

Jetzt  
kaufen auf  
shop.wvgw.de

Als Print oder  
PDF-Download

Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e.V.



www.dvgw-forschung.de

# Roadmap Gas 2050: Bewertung der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit von Gasinstallationen

## Deliverable D 3.5

**Dr.-Ing. Frank Burmeister, Dipl.-Ing. Eren Tali,**  
**Dipl.-Ing. Sabine Feldpausch-Jägers, Dipl.-Ing. Luiz Oberschelp**  
Gas- und Wärme-Institut Essen e. V., Essen

**Dipl.-Ing. Philipp Pietsch**  
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, Leipzig/Freiberg

**Dr. Holger Dörr**  
DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT, Karlsruhe



**Roadmap Gas 2050**  
**Bewertung der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit von**  
**Gasinstallationen**

**Deliverable D 3.5**

Mai 2023

DVGW-Förderkennzeichen G 201824

## Zusammenfassung

Die Einspeisung von Wasserstoff ins Erdgasnetz erlangt im Rahmen der Energiewende zunehmend an Bedeutung. Als zukünftige Größe des Wasserstoffanteils im Gasnetz werden 20 Vol.-% genannt oder reiner Wasserstoff nach G 260. Da der zuzumischende Wasserstoff vornehmlich aus erneuerbaren Energiequellen stammen wird, ist davon auszugehen, dass tages- und jahreszeitliche Schwankungen der erzeugbaren Wasserstoffmengen auftreten können. Zudem ist die Gasabnahme aus dem Netz stetigen Änderungen unterworfen, sodass von Änderungen des Wasserstoffanteils im Erdgasnetz auszugehen ist.

Im Rahmen von realisierten (DVGW) Forschungsprojekten wurden bereits Untersuchungen zu Auswirkungen der Zumischung von Wasserstoff in Erdgas durchgeführt. Dabei wurde die Zumischung von bis zu 40 Vol.-% Wasserstoff betrachtet. Es zeigte sich, dass die signifikant verringerte Dichte bei höheren Volumenanteilen an Wasserstoff mit deutlich erhöhten Volumenströmen einhergeht, während mechanische Druckregelventile unbeeinflusst bleiben.

Nun wurde eine Weiterführung des Projekts „Sicherheitskonzept TRGI“ vorgenommen und insbesondere um Einzelkomponenten aus Gasgeräten ergänzt. Die Untersuchungen liefern Informationen über die Anwendbarkeit der Komponenten bis zu 50 % und bis zu 100 % H<sub>2</sub> sowie Maßnahmen zur Anpassung. Komponenten, die für 100 % H<sub>2</sub> ausgelegt sind, wurden mitbetrachtet. Diese Untersuchungen scheinen zwingend notwendig, da von gleichem Druck und einer gleichbleibenden Leistung am Endgerät ausgehend, der zu transportierende Volumenstrom mit steigendem Wasserstoffanteil deutlich steigt.

Im Teilprojekt 3 der Roadmap Gas 2050 wurde am GWI die H<sub>2</sub>-Readiness von Gasströmungswächtern, die Dichtigkeit von Bauteilen und Verbindungen sowie Leckage-Raten und die Leitungsdimensionierung mit Wasserstoffgehalten bis 100 Vol.-% untersucht. Das DBI und das EBI haben Untersuchungen zur Dichtigkeit von Verbindungen (Gewinde- und Presssysteme) sowie das EBI Untersuchungen zur Eignung von Haushaltsgaszählern für wasserstoffhaltige Gase durchgeführt. Es ergab sich folgendes Resümee:

- Die höhere Permeabilität von Wasserstoff verglichen mit Luft oder Methan in Polymeren und Elastomeren konnte anhand von theoretischen Betrachtungen und auch mittels eines 6-monatigen Langzeitversuchs mit reinem Wasserstoff als sicherheitstechnisch unkritisch eingestuft werden und mindestens gleichwertig bzw. sogar besser ausfallen als bei Erdgas oder Flüssiggas.
- Zur Dichtigkeit von Verbindungen kann zusammenfassend die Aussage getroffen werden, dass alle geprüften Verbinder für die Nutzung mit beliebigen Wasserstoffanteilen im Erdgas geeignet sind.
- Bei den Tests an einer Saphir-Düse und Gewinde-Leckage liegen die Leckraten der Gase Stickstoff, Methan, Methan + 20 Vol.-% Wasserstoff und Wasserstoff alle über der mit synthetischer Luft gemessenen Leckrate.
- Das berechnete Schließverhalten von Gasströmungswächtern ergab zudem keine kritischen Wasserstoffzumischraten.
- Für die Beurteilung der Leitungsdimensionierung bei wasserstoffhaltigen Brenngasen wurden Berechnungen für ein Gasgerät mit einer konstant bleibenden Leistung von 30 kW für die Gasleitung in DN 20 für Gasgemische aus Russland Erdgas H und

zugemischtem Wasserstoff von 0 – 100 Vol.-% in 2 %-Schritten erstellt. Es ergab einen sprunghaften Rückgang des Rohrdruckgefälles ab einem Wasserstoffanteil von ca. 86 Vol.-%, was auf das Absinken der Reynoldszahl unter 2300 zurückzuführen ist, da ab dieser Grenze der Rohreiwert nach der Formel für laminare Strömung berechnet wird. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf.

Als Ergebnisse zur Eignung von Haushaltsgaszählern und Haushaltsdruckregelgeräten für wasserstoffhaltige Gase konnte die PTB keine Einschränkung bezüglich des Wasserstoffgehalts sowohl für die untersuchten Balgengaszähler als auch die eingesetzten Gasdruckregelgeräte feststellen

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Wasserstoffverträglichkeit von Materialien in der Gasinstallation.....	2
2.1	Chemische Beständigkeitsbetrachtung von Materialien in der Gasinstallation gegenüber H <sub>2</sub> .....	2
2.2	Permeationseigenschaften von H <sub>2</sub> in verschiedenen Materialien .....	3
2.3	Langzeitverhalten von Elastomeren in Kontakt mit wasserstoffhaltigen Gasen / reinem Wasserstoff.....	6
3	Dichtheit von Verbindungen (Gewinde, Presssysteme) .....	9
3.1	Übersicht .....	9
3.2	Prüfung von Gewinde-, Press- und Schiebehülsenverbindern, Gassteckdosen/-Schlauchleitungen, Press- und Glattrohrverbindern .....	9
3.2.1	Prüflingsübersicht und Versuchsprogramm am EBI .....	9
3.2.2	Prüflingsübersicht und Versuchsprogramm am DBI .....	11
3.2.3	Versuchsergebnisse.....	14
4	Untersuchungen zu Leckage-Raten von Gasleitungen .....	19
4.1	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung am GWI .....	19
4.2	Ergebnisdarstellung der Leckage-Tests.....	22
4.3	Betrachtung von betriebsmäßigen Leckageraten und Leckagemengen im Fehlerfall.....	25
4.4	Leckageraten bei externer Brandeinwirkung.....	28
5	Gasströmungswächter.....	29
5.1	Installationsort und Auswahl von Gasströmungswächtern .....	30
5.2	Druckverluste von Gasströmungswächtern.....	31
5.3	Auswahl der GS.....	32
5.4	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung zum stationären Betrieb von GS am GWI .....	33
5.4.1	Testgase .....	36
5.5	Ergebnisdarstellung der GS-Untersuchungen im stationären Betrieb .....	36
5.5.1	Bestimmung des Druckverlustes bei Nenndurchfluss.....	36
1.1.1	Bestimmung des Schließverhaltens bei stationärem Betrieb .....	41
6	Betrachtung der Leitungsdimensionierung nach DVGW Arbeitsblatt G 600 (TRGI) für hohe Wasserstoffmengen im Erdgas.....	46
6.1	Stand des Wissens.....	46
6.2	Dimensionierung der Leitungsanlage nach TRGI, DVGW Arbeitsblatt G 600 für Wasserstoffanteile bis 100 Vol.-% Wasserstoff.....	46
6.3	Ergebnisdarstellung – Leitungsauslegung zwischen 20 Vol.-% H <sub>2</sub> inklusive 100 % H <sub>2</sub> .....	47
6.4	Detailbetrachtungen für Leitungsanlagen nach G 600 (TRGI) ab 2008/2018 .....	52
6.5	Absperreinrichtung.....	54
7	Wasserstoffwirkung auf die Gaszählung.....	56
7.1	Stand der Forschung und Technik.....	56
7.1.1	Recherche aktueller Forschungsvorhaben .....	56

7.1.2	Gasabrechnung nach DVGW Arbeitsblättern G 685-1 bis -6 .....	57
7.1.3	Gasvolumenstrommessung mittels Gaszähler .....	58
7.1.4	Grundlegendes zur Prüfung von Volumengaszählern.....	62
7.1.5	Zusammenfassung zum Stand der Forschung und Technik .....	64
7.1.5.1	Messgenauigkeit Gaszähler .....	64
7.1.5.2	Größenauswahl Gaszähler (Balgengaszähler) .....	64
7.2	Ergebnisse der Untersuchungen.....	65
7.2.1	Grundlegendes zur Datenauswertung und zum Aufbau der Diagramme .....	65
7.2.2	Der Einfluss der Temperaturkompensation auf die Gaszählung .....	65
7.2.3	Einfluss der inneren Mechanik eines BGZ auf die Gaszählung .....	66
7.2.4	Der Einfluss der Baugröße der BGZ auf die Zählgenauigkeit .....	67
7.2.5	Einfluss der Zumischung von Wasserstoff auf den Volumenstrom .....	68
7.2.6	Untersuchungsergebnisse von Gaszählern verschiedener Typen .....	69
7.3	Zusammenfassung der Erkenntnisse zur Wasserstoffwirkung auf die Gaszählung.....	70
8	Ergebnisse zur Eignung von Haushaltsgaszählern und Haushaltsdruckregelgeräten für wasserstoffhaltige Gase .....	74
9	Zusammenfassung .....	75
10	Literaturverzeichnis .....	78
11	Abbildungsverzeichnis.....	80
12	Tabellenverzeichnis.....	82