avacon

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.

DVGW FORSCHUNG

www.dvgw-forschung.de

Wasserstoff in der Gasinfrastruktur: DVGW/Avacon-Pilotvorhaben mit bis zu 20 Vol.-% Wasserstoff-Einspeisung in Erdgas – H2-20

Kurzfassung

Dr. Holger Dörr
DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT, Karlsruhe
Dipl.-Ing. (FH) Angela Brandes
Avacon Netz GmbH, Salzgitter
Dipl.-Ing. Martin Kronenberger, Dipl.-Ing. (FH) Nils Janßen
Gas- und Wärme-Institut Essen e.V., Essen
Dr.-Ing. Stefan Gehrmann
DVGW e. V., Bonn

gwi Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.

DVGW Forschungsstelle ebi

Herausgeber
DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1-3
53123 Bonn
T +49 228 91885
F +49 228 9188990
info@dvgw.de
www.dvgw.de

Wasserstoff in der Gasinfrastruktur: DVGW/Avacon-Pilotvorhaben mit bis zu 20 Vol.-% Wasserstoff-Einspeisung in Erdgas – H2-20

Kurzfassung

November 2023

DVGW-Förderkennzeichen G 201902

Weitere Förderung durch:

Avacon Netz GmbH

Mit dem Pilotvorhaben H2-20 konnte in der Modellregion Fläming gezeigt werden, dass eine Wasserstoffbeimischung bis zu 20 Vol.-% in einem Bestand mit überwiegend Haushalten und wenig Gewerbe ohne Veränderungen am Gasnetz und an den Gasinstallationen mit den Gasgeräten möglich ist. Das schließt auch den vorgefundenen Wartungszustand der Gasinstallation und vor allem die Einstellung der Gasgeräte ein, die wie im Betrieb mit Erdgas H ohne Wasserstoffbeimischung eingestellt bleiben sollte.

Die Basis für das Pilotvorhaben mit der Beimischung im Bestand war die Analyse zahlreicher Voruntersuchungen (z: B. DVGW-Projekte „Roadmap Gas 2050“, „Sicherheitskonzept TRGI“, EU-Projekt THyGA), im Labor, auf Prüfständen oder in anderen Feldtests wie z. B: dem Vorgängerprojekt in Klanxbüll/Neukirchen mit 10 Vol.-% H_2-Beimischung. Eine weitere Voraussetzung war die Vorauswahl des Netzgebietes durch den Netzbetreiber, um die Beimischung limitierende Gasverwender wie CNG-Tankstellen, Gasturbinen oder industrielle Prozessanlagen ausschließen zu können.

Auf Basis der Voruntersuchungen wurde ein Sicherheits- und Haftungskonzept mit Einzelfallprüfung jeder Gasinstallation mit Gasgerät und einer Gasnetzüberprüfung erstellt, um mögliche Risiken für die Anschlussnehmenden zu minimieren und andererseits das Pilotvorhaben für die weitere Verwertung möglichst umfänglich zu dokumentieren. Mit dem Sicherheits- und Haftungskonzept konnte im Rahmen einer umfangreichen Öffentlichkeitsarbeit eine Teilnahmebereitschaft aller knapp über 340 Anschlussnehmenden erreicht werden. Die Einzelfallprüfung war bei Beginn von H2-20 aufgrund der Unterschreitung des Grenzwerts der relativen Dichte durch die Wasserstoffbeimischung bis 20 Vol.-% gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 von 2013 erforderlich. Die untere Grenze der relativen Dichte kann nach heutigem Kenntnisstand auch durch die Untersuchungen in der „Roadmap Gas 2050, Teilprojekt 3“ oder auch verifiziert in diesem Projekt auf mindestens 0,45 abgesenkt werden. Die Erhebung mit Erdgas und Prüfgas G 222, das 23 Vol.-% H_2 enthält, zeigte sehr wenige und auch im normalen Betrieb mit Erdgas typische Auffälligkeiten im vorgefundenen Bestand, die vor der Beimischung behoben worden sind. Die Abgaswerte mit wasserstoffhaltigen Prüfgas fielen bezüglich CO- und NO_x-Emission insgesamt niedriger und somit besser aus als im Erdgasbetrieb ohne Wasserstoff, siehe die Abbildung 1.

Parallel zur erfolgreichen Ersterhebung wurde eine Einspeiseanlage nahe der Gasdruckregelanlage Schopsdorf in einem 20-ft Container errichtet, die in Abbildung 2 dargestellt ist. Die Einspeiseanlage wurde über H_2-Trailer versorgt, da der Fokus von H2-20 auf der Beimischung und nicht der H_2-Erzeugung lag. Ein mobiler Prozess-Gaschromtograph (PGC) diente zur Gasbeschaffenheitsmessung im Rahmen der fiskalischen Gasabrechnung auch des Mischgases und war zudem in die Sicherheitskette der Einspeiseanlage integriert.

Im Pilotvorhaben wurde die Wasserstoffbeimischung in der ersten Heizsaison 2021/22 stufenartig für je 4 Wochen mit 10, 15 und 20 Vol.-% durchgeführt. Eine Erhöhung auf die nächste Stufe erfolgte immer erst nach positiver Bewertung der Stichproben und der Rückmeldungen aus dem Feld. In der zweiten Heizsaison 2022/23 wurde sie vom 01.11.2022 bis 03.02.2023 sogar dynamisch zwischen 0 bis 20 Vol.-% variiert und belegt durch Stichproben führte dies zu keinen sicherheitstechnischen Auffälligkeiten, die mit der Wasserstoffbeimischung in Zusammenhang stehen könnten. Bei einem der knapp über 350 Gasgeräte trat eine verbrennungsakustische Auffälligkeit auf, die zwar nicht sicherheitsrelevant war, das Projekt jedoch

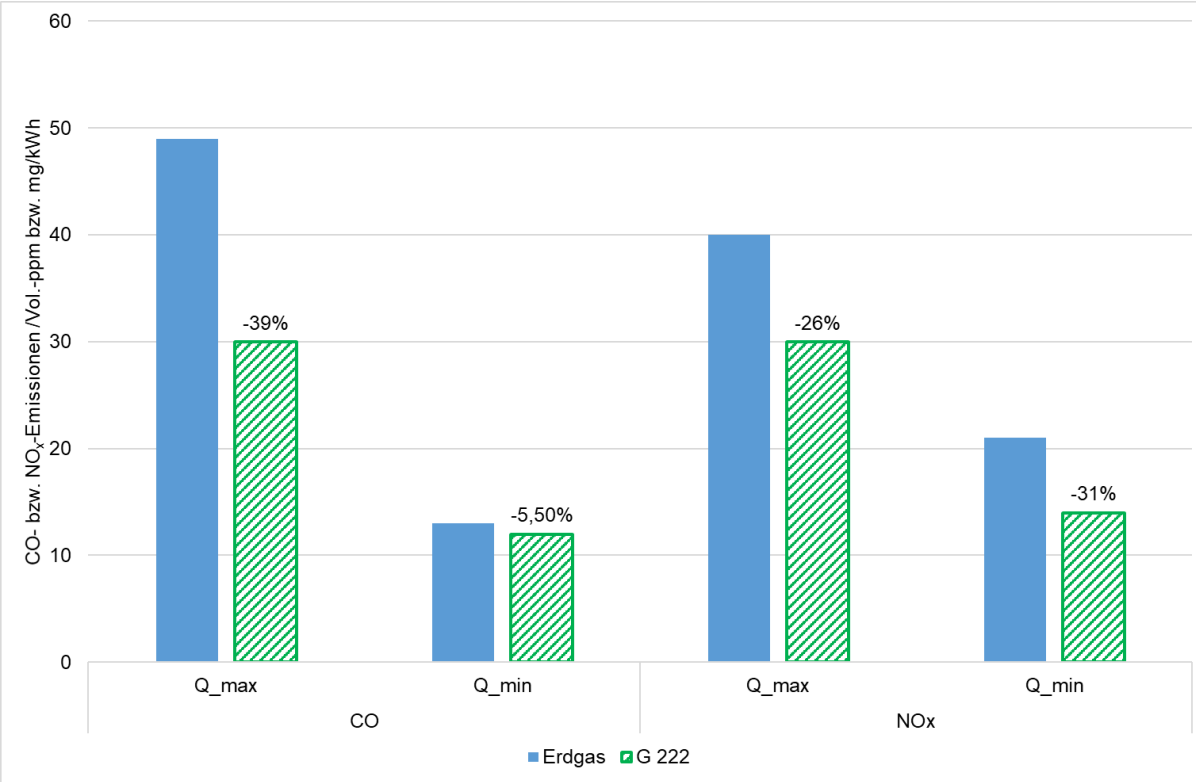


Abbildung 1: Vergleich der CO- und NO_x-Emissionen in Voll- (Q_{max}) und Teillast (Q_{min}) im Erdgas- und Prüfgasbetrieb mit G 222 (23 Vol.-% H_2) bei der Ersterhebung – die H_2-Beimischung bewirkte positive Effekte, indem sie die CO- und NO_x-Emissionen gegenüber Erdgas reduzierte.



Abbildung 2: Einspeiseanlage mit H_2-Trailer, dem 20ft-Container und dem mobilen PGC in Schopsdorf

ließ dieses Gasgerät von 1996 nach der ersten Heizsaison und vor der dynamischen Beimischungsphase austauschen. Mit fast 300 Stichprobenmessungen über alle Beimischphasen in beiden Heizsaisons konnten die einwandfreie Funktion der Gasgeräte und auch die durchweg guten Ergebnisse der Emissionsmessungen nachgewiesen werden. Letztere zeigten den

positiven Effekt der Wasserstoffbeimischung auf die tendenziell reduzierten CO- und NO_x-Emissionen gegenüber dem Betrieb ohne Wasserstoffbeimischung. Die Leckmengenmessungen beim Leitungsgas mit bis zu 20 Vol.-% H_2 zeigten keine erhöhten Leckmengen im Rahmen der Messunsicherheit im Feld gegenüber den Messungen mit Leitungsgas ohne Wasserstoffbeimischung auf, womit die technische Dichtheit der Gasleitungsanlagen und somit die unbeschränkte Gebrauchsfähigkeit auch bei den Stichproben bei der Wasserstoffbeimischung dokumentiert werden konnte. In Zusammenarbeit mit der PTB und dem Landeseichamt Sachsen-Anhalt konnte in der Modellregion Fläming zudem eine fiskalische Gasabrechnung auch während der Beimischung sichergestellt werden.

Kernergebnis des Pilotvorhabens H2-20, der vorhergehenden und begleitenden Untersuchungen auch von Geräten aus der Modellregion Fläming war, dass wie beim normalen Erdgasbetrieb ohne Wasserstoffbeimischung ordnungsgemäß ausgeführte und betriebene Verteilleitungen und Netzanschlüsse sowie ordnungsgemäß installierte und gewartete Leitungen von Gasinstallationen mit den Gasgeräten bis zu 20 Vol.-% H_2-Beimischung keine sicherheitsrelevanten Einschränkungen aufweisen! Die Netzanschlüsse und Gasinstallationen konnten mit den vorhandenen Armaturen wie z. B. den Hauptabsperreinrichtungen, Gasdruckregelgeräten, Gaszählern und soweit vorhanden Gasströmungswächtern ohne jegliche Änderungen am Beimischbetrieb teilnehmen. Es traten keine Auffälligkeiten während der Beimischphasen auf, die Gebrauchsfähigkeit der Innenleitungen war bei den Stichproben wie oben dargestellt positiv geprüft worden. Bei den Gasgeräten sollten die Herstellervorgaben für die Nenneinstellungen bezüglich der Luftzahl- bzw. Düsendruckvorgaben wie im Erdgasbetrieb ohne Wasserstoffbeimischung beibehalten werden, wie es auch bereits in mehreren Gasbeschaffenheitsprojekten des DVGW empfohlen wurde. Hersteller können zudem Geräte für die Beimischung beschränken, was im Rahmen von H2-20 bei 5 atmosphärischen Gasgeräten aufgrund verbrennungstechnischer Fragestellungen erfolgt war. Diese 5 atmosphärischen Gasgeräte wurden nach dem Austausch gegen moderne Brennwertgeräte für Laboruntersuchungen nach Karlsruhe auf die Prüfstände der DVGW-Forschungsstelle am EBI gebracht. Ein sechstes Gerät, ein Wasserheizer, der bei einem Austausch eines der 5 atmosphärischen Gasgeräte mit frei wurde, ging für Prüfstandsuntersuchungen an das GWI in Essen. Die Gasgeräte wurden vor allem bezüglich der Flammenrückschlagsgefahr auch mit dem Prüfgas G 22 mit 35 Vol.-% H_2 in Methan aus dem Zertifizierungsprogramm für 20 Vol.-% H_2-Beimischung und reduzierten Gasdruck untersucht. Für 5 Geräte konnte eine einwandfrei sichere Funktion nachgewiesen werden, das 6. Gasgerät war nach dem Ausbau und dem Transport defekt und konnte nicht mehr vermessen werden. Bei einem Brennwertgerät konnten zudem die Effekte der H_2-Beimischung auf die Brenneroberflächentemperatur und die Ionisationsströme nachgewiesen werden. Positiv im Sinne der Sicherheit und Materialbelastung waren die abnehmenden Temperaturen mit steigender H_2-Konzentration im Teillastbetrieb, was die Abbildung 3 illustriert.

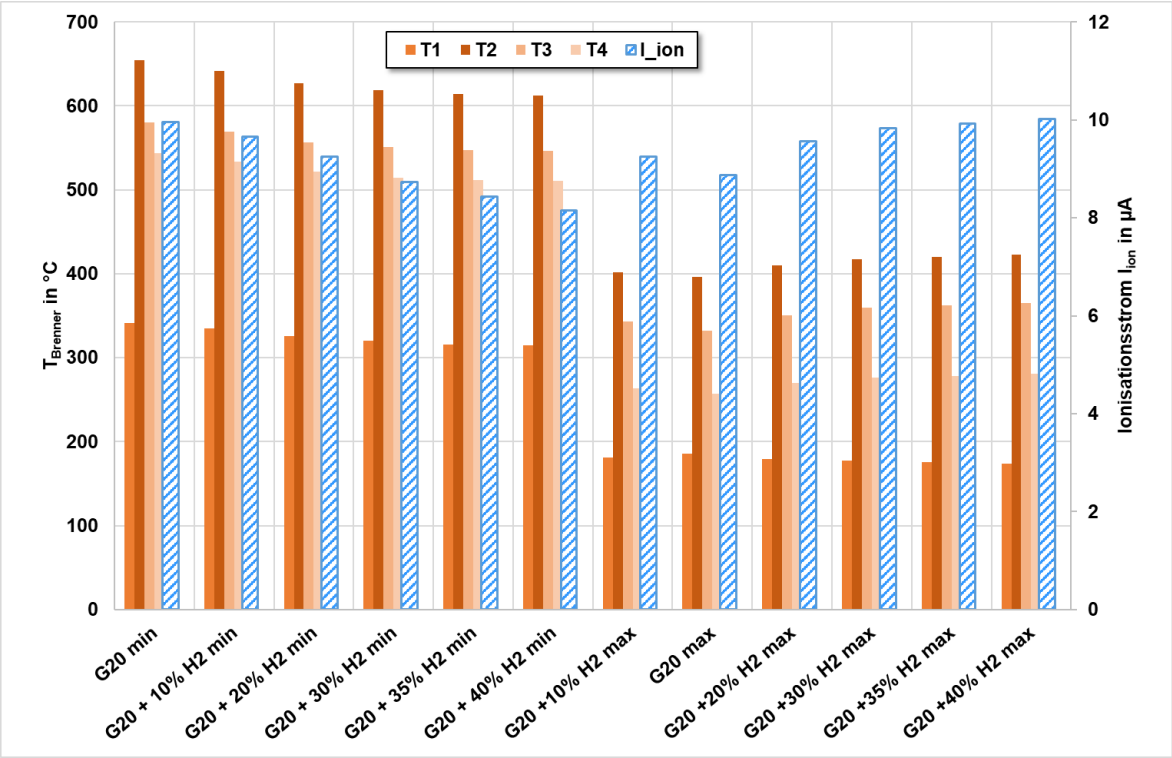


Abbildung 3: Temperaturen an der Brenneroberfläche und Ionisationsströme bei Voll- (max) und Teillast (min) in Abhängigkeit von H_2-Beimischungen zu G 20 (Methan) an einem Brennwertgerät auf dem Prüfstand des EBI

Die Ergebnisse von H2-20 wurden zudem durch die Ergebnisse der deutlich kleineren „Wasserstoff-Insel Öhringen“ flankiert, bei der erfolgreich bis zu 30 Vol.-% H_2 dem Erdgas beigemischt worden sind. Bei weitgehend analoger Methodik an einem ordnungsgemäß gewarteten Bestand zeigte dies, dass die Untersuchungen aus H2-20 für Gasnetze, Gasinstallationen mit Gasgeräten bis mindestens 20 Vol.-% H_2-Beimischung keine Einschränkungen aufzeigen und nicht grenzwertig sind. Für die Gasnetze (bis mindestens Mitteldruckbereich) und Leitungsanlagen der Gasinstallationen kann diese Bewertung mit den Ergebnissen aus den laufenden Untersuchungen aus H2Direkt sogar für die Umstellung auf 100 % H_2 übertragen werden.

Zur Verwertung der Ergebnisse aus H2-20 zusammen mit den erwähnten Wasserstoffprojekten zählen abgeleitete Handlungsempfehlungen für das Regelwerk, um mindestens bei Beibehaltung des Sicherheitsniveaus im Gasfach vor allem den Umsetzungsaufwand für die H_2-Beimischung zu optimieren. Eine zentrale Handlungsempfehlung ist die oben erwähnte Absenkung des unteren Grenzwertes für die relative Dichte auf mindestens 0,45. Weitere Handlungsempfehlungen adressieren regionale Beimischungen wie bei der Netzauswahl der Avacon, um Limitierungen aufgrund sensibler Verbraucher zu vermeiden. Die Eignungseinstufung von Gasgeräten für die Wasserstoffbeimischung wurde als Handlungsempfehlung bereits aufgegriffen und wird in die Anpassungsdatenbank des DVGW implementiert. Die Zugänglichkeit von Informationen über den Bestand für den Netzbetreiber und entsprechende Schulungen des Handwerks runden die Handlungsempfehlungen aus dem Arbeitskreis von H2-20 ab.

Im Rahmen dieses Pilotvorhabens in der Modellregion Fläming konnte somit der Nachweis für diesen Bestand erbracht werden, dass das Gasnetz, die Gasinstallationen mit den Gasgeräten ohne technische Änderungen für 20 Vol.-% H_2-Beimischung geeignet sind. Damit ist die H_2-Beimischung bereits jetzt in vielen vergleichbaren Netzgebieten eine echte Ad-hoc-Maßnahme, um flexibel von 0 bis mindestens 20 Vol.-% erneuerbaren Wasserstoff in das Gasnetz

zu integrieren und, um den CO_2-Fußabdruck von Gas als Energieträger zu reduzieren. Damit kann der Bedarf für lokal stromnetzdienliche Wasserstofferzeugungskapazitäten gefördert werden, um auch die Speicherung der EE zu adressieren bzw. deren Abregelungen zu reduzieren. Letzteres wird umso wichtiger, je stärker der Ausbau von volatiler Windkraft und Photovoltaik voranschreitet. Die sukzessiv aufgebauten Wasserstofferzeugungskapazitäten wären neben der zeitnah umsetzbaren Beimischung auch für die anschließende Umstellung im Rahmen der Wasserstoffstrategie notwendig. Die H_2-Beimischung stellt somit eine Brücke zur Umstellung von Erdgas- auf Wasserstoffnetzen dar, die eine gesicherte Wasserstoffversorgung und entsprechende H_2-Gasgeräte erfordert.