckt. Der Energieträger ist relevant für die Industrie, für die Gebäudewärme und auch für die Stromerzeugung. Nach dem Ausstieg aus der Atom- und Kohleverstromung gewinnt Erdgas vorerst sogar noch an Bedeutung. Für die Zukunft werden jedoch klimafreundliche Gase benötigt. Dazu ge-

hören Biogas, Biomethan und synthetisches Methan, und vor allem Wasserstoff.

Klimafreundlicher Wasserstoff kann mit verschiedenen Verfahren erzeugt werden (Abb. 1): zum einen aus Erdgas, entweder durch Dampfreformierung in Kombination mit der Abscheidung und Speicherung von CO_2 (blauer H_2) oder durch Pyrolyse und Abtrennung von festem Kohlenstoff (türkiser H_2); zum anderen aus Wasser mittels Elektrolyse und erneuerbarem Strom (grüner H_2).



Abb. 1 Vereinfachte Darstellung der Erzeugungsverfahren von Wasserstoff

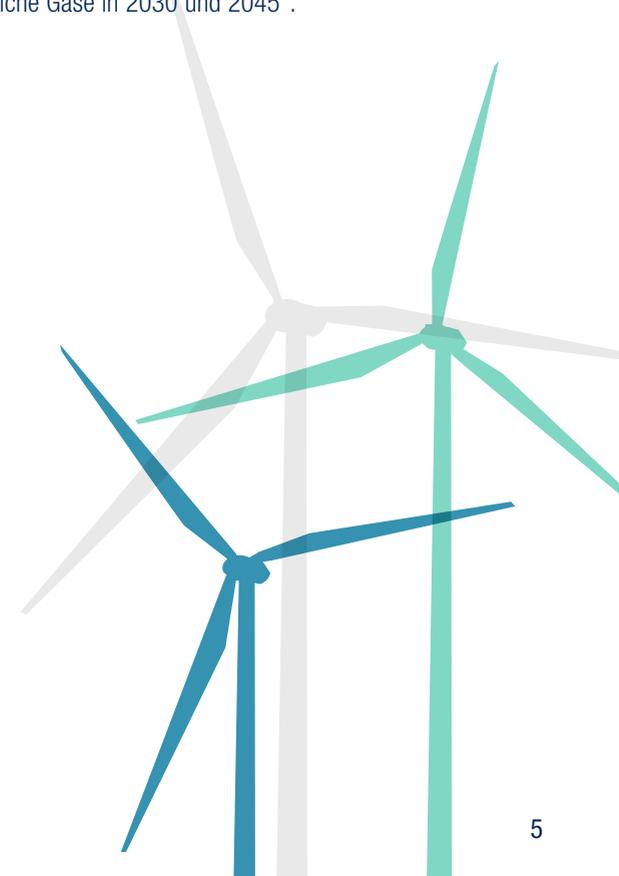
* CCS = carbon capture and storage

Klimaschutzziele erfordern eine transformierte Energieversorgung

Um die Folgen des Klimawandels zu minimieren, die Klimaschutzziele zu erreichen und dabei die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, ist Wasserstoff elementar. Damit ausreichende Mengen zur Verfügung stehen, sind diversifizierte Energiequellen und der Einsatz verschiedener technischer Verfahren zur Erzeugung sinnvoll. Der Anteil an grünem H_2 ist dabei konsequent und zügig zu erhöhen.

So muss Wasserstoff entgegen vieler Annahmen keine Mangelware bleiben. Bereits ab dem Jahr 2030 kann der Bedarf mehr als gedeckt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass entsprechende politische Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Zu diesem Ergebnis kommt die im Auftrag des DVGW durchgeführte Studie von Frontier Economics zu „Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff – Merit Order für klimafreundliche Gase in 2030 und 2045“.



Mögliche Szenarien einer Transformation

Die Berechnungen der vorgestellten Studie umfassen drei verschiedene Szenarien – von pessimistisch bis optimistisch – und zeigen, welche Faktoren die Verfügbarkeit klimafreundlicher Gase in Zukunft beeinflussen und wie sie das Verhältnis von angebotener zu nachgefragter Menge ändern werden.

Pessimistisches Szenario

Das pessimistische Szenario geht von einem eher langsamen technischen Fortschritt und konservativen Rahmenbedingungen aus. Die Potenziale für blauen H_2 werden nicht berücksichtigt, und die Erzeugung von türkischem H_2 wird bis zum Jahr 2030 noch nicht serienreif sein. Dieses Szenario erscheint aus Sicht der Autoren jedoch wenig realistisch.

Basisszenario

Dem Basisszenario liegen ein globaler Photovoltaik-Boom, ein Hochlauf von grünem H_2 und eine höhere Technologiereife zugrunde. Aktuelle Wasserstoffstrategien werden in Deutschland und anderen Ländern vorangetrieben. Blauer H_2 steht in moderater Menge zur Verfügung, und die Pyrolyse-Technologie, und somit türkiser H_2 , ist im industriellen Maßstab verfügbar.

Optimistisches Szenario

Die Annahmen aus dem Basisszenario werden überall erhöht. Das bedeutet einen noch schnelleren Hochlauf von grünem H_2 . Die Nutzung von blauem und türkischem H_2 ist weniger restriktiv.

Basisszenario: ausreichend Wasserstoff ab 2030 verfügbar

Nach den Berechnungen im Basisszenario wären im Jahr 2030 rund 290 Terawattstunden (TWh) CO₂-armer bis klimaneutraler Wasserstoff verfügbar, etwa 60 Prozent davon als grüner H₂ aus heimischer Elektrolyse und anderen europäischen Ländern (Abb. 2).

Diese Menge übertrifft alle gängigen Nachfrageprognosen – auch die des Nationalen Wasserstoffrats der Bundesregierung, der für diesen Zeitraum von einem Bedarf von bis zu 110 TWh ausgeht.

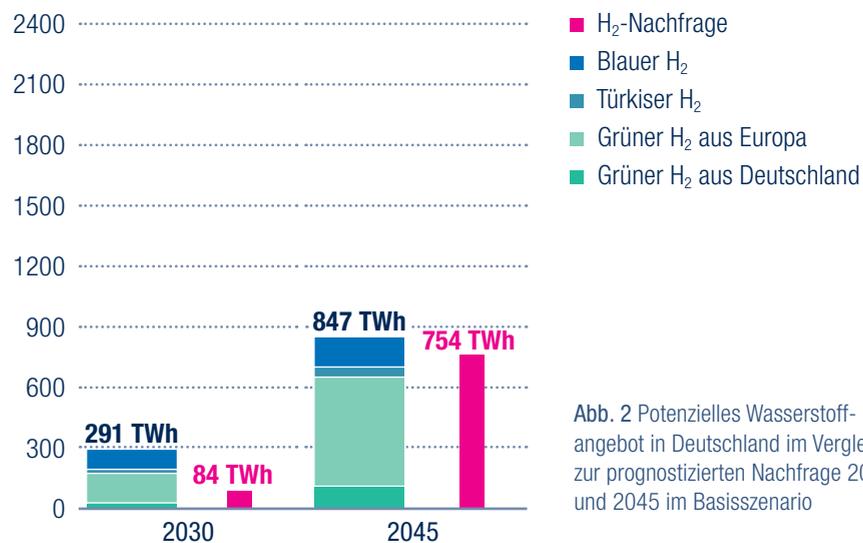


Abb. 2 Potenzielles Wasserstoffangebot in Deutschland im Vergleich zur prognostizierten Nachfrage 2030 und 2045 im Basisszenario

Optimistisches Szenario: 2045 mehr als genug auf dem Markt

Bis zum Jahr 2045 könnten in Deutschland Industrie, Gebäude und Fahrzeuge mit circa 650 TWh grünem H₂ versorgt werden, wovon knapp ein Sechstel inländisch produziert würde und 550 TWh im europäischen Ausland (Abb. 3). Könnte grüner H₂ zusätzlich aus Ländern in Nordafrika oder dem Nahen Osten für Deutschland bereitgestellt werden, wären auf lange Sicht sogar über

2.000 TWh denkbar. Dies entspricht etwa dem Dreifachen der Wasserstoffmenge, die im klimaneutralen Deutschland der Zukunft benötigt wird. Auch bei dem Wegfall einzelner Quellen, etwa Importen aus geographisch weiter entfernten Regionen, wäre das Angebot noch robust genug, um den Bedarf an Wasserstoff langfristig zu decken.

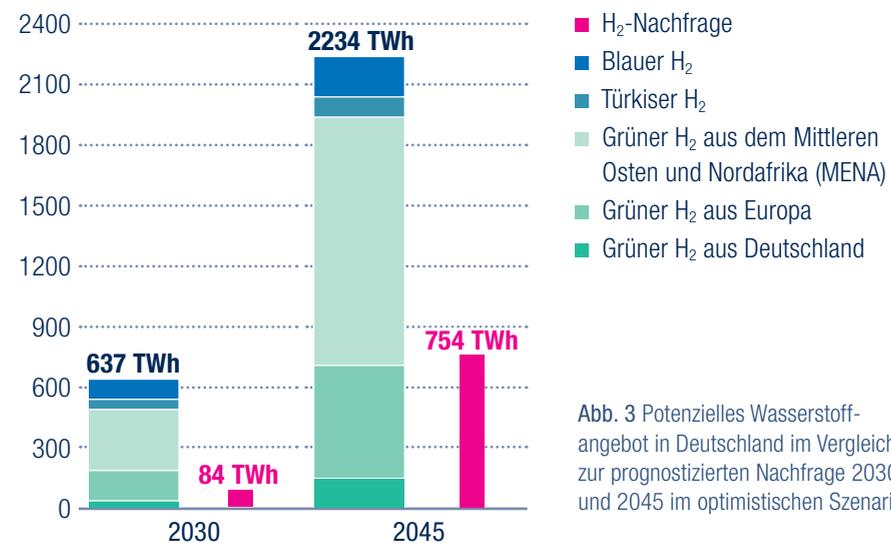


Abb. 3 Potenzielles Wasserstoffangebot in Deutschland im Vergleich zur prognostizierten Nachfrage 2030 und 2045 im optimistischen Szenario

Grüner Wasserstoff wird immer günstiger

Entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit sind die Erzeugungskosten der verschiedenen Verfahren. Die Spannweite ist bei den klimafreundlichen Gasen zwar noch relativ groß, wird sich aber in Zukunft verkleinern (Abb. 4). Die Erzeugungskosten von blauem und türkischem H₂ werden 2030 zwischen sieben und acht Cent pro Kilowattstunde (ct/kWh) liegen und bis 2045 voraussichtlich nur leicht sinken. Die Entwicklung ist jedoch stark abhängig von den dann erreichten Erdgaspreisen auf den Weltmärkten.

Die Herstellungskosten von grünem H₂ hingegen könnten von aktuell 25 bis 30 ct/kWh auf durchschnittlich fünf bis sieben Cent im Jahr 2045 sinken, dies in Abhängigkeit von den jeweils aktuellen Strompreisen. Damit wäre grüner H₂ langfristig sogar günstiger als türkiser bzw. blauer H₂. Eine weitere klimaneutrale und günstige Alternative stellt Biomethan insbesondere aus heimischer Erzeugung dar. Dessen Erzeugungskosten könnten bis 2045 auf sechs ct/kWh sinken.

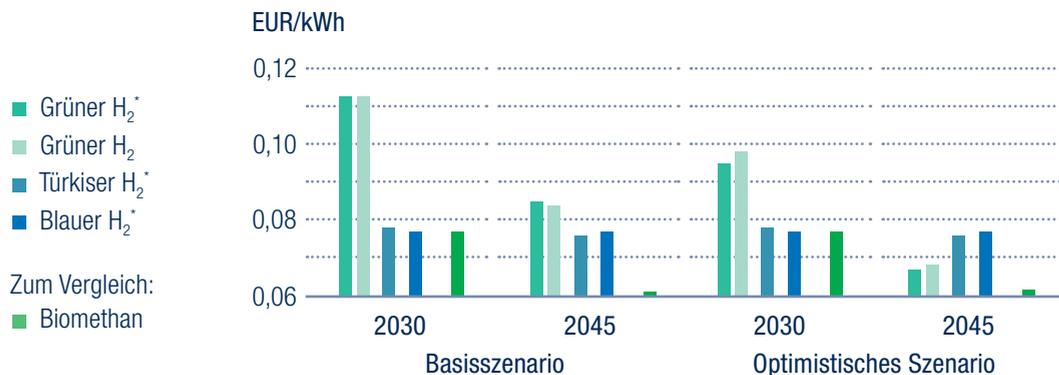


Abb. 4 Durchschnittliche Erzeugungskosten klimafreundlicher Gase je nach Szenario 2030 und 2045
Herkunft: *Deutschland

Wasserstoff: für die Zukunft elementar

Mit diversifizierten Quellen können mittel- und langfristig große Mengen klimafreundlicher Gase produziert werden. Wasserstoff spielt dabei die Hauptrolle und wird immer günstiger.

Wasserstoff ist also nicht der Champagner, sondern der Koffeinkick der Energiewende.

Bei blauem oder türkischem H₂ ist weniger die technische Reife als vielmehr der politische Wille für die zukünftige Verfügbarkeit entscheidend. Mit den notwendigen Weichenstellungen können in naher Zukunft ausreichende Mengen klimaneutraler Gase für alle Sektoren zur Verfügung stehen – für die Industrie und auch für die über

20 Millionen Haushalte, die heute mit Erdgas heizen. Denn insbesondere der Wärmesektor, einschließlich der Prozesswärme in der Industrie, dem Heizen von Gebäuden und der Erzeugung von Warmwasser, benötigt jede technische Option zur Senkung seiner CO₂-Emissionen.

Bei der Energiewende sollten neben der direkten Elektrifizierung auch die Importoptionen großer Mengen Wasserstoff als Chance erkannt werden. Nur so lassen sich die enormen Energiemengen decken, die heute noch mit fossilen Rohstoffen erzeugt werden. Denn nach wie vor werden rund 80 Prozent des heutigen Energiebedarfs in Deutschland durch Moleküle gedeckt – also mit Erdgas, Mineralöl und Kohle – und nicht durch Elektronen, sprich: Strom.



Moleküle und Elektronen: nur gemeinsam stark

Deutschland kann die Versorgungssicherheit durch Diversifizierung der Energieträger und der Energiequellen entscheidend stärken. Die Infrastruktur dafür besteht, wasserstofftaugliche Endgeräte sind bereits entwickelt. Im Zusammenspiel mit erneuerbarem Strom bietet Wasserstoff eine zukunftsfähige und bezahlbare Lösung für alle Anwendungen.

Gerade im Gebäudesektor, der bereits in 25 Jahren klimaneutral sein soll, ist dies von Bedeutung. Um die Treibhausgas-Emissionen zu minimieren, bilden die Sanierung von

Gebäuden, die Elektrifizierung mit strombasierten Heizsystemen und die Nutzung von Wasserstoff zur Wärmeversorgung den richtigen Mix. Wasserstoff trägt erst recht dazu bei, wenn der Ausbau von Wind- und Sonnenenergie nicht enorm beschleunigt wird.

Um die zukünftige Energieversorgung abzusichern, bedarf es deshalb einer ausbalancierten Strategie, die sowohl den Ausbau Erneuerbarer Energien als auch den Hochlauf klimafreundlicher Gase berücksichtigt.

” **Im Zusammenspiel mit Elektronen sind klimafreundliche Gase eine zukunftsfähige Lösung. Nur so lässt sich der Energiebedarf nachhaltig und sicher decken.** “

JANOSCH ROMMELFANGER

Projektkoordinator „Nachhaltiger Wärmesektor“ und Referent für Energieforschung im DVGW Technologie und Innovationsmanagement



„Zeit für einen Stoffwech2el“ Publikationen des DVGW

Wasserstoff ist der Energieträger der Zukunft und ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz und die Energiewende in Deutschland. Der DVGW engagiert sich bereits seit über zehn Jahren in diesem Bereich. Seine Forschungsinstitute beschäftigen sich in zahlreichen Projekten mit der Frage, wie und wo Wasserstoff erzeugt, transportiert, verteilt und genutzt

werden kann. Vor drei Jahren hat der DVGW zudem damit begonnen, sein Technisches Regelwerk an den Wechsel zu Wasserstoff anzupassen. In unserer Reihe „Zeit für einen Stoffwech2el“ präsentieren wir den aktuellen Stand der Forschung und das gesammelte technische Know-how aus der Regelwerksarbeit.

Weitere Themen in Vorbereitung

- Carbon-Footprint von Wasserstoffarten
- Gasnetze und Speicher – fit für Wasserstoff
- Wasserstoff für den Wärmesektor

Mehr Informationen unter:

www.h2-dvgw.de

Quelle

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2022).
Ein nachhaltiger Wärmesektor Teil 1: Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff – Merit Order für klimafreundliche Gase in 2030 und 2045. Studie durchgeführt von Frontier Economics.



Die Studie finden Sie unter

<https://www.dvgw.de/nachhaltiger-waermesektor-studie>



Weitere Informationen zum DVGW-Projekt „Nachhaltiger Wärmesektor“ unter
<https://www.dvgw.de/nachhaltiger-waermesektor>

© DVGW Bonn

DVGW Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1-3, 53123 Bonn

Telefon: +49 228 9188-5
E-Mail: info@dvwg.de
Internet: www.dvgw.de

Gestaltung: waf.berlin

Stand: 1. Auflage November 2022

„Grundlagen Wasserstoff“ - Wasserstoffinfrastrukturen -

A - Ausgangspunkte

1

B - Aufbau der H2-Infrastruktur über die bestehende Gasnetzinfrastruktur

1



H2-Verteilung über bestehende Ferngas-Netze (FNB)

- Zentrales FNB-Netz, Bericht des FNB-Gas
- Netzentwicklungsplanung - NEP-Gas
- dezentrale H2-Produktion sowie Verteilung über Verteilnetze,
- Industrielle Elektrolyseure zur dezentralen H₂-Produktion

Startseite - FNB GAS



5

2



H2-Verteilung über bestehende Verteil-Netze (VNB)

- VNB-Initiative "H2vorOrt"
- Gasnetztransformationsplan - der GTP
- Einbindung der Industriebetriebe ab 2023
- Leitfaden für den Dialog der Netzbetreiber mit den Industriebetrieben

H2vorOrt – Klimaneutraler Energieträger Wasserstoff - H2vorOrt

230523_Vortrag GTP_E-World.pptx

gtp-2023-leitfaden.pdf



3



DVGW-Datenbank "VerifHy"

verifHy: DVGW verifHy



4

PROJEKTE

s. auch Darstellungen von NRW.E4C

H2HoWi von Westnetz GmbH

H2HoWi – Holzwickede erhält 100 Prozent Wa...

Wasserstoffkarte NRW

Home: Wasserstoffkarte NRW

C - Empfehlungen zur Diskussion und zur Anwendung in den Kommunen

5

Welche Fragen gibt es noch - fragen Sie uns!

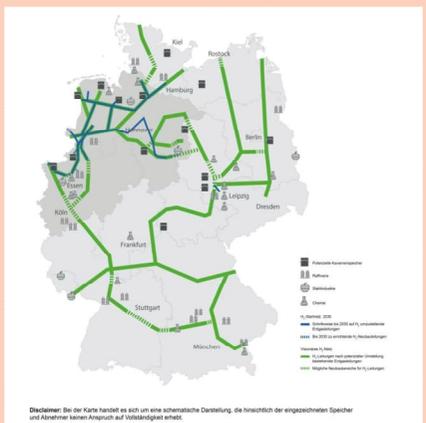
DVGW e.V.: Landesgruppe Nordrhein-Westfalen



1 **FNB Gas** H2-Verteilung über bestehende Ferngas-Netze (FNB)

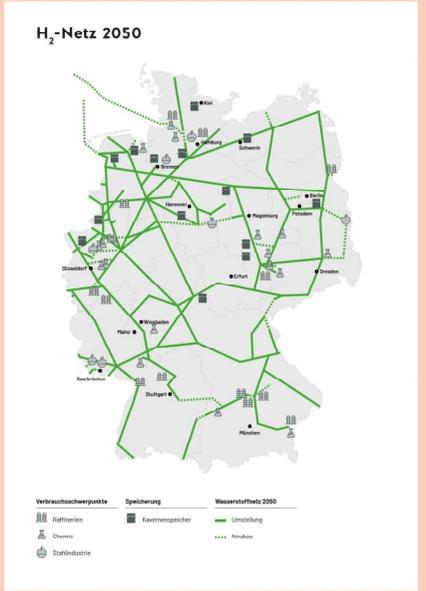
- Zentrales FNB-Netz, Bericht des FNB-Gas
- Netzentwicklungsplanung - NEP-Gas
- dezentrale H2-Produktion sowie Verteilung über Verteilnetze,
- Industrielle Elektrolyseure zur dezentralen H²-Produktion

Startseite - FNB GAS



Disclaimer: Bei der Karte handelt es sich um eine schematische Darstellung, die hinsichtlich der eingezeichneten Speicher und Abnehmer keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Wasserstoffnetz 2030: Aufbruch in ein klimaneutrales Deutschland - FNB G...



Wasserstoffnetz 2050: für ein klimaneutrales Deutschland - FNB GAS

1. H2 Netz
 - Startnetz
 - H2-Netz 2030
 - H2-Netz 2050

Wasserstoffnetz - FNB GAS

2. Wasserstoffbericht
 - Bericht zum aktuellen Ausbaustand des Wasserstoffnetzes und zur Entwicklung einer zukünftigen Netzplanung Wasserstoff gemäß § 28q EnWG (01. September 2022)

https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2022/08/2022-09-01_FNB-Gas_Wasserstoffbericht.pdf

3. Integrierte Netzplanung für NRW

[.Integrierte Netzplanung NRW - effiziente En...](#)
<https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media...>

C - Empfehlungen zur Diskussion und zur Anwendung in den Kommunen

1

Das Gasnetz - Rückgrat der Wasserstoffwelt



Mögliche Entwicklung der H₂-Verträglichkeit der Netze

- 2021: 10% H₂-Beimischung ist heute schon grundsätzlich möglich,
- 2045: mind. 80% der Netze sind 100% H₂-ready

 gasnetz-rueckgrat-h2-welt.pdf

 DVGW e.V.: G - Gasnetz Rückgrat H₂-Welt

2



Positionspapier

"Wasserstoff als tragende Säule der Wärmewende"

... zur Anwendung und Diskussion in den Kommunen empfohlen!

 NEU_Wasserstoff als tragende Säule der Wärmewende_Aktualisierung_VKU BDEW DVG...

3



Kommunale Wärmeplanung

- KWP sollte bei Einführung keine Technologieoptionen ausschließen.

 DVGW e.V.: 2023-02-03 - Leitfaden Kommunaler Wärmeplan

2



Das Gasnetz – Rückgrat der Wasserstoffwelt



**Die Gasnetze sind da
und „ready for H₂“.**

Darum geht's



- ➔ Gasnetze werden klimaneutral: mit Wasserstoff.
- ➔ Die Gasnetze sind das Rückgrat einer resilienten Energieversorgung.
- ➔ Es gibt bereits einen flächendeckenden Transformationsplan.
- ➔ Die Umsetzung muss auch lokale Anforderungen berücksichtigen.
- ➔ Die Umstellung ist kosteneffizient möglich.
- ➔ Dafür sind jetzt die Rahmenbedingungen zu schaffen.



Die Gasnetze werden klimaneutral – mit Wasserstoff

Deutschland verfügt über eine bestens ausgebauten Infrastruktur für den Transport und die Verteilung von Gas. Aktuell wird darüber ein Viertel des gesamten nationalen Endenergiebedarfs gedeckt. Bei dieser Größenordnung wird unser Energiesystem weiterhin auf gasförmige Energieträger angewiesen sein – sowohl aus Gründen der Versorgungssicherheit als auch des Klimaschutzes.

Damit Deutschland klimaneutral werden und zugleich Industrieland bleiben kann, ist es

zwingend erforderlich, die Infrastruktur für die Bereitstellung von Wasserstoff (H_2) zu ertüchtigen. Das bestehende Gasverteilnetz mit einer Gesamtlänge von knapp 550.000 Kilometern und das Fernleitungsnetz mit 42.400 Kilometern können sowohl für Wasserstoff umgerüstet als auch an speziellen Punkten kosteneffizient um eine H_2 -Infrastruktur ergänzt werden. Damit sich alle Netzkomponenten und Gasanwendungen für Wasserstoff eignen, sind jedoch Anpassungen notwendig.

Über 20 Millionen Verbraucher am deutschen Gasnetz

	Verteilnetze	Fernleitungsnetze
 Länge	ca. 550.000 km	42.400 km
 Industrielle und gewerbliche Letztverbraucher	1.820.700	500
 Gasversorgte Haushalte	13.000.000	/

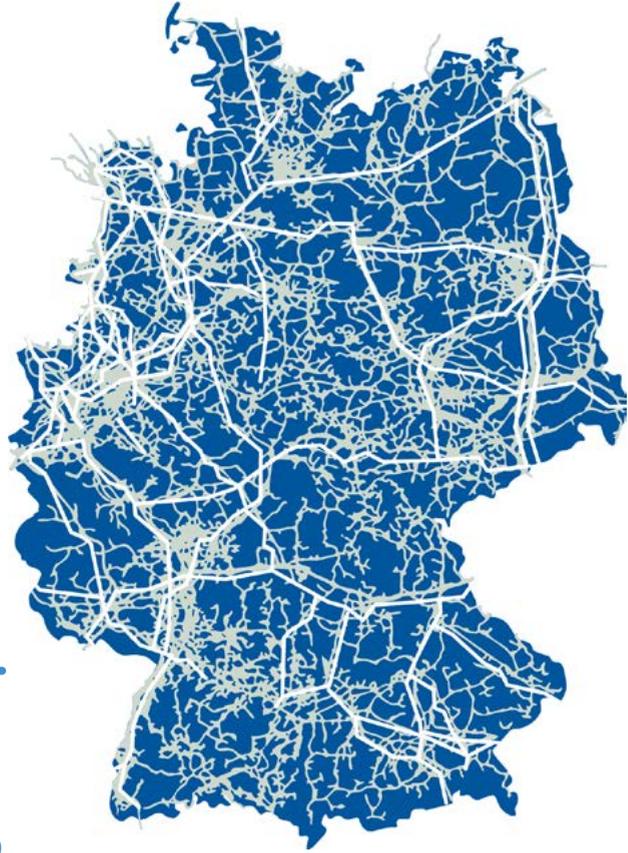
Quelle: Monitoringbericht 2021 und 2022 der Bundesnetzagentur

Solche Umstellungen hat die Gaswirtschaft bereits mehrfach in ihrer Geschichte bewältigt. Das nötige Know-how und die Kompetenz für den anstehenden Wandel sind vorhanden. Rein technisch lassen sich die Gasnetze bereits heute bis zu zehn Prozent Wasserstoff beimischen. Wachsende Erzeugungs- und Importkapazitäten bieten die Chance, den Anteil auf 20 Prozent zu steigern. Es ist geplant, das gesamte Gasnetz für reinen Wasserstoff fit zu machen.



Schon gewusst?

Das bis spät in die 1970er verwendete Stadtgas bestand zur Hälfte aus Wasserstoff. Diese Moleküle sind also nichts Neues für die Gasleitungen.



Das Fernleitungsnetz (weiß) besteht aus Leitungen mit Durchmessern von bis zu 140 Zentimetern, die große Gasmengen unter hohem Druck von bis zu 100 bar transportieren.

Das Verteilnetz (grün) ist eng geknüpft. Das Gas wird bei einem niedrigeren Druck regional verteilt und gelangt so zum Verbraucher.

Das Rückgrat der Wasserstoffwelt

Die Gasinfrastruktur sorgt dafür, dass Energie über weite Strecken transportiert werden kann und dorthin gelangt, wo sie benötigt wird. Sowohl die Fernleitungs- als auch die Verteilnetze bilden somit das Rückgrat für die zukünftige, bundesweite Versorgung mit Wasserstoff und anderen klimaneutralen Gasen.

Für die Fernleitungsnetze existieren bereits konkrete Umstellungspläne: Im Januar 2020 haben ihre Betreiber (FNB) erstmals ihr „visionäres Wasserstoffnetz“ vorgestellt und dies in ihren Plänen „H₂-Netz 2030 und 2050“ weiterentwickelt. Diese beschreiben den Aufbau eines ersten deutschlandweiten Wasserstofftransportnetzes.

Demnach soll mit einer geschätzten Investition von 18 Milliarden Euro (Mrd. €) in den kommenden Jahrzehnten ein H₂-Netz

entstehen. Größtenteils werden hierfür bestehende Leitungen genutzt bzw. auf den Transport von Wasserstoff umgestellt.

Nach dem aktuellen FNB-Netzentwicklungsplan von 2022 soll in den kommenden zehn Jahren ein H₂-Netz mit einer Leitungslänge von 7.600-8.500 Kilometer entstehen mit Gesamtkosten von 8-10 Mrd. €. Über einen stufenweisen Ausbau wird es bis zur Mitte des Jahrhunderts auf bis zu 13.300 Kilometer anwachsen.

Dieser entstehende „H₂-Backbone“ kann perspektivisch die Verteilnetze und Endverbraucher hocheffizient mit Wasserstoff versorgen. Über diesen können dann flächendeckend hunderttausende industrielle und gewerbliche Anwender sowie Millionen Haushalte mit klimaneutraler Energie versorgt werden.

Mögliche Herkunftsländer und Importrouten für Wasserstoff.



Auch importierter Wasserstoff wird benötigt. Logistikkonzepte und Routenplanung sind schon in Arbeit.

KANADA, USA,
AUSTRALIEN



SKANDINAVIEN



OSTEUROPA



SÜDEUROPA



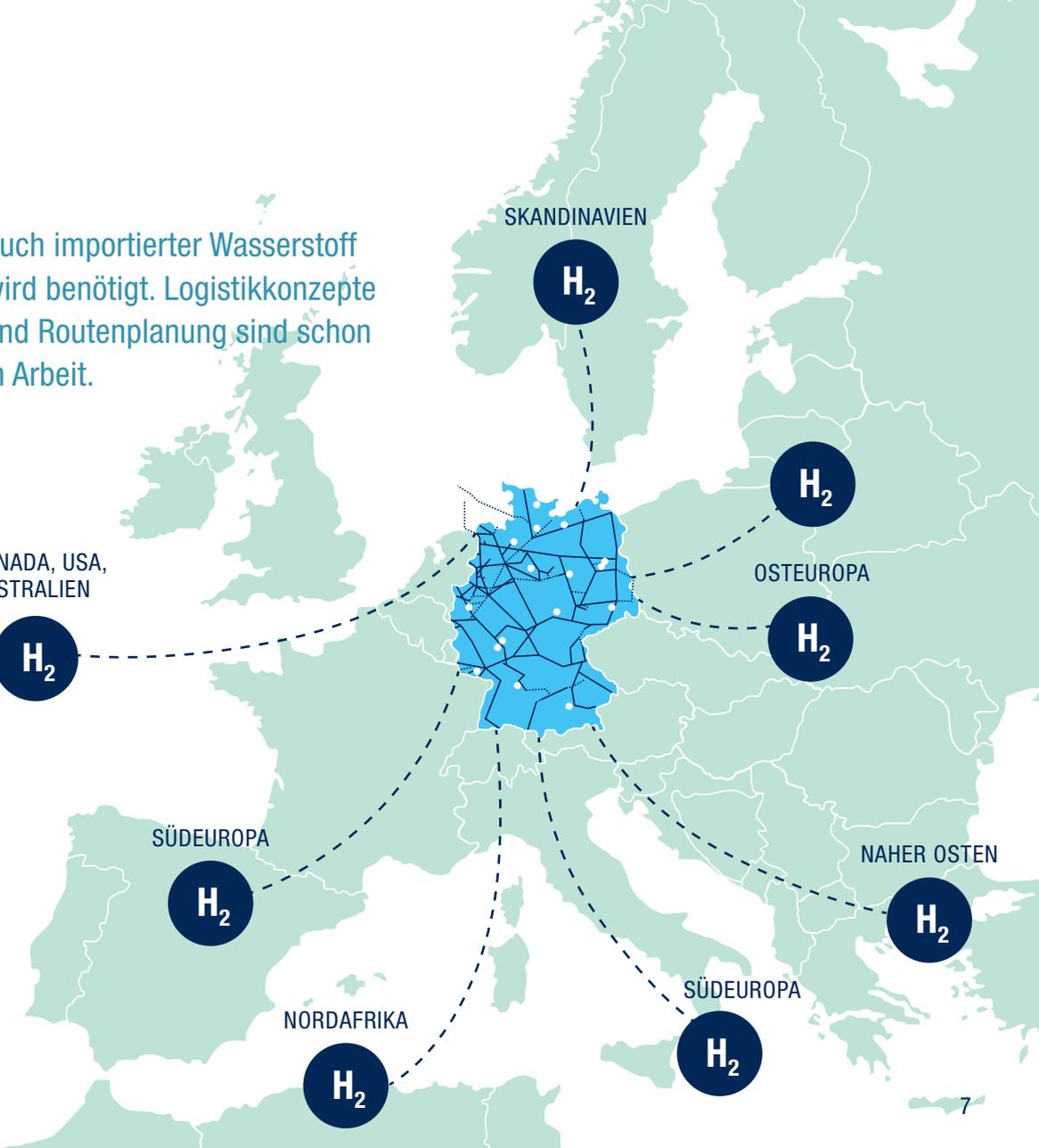
NAHER OSTEN



NORDAFRIKA



SÜDEUROPA

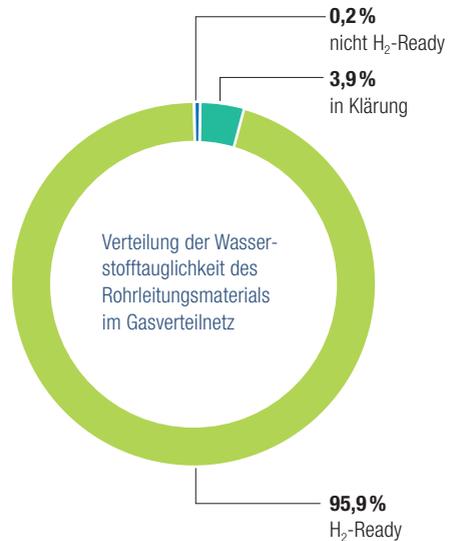


Flächendeckend Wasserstoff liefern

Die deutschen Gasverteilnetze versorgen mit einer Gesamtlänge von rund 550.000 Kilometern nicht nur 13 Millionen Haushaltskunden, sondern auch fast 1,8 Millionen Industrie- und Gewerbebetriebe mit Energie.

Den Verteilnetzbetreibern (VNB) kommt daher eine zentrale, koordinierende Rolle zu. Auf der einen Seite ihres Netzes sind sie zukünftig mit dem H₂-Backbone verbunden, über den überregional und international Wasserstoff zu den Verteilnetzen transportiert wird. Auf der anderen Seite stehen ihre Kunden und deren Anforderungen. So können nur sie die notwendige Brücke zwischen Versorgung und Nachfrage schlagen und die Versorgungsinfrastruktur so dimensionieren, dass sie nachfragegerecht und gesichert ist.

Die technischen Voraussetzungen der bestehenden Gasleitungen sind für die Umstellung nahezu ideal: Eine Erhebung der VNB-Initiative H2vorOrt zu den verbauten Materialien hat ergeben, dass die Rohrleitungen zu 95,9 Prozent aus den H₂-tauglichen Materialien Stahl und Kunststoff bestehen. Nur 0,2 Prozent sind ungeeignet, die verbleibenden 3,9 Prozent sind in Klärung.



Quelle: www.h2vorort.de

Viele lokale Anforderungen, ein gemeinsamer Plan



Die VNB erstellen nach einem standardisierten Prozess für ihr Netzgebiet einen Umstellungsplan.

Die Einzelplanungen werden in einem konsolidierten Gesamtplan verdichtet.

2025 startet die Transformation hin zu Klimaneutralen Gasen.

Analog zu den Fernleitungsnetzen wird auch an der Umstellung der Verteilnetze gearbeitet. Seit Frühjahr 2022 liegt mit dem ersten „Gasnetzgebietstransformationsplan“ (GTP) ein bundesweiter Leitfaden für die Transformation zur Klimaneutralität vor.

Anhand dieses zentralen und standardisierten Planungsinstruments wird in den nächsten Jahren im Austausch mit den FNB ein kohärentes Zielbild für eine klimaneutrale Gasinfrastruktur entwickelt. Spätestens im Jahr 2025 soll dieses Investitionsreife erlangen.

Die Planungen der einzelnen, am GTP beteiligten Unternehmen basieren auf dezentralen, lokalen Anforderungen und werden jährlich zu einem bundesweiten Gesamtplan verdichtet. Darauf basierend können die Gasverteilnetze sukzessive und vollständig auf klimaneutrale Gase wie Biomethan und Wasserstoff umgestellt werden.

Der GTP ist über die europäische Initiative Ready4H2 auch in die Wasserstoffstrategie der europäischen VNB eingebunden. Gegenwärtig laufen Bestrebungen, länderspezifische Konzepte ähnlich dem GTP in vielen weiteren europäischen Staaten zu etablieren.

Finanzieren, umsetzen – machen

Aufgrund der enormen Länge und Komplexität des Verteilnetzes ist der Weg hin zur H₂-Readiness noch nicht eindeutig definiert. Es gibt verschiedene Varianten. Die Höhe der Investitionen ist dabei variabel und hängt von folgenden Faktoren ab:

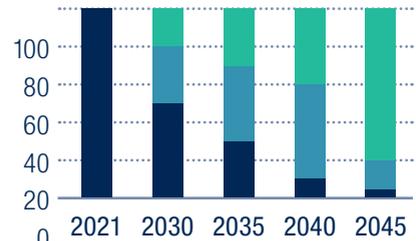
- ➔ Zielwert der H₂-Verträglichkeit: Soll das System für eine Beimischung von 20 bis 30 Prozent oder für 100 Prozent Wasserstoff bereitstehen?
- ➔ Stufen und Sprünge bei der Erhöhung des Wasserstoffgehalts: Wieviel Zwischenschritte soll es geben und wieviel Wasserstoff dem Erdgas wann beige-mischt werden?
- ➔ Zeithorizont: Bis wann soll der Zielwert erreicht werden?

Im Rahmen des DVGW-Projekts „Roadmap Gas 2050“ haben Forschende des Deutschen Brennstoff-Instituts (DBI) verschiedene Szenarien und mögliche Transformations-pfade zur Integration von Wasserstoff in die deutsche Gasinfrastruktur und die darüber versorgten Gasanwendungen ermittelt.

Dabei berücksichtigten sie den technischen Anpassungsbedarf zur Erhöhung der H₂-Verträglichkeit und berechneten die daraus resultierenden Kosten.

Eines dieser Szenarien beschreibt einen möglichen und realistischen Weg für die Umstellung der Verteilnetze über den Zwischen-schritt der Beimischung von 20 Prozent Wasserstoff (siehe Grafik).

Mögliche Entwicklung der Wasserstoff-verträglichkeit der Gasverteilnetze



Relativer Anteil der Gasnetze in %, die im Bezugsjahr mit 10 %, 20 % bzw. 100 % Wasserstoff betrieben werden

- 10 Vol.-% H₂
- 20 Vol.-% H₂
- 100 Vol.-% H₂

Die Kosten sind kalkulierbar



Beim Aufbau einer klimaneutralen und H₂-tauglichen Gasinfrastruktur fallen wie bei allen Maßnahmen der Energiewende zusätzliche Investitionen an.

Die Analysen des DBI haben ergeben, dass diese sich auf insgesamt 52 Mrd. € belaufen – vorausgesetzt, dass

- ➔ Fernleitungsnetze und Gasspeicher gemäß der Pläne ihrer Betreiber angepasst werden (14 Mrd. €).
- ➔ die Transformation der Verteilnetze über den Zwischenschritt der Beimischung von 20 Prozent Wasserstoff stufenweise erfolgt (15 Mrd. €).

- ➔ ans Gasnetz angeschlossene Gaskraftwerke, Haushaltsgeräte, Tankstellen und Fahrzeuge für die Nutzung von Wasserstoff umgerüstet bzw. ausgetauscht werden, wobei dies den größten Teil der Kosten verursachen wird (23 Mrd. €).

Nach den Berechnungen würden die zusätzlichen Investitionen für den Aufbau einer H₂-Gaswirtschaft die regulären Kosten für Instandhaltung und Erneuerungen bis 2045 um knapp ein Viertel erhöhen. Allerdings sind industrielle Anwendungen aufgrund ihrer Komplexität in diesen Berechnungen noch nicht berücksichtigt.

Wasserstoff jetzt zum Fließen bringen

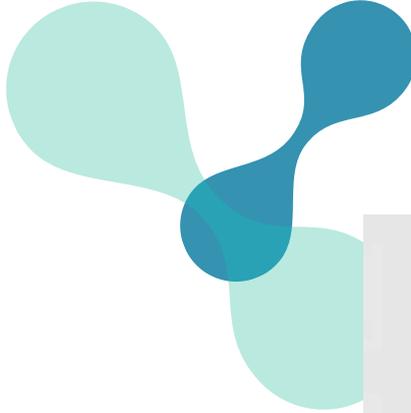
Der Bedarf an Wasserstoff als klimafreundlicher Energieträger wird in den kommenden Jahren deutlich steigen und muss rechtzeitig gedeckt werden. Ein rascher Hochlauf der verfügbaren Mengen an klimaneutralem Wasserstoff und seinen Derivaten ist also geboten – sowohl durch einheimische Erzeugung als auch durch Importe aus dem europäischen und außereuropäischen Ausland.

Parallel dazu muss zügig eine Wasserstoffinfrastruktur auf- und ausgebaut werden. Die Netzbetreiber arbeiten schon daran, damit die vorhandenen Pläne schnell Realität werden.

Die Berechnungen des DBI zeigen, dass das Gassystem mit überschaubarem Mehraufwand kosteneffizient für Wasserstoff ertüchtigt und erweitert werden kann. Der Umstellungsprozess, insbesondere auf der Verteilebene, ist aber hochkomplex und erfordert eine Einzelfallbetrachtung für jedes Netzgebiet.

Weitere Herausforderungen bestehen in der Anpassung der Gasanwendungen und Messtechnik. Aber auch daran wird geforscht und innovative Entwicklungen sind bereits auf den Weg gebracht.

Damit Wasserstoff aber wie geplant flächendeckend verfügbar wird, müssen Politik und Verwaltung jetzt die nötigen Voraussetzungen schaffen. Die Gasnetze – als wichtiges Element der deutschen Energieinfrastruktur – sollten deshalb Teil der politischen Klimastrategien sein und als Lösungsoption für Klimaneutralität gesetzlich verankert werden. Ebenso müssen Investitionen in ihre Ertüchtigung für Wasserstoff angereizt werden.



” Für die zukünftige Verteilung von Wasserstoff kann das Gassystem mit überschaubarem Mehraufwand kosteneffizient ertüchtigt und erweitert werden. “

JENS HÜTTENRAUCH

Teamleiter für Netzprojekte am DBI-Gastechnologisches Institut GmbH



© DBI – Foto Marko Borrmann

„Zeit für einen Stoffwech2el“

Publikationen des DVGW

Wasserstoff ist der Energieträger der Zukunft und ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz und die Energiewende in Deutschland. Der DVGW engagiert sich bereits seit über zehn Jahren in diesem Bereich. Seine Forschungsinstitute beschäftigen sich in zahlreichen Projekten mit der Frage, wie und wo Wasserstoff erzeugt, transportiert, verteilt und genutzt

werden kann. Vor drei Jahren hat der DVGW zudem damit begonnen, sein Technisches Regelwerk an den Wechsel zu Wasserstoff anzupassen. In unserer Reihe „Zeit für einen Stoffwech2el“ präsentieren wir in kompakter Form den aktuellen Stand der Forschung und das gesammelte technische Know-how aus der Regelwerksarbeit.

Bereits erschienen:

- Klimafreundliche Gase. Mehr als genug Potential.
<https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/potenzial-klimafreundliche-gase.pdf>

Weitere Themen in Vorbereitung

- Kommunale Wärmeplanung
- Carbon-Footprint von Wasserstoffarten

Mehr Informationen unter:

www.h2-dvgw.de

Quelle

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2022).
Roadmap Gas 2050: Transformationspfade der deutschen Gasinfra-
struktur inkl. Gasanwender. Studie durchgeführt von DBI Gas- und
Umwelttechnik GmbH



Die Studie finden Sie unter

www.dvgw.de/transformationspfade



Weitere Informationen zum Projekt

Roadmap Gas 2050 unter

www.roadmap-gas-2050.de

© DVGW Bonn

DVGW Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1-3, 53123 Bonn

Telefon: +49 228 9188-5
E-Mail: info@dvwg.de
Internet: www.dvgw.de

Gestaltung: waf.berlin

Stand: 1. Auflage Februar 2023



H2
VOR ORT

Wasserstoff über die Gasverteilnetze für alle nutzbar machen

www.h2vorOrt.de

Der Gasnetzgebietstransformationsplan (GTP): Wie die Gasverteilnetzbetreiber die Klimaneutralität vorbereiten

Philipp Ginsberg, DVGW

H2vorOrt ist die Dekarbonisierungsinitiative der deutschen Gasverteilnetzbetreiber



>50%

Von den 554.500 km deutscher Gasverteilnetze betreiben die Projektpartner über 50 Prozent.



— Deutsches Gasnetz
(dargestellt in der
Druckstufe > 4 bar.)

Längen

Fernleitungsnetze 41.600 km

Verteilnetze 554.500 km

	Fernleitungsnetze	Verteilnetze
Industrielle und gewerbliche Letztverbraucher	500	>1.800.000
Gasversorgte Haushalte	-	19.000.000
Ausspeisung	199,5 TWh	741,6 TWh (davon 471 TWh in Industrie und Strom)

Quelle: Monitoringbericht der BNetzA (2021), BDEW „Wie heizt Deutschland 2019“

- Versorgen 50% der deutschen Haushalte mit Wärme
- Haushalte, Gewerbe und Industrie hängen am selben Netz
- Hoher Grad an Vermaschung, flächendeckend vorhanden
- Zu großen Teilen in kommunalem Eigentum

Die Gasverteilnetze sind eine tragende Säule der Versorgung des deutschen Mittelstands, der Industrie und der Haushalte.

Wasserstoff und andere klimaneutrale Gase...

...können perspektivisch signifikante Energiemengen substituieren.

Quick-Win

Biomethan

- bringt schnell Dekarbonisierungserfolge
- die Menge ist begrenzt, aber noch ausbaubar

Kernstrategie

Wasserstoff

- Beliebig skalierbar
- politisch im Fokus

Chance

EE-Methan (SNG)

- einfachste Lösung für die Gaswirtschaft
- Zukünftiges Angebot nicht klar

H₂-Einsatz im Gasverteilnetz

Beimischung

bis zu

10%

Heute schon Realität

bis zu

20%

DVGW technisch & sicher machbar

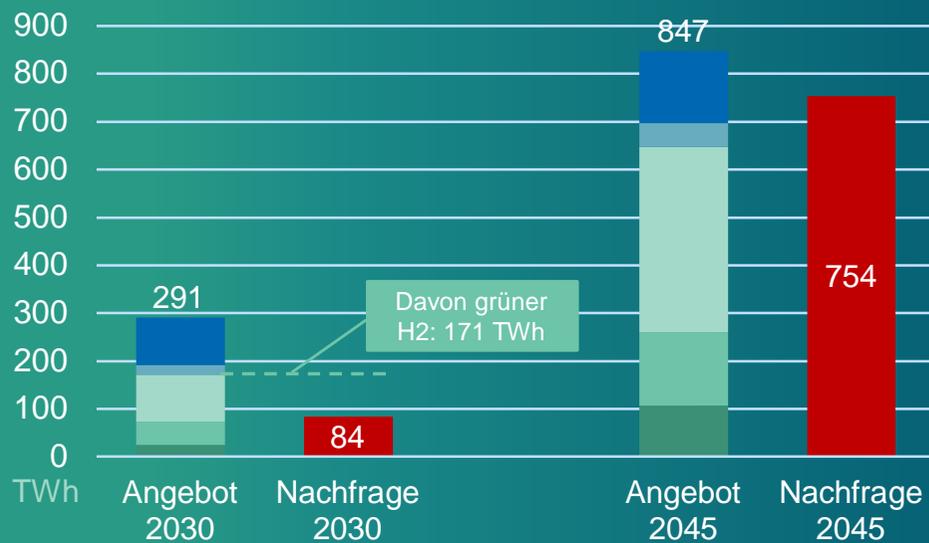
Umstellung

100%

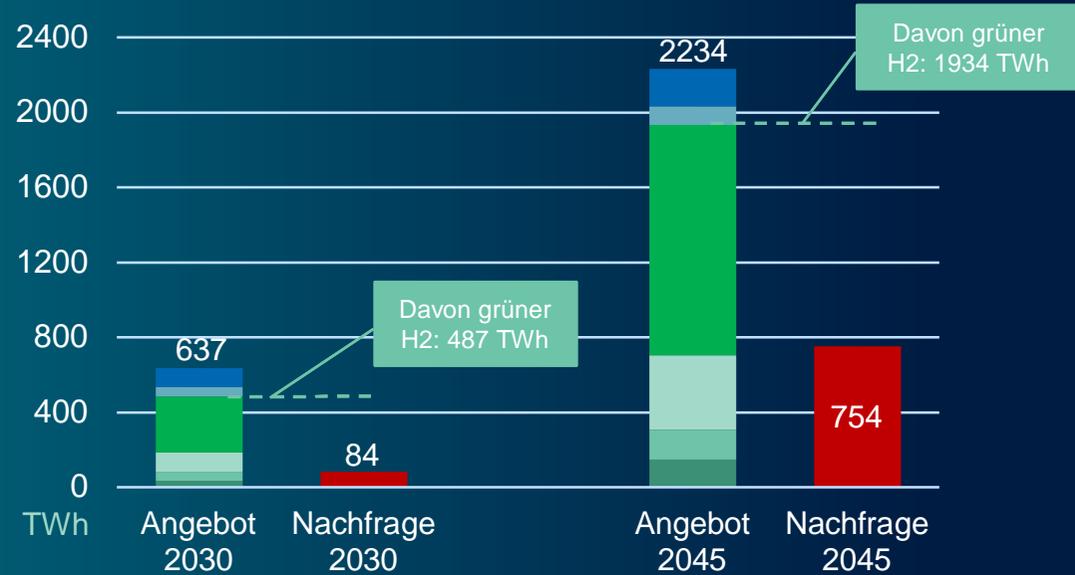
DVGW technisch & sicher machbar

Eine DVGW-Studie zeigt: Wir können den hohen H2-Bedarf aller Sektoren decken, wenn wir jetzt in den Hochlauf investieren

Base Case



Optimistischer Case



- Grüner H2 aus DE
- Grüner H2 aus Nachbarländern
- Grüner H2 aus Europa
- Grüner H2 aus MENA
- Türkiser H2
- Blauer H2
- H2-Nachfrage

Quelle: Frontier Economics im Auftrag des DVGW



Auch die höchsten Nachfrageszenarien werden im „Base Case“ in den Jahren 2030 und 2045 gedeckt. **Somit kann ausreichend Wasserstoff für alle Sektoren bereitstehen!**

Die aktuelle Überarbeitung des GEG wird sich stark auf die Transformationsplanung der Verteilnetze im GTP auswirken

65-Prozent-Erneuerbaren-Vorgabe für neue Heizungen (nach § 71 RefE-GEG)

Erfüllung über Heiztechnik
und 65-Prozent-EE-Bezug
.....

Elektrische Wärmepumpe

Stromdirektheizung

Solarthermische Anlage

Biomasse- oder Wasserstoffheizung

Hybridanlage

Erfüllung über Transformationspläne
mit Meilensteinen
.....

Transformationsplan Wärmenetz

- Bis 31.12.2026 muss Transformationsplan vorliegen
- Bis 2030 muss 50 Prozent der Wärme dekarbonisiert sein
- Bis 2045 muss das ganze Wärmenetz dekarbonisiert sein
- Regressansprüche ggü. Wärmenetzbetreiber, wenn Transformation misslingt

Transformationsplan Gasverteilnetz

- Bis zum 1.1.2024 muss **Transformationsplan** vorliegen
- Heizungen müssen H2-ready sein
- Kunde muss 2030 50% & 2035 65% Grüngas/H2 bilanz. beziehen
- Bis 2035 muss Gasverteilnetz gänzlich auf grünen oder blauen H2 umgestellt sein
- Regressansprüche ggü. VNB, wenn Transformation misslingt

Die Verteilnetzbetreiber haben bereits mit der Erstellung von Transformationsplänen begonnen

H2
VOR ORT



Der **Gasnetzgebietstransformationsplan (GTP)** ist ein Planungsprozess zur Transformation der Gasverteilnetze zur Klimaneutralität, der durch die Initiative H2vorOrt koordiniert wird.



Ziel ist die Herstellung einer investitionsfähigen Planung bis spätestens 2025.



Im ersten Planungsdurchlauf haben sich bereits 180 Verteilnetzbetreiber beteiligt.

Ankündigung



H2vorOrt-
Strategiepapier
(inkl. Ankündigung
GTP)

2020

GTP 2022



Leitfaden für die GTP-
Einzelplanungen
März



GTP-Ergebnisbericht
2022
September

2022

GTP 2023

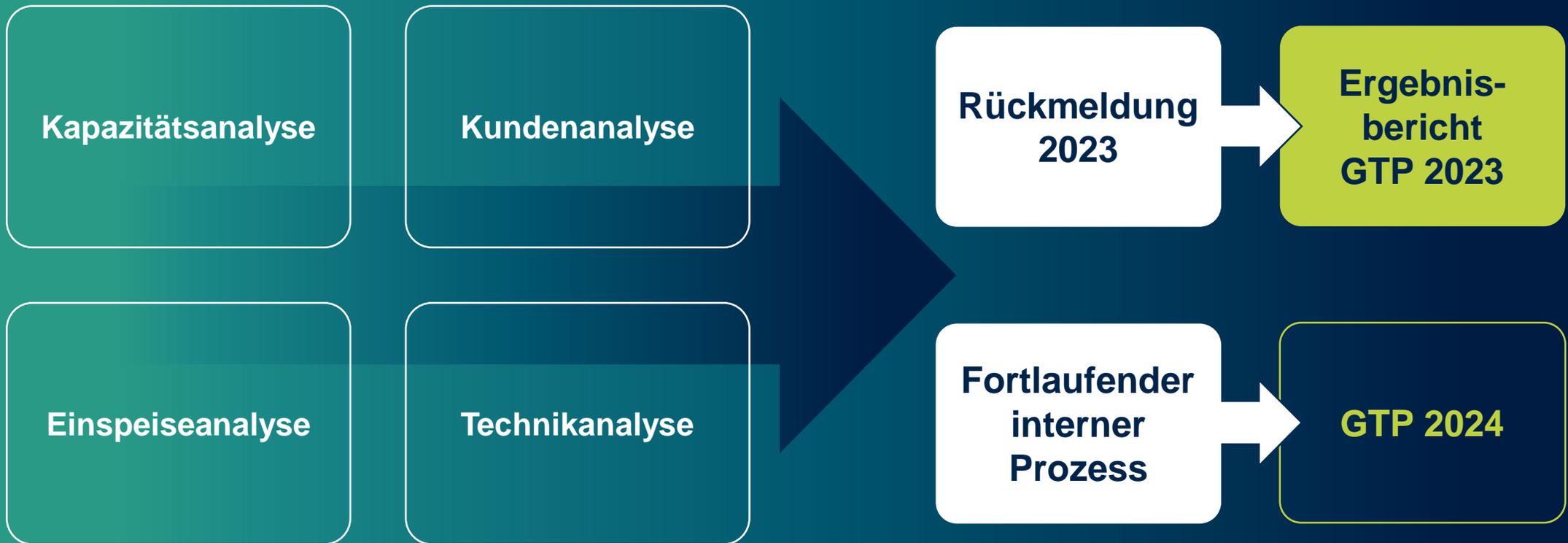


Leitfaden für die GTP-
Einzelplanungen
März

2023

Die Entwicklung des GTP läuft bereits seit drei Jahren

Der unternehmensinterne GTP 2023 hat vier zentrale Bausteine und zwei Ergebnisse



Mehr als nur H₂-Readiness: Die Transformationsplanung der Gasverteilnetze führt zu einem kohärentes Zielbild der deutschen Wasserstoffversorgung.

Über 40.000 km
ca. 500
Direktkunden

Fernleitungs-
netzbetreiber

Kein Einblick in die Situation vor Ort

Über 550.000 km

Verteilnetzbetreiber

Brücke zwischen Backbone und Verbrauchern

50% der Haushalte,
1,8 Mio. Industrie-
und Gewerbekunden

Verbraucher &
Kommunen

Kein Einblick in Netzstrukturen und Überregionales



Planung des H₂-Backbone
(Top-down)



Koordination und Schaffung
eines kohärenten Zielbilds



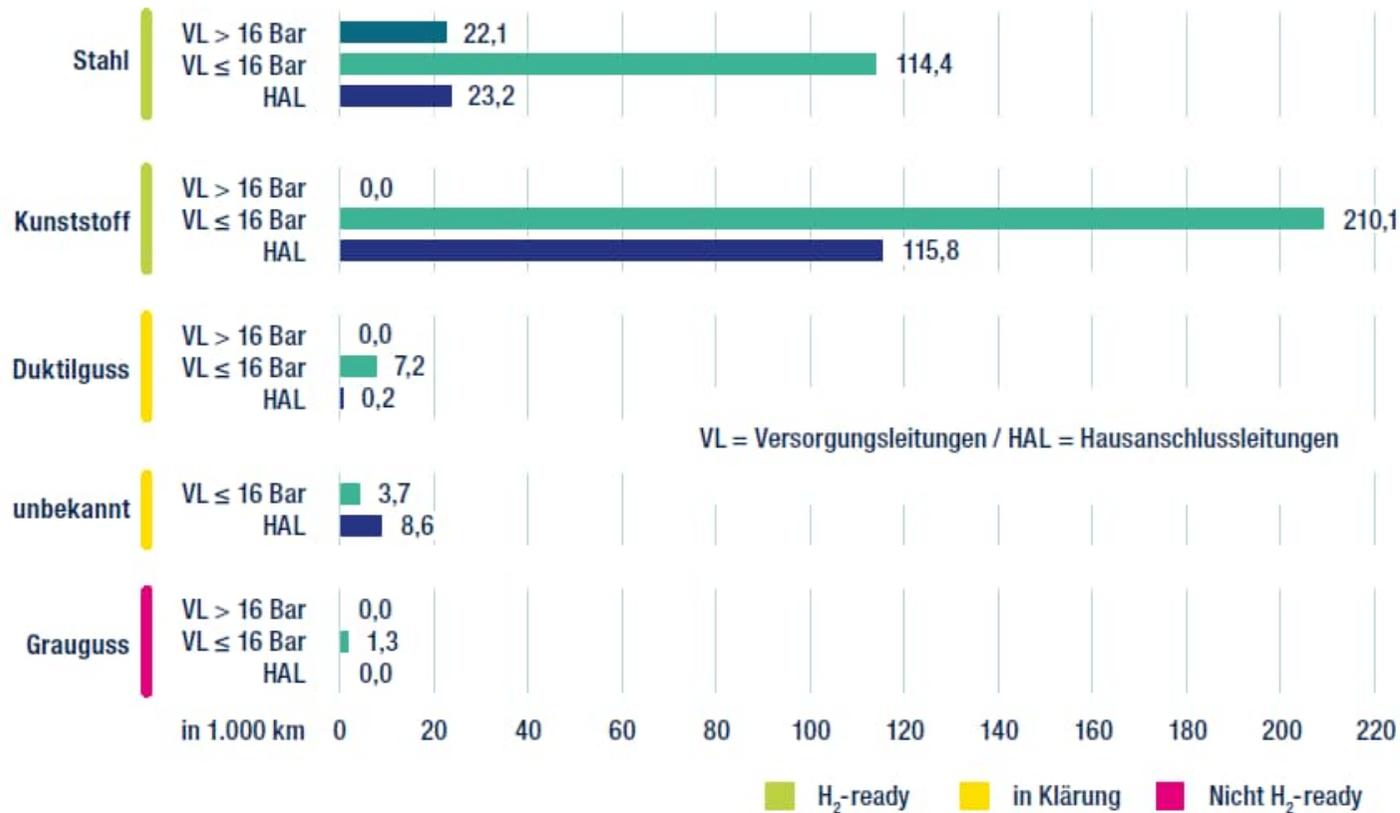
Individuelle Einzelplanung
zur Klimaneutralität

Fortlaufender Austausch

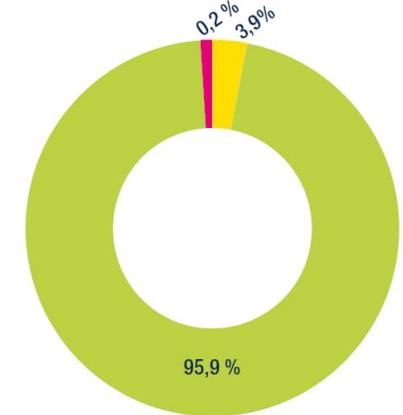
Fortlaufender Austausch

Nur 0,2% der Rohrleitungen müssten sicher getauscht werden.

95,9% der in der DVGW Statistik G 410 gemeldeten Rohrleitungen bestehen aus den H₂-ready Werkstoffen Kunststoff und Stahl, 3,9% sind zu klären. Somit bestehen seitens des Rohrmaterials keine Hindernisse für eine großflächige Umstellung.

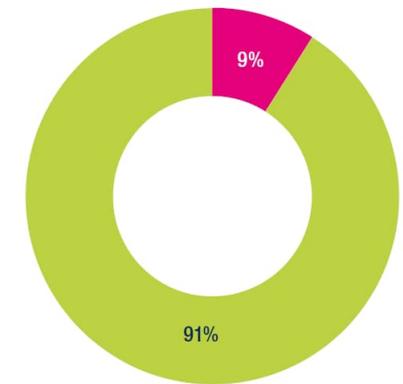


Rohrnetzmaterial



Legend: ■ H₂-Ready ■ in Klärung ■ nicht H₂-ready

Anteil der Abdeckung der DVGW Gas-Wasser-Statistik an 554.500 km Gasverteilnetz



Legend: ■ erfasst ■ nicht erfasst

In der Technikanalyse 2023 liegt der Fokus auf den Rohrleitungskomponenten



Zeitplan GTP 2023



Unterstützende Veröffentlichungen



Seit 1.1.23:
H₂-Readiness Datenbank
des DVGW ist online



29.1.23: Leitfaden RLM-
Netzkunden-
Kommunikation

Leitfaden
Kommunikation
mit Kommunen

Vorbereitung kommunale
Wärmeplanung

Sommer 2023:
Leitfaden Kommunikation
mit Kommunen

H2 VOR ORT

Startseite Wofür wir stehen Wer wir sind GTP Publikationen Statements Presse

H2 VOR ORT

Wasserstoff über die Gasverteilnetze für alle nutzbar machen

Der Energieträger Wasserstoff hat ein enormes Klimaschutzpotenzial, denn bei seiner Nutzung entstehen keine schädlichen Treibhausgase. Zudem können Erneuerbare Energien als Wasserstoff gespeichert und über die Gasinfrastruktur transportiert werden. H2vorOrt setzt sich für eine umfassende Transformation der Gasverteilnetze zur Nutzung klimaneutraler Gase wie Wasserstoff ein.

Weitere Informationen finden Sie unter www.H2vorOrt.de

H2 VOR ORT

Wasserstoff – eine Einführung in das Schlüsselement der Energiewende

H2 VOR ORT

Unser Energiesystem 2045 – klimaneutral und sicher dank Molekülen und Elektronen

H2 VOR ORT

Wasserstoff und klimaneutrale Gase können einen wesentlichen Beitrag zu einer sozialverträglichen Wärmewende leisten

H2 VOR ORT

Wegbereiter der kommunalen Energiewende: Wie Wasserstoff das Klima schützt und die Kommunen stärkt

H2 VOR ORT

Das Gasverteilnetz von heute sind die Wasserstoffnetze von morgen

Wasserstoff über die Gasverteilnetze für alle nutzbar machen

The collage includes several article snippets with the following headlines and content:

- Wasserstoff – eine Einführung in das Schlüsselement der Energiewende**: Discusses the role of hydrogen in the energy transition.
- Unser Energiesystem 2045 – klimaneutral und sicher dank Molekülen und Elektronen**: Features a bar chart showing energy sources in 2045, with hydrogen and electricity being the primary components.
- Wasserstoff und klimaneutrale Gase können einen wesentlichen Beitrag zu einer sozialverträglichen Wärmewende leisten**: Discusses the benefits of hydrogen and climate-neutral gases for a socially just energy transition.
- Wegbereiter der kommunalen Energiewende: Wie Wasserstoff das Klima schützt und die Kommunen stärkt**: Focuses on the role of hydrogen in municipal energy transitions.
- Das Gasverteilnetz von heute sind die Wasserstoffnetze von morgen**: A diagram showing the transition from a gas distribution network to a hydrogen distribution network.
- Wasserstoff über die Gasverteilnetze für alle nutzbar machen**: A call to action for hydrogen availability.



3



Kommunale Wärmeplanung

- KWP sollte bei Einführung keine Technologieoptionen ausschließen.



DVGW e.V.: 2023-02-03 - Leitfaden Kommunalen Wärmeplan

Leitfaden von DVGW und AGFW



<https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistunge...>

Roadshow "Kommunale Wärmeplanung" - ab jetzt auch in NRW



ASUE-Roadshow_Kommunale-Wärmeplanung | ASUE

Wasserstoff verkleinert den CO₂-Fußabdruck – auf vielen Wegen



The illustration features a stylized landscape with a blue wind turbine, a yellow hot air balloon, a brown tree, a blue body of water, a yellow solar panel, and green industrial structures. The background is a mix of green and blue tones.



**Das Ziel ist grün,
der Weg dorthin bunt.**

Darum geht's



- Klimafreundliche Moleküle sind ein Treiber der Energiewende.
- Die Erzeugungspfade und Farben von Wasserstoff sind vielfältig.
- Jeder Wasserstoff hinterlässt einen anderen CO₂-Fußabdruck.
- Grüner Wasserstoff ist (fast) klimaneutral.
- Die Hauptsache ist, dass Wasserstoff klimafreundlich hergestellt wird – egal wie und aus welcher Herkunft.



Klimafreundliche Moleküle – Treiber der Energiewende

Die Europäische Union und damit auch Deutschland haben sich verpflichtet, die Pariser Klimaschutzziele bis zum Jahr 2045 fristgerecht umzusetzen. Damit muss die Gesellschaft innerhalb der kommenden zwei Jahrzehnte klimaneutral werden. In allen wirtschaftlichen Bereichen muss deshalb die Geschwindigkeit der Energiewende erhöht werden. Dafür sind alle Maßnahmen und technischen Optionen notwendig, die Treibhausgasemissionen (THG) kurz-, mittel- und langfristig auf ein Minimum reduzieren.

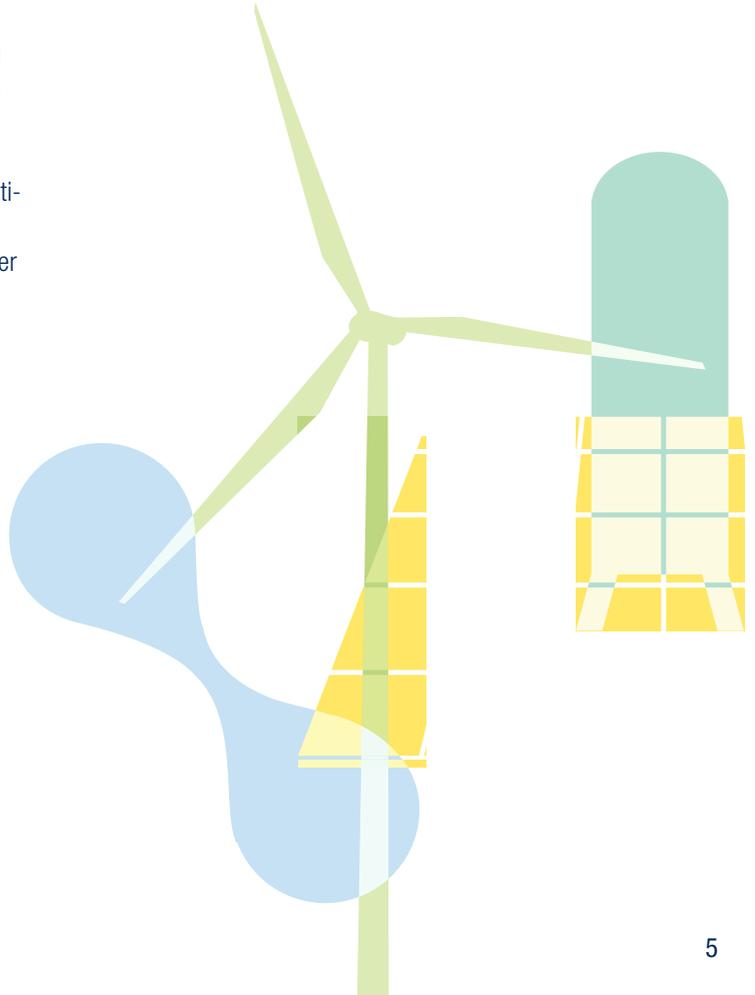
Neben dem Ausbau Erneuerbarer Energien und der Elektrifizierung bietet auch die Nutzung klimafreundlicher Gase die Möglichkeit, Emissionen zu senken – und sie werden gebraucht, um die Klimaneutralität möglichst

rasch zu erreichen. Denn aktuell machen Moleküle aus fossilen Energierohstoffen den weitaus größten Teil des Energieverbrauchs in Europa und vor allem in Deutschland aus. Nicht alle werden durch „grüne Elektronen“ aus Wind- oder Solarstrom zu ersetzen sein.

Insbesondere mit Wasserstoff (H_2) steht ein gasförmiger Energieträger bereit, der den Weg hin zu einer klimaneutralen Gesellschaft in allen Bereichen ebnet – in Industrieprozessen, in der Mobilität, bei der zentralen und dezentralen Wärmeversorgung von Haushalten und Gewerbe sowie als Speichermedium. Wasserstoff bildet damit einen elementaren Baustein der Energiewende.



Für seine Erzeugung stehen mehrere Verfahren zur Verfügung, die je nach Ausgangsmaterial und Art der verwendeten Energie einen kleinen oder sogar negativen CO₂-Fußabdruck hinterlassen. Expertinnen und Experten der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (DVGW-EBI) haben berechnet, wie hoch die THG-Emissionen der jeweiligen Art der Wasserstoffherzeugung sind, und kommen zu dem Ergebnis: Mit Wasserstoff lassen sich bei entsprechend klimafreundlicher Erzeugung die Treibhausgas (THG)-Emissionen im Vergleich zum heute eingesetzten Erdgas um mindestens 70 Prozent reduzieren.



Die Erzeugungspfade und Farben von Wasserstoff

Bei der Herstellung von Wasserstoff sind bisher zwei Verfahren üblich: die Dampfreformierung und die Elektrolyse. Daneben gibt es weitere Verfahren. Je nach Herstellungsart werden dem Wasserstoff unterschiedliche Farben zugeordnet.

Aktuell wird hauptsächlich **grauer** Wasserstoff über die Dampfreformierung aus fossilen Brennstoffen, wie zum Beispiel Erdöl oder Erdgas, gewonnen. Dabei wird der Energieträger unter Einfluss von Wasserdampf und Wärme in Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid (CO_2) umgewandelt. Das CO_2 gelangt bei diesem Verfahren ungehindert in die Atmosphäre.

Blauer Wasserstoff entsteht im ersten Schritt auch durch Dampfreformierung. Das im Prozess entstandene CO_2 wird jedoch direkt abgeschieden und gespeichert. Neben der Speicherung besteht auch die Option, das CO_2 zu nutzen, etwa zur Herstel-

lung von Kunststoff (engl. Carbon Capture Use and Storage, CCUS). Somit gelangt bei diesen Verfahren das Treibhausgas nicht in die Atmosphäre.

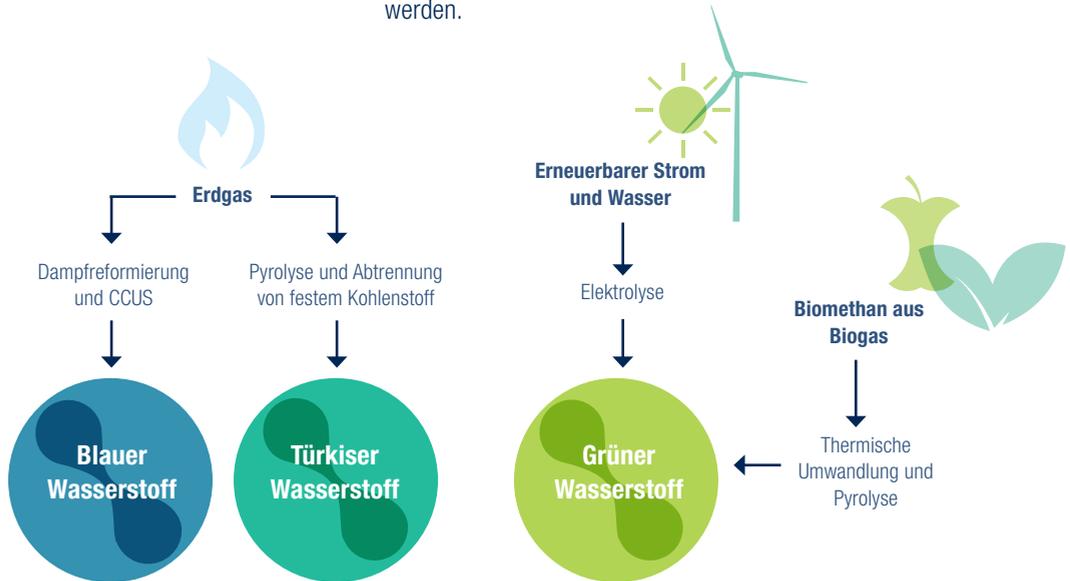
Türkiser Wasserstoff entsteht, wenn das in Erdgas enthaltene Methan (CH_4) durch sehr hohe Temperaturen unter Sauerstoffabschluss direkt in Wasserstoff und festen Kohlenstoff getrennt wird. Dieses Verfahren wird Pyrolyse genannt. Der Kohlenstoff fällt hierbei in fester Form an und ist deshalb einfacher in seiner weiteren Handhabung als gasförmiges CO_2 .

Grüner Wasserstoff wird mittels Elektrolyse von Wasser hergestellt. Dabei wird elektrischer Strom aus Erneuerbaren Energien genutzt, um Wasser (H_2O) in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zu spalten. Hierfür wird hochreines Wasser benötigt, das entweder durch die Aufbereitung von Süßwasser oder Meerwasser hergestellt werden kann.

Sonderfall: grüner Wasserstoff aus Biogas

Genauso wie Erdgas kann auch Biomethan für die Herstellung von Wasserstoff genutzt werden, zum Beispiel durch Pyrolyse. Der im

Biomethan enthaltene Kohlenstoff wird zuvor von Pflanzen per Photosynthese der Atmosphäre entzogen und bei dem Verfahren abgetrennt. Damit kann eine „CO₂-Senke“ geschaffen und CO₂ aus der Luft entzogen werden.



Vereinfachte Darstellung der Erzeugungsverfahren von Wasserstoff

Jeder Wasserstoff hinterlässt einen anderen CO₂-Fußabdruck

Die unterschiedlichen Verfahren machen deutlich: Nicht jeder Wasserstoff ist gleich – und das insbesondere im Hinblick auf seine THG-Reduktionspotenziale. Wie klimafreundlich ein Erzeugungsverfahren oder die Wasserstoffart ist, hängt maßgeblich von den eingesetzten Ressourcen und für den Prozess verwendeten Energieträgern ab.

Zum Beispiel: Wird Erdgas als Ausgangsmaterial genutzt, erhöht dies den Fußabdruck. Kommen ausschließlich erneuerbare Energieträger zum Einsatz, wie zum Beispiel beim grünen Wasserstoff, fallen geringere Mengen an THG-Emissionen an. Neben der Art der Ausgangsprodukte sind auch ihre Herkunft und die Emissionen relevant, die beim Herstellungsprozess der Anlagenkomponenten entstehen.

Ob die Herstellung als THG-arm oder klimaneutral einzustufen ist, hängt somit nicht

ausschließlich vom Verfahren selbst ab, sondern von einem komplexen Zusammenspiel verschiedener Faktoren. Jedes Verfahren weist Eigenheiten bezüglich seiner CO₂-Bilanz auf; sie wird nicht von allen Faktoren gleichermaßen beeinflusst.

Herkunft des Ausgangsmaterials ist entscheidend für die Schuhgröße

Die Forschenden des DVGW-EBI haben berechnet, dass es einen wesentlichen Unterschied gibt zwischen den Verfahren, die Erdgas als Ausgangsmaterial nutzen, und der Elektrolyse, bei dem Wasserstoff vereinfacht aus Strom und Wasser erzeugt wird. Bei den Erzeugungsverfahren von blauem oder türkischem Wasserstoff haben die Emissionen in der Vorkette des Ausgangsprodukts einen wesentlichen Einfluss auf die THG-Bilanz.

Je nachdem aus welcher Quelle das Erdgas stammt oder welcher Strom verwendet wird, ist der Fußabdruck größer oder kleiner.

Eine entscheidende Rolle spielen dabei die Herkunftsregion, aus der das Erdgas stammt, und die Methode, mit der es gefördert und transportiert wird. Denn bei der Förderung und dem Transport des Erdgases entweichen Treibhausgase, die als Vorkettenemissionen in der Bilanz des daraus erzeugten Wasserstoffs zu berücksichtigen sind. So besitzt norwegisches Erdgas einen wesentlich kleineren CO₂-„Rucksack“ als Flüssiggas (LNG) aus Nordamerika.

Auch hat der eingesetzte Strom einen bedeutenden Einfluss. Da das Pyrolyseverfahren im Vergleich stromintensiver ist, wirken sich beim türkisen H₂ die Vorkettenemissionen des Stroms besonders stark aus. Das heißt: Je mehr Strom aus Erneuerbaren Energien, desto kleiner sein Fußabdruck. Beziehungsweise: Je geringer die Emissionen des eingesetzten Stroms, desto relevanter ist der Einfluss der Erdgas-Vorkette.

Grüner Wasserstoff – (fast) klimaneutral

Grüner Wasserstoff ist nahezu klimaneutral. Bei genauerer Betrachtung seiner Vorkette weist auch er einen – wenn auch kleinen – CO₂-Fußabdruck auf. Der verwendete Strom stammt zwar per Definition aus erneuerbaren Energiequellen. Aber bei der Herstellung von Solar- und Windanlagen entstehen THG-Emissionen, hauptsächlich bei der Produktion der Bauteile und bei der Herstellung der dafür verwendeten Materialien wie Stahl, Beton, Kupfer, Aluminium etc.

Diese Emissionen schlagen beim grünen Wasserstoff insbesondere deshalb zu Buche, da Elektrolyseure nicht durchgehend betrieben werden können, sondern nur, wenn der Wind weht oder die Sonne scheint. Daraus ergibt sich über die gesamte Lebensdauer eine kürzere Betriebszeit als bei den anderen Verfahren. Denn im Gegensatz dazu können beim blauen und türkisen Wasserstoff die Emissionen, die aus dem Bau der Produktionsanlagen resultieren, aufgrund der langen Betriebsdauer und den hohen Stoffdurchsätzen vernachlässigt werden.

CO₂-Skala

CO₂-Ausstoß (in Gramm) pro kWh von erneuerbaren und fossilen Gasen im Vergleich


Biomethan


Wasserstoff


Erdgas

 -287
Grüner H₂
aus Biomethan
(Abfall) mit Pyrolyse

 -202
Grüner H₂
aus Biomethan (Abfall) mit
Dampfreformierung & CCUS

 < 16
Grüner H₂
aus Elektrolyse mit
Windstrom

 40 **Türkiser H₂**
aus Pyrolyse
mit EE-Strom

 24

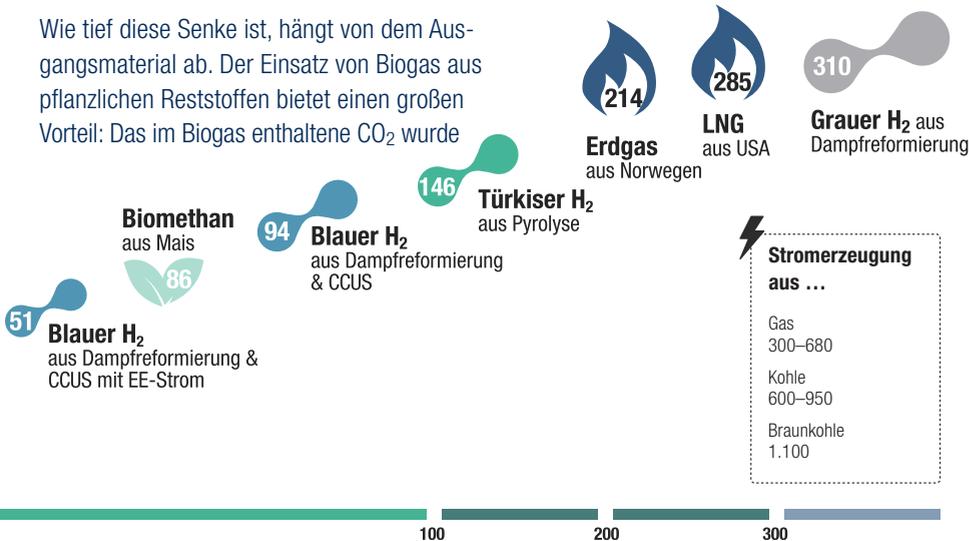


Wasserstoff aus Biogas entzieht der Luft CO₂

Bei der Erzeugung von Wasserstoff kann statt fossilem Erdgas auch Biogas aus Biomasse eingesetzt werden. Wird Biogas eingesetzt, ist der Effekt ähnlich: Sowohl bei der Dampfreformierung mit CCUS als auch bei der Pyrolyse wird CO₂ aus der Atmosphäre gebunden und somit eine „CO₂-Senke“ geschaffen. Die CO₂-Bilanz fällt in diesem Fall negativ aus.

Wie tief diese Senke ist, hängt von dem Ausgangsmaterial ab. Der Einsatz von Biogas aus pflanzlichen Reststoffen bietet einen großen Vorteil: Das im Biogas enthaltene CO₂ wurde

zuvor der Luft durch Photosynthese der Pflanzen entzogen und wird bei der Dampfreformierung mit CCUS bzw. der Pyrolyse abgetrennt und gespeichert. Die H₂-Erzeugung mit Biogas aus Gülle ermöglicht wiederum, THG-Emissionen aus der Tierhaltung zu reduzieren. So kann der Landwirtschaftssektor bei der Emissionsminderung unterstützt und zusätzliche Energie erzeugt werden. Das im Biogas enthaltene CO₂ gelangt zudem nicht in die Atmosphäre.



Hauptsache klimafreundlich – egal welcher Herkunft

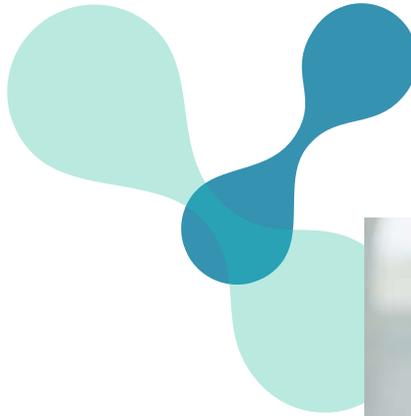
Der mittels Elektrolyse und mit erneuerbarem Strom erzeugte grüne Wasserstoff hat unter den gängigen Verfahren selbstverständlich den kleinsten CO₂-Fußabdruck. Das Ziel ist es, so viel wie möglich davon zu nutzen. Allerdings werden die Erzeugungspotenziale in Deutschland nicht ausreichen, um den zukünftigen Bedarf zu decken. Importe aus dem europäischen Ausland oder auch von anderen Kontinenten werden dafür notwendig sein – aber auch Wasserstoff aus anderen Erzeugungsarten.

Neben dem zügigen Aufbau von Elektrolyse- und Importkapazitäten wird auch die Erzeugung von blauem und türkischem H₂ notwendig sein. Denn auch diese können klimafreundlich produziert werden, zur Dekarbonisierung beitragen und THG-Emissionen reduzieren – sofern für den Prozess erneuerbarer Strom genutzt wird. Die Analysen des DVGW-EBI zeigen, dass zum Beispiel über den Weg der Erdgas-

pyrolyse die THG-Emissionen von Wasserstoff gegenüber dem aktuellen Stand der Technik deutlich reduziert werden können.

Letztlich sollte nicht die Farbe darüber entscheiden, ob und wie welcher Wasserstoff verwendet wird, sondern die jeweilige Verfügbarkeit in Kombination mit dem Potenzial, THG-Emissionen einzusparen. Es sollten alle Technologien und Verfahren genutzt werden, mit denen der CO₂-Austoß schnell und effektiv gesenkt werden kann. Dank unterschiedlicher Verfahren und Ausgangsmaterialien lassen sich die Energiebezugsquellen diversifizieren und das System resilient gestalten.

Beachtlich ist das Emissionsminderungspotenzial von Wasserstoff aus Biomethan oder Biogas. Auch wenn diese Verfahren noch nicht in großem Maßstab zur Verfügung stehen, sollte dieser Pfad weiter verfolgt werden. Denn das Wachstum von Pflanzen, ihre Verwertung und die Abtrennung des Kohlenstoffs ermöglichen es, eine „CO₂-Senke“ zu schaffen.



” Sowohl blauer, türkiser als auch grüner Wasserstoff hat schon heute das Potenzial, THG-Emissionen im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik um 50 bis 95 Prozent zu senken. “



FRIEDEMANN MÖRS

Gruppenleiter Verfahrenstechnik an der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie

„Zeit für einen Stoffwech2el“

Publikationen des DVGW

Wasserstoff ist der Energieträger der Zukunft und ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz und die Energiewende in Deutschland. Der DVGW engagiert sich bereits seit über zehn Jahren in diesem Bereich. Seine Forschungsinstitute beschäftigen sich in zahlreichen Projekten mit der Frage, wie und wo Wasserstoff erzeugt, transportiert, verteilt und genutzt

werden kann. Vor drei Jahren hat der DVGW zudem damit begonnen, sein Technisches Regelwerk an den Wechsel zu Wasserstoff anzupassen. In unserer Reihe „Zeit für einen Stoffwech2el“ präsentieren wir den aktuellen Stand der Forschung und das gesammelte technische Know-how aus der Regelwerksarbeit.

Bereits erschienen:

- Klimafreundliche Gase. Mehr als genug Potential.
- Das Gasnetz – Rückgrat der Wasserstoffwelt

Weitere Themen in Vorbereitung

- Netze und Speicher sind H2-ready
- Kommunale Wärmeplanung

Mehr Informationen unter:

www.h2-dvgw.de

Quelle

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2023).
Ökologische Bewertung der Wasserstoffbereitstellung – eine
Sensitivitätsanalyse zu THG-Emissionen von Wasserstoff.
Studie durchgeführt von der DVGW-Forschungsstelle am
Engler-Bunte-Institut (DVGW-EBI).



Weitere Informationen zum Projekt und
die Ergebnisse im Detail finden Sie unter
www.dvgw.de/co2-footprint

© DVGW Bonn

DVGW Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1-3, 53123 Bonn

Telefon: +49 228 9188-5
E-Mail: info@dvwg.de
Internet: www.dvgw.de

Gestaltung: waf.berlin

Stand: 1. Auflage, April 2023

Welche Fragen gibt es noch - fragen Sie uns!

 DVGW e.V.: Landesgruppe Nordrhein-Westfalen

DV