



Dokumentation

Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur

Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 046/22
Abschluss der Arbeit: 19. August 2022
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und
Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Grenzen von Wasserstoff in der Erdgasinfrastruktur	7
2.1.	Wasserstofftoleranz der Infrastrukturkomponenten	8
2.2.	Auswirkung von Wasserstoff-Zumischungen im Erdgasnetz	10
2.3.	Zukünftiger Einsatz von Wasserstoff in der Erdgasinfrastruktur	12

1. Einleitung

Die Europäische Union (EU) möchte bis 2050 klimaneutral sein und Deutschland plant dieses Ziel bis 2045 zu erreichen.¹ Das bedeutet, dass bis dahin auch die gesamte Gasinfrastruktur auf klimafreundliche Gase umgestellt werden muss. Zudem steht im Zuge des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine die Bundesregierung vor der Herausforderung, die Energieabhängigkeit von Russland zu reduzieren und weiterhin eine bezahlbare und gesicherte Energieversorgung zu gewährleisten, die im Einklang mit den Klimazielen steht. Neben den Bemühungen russisches Pipelinegas, dessen Lieferung gedrosselt und unsicher ist, durch den Aufbau neuer Gashandelsbeziehungen und Infrastruktur auszugleichen, erhält auch Wasserstoff größere Aufmerksamkeit als bisher. Wasserstoff soll verstärkt im Wärmesektor als grüner Wasserstoff zur Dekarbonisierung, als saisonaler Stromspeicher im Erdgasnetz oder als alternativer Energieträger zu Erdgas Einsatz finden.

Die Bereitstellung zur energetischen Nutzung des Wasserstoffs (Strom, Wärme, Verkehr) kann über eine reine Wasserstoffinfrastruktur oder die vorhandene Erdgasinfrastruktur erfolgen.² Wasserstoff kann derzeit nur begrenzt der Erdgasinfrastruktur zugemischt und ausschließlich in Kavernenspeichern³ gelagert werden, da er zu den Zusatzgasen gehört und sich die chemische Zusammensetzung sowie die Brennstoffeigenschaften des Gasgemisches vom vorhandenen Erdgas im Netz unterscheiden. Dies könnte Auswirkungen auf angeschlossene kritische Gasanwendungen haben.⁴

Die Gasqualität hat sich in den letzten Jahrzehnten geändert. In den Ballungsräumen wurde zu Beginn des letzten Jahrhunderts Kokereigas durch die Netze geleitet. Dies ist eine Mischung aus 60 Volumenprozent [Vol.-%] Wasserstoff und 40 Vol.-% Kohlenwasserstoffen. Die Umstellung auf andere Gasqualitäten vollzog sich über einen längeren Zeitraum. Bis in die 1990er Jahre

1 Europäische Kommission (2021). „Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen „Fit für 55“: auf dem Weg zur Klimaneutralität – Umsetzung des EU- Klimaziels für 2030“, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=EN>

Europäisches Parlament (2021). „EU-Klimaneutralität bis 2050: Europäisches Parlament erzielt Einigung mit Rat“, <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20210419IPR02302/eu-klimaneutralitat-bis-2050-europaisches-parlament-erzielt-einigung-mit-rat>

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMU) (2022). „“, <https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaschutz/bundes-klimaschutzgesetz>

2 Sterner, M., Stadler, I. (2017). „Energiespeicher“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017, Kapitel 8.6

3 Kavernenspeicher sind große, künstlich angelegte Hohlräume in unterirdischen Salzformationen, wie z.B. Salzstöcken. Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V. (BVEG) (2021). <https://www.bveg.de/die-branche/speicher-in-deutschland/kavernenspeicher/>

4 Bundesnetzagentur (BNetzA), FNB Gas, prognos (2017). „Szenariorahmen für den Netzentwicklungsplan Gas 2018-2028 der Fernleitungsnetzbetreiber“, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/Gas/NEP_2018/Szenariorahmen/SzenariorahmenNEPGas2018_final.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 48

wurde das zum Heizen und Kochen verwendete Stadtgas auf die heute eingesetzte Qualität umgestellt. Das Stadtgas wies seinerzeit einen Anteil von über 50 Vol.-% Wasserstoff auf.⁵

Wasserstoff, der durch Wasserelektrolyse erzeugt worden ist, und synthetisch erzeugtes Methan⁶ können in die Erdgasinfrastruktur eingespeist werden; Methan in unbegrenzter Menge. Bei Wasserstoff, der mittels Elektrolyse erzeugt wurde, lagen die Grenzen bei 1 bis 10 Vol.-%.⁷ Das Regelwerk des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches DVGW-Arbeitsblatt G 262 mit Angaben zu Wasserstoffzumischungen im einstelligen Prozentbereich (9,999 Vol.-%) wurde 2021 ersetzt durch das Arbeitsblatt G 260 "Gasbeschaffenheit"(2021-09), das keinen allgemeingültigen Grenzwert enthält.

Mit der Änderung des Regelwerks sind Wasserstoffbeimischungen von mehr als 10 Vol.-% möglich. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen und Einsatzgrenzen der Komponenten wurde kein allgemeingültiger Grenzwert für Wasserstoff im aktuellen Regelwerk festgelegt. Die Grenzwerte ergeben sich aus den Anwendungsbereichen der Gasinfrastruktur: Für Gasturbinen im Bestand liegt der Grenzwert beispielweise bei 1 %, bei geringer Anpassung bei 5 % und bei neuen Gasturbinen oder deren Nachrüstung bei 15 bis 100 %. Für Gasgeräte empfiehlt das Regelwerk 10 % und für häusliche Gasleitungen und Bauteile im Gebäude 20 %. Hinzu kommen individuelle Bewertungen für Untertage-Gasspeicher und industrielle Anforderungen. Weitere Anpassungen des Regelwerks sind geplant.⁸

5 Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) (2021). „Wasserstoff-Beimischung Sicherheit in Ihrem Zuhause“, <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/sicherheit-h2-beimischung-dvgw.pdf>

VDI Nachrichten (2021). „Wende in der Pipeline“, 29. Januar 2021, Nr. 4, Seite 20-21

6 Beispielsweise kann Methan, das aus Biogas gewonnen und ins Erdgasnetz eingespeist wird, helfen, den CO₂-Fußabdruck von Gasheizungen zu senken. Ebenso senkt auch durch Methanisierung bzw. „Power-to-Gas“ gewonnenes Methan den CO₂-Fußabdruck.

7 M. Henel, G. Müller-Syring (2014). „Abschlussbericht - Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur inklusive aller assoziierten Anlagen“ DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/forschung/berichte/g1_02_12.pdf

Urbansky, F. (2022). „Wasserstoff im Erdgasnetz für Haushalte nicht ausreichend“, <https://www.springerprofessional.de/energieverteilung/energie---nachhaltigkeit/wasserstoff-im-erdgasnetz-fuer-haushalte-nicht-ausreichend/19891516>

Volk, G., gwf-Gas (2014). "Wasserstoff in Erdgasnetzen", gwf-Gas | Erdgas, 03/2014, DIV Deutscher Industrieverlag GmbH

Sterner, M., Stadler, I. (2017). „Energiespeicher“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017, Seite 430

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2019). Presseinformation „Mehr Wasserstoff technisch sicher verankern“, https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/aktuelles/presse/2019-04-09 - Wasserstoff technisch_verankern.pdf

8 Höcher, Th. infracon (2021). „DVGW-AB G 260 Gasbeschaffenheit Stand 2021: Was ist neu?“, <https://infracon-service.de/blog/gasbeschaffenheit-g260/>

Um den Wasserstoffanteil im Erdgasnetz zukünftig schrittweise erhöhen zu können, haben Fachinstitute des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) verschiedene Labor- und Prüfstanduntersuchungen durchgeführt. Im Rahmen eines Praxisprojekts in der Region Fläming in Sachsen-Anhalt soll bestätigt werden, dass auch die Beimischung von 20 Vol.-% Wasserstoff weder auf die Materialien und Bauteile noch auf den Betrieb der Gasversorgung sicherheitsrelevante Auswirkungen hat. Weitere Untersuchungen der Gasinfrastruktur und Gasgeräte für 30 Vol.-% und höhere Beimischungen laufen aktuell als EU- und DVGW-Forschungsprojekte.⁹

Nach Aussage des DVGW soll die bestehende Gasinfrastruktur für eine schrittweise Erhöhung des Wasserstoffanteils und das DVGW-Regelwerk weiterentwickelt werden. Bisher lässt das Regelwerk max. 10 Vol.-% Wasserstoff im Gasnetz zu, zukünftig sollen 20 Vol.-% Wasserstoffein- speisung erreicht werden. Schätzungen des DVGW gehen von möglichen 50 Vol.-% „grünen Ga- sen“¹⁰ aus. Entsprechende netz- und geräteseitige Anpassungen wie beispielsweise andere Werk- stoffe in Verdichtern, Heizkesseln oder Fahrzeugtanks müssen vorgenommen werden.¹¹ Diese Projekte dienen auch dem Aufbau eines europaweiten Wasserstoff-Transportnetzes. Auch auf eu- ropäischer Ebene soll der erhöhte Einsatz von Wasserstoff zur Einhaltung der Klimaziele dienen.

Insgesamt 23 Unternehmen der Gasinfrastruktur-Branche aus 21 europäischen Staaten haben im vergangenen Jahr (2021) einen Bericht vorgelegt, indem sie Wasserstoff-Infrastrukturkarten für

Perspektiven der Wasserstoffspeicherung unter: <https://www.gfz-potsdam.de/presse/meldungen/detailansicht/perspektiven-papier-zeigt-forschungsbedarf-zur-unterirdischen-wasserstoffspeicherung/>

- 9 Urbansky, F. (2022). „Wasserstoff im Erdgasnetz für Haushalte nicht ausreichend“, <https://www.springerprofessional.de/energieverteilung/energie---nachhaltigkeit/wasserstoff-im-erdgasnetz-fuer-haushalte-nicht-ausreichend/19891516>

Europäische Kommission (2022). „Project pipeline of the European Clean Hydrogen Alliance“, https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/european-clean-hydrogen-alliance/project-pipeline_en, s.a. https://www.clean-hydrogen.europa.eu/index_en

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2020). „Wasserstoff Forschungsprojekte“, <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/dvgw-h2-wasserstoff-forschungsprojekte-broschuere.pdf>

- 10 Als grüne Gase gelten alle gasförmigen Energieträger, bei deren Verbrennung nicht mehr CO₂ freigesetzt wird, als zuvor der Atmosphäre entnommen wurde. Zu den grünen Gasen zählt man z.B. Biogas aus Biomasse, Biome- than aus Biogas oder synthetisches, aus erneuerbarem Strom erzeugtes Gas (Power-to-Gas). s.a. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2020). Factsheet „Grüne Gase aus Wind, Sonne und Biomasse“, https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/impuls/Energie-Impuls-Factsheet-5-Gruene_Gase.pdf
- 11 Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2021). Presseinformation „Erstmals 20 Prozent Wasser- stoff im deutschen Gasnetz“, <https://www.dvgw.de/der-dvgw/aktuelles/presse/presseinformationen/dvgw-pres- seinformation-vom-28102021-start-h2-beimischung-in-gasnetze>

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2019). Presseinformation „Mehr Wasserstoff technisch sicher verankern“, https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/aktuelles/presse/2019-04-09 - Wasserstoff tech- nisch_verankern.pdf

VDI Nachrichten (2019). „Praxistest für Wasserstoffnetze“, vom 24.5.2019 Nr.21/22 Seite 18

2030, 2035 und 2040 für ein europäisches Transportnetz ausgestaltet haben. Dies soll als Grundlage für die Debatte über die Rolle, die ein europäisches Wasserstoff-Netzwerk im künftigen Energiesystem spielen kann, dienen. Im Bericht entwickeln die Autoren eine Vision eines pipelinebasierten Wasserstoff-Transportnetzes, das die bestehende Gasinfrastruktur verwendet und auch den Bau neuer Wasserstoffstrecken vorsieht. Die Experten schlagen den Ausbau eines Leitungsnetzes mit 11.600 km Länge bis 2030 und eine Erweiterung auf 39.700 km bis 2040 vor. Über das neue europäische Wasserstoffnetz könnte Deutschland zukünftig Wasserstoff auch aus den Niederlanden, Norwegen, Dänemark und Russland sowie aus Südeuropa beziehen.¹²

Die vorliegende Arbeit behandelt Verwendungsmöglichkeiten und -grenzen von Wasserstoff in der bestehenden Erdgasnetzinfrastruktur.

2. Grenzen von Wasserstoff in der Erdgasinfrastruktur

In Deutschland gibt es derzeit ein 511.000 Kilometer langes Erdgasnetz, das sich in Transportnetz und Verteilernetz aufteilt. Das Transportnetz besteht aus 40.000 Kilometer in denen etwa alle 200 Kilometer eine Verdichterstation für den ausreichenden Druck sorgt. Die Gegebenheiten und Anforderungen an die Gasfernleitungs- und Gasverteilernetze unterscheiden sich lokal und regional stark. Deshalb ist eine individuelle Prüfung bei der Umstellung des Gasnetzes notwendig.¹³

Wasserstoff besitzt einige problematische Eigenschaften: Es ist das kleinste Molekül und sehr flüchtig. Rohre, Tanks und Speicher sind schwer abzudichten. Wasserstoff kann in den umgebenden Werkstoff diffundieren und das Material verspröden. Zudem ist es leicht entzündlich. Ein Wasserstoff-Luftgemisch ist bei Wasserstoffanteilen zwischen 4 und 77 Prozent explosionsfähig. Wasserstoffgeräte sind im Vergleich zu Erdgasgeräten in der höchsten Explosionsstufe eingeordnet. Hinzu kommt der negative Joule-Thomson-Koeffizient¹⁴. Dieser führt dazu, dass sich Wasserstoff im Vergleich zu den meisten anderen Gasen bei Entspannung erwärmt und sich selbst entzünden kann. Ein Leck in der Rohrleitung könnte eine Explosion nach sich ziehen. Trotz dieser negativen Eigenschaften ließen sich nach Aussage des DVGW die deutschen Pipelines auf Wasserstoff umstellen. Weitere Komponenten sind nicht so einfach umzustellen. Verdichterstationen beispielsweise werden derzeit mit maximal 5 Prozent Wasserstoffanteil betrieben und müssten für den Betrieb mit höheren Anteilen getestet und freigegeben oder ausgetauscht werden.¹⁵

12 Jens, J. et al. (2021). „Extending the European Hydrogen Backbone“, https://gasforclimate2050.eu/wp-content/uploads/2021/06/European-Hydrogen-Backbone_April-2021_V3.pdf

13 Kiel, V. Spiegel Plus (2022) „Infrastruktur der Energieversorgung; Wie lässt sich das Erdgasnetz auf Wasserstoff umrüsten?“, 7. Juli 2022

14 Joule-Thomson-Koeffizient ist der Koeffizient für Luft in Abhängigkeit von der Temperatur. Für sehr hohe Drücke gibt es einen Bereich, innerhalb dessen bei der Drosselung eine Erwärmung unterhalb einer oberen Temperatur und oberhalb einer unteren Temperatur stattfindet. Unter Normalbedingungen gilt für die meisten Gase und Gasgemische, dass die Temperatur bei der Entspannung sinkt. Für z.B. Wasserstoff, Helium oder Neon steigt sie an. <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/joule-thomson-koeffizient/7686>

15 VDI Nachrichten (2021). „Wende in der Pipeline“, 29. Januar 2021, Nr. 4, Seite 20-21

Da Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas eine deutlich geringere volumenbezogene Energiedichte aufweist, wird für dieselbe Menge Energie auch mehr Wasserstoff als Erdgas benötigt und deshalb auch höhere Pipeline-Kapazitäten und weitere Speicher.¹⁶

Es gibt auch jahreszeitlich bedingte Abhängigkeiten, die beim Betrieb berücksichtigt werden müssen. In den verbrauchsarmen Sommermonaten geht mit einem geringen Durchsatz eine verminderte Fließgeschwindigkeit einher. Bei einer geringen Fließgeschwindigkeit ist bei einer ausschließlichen Einspeisung von Wasserstoff keine gute Durchmischung mit dem vorhandenen Erdgas gegeben. Dadurch kann es zu Wasserstoffblasen kommen, was wiederum sehr hohe Wasserstoffkonzentrationen im Erdgasnetz bedeutet. Aufgrund derartiger technischer Rahmenbedingungen ist eine Umstellung der Gasqualität mit Anpassungen verbunden.

Im Rahmen der Energiewende sind in den letzten Jahren umfangreiche Studien zur Wasserstofftoleranz von Erdgasnetzen erstellt worden. Die Studien enthalten detaillierte Angaben über die Wasserstofftoleranz und die Umstellungsoptionen der einzelnen Komponenten. Im Folgenden wird auf einzelne Studien und Aspekte eingegangen.

2.1. Wasserstofftoleranz der Infrastrukturkomponenten

Die technischen Hintergründe hinsichtlich der Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastrukturkomponenten, wie Rohrleitungen, Gasturbinen, Verdichtern, Untergrundspeichern, Ultraschall-, Turbinen- und Balgengaszählern, Mengenumwertern, Gasdruckregelanlagen und Armaturen, Gashausinstallationen und Gasströmungswächtern, häuslichen Gasendgeräten, industriellen Endanwendungen, Erdgas-Tanks und Tankstellen und Gasmotoren und Eigenschaften, wie Transportkapazität und Permeation haben Experten einer Studie aus dem Jahr 2013 ausführlich beschrieben. Dabei haben die Autoren wesentliche Elemente der Erdgasinfrastruktur und der recherchierten Grenzen der Wasserstoffverträglichkeit dargestellt. Die Aus- und Bewertung von vorhandenen Daten umfasste dabei einen Konzentrationsbereich von 0 bis 70 Vol.-% Wasserstoff. Die Autoren sind der Meinung, dass die Eignung einzelner Elemente der Versorgungskette für höhere Wasserstoff-Konzentrationen durchaus möglich scheint, dies aber im Einzelfall geprüft werden müsse und im Gegensatz dazu entscheidende Bauteile und Infrastrukturbestandteile nicht im erwarteten Maße wasserstofftolerant seien.¹⁷

Der Endbericht des DVGW-Projekts „Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur inklusive aller assoziierter Anlagen“ aus dem Jahr 2014 behandelt die einzelnen technischen Komponenten der Erdgasinfrastruktur und ihre Wasserstofftoleranz. Die Autoren beschreiben detailliert den Wis-

VDI Nachrichten (2021). „Spröder Charme“, 29. Januar 2021, Nr. 4, Seite 22

16 Kiel, V. Spiegel Plus (2022) „Infrastruktur der Energieversorgung; Wie lässt sich das Erdgasnetz auf Wasserstoff umrüsten?“, 7. Juli 2022

17 Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2013). „Abschlussbericht – Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz“, Kapitel 1 „Wasserstoff (H₂)-Toleranz des Erdgasnetzes“, https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/g1_07_10.pdf Seite 24-29

sensstand zur Wasserstofftoleranz beispielsweise für Ferngasleitungen, Gasturbinen, verschiedene Speicherarten, Prozesschromatographen, Rohrleitungen unterschiedlicher Materialien, Dichtungen, Verbindungen, Erdgastankstellen, Brenner und Erdgasfahrzeugen.¹⁸

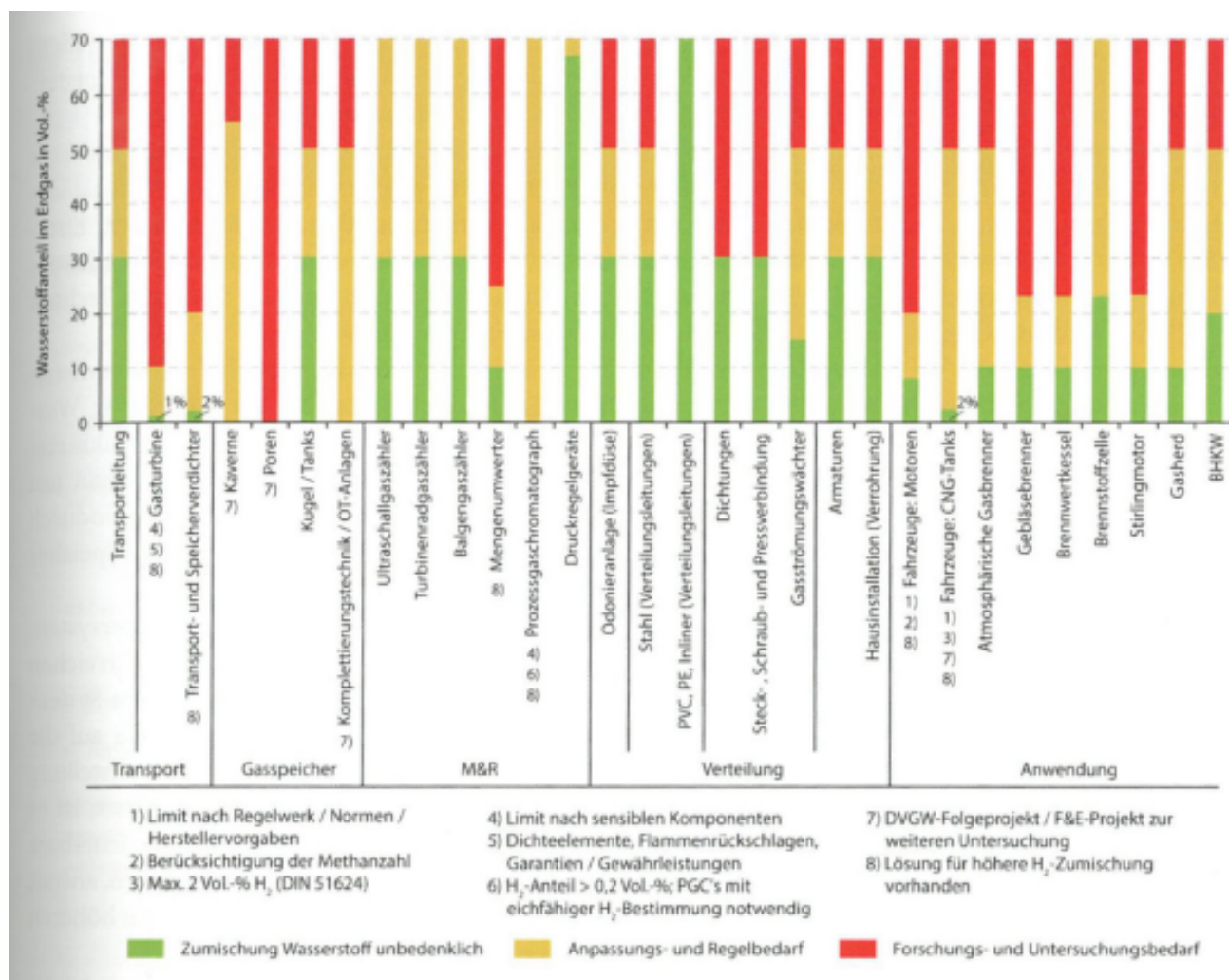
Die Ergebnisse dieser Studie zeigt die nachfolgende Abbildung. In dieser Übergangsmatrix ist die ermittelte Wasserstofftoleranz einzelner Komponenten der Bereiche Transport, Gasspeicher, Messung/Regulierung, Verteilung und Endanwendung der gesamten Erdgasinfrastruktur dargestellt.¹⁹ Die Grafik verdeutlicht, für welche Komponenten die Zumischung von Wasserstoff unbedenklich ist und wo noch Anpassungs- und Forschungsbedarf besteht. Eine vergleichsweise hohe Toleranz ist schon jetzt bei den Komponenten der Verteilung gegeben. Das Transportnetz ist jedoch aufgrund der europaweit geltenden Regeln zur Gasqualität an die maximal zulässige Beimischung gebunden. Messeinrichtungen wie beispielsweise Prozesschromatographen müssten ersetzt oder zugelassen werden, um geeichte Messungen zu erhalten. Im Bereich der Endanwendung müssten Kundenanlagen angepasst oder ausgetauscht werden, da aufgrund der wasserstoffhaltigen Gase ein anderer Brennwert vorliegt.

18 Henel, M., Müller-Syring, G. (2014). „Abschlussbericht – Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur inklusive aller assoziierten Anlagen“ DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfach, https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/g1_02_12.pdf, Kapitel 3

19 Sterner, M., Stadler, I. (2017). „Energiespeicher“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017, Kapitel 8.6.5, Seite 469, in Anlehnung an:

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2013). „Abschlussbericht – Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz“, Kapitel 1 „Wasserstoff (H₂)-Toleranz des Erdgasnetzes“, https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/g1_07_10.pdf, Seite 98 bis 106

Siehe auch unter: Gasconnect Austria (2021). „Transport & Speicherung von Wasserstoff - Zahlen & Fakten“, https://www.gasconnect.at/fileadmin/Broschueren-Folder/entsog_gie/entsog_gie_he_QA_hydrogen_transport_and_storage_DE_210630.pdf, Seite 4 und https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/11/ENT-SOG_GIE_HydrogenEurope_QandA_hydrogen_transport_and_storage_FINAL.pdf



2.2. Auswirkung von Wasserstoff-Zumischungen im Erdgasnetz

Ein Abschlussbericht aus dem Jahr 2017 über die Untersuchungen der Auswirkung von Wasserstoff-Zumischung ins Erdgasnetz speziell für industrielle Feuerungsprozesse in thermoprozesstechnischen Anlagen fasst die Veränderungen, die sich bei der Verbrennung von wasserstoffreichen Erdgasen für den Verbrennungsprozess ergeben, zusammen und benennt die für die Gewährleistung eines störungsfreien und effektiven Betriebs von Thermoprozesanlagen wichtigen Parameter, geeigneten Techniken und Lösungsstrategien.

Zurzeit gibt es in Deutschland zwei verschiedene Erdgassorten: Sogenanntes L-Gas und H-Gas, die sich im Brennwert unterscheiden und in getrennten Netzen transportiert werden. Niedrig kalorische Gas (L-Gas) hat einen geringeren Methangehalt und deshalb einen geringeren Brennwert als hochkalorisches (H-Gas). Die L-Gas-Vorkommen sind zunehmend erschöpft. L-Gas wird noch im Norden und Westen Deutschlands eingespeist. Nach Planungen der Bundesnetzagentur soll ab 2029 kein niederländisches Gas (L-Gas) mehr eingesetzt werden. Etwa ein Viertel der deut-

schen Haushalte wird nach Aussage der Bundesnetzagentur bis dahin auf H-Gas umgestellt. Dafür werden Erdgasnetze und angeschlossenen Gasverbrauchsgeräte an die Versorgung mit H-Gas angepasst. Da Flüssiggas (LNG) H-Gas ersetzen kann, können diese Regionen auch mit LNG versorgt werden.²⁰

Je nach Herkunft und Brennwert ist der Grenzwert der Beimischung nach dem Wobbe-Index²¹ unterschiedlich. Der Wobbe-Index gibt dabei die Austauschbarkeit von unterschiedlichen Brenngasen an. Gasfeuerstätten lassen sich ohne technische Änderungen von einer Brenngasart auf die andere umstellen, wenn der Wobbe-Index der Gase gleich oder sehr ähnlich ist. Weisen zwei Gase nicht den gleichen Wobbe-Index auf, dann erzeugen sie beim Gasgerät eine unterschiedliche Düsenbelastung und einen anderen Brennerdruck. In diesem Fall muss vor der Umstellung des Brenngases ein Düsen- oder Brennertausch stattfinden. Wasserstoff senkt den Wobbeindex und die relative Dichte ab. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Limitierungen der Gasbeschaffenheit in deutschen Erdgasnetzen und die möglichen Wasserstoffzumischungen und -einspeisungen als Zusatzgas in Abhängigkeit vom Grundgas.²²

Um eine optimale Gasqualität zu erreichen und unterschiedliche Bezugsquellen zu ermöglichen liegt der zulässige Wobbe-Index, W_s , in einem definierten Bereich. Das Regelwerk G 260 legt derzeit einen Wobbe-Bereich von 13,6 bis 15,7 kWh/m³ fest.

20 Bundesnetzagentur (2017). „Energie - Umstellung von L- auf H-Gas“, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Verbraucherhefte/Energie/L_auf_H_gas.pdf?__blob=publicationFile&v=3

21 Errechnet wird der Wobbe-Index in der Regel aus dem Brennwert und dem Verhältnis von Brenngasdichte und Luftdichte (oberer Wobbe-Index, W_s). <https://www.baunetzwissen.de/glossar/w/wobbe-index-5508365>

22 Industrielle Gemeinschaftsforschung (iGF) (2017). Schlussbericht „Untersuchungen der Auswirkung von Wasserstoff-Zumischung ins Erdgasnetz auf industrielle Feuerungsprozesse in thermoprozesstechnischen Anlagen“ https://www.gwi-essen.de/fileadmin/dateien/abschlussberichte/2017/18518N_H2_Sub_abschluss_korr.pdf

Bundesnetzagentur (BNetzA) (2019). „Umstellung von L- auf H-Gas“, <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/NetzanschlussUndMessung/UmstellungGasbeschaffenheit/UmstellungGasqualitaet-node.html>

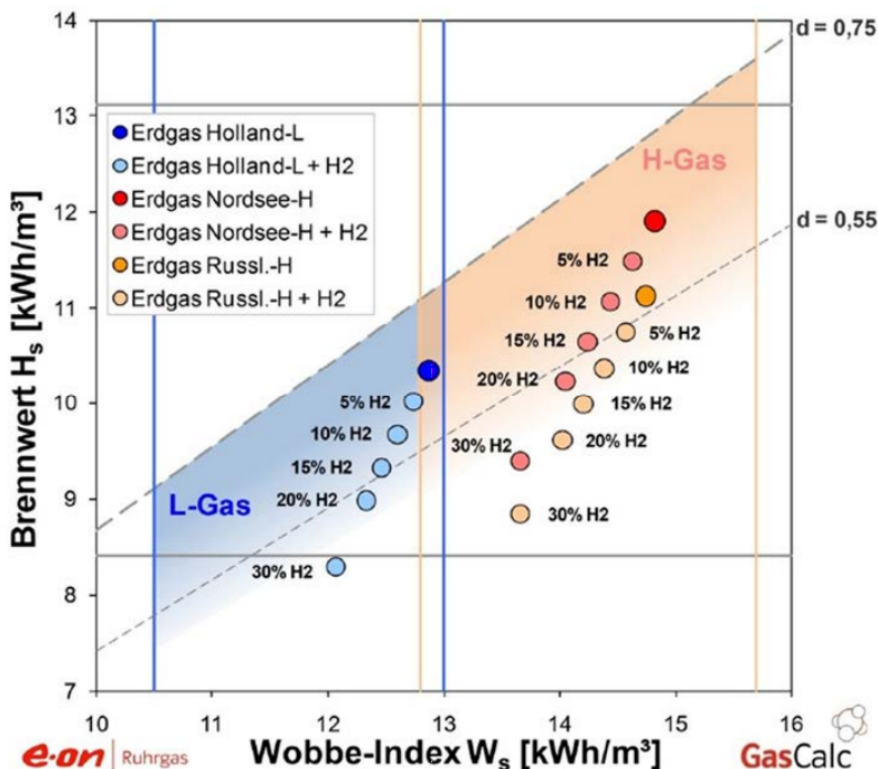


Abbildung 4: Mögliche H₂-Einspeisung als Zusatzgas in Abhängigkeit des Grundgases [21]

2.3. Zukünftiger Einsatz von Wasserstoff in der Erdgasinfrastruktur

Seit 2021 läuft ein Projekt der E.ON-Tochter „Avacon“ und des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) in deren Verlauf die Beimischung von Wasserstoff in ein Erdgas-Teilnetz in Sachsen-Anhalt stufenweise auf bis zu 20 Vol.-% Wasserstoff erhöht wird. Die Einspeisung von Wasserstoff soll über die zwei Heizperioden 2021/22 und 2022/23 in Stufen von 10, 15 und 20 Vol.-% Wasserstoffbeimischung erfolgen. Die in den Haushalten vorhandenen Gasgeräte wurden zuvor auf Wasserstoffverträglichkeit geprüft und sollen bis zu 35 Vol.-% Wasserstoff im Erdgas verarbeiten können.²³

Die bisherigen Einschätzungen der Bundesbehörden zu Wasserstoffbeimischungen im Erdgasnetz sind weniger ambitioniert. Das Umweltbundesamt (UBA) schreibt 2019 in seiner Roadmap „Gas für die Energiewende - Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors“ zusammenfassend über die Zukunft der Wasserstoffnetze und -beimischungen:

23 Urbansky, F. (2022). „Wasserstoff im Erdgasnetz für Haushalte nicht ausreichend“, <https://www.springerprofessional.de/energieverteilung/energie---nachhaltigkeit/wasserstoff-im-erdgasnetz-fuer-haushalte-nicht-ausreichend/19891516>

„Welche Rolle Wasserstoff künftig im Gesamtsystem spielen soll, ist noch weitgehend unklar. Weder ist geklärt, inwieweit eine erhöhte Beimischung von Wasserstoff in die bestehenden Gasnetze angestrebt werden soll, noch, ob und in welchem Umfang Wasserstoffnetze durch Neuaufbau oder Umwidmung bestehender Netze benötigt werden. Da sowohl eine erhöhte Beimischung als auch Neuaufbau und Umwidmung von Netzen in substantiellem Umfang enorme Transformationsbedarfe mit sich bringen, ziehen sie sich potenziell über Jahrzehnte hin. Diesbezüglich ist auf politischer Ebene die Entwicklung einer Wasserstoffstrategie bzgl. Beimischung und Netzaufbau von Nöten, welche insbesondere klare Leitplanken für die angestrebte Form der Wasserstoffnutzung vorgibt.“²⁴

Die Bundesnetzagentur bemerkt zum zukünftigen Einsatz von Wasserstoff in der Erdgasstruktur:

„Eine Beimischung von Wasserstoff ins Gasnetz im großen Stil ist unwahrscheinlich. Zum einen sind viele Verbraucher/Endgeräte sensibel bezüglich einer Erhöhung der Wasserstoff-Beimischungsquoten und ein hoher Anpassungsbedarf wäre nötig (im Sinne einer weiteren Marktraumumstellung). Zum anderen besteht bei Verbrauchern auch in Zukunft der Bedarf an reinem Wasserstoff und reinem Erdgas. Vermutlich wird sich daher eine Wasserstoffnetzstruktur parallel zum bestehenden Gasnetz, zu weiten Teilen auf Basis umgewidmeter und umgerüsteter Erdgasleitungen, entwickeln.“²⁵

Infolge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine sind Bedenken an der ausreichenden Versorgung des Erdgasbedarfs hinzugekommen. In diesem Zusammenhang untersuchten Experten auch Wasserstoff als Energieträger. Der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) hat im Juli 2022 im Rahmen des aktuellen Netzentwicklungsplans Gas 2022-2032 einen Zwischenstand auf die neuen gaswirtschaftlichen Rahmenbedingungen erarbeitet. Neben dem Anschluss der LNG-Anlagen und der Weiterleitung von LNG-Mengen für einen teilweisen Ersatz russischer Erdgasmengen wurden erstmals LNG-Netzvarianten berechnet und die Wasserstoffvariante für Wasserstoffmengen auf Basis der „Wasserstoffabfrage Erzeugung und Bedarf und Grüne Gase“ benötigte Mengen und Umrüstkosten modelliert.²⁶

24 Umweltbundesamt (UBA) (2019). „Roadmap Gas für die Energiewende – Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors“, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-15_cc_12-2019_roadmap-gas_2.pdf Seite 207

s.a. Kapitel 5.3.3 „Exkurs: Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur“ Seite 168 und Kapitel 6.3.4 „Leitplanken für die Nutzung von E-Methan“, Seite 204

25 Bundesnetzagentur (2020). „Regulierung von Wasserstoffnetzen - Bestandsaufnahme“, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/Wasserstoff/Wasserstoffpapier.pdf;jsessionid=118BE080FCD3B27CF2DFC32FCE752D9B?__blob=publicationFile&v=2, Seite 8

26 Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) (2022). Zwischenbericht Netzentwicklungsplan Gas 2022 – 2032: „Besondere Zeiten erfordern besondere Maßnahmen“, https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2022/07/2022_07_06_NEP-Gas-2022-2032-Zwischenstand.pdf

Im Rahmen der Energiewende und der Erreichung der Klimaziele steht auch eine Entscheidung über den zukünftigen Einsatz des grünen Wasserstoffs aus. Die Bundesnetzagentur schreibt dazu:

„Insbesondere in der Anfangszeit einer solchen Dekarbonisierungsstrategie wird reiner Wasserstoff, besonders grüner, ein gefragtes hochwertiges Gut sein. Seine stofflichen²⁷ Eigenschaften gehen bei einer Beimischung allerdings verloren. Der beigemischte Wasserstoff steht der gezielten stofflichen Nutzung, beispielsweise in der Stahlindustrie mit ihren hohen Bedarfen und den hohen Klimaeffekten, nicht mehr zur Verfügung. Eine spätere Abtrennung des Wasserstoffs aus dem Gemisch ist lediglich mit erheblichem Aufwand und Verlusten möglich und steht nicht flächendeckend zur Verfügung.“²⁸

Der Einsatz von Wasserstoff als Ersatz von Erdgas wird allerdings auch kritisiert. Da Wasserstoff in der chemischen Industrie schon heute in großen Mengen Verwendung findet, könnte "grüner" Wasserstoff, nach Meinung von Experten, ohne große Umbauten den bisher fossil gewonnenen Wasserstoff ersetzen. Für andere Anwendungen schlagen die Experten effizientere Alternativen, die Strom direkt nutzen wie beispielsweise Elektrofahrzeuge oder Wärmepumpen, vor. Zu bedenken geben die Experten, dass Anwendungen, die den größten Hebel für CO₂-Einsparungen bieten, wie z.B. grüner Wasserstoff für die chemische Industrie, zuerst bedient werden sollten und eine Trennung der Systeme Wasserstoff und Erdgas dies unterstützen würde.²⁹

-
- 27 Bei der stofflichen Nutzung des Wasserstoffs wird zwischen industriellen Prozessen, Ammoniaksynthese, Methanolproduktion und Kühlmittel unterschieden. Sterner, M., Stadler, I. (2017). „Energiespeicher“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017, Kapitel 8.6.5, Seite 453
- 28 Bundesnetzagentur (2020). „Regulierung von Wasserstoffnetzen - Bestandsaufnahme“, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/Wasserstoff/Wasserstoffpapier.pdf;jsessionid=118BE080FCD3B27CF2DFC32FCE752D9B?_blob=publicationFile&v=2, Seite 58
- 29 Honsel, G. (2021). „Kommentar: Wasserstoff im Erdgasnetz ist sinnlos“, <https://www.heise.de/meinung/Kommentar-Warum-Wasserstoff-im-Erdgasnetz-keinen-Sinn-ergibt-6247928.html?seite=2>