Gas- und Wärme-
Institut Essen e.V.

gwi

H_2-Readiness im Wärmemarkt – wo stehen wir und welche Aufgaben sind noch offen?

Fachtagung „Energie Umwelt Zukunft“ – Fachforum Gas

Leipzig, 29.06.2023

Dr.-Ing. Rolf Albus

Inhalt

Inhalt

- H_2-Kompetenzverbund des DVGW
- DVGW-Regelwerk
- Gasanwendungen und Wasserstoff
  - Einfluss von H_2 auf die 2. Gasfamilie
  - Ergebnisse aus F&E-Projekten des DVGW-Innovationsprogramms H_2
  - Demonstrationsprojekte bei Nutzung von 100 % H_2
- Fazit und Ausblick

H_2-Kompetenzverbund des DVGW

Der H_2-Kompetenzverbund

Aktivitäten zu Wasserstoffthemen

- Forschung und Entwicklung
  - Erzeugung und Aufbereitung
  - Verteilung in Transport- und Verteilnetz
  - Anwendung in der Industrie, im GHD-Bereich und in der Wärmeversorgung
  - Systemischen Fragestellungen
- Beratungsleistungen für Unternehmen

Tätigkeitsfelder des H_2-Kompetenzverbunds

Forschungsthemen
definieren

H_2-Kompetenz
bewerben

Ergebnisse
kommunizieren

Politische Arbeit

H2-
Kompetenzverbund
der deutschen
Energiewirtschaft

Transfer

Betriebliche Exzellenz

- Technisches Regelwerk
- Zertifizierung
- Technisches Sicherheitsmanagement

Aus- und Weiterbildung

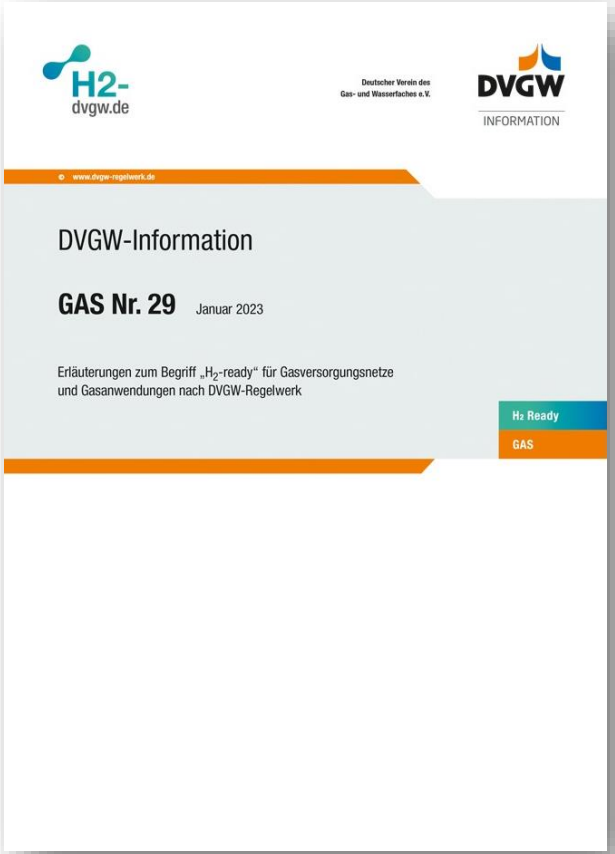
- Berufliche Bildung
- Hochschulen

DVGW-Regelwerk

Gas-Information Nr. 29, Ausgabe Januar 2023

Erläuterungen zum Begriff "H2-ready" für Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk.

- Das zentrale Dokument zur Erläuterung und Information wurde fertiggestellt und veröffentlicht!


H2-
dvgw.de

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.

DVGW
INFORMATION

© www.dvgw-regelwerk.de

DVGW-Information

GAS Nr. 29 Januar 2023

Erläuterungen zum Begriff „H_2-ready" für Gasversorgungsnetze
und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk

H_2 Ready

GAS

Quelle: DVGW, 2023

DVGW Merkblatt G 655 “Leitfaden H_2-Readiness Gasanwendung”

- **Das DVGW Merkblatt G 655 „Leitfaden H_2-Readiness Gasanwendung“ fasst die technischen Hinweise und Anforderungen zusammen, die für Pilot- oder Sonderprojekte gelten**, bei denen Leitungsanlagen sowie Gasanwendungen oder Füllanlagen (Tankstellen) mit wasserstoffreichem Erdgas bis 20 Vol.-% H_2 geplant, errichtet und betrieben werden.

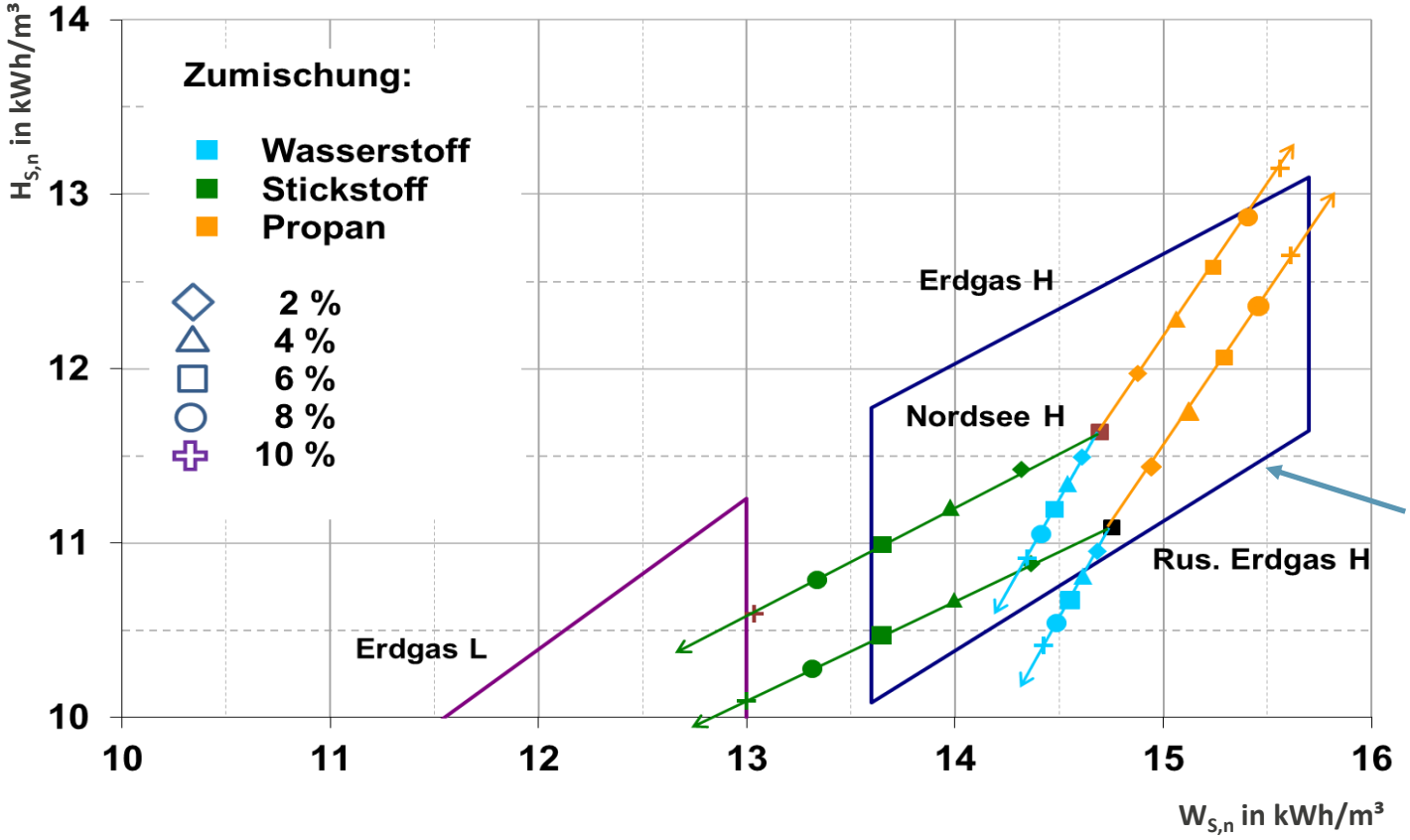
- Es werden die zusätzlich zu den Anforderungen der DVGW-Arbeitsblätter **G 600** (häusliche und gewerbliche Gasleitungen und Gasanwendungen), **G 614-1** (Leitungsanlagen auf Werksgelände / Industrie) und **G 711** (Erdgas-Tankstellen) einzuhaltenden Anforderungen beim Betrieb mit wasserstoffreichem Erdgas bis 20 Vol.-% H_2 angeführt.

Quelle: DVGW, 2022

Gasanwendungen und Wasserstoff

Einfluss von H_2 auf die 2. Gasfamilie

Einfluss von Wasserstoff auf die Vorgaben des Technischen Regelwerks DVGW G 260 „Gasbeschaffenheit“



Gemäß Arbeitsblatt DVGW G 260 „Gas-beschaffenheit“ sind H_2-Anteile bis zu 20 Vol.-% zulässig.

Grenze durch relative Dichte d

Quelle: GWI, 2019

Wasserstoff und Methan | Wichtige Kenngrößen im Vergleich

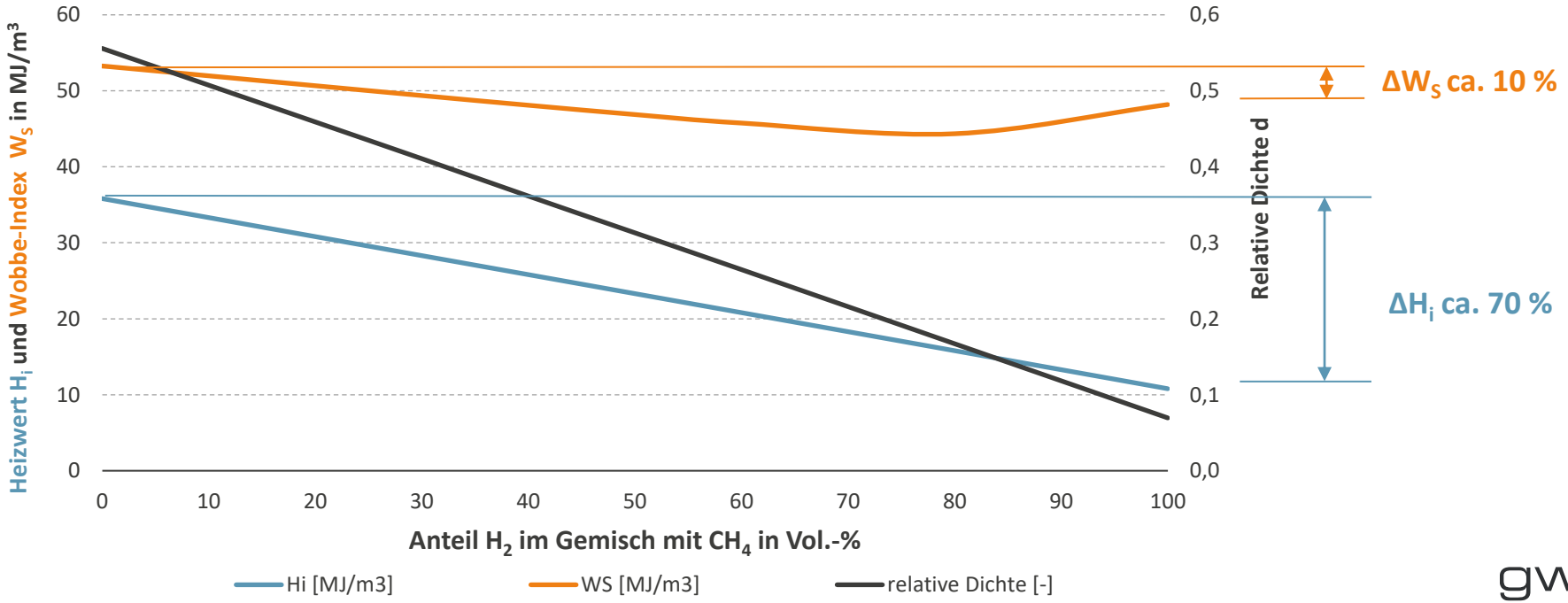
- Wasserstoff ist im Vergleich zu Methan **deutlich reaktionsfreudiger**, vgl. min. Zündenergie, Verbrennungsgeschwindigkeit.
- Für die Gasgerätetechnik stellen sich hierdurch weitere Anforderungen: **Brennerauslegung** (Gemischbildung, Start-/Zündverhalten, Flammenstabilisierung), **Flammenüberwachung** und **Akustik**.

Kenngrößen		Wasserstoff H_2	Methan CH_4
Heizwert massebezogen	kWh/kg	33,3	13,9
Heizwert volumetrisch	kWh/m³	3,0	10,0
Dichte	kg/m³	0,09	0,72
Untere / obere Zündgrenze in Luft	**Vol.-%**	**4 / 75**	**5 / 15**
Minimale Zündenergie (λ = 1)	**mWs**	**0,02**	**0,29**
Verbrennungsgeschwindigkeit in Luft (λ = 1)	**cm/s**	**275**	**43**
Diffusionskoeffizient in Luft	cm²/s	0,61	0,16
Spez. CO_2-Emissionen	g/MJ	0	55

Quelle: GWI, 2020

Einfluss von Wasserstoff auf die kalorischen Kenngrößen: Wobbe-Index und Heizwert

Bei einer Grenzwertbetrachtung von 100 % CH_4 / 0 % H_2 bis 0 % CH_4 / 100 % H_2 weicht der Wobbe-Index um lediglich 10 % ab (wichtiger Kennwert für Gasgeräte im Wärmemarkt), im Heizwert dagegen um ca. 70 % (wichtiger Kennwert z. B. für die Thermoprozesstechnik).



Quelle: GWI, 2022

Gasanwendungen und Wasserstoff

Ergebnisse aus F&E-Projekten des DVGW-Innovationsprogramms H_2

DVGW-F&E-Projekt Roadmap Gas 2050

ROADMAP GAS 2050

Ziel

Ein ganzheitliches, zahlenbasiertes Konzept zur THG-neutralen Nutzung der Gasinfrastruktur und von Gasanwendungen

Hintergrund und Zweck

- Erreichung des 95%-THG-Minderungszieles in 2050 (2045)
- Offene Fragen aus DVGW-Energieimpuls beantworten
- Projekt mit hoher Relevanz für die Regelwerksarbeit
- Grundlage für Strategiediskussion

Eckdaten:

Dauer:	3 Jahre, in 2 Phasen à 18 Monate
Fördersumme:	ca. 2,8 Mio. €
Laufzeit:	07/19 - 09/22
Berichte:	16 Deliverables, Abschlussbroschüre
Koordination:	Dr. Frank Graf
Steuerung:	Dr. Klaus Steiner

DVGW Forschungsstelle ebi

Energie mit Zukunft. Umwelt und Verantwortung. DBI

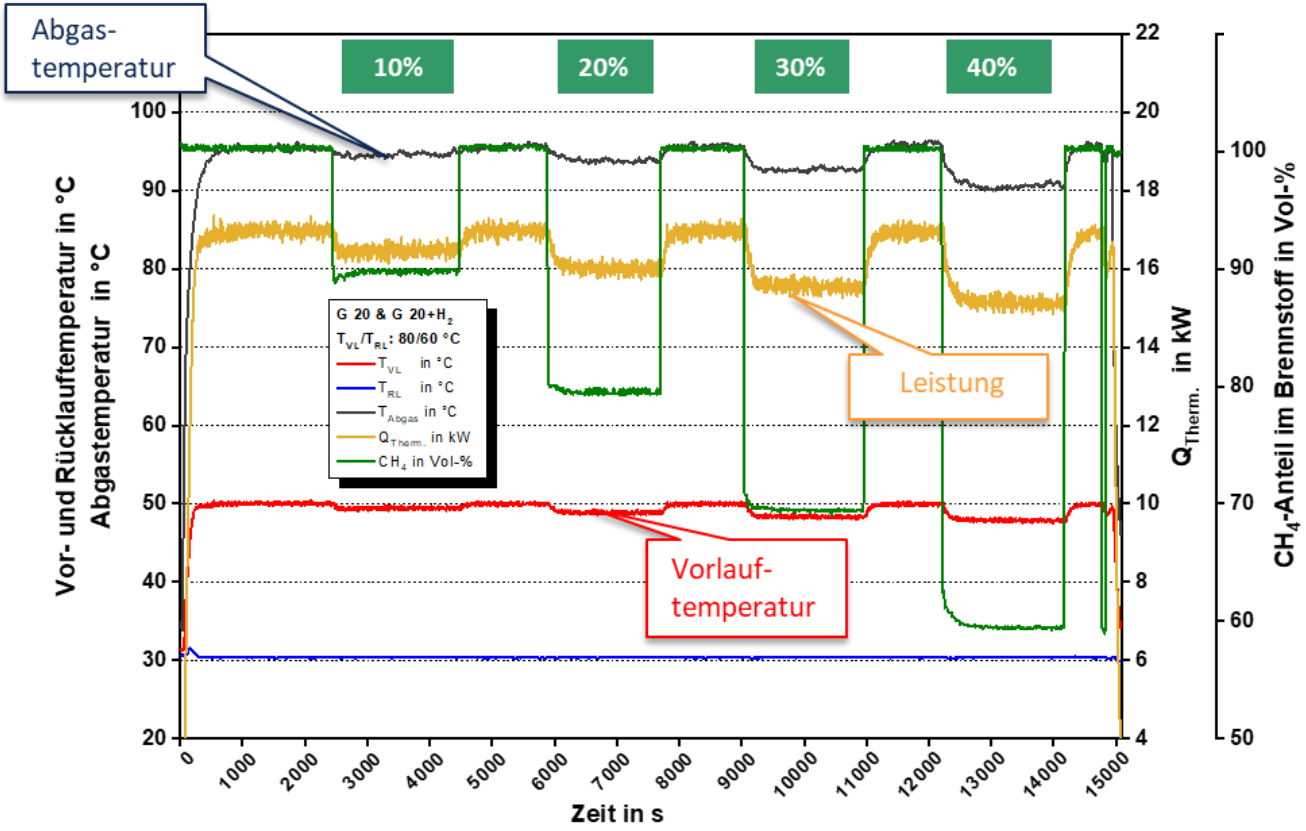
gwi Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.

Fraunhofer ISI

www.roadmap-gas-2050.de

DVGW FORSCHUNG

Ergebnisse einstufiger Kessel



Einstufiger Kessel:

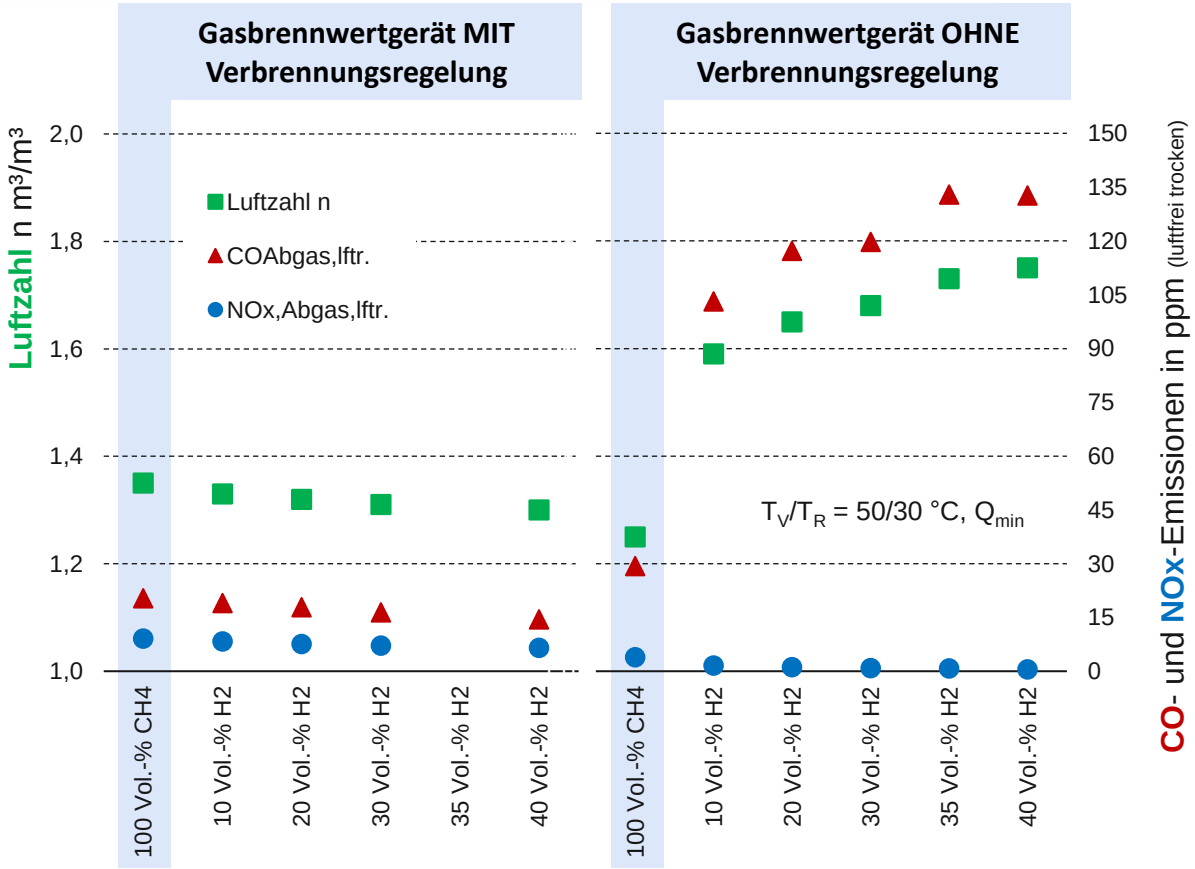
➔ Keine Einschränkungen bei der Betriebssicherheit mit bis zu 40 Vol.-% H_2

- bei schnellem Gaswechsel von G 20 auf das CH_4-/H_2-Gemisch
- bei Unterschreiten der unteren Grenze für die relative Dichte mit d = 0,5 (Untergrenze aktuell d=0,55)

– **Aber ab 30 Vol.-% akustische Effekte.**

Quelle: https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/energieforschung/roadmap-gas-2050, 2022

Einfluss der Verbrennungsregelung auf die Schadstoffemissionen



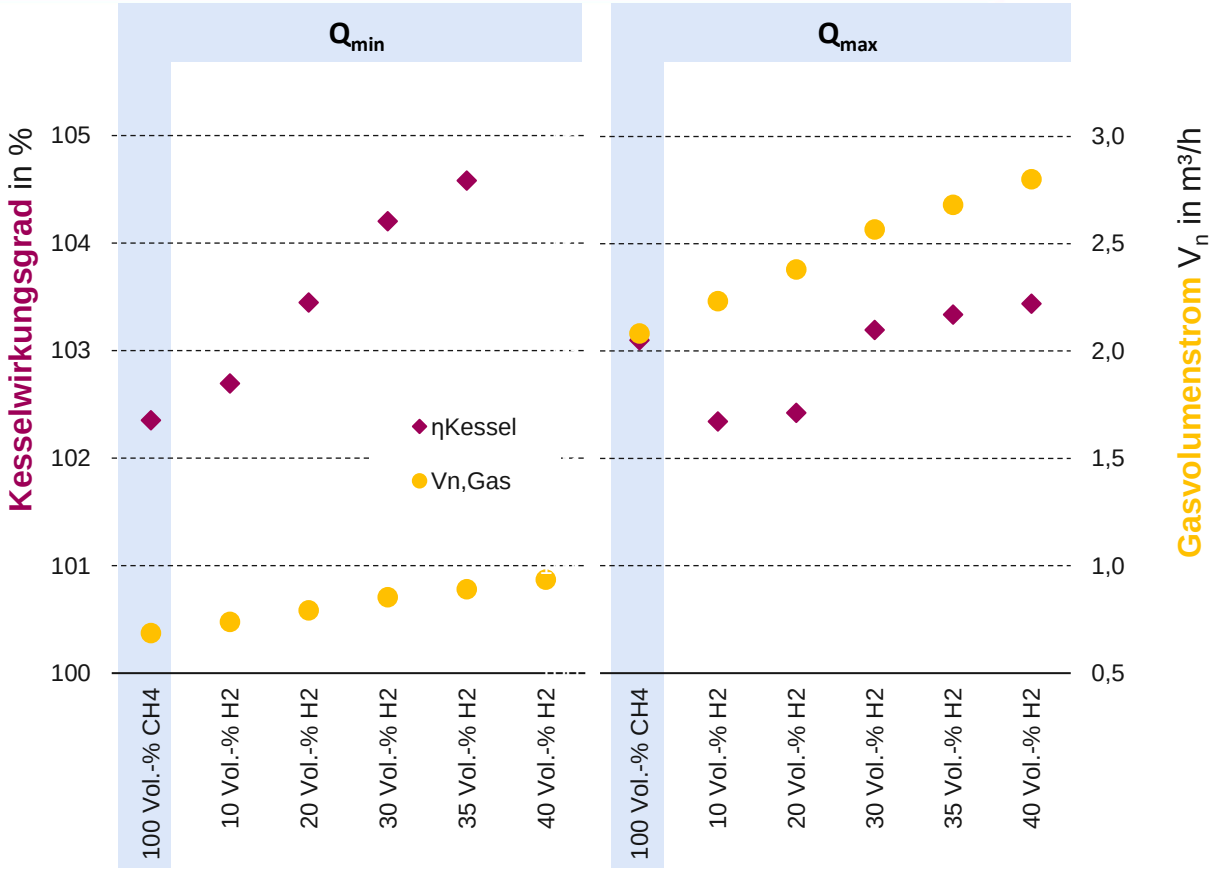
Gasbrennwertgeräte mit und ohne Verbrennungsregelung:

➔ Keine Einschränkungen bei der Betriebssicherheit mit bis zu 40 Vol.-% H_2

– I_{2N}-Gasgeräte mit Verbrennungsregelung:
Bei steigendem H_2-Anteil wird die **Luftzahl** konstant gehalten bzw. ausgeregelt, die Emissionen (**NOx**, **CO**) verbleiben auf niedrigem Niveau.

 Quelle: GWI, 2021

Einfluss der Verbrennungsregelung auf die Effizienz

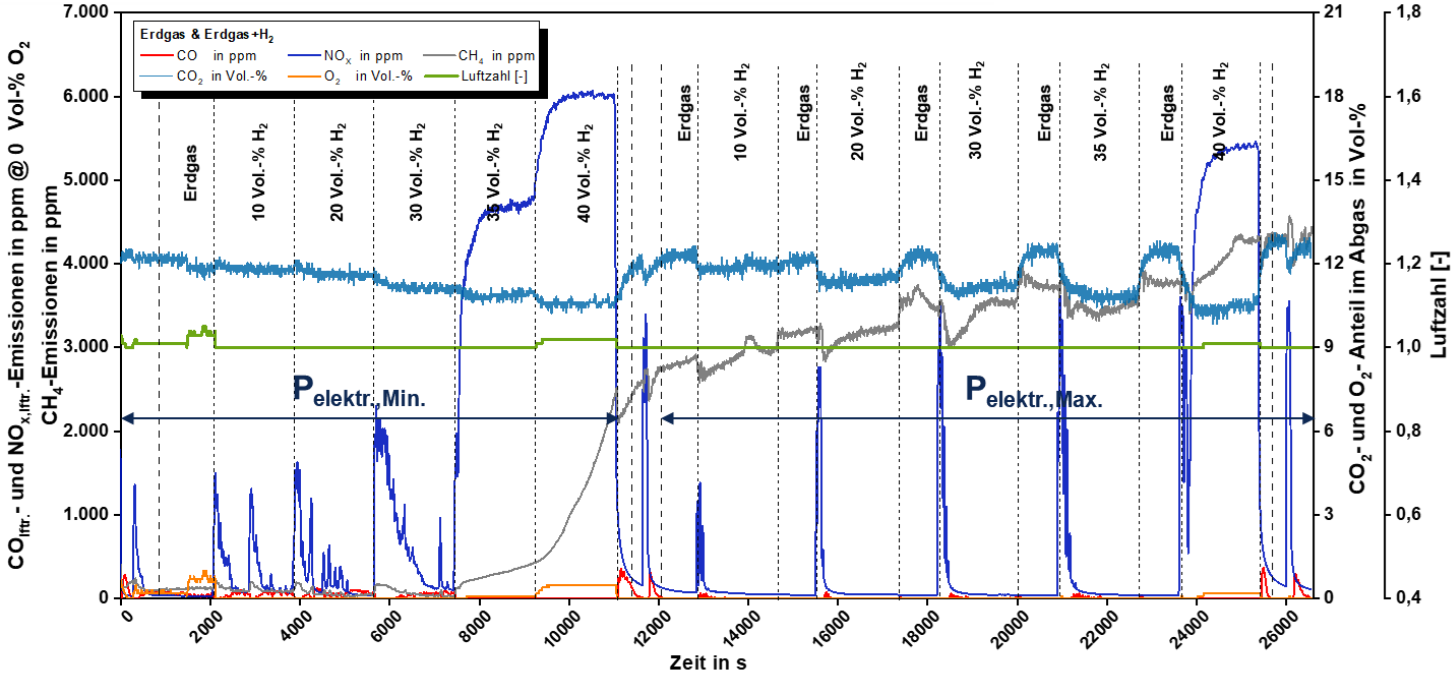


Gasbrennwertgerät mit Verbrennungsregelung:

➔ Keine Einschränkungen bei der Betriebssicherheit mit bis zu 40 Vol.-% H_2

– Im Teillastbereich steigender Wirkungsgrad: Mit höherem H_2-Anteil im Gasgemisch nimmt der Wasserdampfanteil im Abgas zu, dadurch höhere Kondensationsrate.

Testmessung an einem BHKW



Erklärung des Herstellers zu den hohen NO_x und C_xH_y Werten: Bei der Messung wird sichtbar, dass der Dreiwege-Katalysator bei zu hoher H_2-Beimischung aus dem Gleichgewicht gebracht wird. Somit können NO_x und Kohlenwasserstoffe (C_xH_y) nicht mehr reduziert werden, da das notwendige CO zum Abbau fehlt.

Fazit der Laboruntersuchungen

Wesentliche Aussagen:

- Für die Laboruntersuchungen wurden **40 Gasgeräte** unterschiedlicher Kategorien und Brennertypen verwendet. Damit sind die Ergebnisse bezogen auf den Gerätebestand D repräsentativ.
- **Die Nutzung von bis zu 20 Vol.-% H_2 ist mit der vorhandenen Gasgeräte-technik* sowie den Gasinstallationen gemäß DVGW-TRGI im Bestand möglich (Absicherung mit bis zu 40 Vol.-% H_2!).**
- Für Industrie- und Gewerbeanwendungen existieren Kompensationsmaßnahmen B. adaptive Systeme).

** gewartete Geräte in Werkseinstellung*

- Gasanwendungen für den Betrieb mit 100 % H_2 sind zurzeit in der Entwicklung, für Gasinstallationen existieren bereits Lösungen.
- Entsprechende Prüfprogramme für H_2 im Gemisch wurden vom DVGW formuliert und eingeführt.

Quelle: https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/energieforschung/roadmap-gas-2050, 2022

DVGW-Verbundforschungsvorhaben „H2-20“

Projektpartner: Avacon Netz, DVGW-EBI, GWI

Dauer: 3 Jahre

Laufzeit: 01.10.2019 – 30.09.2022

Unterstützende Firmen:

Zielsetzung:

Demonstration der Beimischung von 20 Vol.-% H_2 in ein reales Versorgungsgebiet mit ca. 450 Gasgeräten, um

- Auswirkungen von höheren H_2-Beimischungen auf den Gerätebestand zu erfassen,
- Handlungsempfehlungen für Gasanwendung und Gastransport zu erarbeiten,
- die Realdaten in die Erstellung einer Normungs-Roadmap einfließen zu lassen.

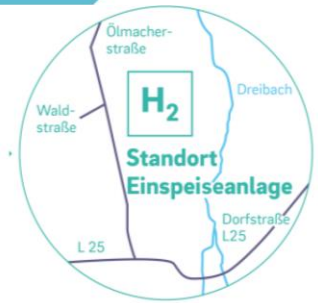
Projekt mit strategischer Relevanz zur Absicherung höherer H_2-Anteile in der Praxis!

DVGW-F&E-Projekt H2-20 | Überblick

Projekt-/Netzgebiet:

Das Projekt/-Netzgebiet der avacon Netz GmbH liegt in Schopsdorf im Jerichower Land, Sachsen-Anhalt:

- Typische Netzstruktur, 35 km PE-Leitung
- Baujahr 1994
- Einseitige Einspeisung
- Angemessene Größe und Kundenzahl (340)



Methodik Gasgerätetests:

1. Beimischung von bis zu 20 Vol.-% H_2 ins Gasnetz bis zu den Endverbrauchern nur **auf Basis positiver Ergebnisse** auf Prüfständen mit bis zu 30 Vol.-% H_2.
2. **Einstufungsuntersuchung** bei der Erhebung mit Prüfgas G 222 (23 Vol.-% H_2 in CH_4).

DVGW FORSCHUNG

DVGW-F&E-Projekt H2-20 | Fakten

Erhebung:

- Über **350 erhobene Gasgeräte**, Durchschnittsalter ca. 13 Jahre
- **30 verschiedene Geräte-hersteller**, TOP 4 mit Anteil von 80 %
- Fünf Gerätetausche seitens Projekt für Laborunter-suchungen und fünf seitens Kunden
- Durchführung umfangreicher Einstufungstests beim Kunden vor Ort, Programm abgestimmt mit den Geräteherstellern

Für Sie in der Region

avacon

Modellregion Fläming in der Praxis

Mit der Erfassung der Kundenanlagen ist das Projekt von Avacon und dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW), dem Gasnetz bis zu 20 Prozent Wasserstoff beizumischen, im Oktober gestartet. Dazu besuchen Mitarbeiter des Gas- und Wärme-Instituts Essen die rund 350 Gaskunden vor Ort, erfassen die Gasanlage und überprüfen deren ordnungsgemäßen Zustand. Zur Erfassung der Anlage werden die Hausabsperrenrichtung, der Gasdruckregler, der Gaszähler und die Gasinstallation aufgenommen und die Gasleitung mittels eines Gasleckortungsgerätes abgesucht. Im nächsten Schritt wird das Gasgerät mit Erdgas bezüglich der Abgaswerte wie bei den turnusgemäßen Überprüfungen durch die Schornsteinfeger vermessen, um einen ordnungsgemäßen Zustand für die nachfolgende Prüfgasbeaufschlagung nachzuweisen. Dazu wird der Gaszähler kurzzeitig demontiert und durch einen Prüfgasadapter ersetzt. Es folgt die obligatorische Dichtheitsprüfung am Adapteranschluss, bevor das Prüfgas bei gleichzeitigen Abgasmessungen auf die Gasgeräte gegeben wird. Während das Gerät mit Prüfgas betrieben wird, werden die Abgaswerte aufgenommen und dokumentiert. Bei dem Prüfgas handelt es sich um ein Gas mit 23 Vol.-% Wasserstoff, mit dem Gasgeräte bei Zulassung geprüft werden.

Die Kunden, die bei der Erfassung und Prüfung zuseihen können, sind oft enttäuscht, dass sich bei der Prüfung mit dem wasserstoffhaltigen Prüfgas nichts erkennbar ändert. Doch beim Blick auf das mitlaufende Abgasmessgerät fallen die niedrigeren Kohlendioxidemissionen im Abgas gegenüber dem Erdgasbetrieb auf. Das ist das Ziel der Wasserstoffeinspeisung, die Kohlendioxidemissionen zu reduzieren. Aber auch die schon niedrigen Kohlenmonoxid- und Stickoxidemissionen fallen nochmals etwas geringer aus.

Nach dem Prüfgasfest wird der Gaszähler wieder an seinen ursprünglichen Platz montiert, verplombt und auf Dichtheit geprüft. Mit dem Erdgas aus dem Leitungsnetz folgt abschließend eine genaue Dichtheitsprüfung der gesamten Gasanlage. Auch der Gerätebetrieb wird mit Erdgas und mit dem Abgasmessgerät nochmals geprüft, um den ursprünglichen vorgefundenen Zustand messtechnisch zu dokumentieren. Am Ende des Besuchs erhalten die Gaskunden einen Qualitätscheck, einen Wartungsgutschein und - wenn erforderlich - eine Mängelkarte.

Eine Mängelkarte war bislang nur bei einem sehr geringen Anteil der erfassten Anlage erforderlich und dient der Sicherheit. Sollten Mängel an gewarteten Gasgeräten festgestellt werden, übernimmt Avacon die Kosten für deren Beseitigung. Nach ungefähr zwei Stunden ist die Erhebung und Prüfung abgeschlossen. Dabei wird keine Veränderung am Gasgerät vorgenommen.

Bislang wurden bereits über 160 Anlagen der 350 Anlagen in der Modellregion erfasst, bis zum Jahreswechsel sollen es gemäß den bereits erfolgten Terminvereinbarungen knapp über 200 sein. Parallel zur Erfassung der Kundenanlagen laufen die technischen Planungen für die Wasserstoffeinspeisung. Die Testphase, in der dem Erdgas bis zu 20 Prozent Wasserstoff beigemischt werden soll, kann nach jetzigem Planungsstand im Herbst 2021 beginnen.

Weitere Informationen zum Projekt unter: avacon-netz.de/pilotprojekt-schopsdorf

Einspeisephase:

- 257 Stichprobenuntersuchungen in den Einspeisephasen bei 10, 15 und 20 Vol.-% H_2
- **Keine sicherheitsrelevanten Auffälligkeiten in allen Einspeisephasen!**
- Nur ein Altgerät zeigte leichte thermoakustische Effekte
- Niedrigere Abgaswerte (v.a. bei NO_x) konnten nachgewiesen werden

DVGW FORSCHUNG

Quelle: Leben in Möckern Loburg – Fläming, 01/2021

DVGW-F&E-Projekt H2-20 | Fazit des Demonstrationsprojekts

- Beimischung von bis zu 20 Vol.-% H_2 zum Erdgas als **reale, flexible** und damit **schnelle** Option, in Bestandsnetzen CO_2-Emissionen einzusparen
- Das Potential erreicht bereits jetzt **-7 % CO_2** in H2-20
- Untersuchungen höherer Beimischungen mit 30 Vol.-% H_2 laufen derzeit – höherer Modernisierungsimpuls als bei 20 Vol.-%
- Kombination mit anderen EE-Gasen – in H2-20 trifft H_2 auf über 50 % Biomethan

➢ Schrittweise Umstellung auf 100 Vol.-% H_2 mit „H_2 ready“-Geräten ab 2025 – umstellbar von Erdgas auf 100 % Wasserstoffbetrieb – investitionssicher für eine sozialverträgliche Wärmewende

➢ **Im Rahmen des F&E-Projekts H2-20 wird erstmals die erfolgreiche Beimischung von bis zu 20 Vol.-% H_2 in ein bestehendes Verteilnetz nachgewiesen. Damit ist die Machbarkeit belegt!**

DVGW FORSCHUNG

Gasanwendungen und Wasserstoff

Demonstrationsprojekte bei Nutzung von 100 % H_2

Das (Fern)-Ziel 100 % H_2 | Demonstrationsprojekte in D

Verschiedene Demonstrationsprojekte zur Nutzung von bis zu 100 % H_2 im Wärmemarkt zeigen zukunftsfähige Handlungsalternativen auf, z. B.:

Energie Südbayern GmbH / Energienetze Bayern GmbH & Co. KG / Thüga AG:

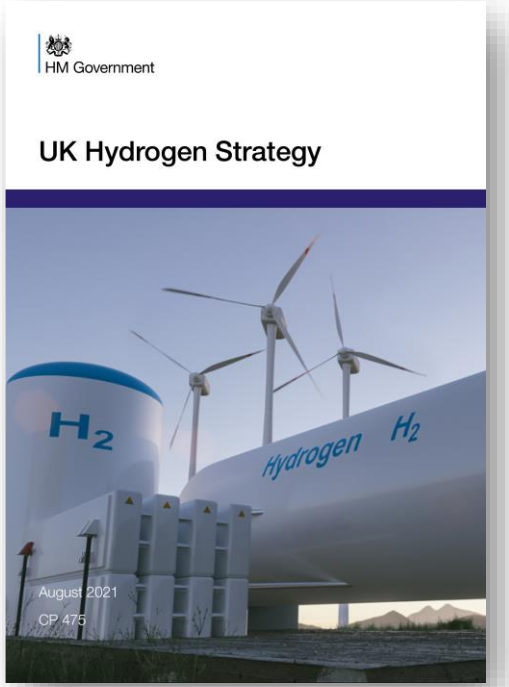
Im Rahmen des **BMBF-Leitprojektes TransHyDe** werden im **Teilprojekt H2Direkt** 10 Hausanschlüsse auf 100 % H_2 umgestellt. Vaillant liefert hierzu neu entwickelte, H_2-taugliche Brennwertgeräte.

https://www.thuega.de/stadtwerke-der-zukunft/newsblog-h2direkt-heizen-mit-100-wasserstoff/

Quelle: BDEW, 2022

Das (Fern)-Ziel 100 % H_2 | Wasserstoffstrategie in UK

Die zukünftige Nutzung von 100 % H_2 im Wärmemarkt wird auch im europäischen Raum auf Machbarkeit / Sicherheit intensiv untersucht. Die Hersteller entwickelten Geräte für diesen Anwendungsfall. Die bisherigen Erfahrungen sind sehr positiv.



Hy4Heat is a programme that explores the potential use of hydrogen gas for heating UK homes and businesses.

"Our mission was to establish if it is technically possible, safe and convenient to replace natural gas (methane) with hydrogen in residential and commercial buildings and gas appliances. This will enable the government to determine whether to proceed to community trial."

https://www.hy4heat.info/

Quelle: https://www.gov.uk/government/publications/uk-hydrogen-strategy, 2023

Fazit und Ausblick

Fazit

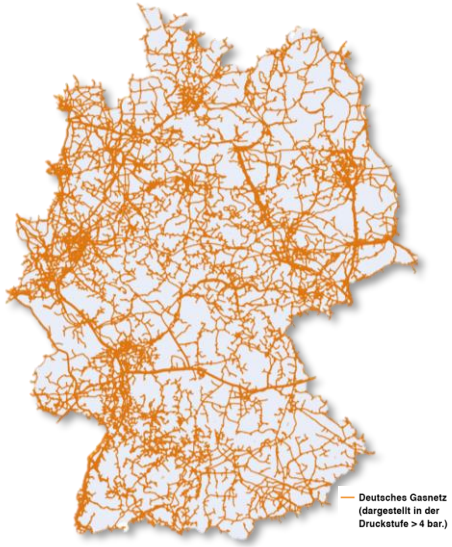
Auf Basis umfassender Laboruntersuchungen (Absicherung bis 40 Vol.-% H_2) und Praxistests kann die Gasanwendungstechnik (Neu- und Bestandsgeräte) mit einem Wasserstoffanteil von bis zu 20 Vol.-% sicher betrieben werden.

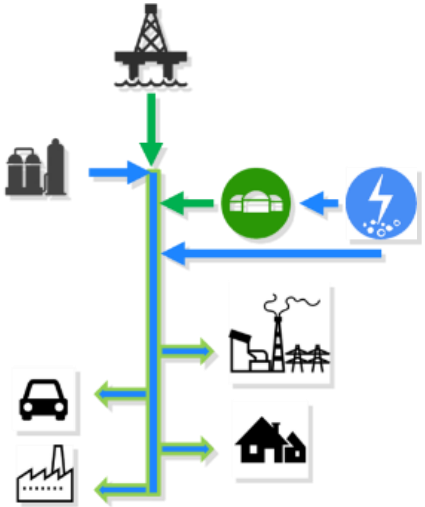
- Das **DVGW-Regelwerk** wurde angepasst und zusätzlich Leitfäden erstellt.
- Das **Zertifizierungsprogramm „20 Vol.-% H_2“ sowie Prüfrahmenbedingungen** wurden veröffentlicht.
- **Anwendungstechnik für den Einsatz mit 100 % Wasserstoff erfordert in der Regel Neukonstruktionen**. Ein Mischbetrieb von 100 % CH_4 bis 100 % H_2 ist nach jetzigem Diskussionsstand technisch nicht umsetzbar.
- Die BDR Thermea Gruppe hat 2020 einen Brennwertkessel für den **Betrieb mit 100 % Wasserstoff** vorgestellt. **Alle Gerätehersteller** beschäftigen sich intensiv mit dem Thema.
- Demonstrationsprojekte für den **Betrieb mit 100 % Wasserstoff** wurden gestartet bzw. sind in der Vorbereitung.
- Die Aktivitäten in UK sind sehr weit fortgeschritten.

Quelle: BDR Thermea, 2020; DVGW, 2022; Worcester und Viessmann, 2023

Ausblick

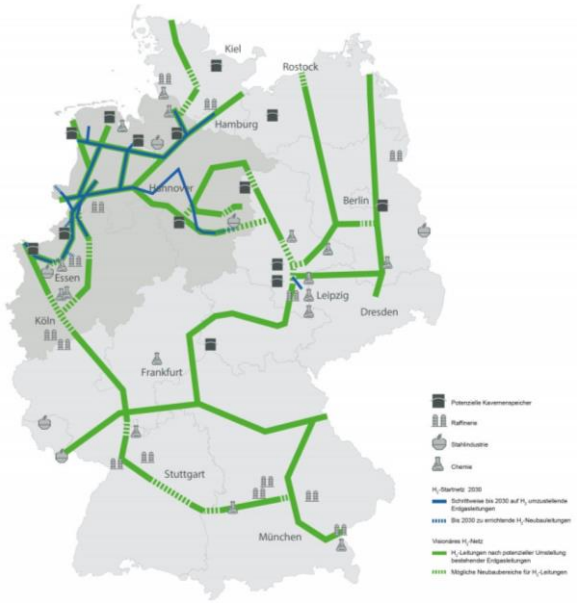
Das Deutsche Gasnetz





Das Nah-Ziel:
H_2-Readiness bis
20 Vol.-% H_2-Zumischung

Strategie der FNB für eine Wasserstoffinfrastruktur



Das (Fern)-Ziel:
100 % H_2

Quelle: DVGW und FNB, 2020

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr.-Ing. Rolf Albus
Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
Hafenstraße 101
45356 Essen, Germany
Tel.: +49 (0) 201 3618 – 100
rolf.albus@gwi-essen.de