

# PORTALGREEN II

November 2025

## Technischer Leitfaden für H<sub>2</sub>-Netzinfrastrukturen



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## AUTOREN

<b>DVGW</b>	Denise Badowsky Nils Keller Paul Platzek Janosch Rommelfanger Isabelle Schaarschmidt Dr. Anne Schnell Andreas Schrader Agnes Schwigon Kai-Uwe Schuhmann Karsten Skorzus Dennis Stark
<b>DBI</b>	Josephine Glandien Daniel Schulz Jens Hüttenrauch
<b>GRS</b>	Clemens Heitsch Dr. Bert Geyer Rainer Wenke Dr. Florian Berchtold

## UNTERSTÜTZUNG DURCH ASSOZIIERTE PARTNER

Avacon Netz GmbH

Epeg Energieplanung

EWE NETZ GmbH

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH

Frank P. Matthes Ingenieurbüro

Thüga Aktiengesellschaft

Westnetz GmbH

## RÜCKMELDUNGEN GERNE AN

### **DVGW**

Josef-Wirmer-Str. 1-3, 53123 Bonn

#### ***Janosch Rommelfanger***

+49 228 9188-625

[janosch.rommelfanger@dvwg.de](mailto:janosch.rommelfanger@dvwg.de)

→ <https://www.dvgw.de>

## WEITERE KONTAKTE

### **DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH**

Karl-Heine-Straße 109/111, 04229 Leipzig

#### ***Josephine Glandien***

+49 341 2457141

[josephine.glandien@dbi-gruppe.de](mailto:josephine.glandien@dbi-gruppe.de)

→ <https://www.dbi-gruppe.de>

### **Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) GmbH**

Schwertnergasse 1, 50667 Köln

#### ***Dr.-Ing. Florian Berchtold***

+49 89 32004450

[florian.berchtold@grs.de](mailto:florian.berchtold@grs.de)

→ <https://www.grs.de>

## **IMPRESSUM**

**DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH** (DBI GUT)

**Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH** (Layout und Satz)

**Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.** (DVGW)

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des BMWFJ unter dem Förderkennzeichen 03EI3078A/B/C gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

**Bildnachweis:** Cover S.1: adobestock/Viks\_jin

**Stand:** November 2025

### Vorwort

Im Rahmen des Verbundvorhabens [PORTAL GREEN II](#) haben die Verbundpartner DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH sowie der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) neue Leitfäden erstellt bzw. bestehende Leitfäden aktualisiert, um den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland zu unterstützen.

Ausgehend von den im Vorgängerprojekt [PORTAL GREEN](#) (Laufzeit bis 2020) entwickelten Leitfäden für die Planung, Genehmigung und den Betrieb von Power-to-Gas (PtG)-Anlagen zur Wasserstofferzeugung, behandeln die neuen Leitfäden aus PORTAL GREEN II den Um- und Ausbau der Gasnetzinfrastuktur – von der Planung und Genehmigung über den Bau bis hin zum Betrieb – für den Wasserstofftransport zur Versorgung der Allgemeinheit. Im November 2025 wurden somit insgesamt fünf Leitfäden veröffentlicht:

- der **Genehmigungsrechtliche Leitfaden** und der **Technische Leitfaden** für Wasserstoff-Netzinfrastrukturen,
- die aktualisierten Versionen des **Genehmigungsrechtlichen Leitfadens** und des **Technischen Leitfadens für PtG-Anlagen** aus PORTAL GREEN, sowie
- der **Leitfaden für Wasserstoffanlagen in der Technischen Gebäudeausrüstung** als Anhang zum Technischen Leitfaden für PtG-Anlagen.

PORTAL GREEN II wurde in der Laufzeit vom 01.01.2023 bis zum 31.12.2025 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) gefördert (Förderkennzeichen: 03EI3078A/B/C). Insbesondere danken wir dem Projektträger Jülich für die unterstützende Projektbegleitung im Auftrag des BMWE.

Ein zentraler Bestandteil bei der Erstellung der Leitfäden war der Austausch mit Akteuren der Wasserstoffwirtschaft. Besonders hervorzuheben sind die assoziierten Partner Avacon Netz GmbH, Epeg Energieplanung, EWE Netz GmbH, Frank P. Matthes Ingenieurbüro, Thüga AG, TÜV Rheinland Industrie Service GmbH und Westnetz GmbH. Darüber hinaus wurden zahlreiche Gespräche und Umfragen mit Vertretern aus Anwaltskanzleien, zugelassenen Überwachungsstellen, Beraterfirmen, Behörden sowie

Gasnetzbetreibern geführt und zwei große Stakeholder-Workshops veranstaltet. Für diese wertvolle Unterstützung bedanken wir uns herzlich.

Die Leitfäden wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Die Verbundpartner von PORTAL GREEN II übernehmen jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit oder Vollständigkeit der Inhalte. Da die Aussagen keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben, können in der Praxis je nach Einzelfall Abweichungen auftreten. Gesetzliche Vorschriften sind stets verbindlich und eine eigenverantwortliche Prüfung bleibt unerlässlich.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>10</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>11</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Anwendungsbereich und Zielgruppe</b> .....	<b>14</b>
1.1 Portal Green I und Portal Green II .....	15
1.2 Zielgruppe, Systemgrenze und Anwendungsbereich .....	15
<b>2 Definitionen und technische Grundlagen</b> .....	<b>18</b>
2.1 Definition H <sub>2</sub> -ready .....	18
2.2 Wichtige Kenngrößen von Wasserstoff und Methan im Vergleich .....	20
2.3 Strömungstechnische Verhältnisse in Gasleitungen und -anlagen .....	22
2.3.1 Druckverluste .....	22
2.3.2 Fließgeschwindigkeit .....	24
2.4 Wasserstoff-Qualität .....	26
<b>3 Regelwerk für H<sub>2</sub>-Infrastrukturen</b> .....	<b>31</b>
3.1 H <sub>2</sub> -Regelwerk des DVGW .....	31
3.2 Normungsroadmap Wasserstofftechnologien .....	34
<b>4 Eignung von Werkstoffen, Rohrleitungen, Komponenten und Infrastrukturanlagen für Wasserstoff</b> .....	<b>37</b>
4.1 Prozessschema zur Prüfung der H <sub>2</sub> -Tauglichkeit .....	37
4.2 H <sub>2</sub> -Tauglichkeit des Gasnetzes .....	39
4.3 H <sub>2</sub> -Datenbank „verifHy“: Wasserstofftauglichkeit der Netzinfrastruktur .....	40
4.4 H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von Werkstoffen .....	43
4.4.1 Rohrleitungsstähle .....	45
4.4.2 Legierte und Unlegierte Stähle .....	49
4.4.3 Edelstähle .....	51
4.4.4 Gusseisen, Stahlguss .....	52
4.4.5 Aluminium und Kupfer, Kupferlegierungen .....	53
4.4.6 Elastomere und Kunststoffe .....	54
4.4.7 nichtmetallische anorganische Werkstoffe .....	57
4.4.8 Fazit zur H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von Werkstoffen .....	57
4.5 Druckprüfung bzw. Dichtheit von Rohrleitungen .....	59
4.6 H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von Gasanlagen und Komponenten .....	61
4.6.1 Absperrarmaturen .....	61

4.6.2	Flanschverbindungen .....	65
4.6.3	Isolierstücke.....	67
4.6.4	Gasströmungswächter .....	68
4.6.5	Wasserstoff-Einspeiseanlagen.....	72
4.6.6	Gasdruckregel- und -Messanlage .....	73
4.6.7	Verdichterstationen.....	76
4.6.8	Prozessgaschromatographen .....	78
4.6.9	Molchsysteme.....	78
4.6.10	Gaszähler .....	79
4.6.11	Gasschlauchleitungen .....	81
4.6.12	Fazit zur H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von Gasanlagen und Komponenten .....	81
4.7	Nachweisverfahren im Vergleich.....	82
4.7.1	Erklärungen des Herstellers.....	82
4.7.2	Gefährdungsbeurteilung bei fehlenden Nachweisen .....	84
4.7.3	Betriebsbewährung.....	85
<b>5</b>	<b>Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von H<sub>2</sub>- Netzinfrastrukturen.....</b>	<b>88</b>
5.1	Planung beim Neubau und Errichtung von H <sub>2</sub> -Netzinfrastrukturen .....	88
5.1.1	Gefährdungsbeurteilung .....	89
5.1.2	Explosionsschutz .....	91
5.1.3	Ausbläser .....	94
5.1.4	Zusätzliche (Sicherheits-)Maßnahmen.....	98
5.1.5	Dokumentation des Gasnetzes .....	99
5.2	Prüfung durch Sachverständige vor Inbetriebnahme und nach prüfungspflichtigen Änderungen .....	102
5.3	Betrieb .....	105
5.3.1	H <sub>2</sub> -ready-Equipment .....	105
5.3.2	Schweißen unter Wasserstoff-Atmosphäre .....	107
5.3.3	Odorierung.....	108
5.3.4	Messung und Abrechnung von Wasserstoff.....	109
5.3.5	Geräusentwicklung .....	115
5.3.6	Befliegung und Begehung.....	116
5.3.7	Schulung Personal.....	117
5.4	Instandhaltung .....	120
5.4.1	Leckage-Erkennung.....	120
5.4.2	Spülen und Inertisieren .....	121
5.4.3	Anbohren und Absperren.....	122
5.4.4	(Absperr-) Blasensetzen .....	123
5.4.5	Abquetschen.....	126
<b>6</b>	<b>Umstellung auf H<sub>2</sub>-Netzinfrastuktur .....</b>	<b>129</b>
6.1	Der Leitfaden zum Gasnetzgebietstransformationsplan .....	129
6.1.1	Phase I: Basisprognose und Kundenanalyse .....	130

6.1.2	Phase II: GTP-Entwurf und Rückmeldung .....	131
6.1.3	Phase III: Regionale Abstimmung .....	131
6.1.4	Phase IV: Abgabe der Langfristprognose 2.0 (LFP 2.0) und Beginn des Regionalen Transformationsplans (RTP) .....	131
6.2	Vorbereitende Analysen und Transformationsplanung .....	132
6.2.1	Einspeiseanalyse .....	133
6.2.2	Kundenanalyse .....	134
6.2.3	Kapazitätsanalyse .....	135
6.2.4	Netz- und Technikanalyse .....	135
6.3	Umstellungskonzeption .....	139
6.4	Detailbetrachtung der Umstellung eines Umstellbezirks auf Wasserstoff .....	140
6.4.1	Umstellung der Leitungen mit indirekter Spülung: Erdgas – Stickstoff – Wasserstoff .....	141
6.4.2	Umstellung der Leitungen mit direkter Spülung: Erdgas - Wasserstoff ...	148
6.4.3	Umstellung der Leitungen des vorgelagerten Hochdruck-Verteilnetzes .	152
6.5	Zeitplan für die Umstellung .....	153
6.6	Gesamtprozess der Umstellung .....	154
<b>7</b>	<b>Erfahrungen aus Praxisprojekten .....</b>	<b>159</b>
7.1	Tipps und Best Practices von Erfahrungsträgern .....	159
7.1.1	Strategische Planung und Organisation .....	160
7.1.2	Standortwahl .....	160
7.1.3	Infrastruktur und Technik .....	161
7.1.4	Sicherheit und Betrieb .....	162
7.1.5	Kommunikation und Stakeholdermanagement .....	163
7.2	Wasserstoff-Kernnetz .....	163
7.3	Die interaktive H <sub>2</sub> -Einspeiselandkarte gesicherter Projekte .....	165
7.4	Wasserstoff-Einspeiseprojekte und Umstellprojekte .....	168
7.4.1	Clean Hydrogen Coastline .....	168
7.4.2	GET H2 Nukleus .....	169
7.4.3	Energiepark Bad Lauchstädt .....	171
7.4.4	HH-WIN .....	172
7.4.5	H2-SWITCH100 .....	174
7.4.6	H2Direkt .....	175
7.4.7	H2HoWi .....	178
7.5	Internationale Projekte und Initiativen .....	180
7.5.1	Ready4H2 Initiative .....	180
7.5.2	Wasserstoff Pilotprojekt in Lochem Niederlande .....	181
7.5.3	H100 Fife Schottland .....	182
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse .....</b>	<b>183</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>184</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AQG	Abquetschgrad
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BIS	Betriebsmittelinformationssystem
BNetzA	Bundesnetzagentur
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i> (numerische Strömungsmechanik)
DAkKS	Deutsche Akkreditierungsstelle
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DN	Nennweite
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ESD	Elektrostatische Entladung
FBETEM	Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
FID	Final Investment Decision
FNB	Fernleitungsnetzbetreiber
FNB Gas	Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V.
GasHDrLtgV	Gashochdruckleitungsverordnung
GDRÄ	Gasdruckregelanlagen
GDRMA	Gasdruckregelmessanlage
GIS	Geoinformationssystem
GTP	Gasnetzgebietstransformationsplan
GWl	Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
HAZOP	<i>Hazard and Operability Study</i> (Gefahren- und Betriebsanalyse)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KKS	Kathodischer Korrosionsschutz
LFP	Langfristprognose
MDA-Blase	Mehrdimensions-Gas-Absperrblase
MDS-Blase	multidimensionale Sperrblase
MessEG	Mess- und Eichgesetz
MessEV	Mess- und Eichverordnung
MOK	Mindest-Odoriermittelkonzentrationen
MOP	<i>Maximum Operating Pressure</i> (maximaler Betriebsdruck)
OGE	Open Grid Europe GmbH
PA	Polyamid
PE	Polyethylen
PGC	Prozessgaschromatograph
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
PtG	Power to Gas
PVC	Polyvinylchlorid
RLM	Registrierende Leistungsmessung
RTP	Regionaler Transformationsplan
SES	Schweiß eigenspannung
SLP	Standardlastprofil
THT	Tetrahydrothiophen
TRBS	Technische Regel für Betriebssicherheit
TRGS	Technische Regel für Gefahrstoffe
TSM	Technisches Sicherheitsmanagement
VKU	Verband kommunaler Unternehmen
VLW	Vollastwechsel
VNB	Verteilnetzbetreiber

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1-1: Systemgrenzen des Projektes Portal Green II.....	16
Abbildung 2-1: Ebenen zur Anwendung des Begriffs "H <sub>2</sub> -ready" .....	19
Abbildung 2-2: Verhältnis der Druckverluste in der Leitung in Abhängigkeit des Wasserstoffanteils im Grundgas (Erdgas).....	23
Abbildung 2-3: Veränderung der Fließgeschwindigkeit in Abhängigkeit des Wasserstoffanteils im Grundgas (Erdgas).....	24
Abbildung 3-1: Anzahl der Handlungsempfehlungen der Normungsroadmap Wasserstoff nach Sektoren.....	35
Abbildung 3-2: Reifegrad des technischen Regelwerks für Wasserstofftechnologien (Auswahl für Portal Green II).....	36
Abbildung 4-1: Prozessschema zur Prüfung und Nachweiserbringung der H <sub>2</sub> -Tauglichkeit .....	38
Abbildung 4-2: Datenbankabfrage verifHy (Quelle: DVGW Service & Consult) .....	41
Abbildung 4-3: Prozentuale Verteilung der Materialien im deutschen Gasverteilnetz.....	45
Abbildung 4-4: Berechnete und gemessene Volumenströme für GS DN25 2,5.....	70
Abbildung 4-5: gemessene Schließvolumenströme im stationären Betrieb (Mittelwert von drei Messwerten) .....	71
Abbildung 4-6: Einsatzbereiche verschiedener Verdichterbauarten .....	76
Abbildung 4-7: Herstellerbescheinigungen und -erklärungen sowie Betreiberprüfungen [DVGW-Merkblatt G 221].....	84
Abbildung 5-1: Versuchsaufbau zur vertikalen Freisetzung von H <sub>2</sub> durch Ausbläser .....	95
Abbildung 5-2: Lambda-Ausbläser gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 442.....	96
Abbildung 5-3: Flammendetektion mittels IR-Kamera .....	98
Abbildung 5-4: Skizze Absperrvorrichtung .....	123
Abbildung 5-5: Skizze Einzelblasensetzgerät (oben) Doppelblasensetzgerät (unten) [DVGW-Prüfgrundlage G 5620-1].....	124
Abbildung 5-6: Schleichgasmengen beim Blasensetzen [DVGW- Forschungsprojekt G 201726].....	125

Abbildung 5-7: Skizze einer Abquetschvorrichtung (links) Rundungsklemmen zur Rückrundung (rechts) .....	126
Abbildung 5-8: Schleichgas an dem abgequetschten PEx 100 Rohr.....	128
Abbildung 6-1: Transformationsplanung zur Umstellung eines Netzgebiets auf H <sub>2</sub> nach dem GTP-Leitfaden 2024 .....	132
Abbildung 6-2: Prozessschema zur netzhydraulischen Analyse: Zielnetzplanung.....	138
Abbildung 6-3: Beispiel-Umstellbezirk .....	141
Abbildung 6-4: Legende für die Beschreibung der Umstellung der Leitungen .....	141
Abbildung 6-5: Aufteilung Hochdruck-Verteilnetz .....	152
Abbildung 6-6: Gesamtprozess der Umstellung .....	155
Abbildung 6-7: Umstellprozess Gasverteilnetze .....	157
Abbildung 7-1: Wasserstoff-Kernnetz gem. Genehmigung vom 22.10.2024 [FNB Gas].....	164
Abbildung 7-2: Interaktive H <sub>2</sub> -Einspeisekarte (11/2025): <a href="http://www.h2-einspeisung.de">www.h2-einspeisung.de</a> .....	166
Abbildung 7-3: Schaubild von Clean Hydrogen Coastline .....	169
Abbildung 7-4: Schaubild von GET H <sub>2</sub> Nukleus .....	170
Abbildung 7-5: Energiepark Bad Lauchstädt .....	172
Abbildung 7-6: Schaubild Hamburger Wasserstoff-Industrie-Netz.....	173
Abbildung 7-7 Schaubild H <sub>2</sub> -SWITCH100.....	175
Abbildung 7-8: Schaubild von H <sub>2</sub> Direkt.....	177
Abbildung 7-9: Schaubild des umgestellten Verteilnetzabschnitts in Holzwickede ....	179
Abbildung 7-10: Schaubild von H100 Fife project.....	182

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 2-1: Stoffliche Kennwerte von Wasserstoff und Methan. ....	21
Tabelle 2-2: Grenzwerte für Gasbestandteile und -begleitstoffe der 5. Gasfamilie .....	27
Tabelle 4-1: Übersicht über die Wasserstofftauglichkeit der Werkstoffe .....	39
Tabelle 4-2: Übersicht über die Wasserstofftauglichkeit der Komponenten der Gasinfrastruktur .....	40
Tabelle 4-3: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von legierten Stählen .....	49
Tabelle 4-4: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von unlegierten Stählen .....	50
Tabelle 4-5: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit der untersuchten Edelstähle .....	51
Tabelle 4-6: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von Gusseisen und Stahlguss .....	52
Tabelle 4-7: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von Kupfer und Kupferlegierungen .....	54
Tabelle 4-8: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von Elastomeren .....	55
Tabelle 4-9: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit verschiedener Kunststoffe .....	56
Tabelle 4-10: H <sub>2</sub> -Tauglichkeit von nichtmetallischen anorganischen Werkstoffen .....	57
Tabelle 4-11: Untersuchte Dichtungstypen des Projektes DiFla-H <sub>2</sub> .....	66
Tabelle 4-12: Berechnete Parameter und Auswirkungen durch Verwendung von H <sub>2</sub> im Projekt GDRM-Betriebsgrenzen .....	75
Tabelle 5-1: Gaskennwerte Wasserstoff – Methan (G 221, Anhang A) .....	92
Tabelle 5-2: Erfordernis Gasbeschaffenheitsmessung zur Bestimmung des Normvolumens [DVGW-Information Gas Nr. 32].....	112
Tabelle 5-3: Zu überwachende Gasbegleitstoffe je nach Erzeugungsverfahren oder Netzkopplungspunkt [DVGW-Arbeitsblatt G 482 (Entwurf)].....	114
Tabelle 7-1: Liste von relevanten H <sub>2</sub> -Einspeiseprojekten (www.h2-einspeisung.de) .....	167

### 1 Anwendungsbereich und Zielgruppe

„Es ist vorstellbar, dass bei einer schrittweisen Einführung von Wasserstoff auf dem Gasmarkt im Verlaufe des nächsten Jahrhunderts das vorhandene Transportsystem zunächst zum Transport eines Erdgas-Wasserstoff-Gemisches eingesetzt wird – um langfristig, nach Jahrzehnten der Übergangsphase, mit reinem Wasserstoffgas beaufschlagt zu werden.“<sup>1</sup>

Diese Prognose aus einer Veröffentlichung der DECHEMA im Jahr 1986 unter dem Kapitel Transport- und Verteilungsleitungen beschreibt rund 40 Jahre später den heutigen Status der Entwicklungen sehr gut. Diese sind im Portal Green II-Bericht zur Entwicklung der H<sub>2</sub>-Infrastrukturen sehr umfangreich dargestellt.<sup>2</sup> Die Übergangsphase ist offensichtlich gestartet. Dieser Leitfaden bezieht sich dabei auf den reinen Wasserstoffbetrieb und nicht auf die Beimischung von Wasserstoff zu Erdgas. In den letzten zehn Jahren gab es signifikante Fortschritte, beispielsweise beim Nachweis der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von typischerweise im Erdgasnetz verbauten Werkstoffen. Gleichzeitig stellen die ersten Gasnetzbetreiber Teile ihrer Netze um und errichten neue H<sub>2</sub>-Infrastrukturen, um das H<sub>2</sub>-Kernnetz umzusetzen.

Dieser Leitfaden fasst Erfahrungswerte und den aktuellen Stand der technischen Untersuchungen im Verantwortungsbereich der Gasnetzbetreiber zusammen und soll allen Beteiligten in der Übergangsphase ins Wasserstoffzeitalter als Hilfestellung dienen.

---

<sup>1</sup> Behrens, D. (Hg.) (1986): Wasserstofftechnologie. Perspektiven für Forschung und Entwicklung. Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Chemische Technik und Biotechnologie; Dechema; Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen. Frankfurt am Main: DECHEMA (DECHEMA-Studien zur Forschung und Entwicklung).

<sup>2</sup> Glandien, J. et al. (2023): Entwicklung von Wasserstoff-Netzinfrastrukturen in Deutschland bis 2030. Teilprojekt 1 - Portal Green II. Online verfügbar unter <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/portalgreen2-bericht-tp1.pdf>, zuletzt geprüft am 20.10.2025.

### 1.1 Portal Green I und Portal Green II

Während [Portal Green I](#) den Bereich der Erzeugung durch PtG-Anlagen umfasste, handelt der vorliegende Leitfaden von technischen Aspekten der Gastransport- und Verteilnetzinfrastuktur. Die Leitfrage lautet dabei:

Welche sicherheitstechnischen Maßnahmen sind aufgrund der existierenden Regelwerke und vorhandenen Praxiserfahrung bei Planung, Bau, Umstellung und Betrieb der H<sub>2</sub>-Infrastruktur anders als bei Erdgas?

Einzig die 5. Gasfamilie, also Wasserstoff mit einem Mindestgehalt von 98% nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 ist Gegenstand dieser Ausarbeitung.<sup>3</sup> Die methanreichen Gase der 2. Gasfamilie bzw. Wasserstoff/Methangemische mit bis zu 20% H<sub>2</sub> werden hingegen auf Wunsch des Projektträgers nicht behandelt.

Es wird auf den aktuellen Stand in Wissenschaft und Technik eingegangen, der aus dem Unterschied zwischen dem Erdgas- und Wasserstoffnetz-Betrieb resultiert. Den wesentlichen Beitrag leisten Arbeitsblätter, Merkblätter und Informationen des DVGW, die den Geltungsbereich des Betreibers berühren. Sie werden mit Erkenntnissen aus Forschungsprojekten und Erfahrungen aus Pilotprojekten verknüpft.

### 1.2 Zielgruppe, Systemgrenze und Anwendungsbereich

Im Mittelpunkt des Leitfadens steht die praxisnahe Unterstützung der Leitungsnetzbetreiber, die sich mit der Planung, dem Bau bzw. der Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff und dem Betrieb eines Wasserstoffnetzes konfrontiert sehen. Der Leitfaden bietet eine Einstiegshilfe in die Thematik.

Der Leitfaden fokussiert auf Gasverteilernetze mit Drücken bis 16 bar, die in Zukunft mit Wasserstoff betrieben, zu Wasserstoffnetzen werden. Betreiber von Gasverteilernetzen mit höheren Drücken (> 16 bar) im Sinne von § 3 Nr. 20 EnWG<sup>4</sup> sowie von Fernleitungsnetzen können ebenfalls von den Inhalten profitieren. Zudem sind Planungsbüros und andere Dienstleister bei der Projektierung involviert, denen hier ein Überblick der

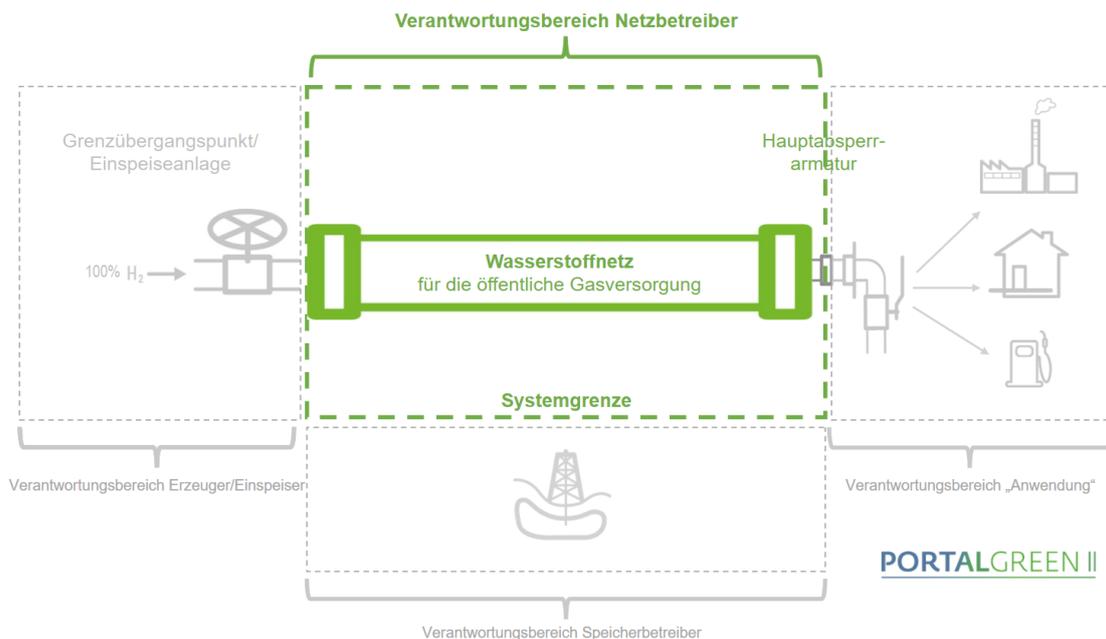
---

<sup>3</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit.

<sup>4</sup> Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG).

relevanten Themenstellungen und Hinweise auf weitergehende Informationsquellen geboten wird.

Dieser Leitfaden bezieht sich auf den Verantwortungsbereich von Gasnetzbetreibern sowie Betreibern von Wasserstoffnetzen gemäß § 3 Nr. 10b EnWG.<sup>5</sup> Technische Anforderungen bei Anschlussnutzern und -nehmern – einschließlich Wasserstoffeinspeisern – werden im Rahmen dieses Leitfadens nicht betrachtet. Abbildung 1-1 zeigt die genauen Systemgrenzen des Projektes.



**Abbildung 1-1: Systemgrenzen des Projektes Portal Green II**

Details zu industriellen, häuslichen oder mobilen Wasserstoff-Anwendungen, welche im Verantwortungsbereich des Nutzers/Kunden liegen, sind nicht Gegenstand des Leitfadens und können dem DVGW-Merkblatt G 655<sup>6</sup> entnommen werden.

Für den Bereich der Gasspeicher sei auf das Forschungsprojekt „H<sub>2</sub>-UGS: Begleitforschung zur Eignung von Salzkavernen Untergrundgasspeichern zur geologischen

<sup>5</sup> ebd.

<sup>6</sup> DVGW-Merkblatt G 655: Leitfaden H<sub>2</sub>-Ready Gasanwendungen.

Speicherung von Wasserstoff aus fluktuierenden, regenerativen Quellen<sup>7</sup> hingewiesen, das innerhalb der HYPOS-Initiative umgesetzt wurde. HYPOS ist eines von zehn ost-deutschen Projekten, die im Rahmen des Programms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ durch das Bundesministerium für Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) gefördert werden.

In dem zuvor genannten Verbundvorhaben haben sich neun Projektpartner und drei assoziierte Partner zusammengeschlossen, die die Speicherung von Wasserstoff in Kavernen zwischen September 2018 und Februar 2022 aus unterschiedlichsten Perspektiven umfassend analysiert, untersucht und bewertet haben. Die Forschungsergebnisse sind im Leitfaden „Planung, Genehmigung und Betrieb von Wasserstoff-Kavernenspeichern“ zusammengefasst und unter [www.h2ugs.de](http://www.h2ugs.de) abrufbar.

---

<sup>7</sup> Rockmann, R. et al. (2022): H<sub>2</sub>-UGS: Begleitforschung zur Eignung von Salzkavernen-Untergrundgas-speichern zur geologischen Speicherung von Wasserstoff aus fluktuierenden, regenerativen Quellen. Hg. v. HYPOS. Online verfügbar unter <https://www.h2ugs.de/>, zuletzt aktualisiert am 21.10.2025.

## 2 Definitionen und technische Grundlagen

Die Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff als Energieträger stellt die Gasinfrastruktur vor neue technische Herausforderungen. Um diese sicher und effizient zu bewältigen, ist ein grundlegendes Verständnis der physikalischen, chemischen und strömungstechnischen Eigenschaften von Wasserstoff unerlässlich. Kapitel 2 bietet daher eine systematische Einführung in die relevanten Definitionen und technischen Grundlagen, die für Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von H<sub>2</sub>-Netzinfrastrukturen entscheidend sind.

Im Fokus stehen zunächst die Begriffsbestimmung von „H<sub>2</sub>-ready“ gemäß DVGW-Regelwerk sowie der Vergleich zentraler Kenngrößen von Wasserstoff und Methan. Darauf aufbauend werden die Auswirkungen dieser Unterschiede auf die Auslegung und den Betrieb von Gasleitungen und -anlagen erläutert. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Strömungsmechanik, der Wasserstoffqualität und den daraus resultierenden Anforderungen an die Infrastruktur.

### 2.1 Definition H<sub>2</sub>-ready

Der Begriff „H<sub>2</sub>-ready“ beschreibt die technische Vorbereitung von Komponenten und Systemen für den Betrieb mit Wasserstoff. Grundlage für die Bewertung ist die DVGW-Information GAS Nr. 29<sup>8</sup>, ergänzt durch das DVGW-Merkblatt G 655<sup>9</sup>. Eine Komponente gilt als H<sub>2</sub>-ready, wenn sie grundsätzlich für den Einsatz mit Wasserstoff geeignet ist. Dabei können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, die erst bei der tatsächlichen Umstellung umgesetzt werden, etwa der Austausch von Verdichtereinheiten im Gasnetz.

Die Bewertung der H<sub>2</sub>-Readiness erfolgt mehrstufig und umfasst sämtliche Ebenen der Gasversorgung. Jeder Aspekt, vom Werkstoff bis hin zur Energieversorgung im gesellschaftlichen Kontext, sollte analysiert werden. Die verschiedenen Ebenen, die bei der Bewertung berücksichtigt werden müssen, sind in Abbildung 2-1 dargestellt.

---

<sup>8</sup> DVGW-Information GAS Nr. 29: Erläuterungen zum Begriff „H<sub>2</sub>-ready“ für Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk.

<sup>9</sup> DVGW-Merkblatt G 655: Leitfaden H<sub>2</sub>-Ready Gasanwendungen.



**Abbildung 2-1: Ebenen zur Anwendung des Begriffs "H<sub>2</sub>-ready"<sup>10</sup>**

Die Bewertung beginnt mit dem Werkstoff, der wasserstofftauglich sein muss, z.B. hinsichtlich Versprödung und Dichtheit. Anschließend folgen einzelne Komponenten wie Armaturen oder Messgeräte, die für den Betrieb mit Wasserstoff geeignet sein müssen. Rohrleitungen und Anlagenteile sind auf Druckfestigkeit und Materialverträglichkeit zu prüfen. Die Gasinfrastruktur, also Transport- und Verteilnetze, muss ebenfalls geeignet sein.

Im technischen Betrieb sind Überwachung, Wartung und Störungsmanagement anzupassen. Unternehmen müssen organisatorisch vorbereitet sein, etwa durch Schulungen und angepasste Prozesse. Schließlich betrifft die Umstellung auch die Energieversorgung als Teil des Gemeinwesens, einschließlich rechtlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

Eine detaillierte Bewertung der einzelnen Ebenen sowie die entsprechenden Regelwerke und Informationen sind in der DVGW-Information Gas Nr. 29 dokumentiert. Eine weitergehende Erläuterung dieser Aspekte ist in diesem Leitfaden nicht vorgesehen.

---

<sup>10</sup> DVGW-Information GAS Nr. 29: Erläuterungen zum Begriff „H<sub>2</sub>-ready“ für Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk.

In der vorliegenden Information erfolgt eine Erläuterung der wesentlichen Elemente zur Bewertung der einzelnen Ebenen, wie beispielsweise der Rohrleitungen und Anlagen. Diese Elemente sind bei allen Ebenen zu berücksichtigen, wobei insbesondere die technische Sicherheit, metrologische Anforderungen, die Betriebssicherheit sowie organisatorische und rechtliche Voraussetzungen zu beachten sind.

### 2.2 Wichtige Kenngrößen von Wasserstoff und Methan im Vergleich

Ein wichtiger Aspekt, der bei der Umstellung der Gasnetzinfrastuktur von Erdgas auf Wasserstoff beachtet werden muss, sind die unterschiedlichen Eigenschaften von Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas. Diese führen dazu, dass neben dem Nachweis der H<sub>2</sub>-Readiness von Bauteilen und Werkstoffen, das bestehende Sicherheitskonzept auf die spezifischen Besonderheiten des Mediums Wasserstoff angepasst werden muss. Tabelle 2-1 zeigt einige der Unterschiede zwischen den Kenngrößen von Wasserstoff und denen von Methan auf. Zu beachten ist, dass diese (wenn nicht explizit erwähnt) bei einer Temperatur von 25°C und einem Umgebungsdruck von 1013,25 hPa gemessen wurden.

**Tabelle 2-1: Stoffliche Kennwerte von Wasserstoff und Methan.<sup>11</sup>**

KenngroÙe	Wasserstoff		Methan
	Einheit	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Dichte	kg/m <sup>3</sup>	0,09	0,72
Heizwert (massebezogen)	kWh/kg	33,3	13,9
Heizwert (volumetrisch)	kWh/m <sup>3</sup>	3,0	10,0
unterer Wobbe-Index	MJ/m <sup>3</sup>	40,90	48,17
oberer Wobbe-Index	MJ/m <sup>3</sup>	48,34	53,45
Joule-Thomson-Koeffizient	-	- 0,024	0,41
untere Explosionsgrenze in Luft (20°C)	Vol.-%	4,0	4,2
obere Explosionsgrenze in Luft (20°C)	Vol.-%	77,0	16,6
minimale Zündenergie (λ=1)	mJ	0,017	0,23
Brenngeschwindigkeit in Luft (λ=1)	cm/s	275	43
Diffusionskoeffizient in Luft	cm <sup>2</sup> /s	0,61	0,16
spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen	g/MJ	0	55
Viskosität dynamisch	Pa*10 <sup>-6</sup>	8,42	10,2
Viskosität kinematisch	mm <sup>2</sup> /s	93,7	14,2
Mindestspaltweite	mm	0,29	1,14

Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse aus der oben abgebildeten Tabelle zusammengefasst. Es wird zudem darauf eingegangen, welche Auswirkungen dies auf den leitungsgebundenen Transport von Wasserstoff hat.

- Im Falle einer Leckage sammelt sich der Wasserstoff in geschlossenen Räumen an der höchsten Stelle. Aufgrund seiner geringeren Dichte und hohen Diffusität erfolgt dieser Prozess signifikant schneller und großflächiger als bei Methan. Daher sind adäquate Sicherheitsmaßnahmen zu implementieren.
- Wasserstoff besitzt im Vergleich zu Methan einen etwa dreifach geringeren volumetrischen Heizwert. Um die gleiche Energiemenge bereitzustellen, muss daher ein entsprechend höherer Volumenstrom durch das Gasnetz transportiert werden. Dies wirkt sich auf die Strömungsgeschwindigkeit, Druckverluste und die

<sup>11</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an DVGW-Merkblatt G 221 und Schröder, V. et al. (2016): Sicherheitstechnische Eigenschaften von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben 2539: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Auslastung der Komponenten aus. Je nach Auslegung kann es erforderlich sein, Leitungen, Zähler und andere Bauteile hinsichtlich ihrer Dimensionierung und Funktionalität zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

- Der negative Joule-Thomson-Koeffizient von Wasserstoff besagt, dass die Temperatur bei einer Druckminderung im Gegensatz zu Erdgas nicht sinkt, sondern steigt. Daraus lässt sich ableiten, dass bei der Verdichtung und Entspannung von Wasserstoff im Gasnetz teilweise andere Maßnahmen erforderlich sind als bei Erdgas.
- Wasserstoff ist deutlich reaktionsfreudiger als Methan. Dies ist anhand der geringeren Zündenergie, dem größeren Zündbereich und der größeren Brenngeschwindigkeit zu erkennen. Das heißt, Wasserstoff ist leichter entflammbar und es kann schneller zu Entzündungen kommen. Die bestehenden Sicherheitskonzepte müssen daher auf das Medium Wasserstoff angepasst werden.
- Der größere Diffusionskoeffizient von Wasserstoff führt dazu, dass sich das Gas schneller verflüchtigt als Methan. Das heißt der Wasserstoff bleibt bei einer Leckage nicht so lange an einer Stelle, sondern verteilt sich schneller in der Umgebung.
- Die Bildung von Wasserstoff-Luft-Gemischen in Rohrleitungen und Anlagen aufgrund des großen Dichteunterschieds ist zu verhindern.
- Der große Vorteil von Wasserstoff ist, dass bei dessen Verbrennung keine CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen.

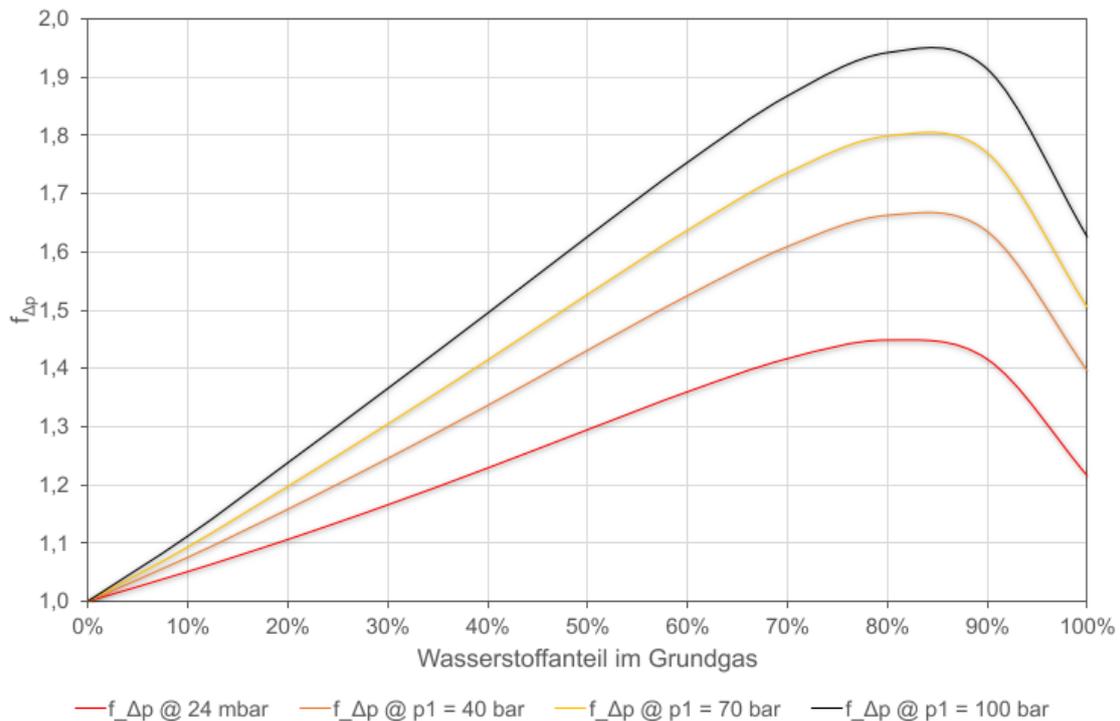
### 2.3 Strömungstechnische Verhältnisse in Gasleitungen und -anlagen

Bei der Verwendung von Wasserstoff im Gasnetz wird durch den geringeren volumetrischen Heizwert ein ca. dreifacher Volumenstrom benötigt, um die gleiche Menge an Energie zu transportieren (siehe Tabelle 2-1). Dies hat zur Folge, dass sich auch die Fließgeschwindigkeit und der Druckverlust (aufgrund von Rohrreibung) in der Gasleitung ändern.

#### 2.3.1 Druckverluste

Bei Betrachtung des Verhältnisses der durch Rohrreibung verursachten Druckverluste  $f_{\Delta p}$  (Verhältnis Druckverlust Wasserstoff-Erdgas-Gemisch zu Druckverlust 100% Erdgas beim Leitungsdruck  $\Delta p$ ) fällt auf, dass bei gleichbleibender Energiemenge die Verluste bis zu einem Maximum ansteigen und danach wieder deutlich absinken. Das Maximum

der Druckverluste liegt dabei bei einem Wasserstoffanteil zwischen 80 und 90 Vol.-%, siehe Abbildung 2-2. Zusätzlich ist zu erkennen, dass die Druckverluste bei steigendem Leitungsdruck höher ausfallen und bei 100% Wasserstoffanteil je nach Leitungsdruck um das ca. 1,2- bis 1,6-fache größer im Vergleich zum Betrieb mit 100% Erdgas sind. Die höheren Druckverluste betreffen demnach eher die Auslegung von Transportnetzen und müssen beim Neubau oder der Umstellung berücksichtigt werden (z.B. Verdichter).

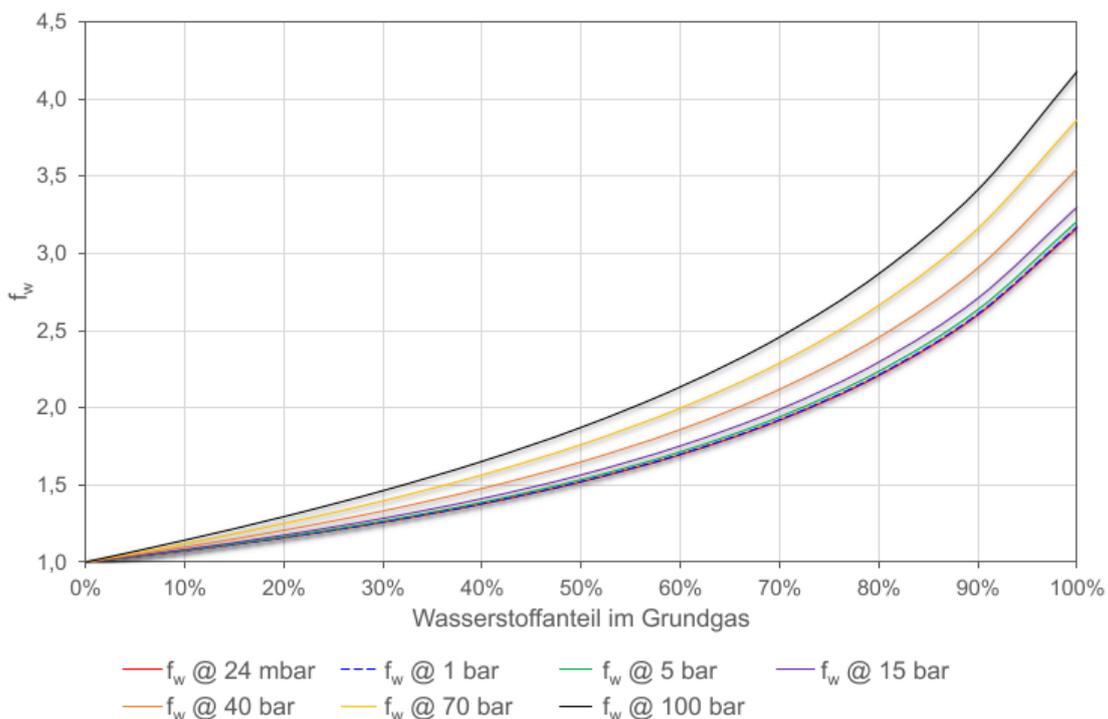


**Abbildung 2-2: Verhältnis der Druckverluste in der Leitung in Abhängigkeit des Wasserstoffanteils im Grundgas (Erdgas)<sup>12</sup>**

<sup>12</sup> Wupperfeld, M. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 201824 D 2.4: Roadmap Gas 2050: Anpassungsbedarf für die Gasnetze hinsichtlich Struktur und Betrieb.

### 2.3.2 Fließgeschwindigkeit

Die Fließgeschwindigkeit lässt sich direkt aus dem Betriebsvolumenstrom und dem Leitungsquerschnitt ableiten, sie nimmt also mit steigendem Volumenstrom zu. Bei gleichbleibender transportierter Energiemenge, ergeben sich so für den Transport von Wasserstoff ca. drei- bis viermal so große Fließgeschwindigkeiten wie bei der Verwendung von Erdgas. Abbildung 2-3 zeigt die Veränderung der Fließgeschwindigkeiten  $f_w$  (Verhältnis Fließgeschwindigkeit Wasserstoff-Erdgas-Gemisch zu Fließgeschwindigkeit 100% Erdgas) in Abhängigkeit vom Wasserstoffanteil und dem Leitungsdruck.



**Abbildung 2-3: Veränderung der Fließgeschwindigkeit in Abhängigkeit des Wasserstoffanteils im Grundgas (Erdgas)<sup>13</sup>**

Es stellt sich an dieser Stelle die Frage nach einer maximal zulässigen Strömungsgeschwindigkeit für den Transport / die Verteilung von Wasserstoff. Für Erdgas gilt meist ein Richtwert von 10 m/s.<sup>14</sup> Für einen überregionalen Gastransport werden Gasnetze aber teilweise auch für Strömungsgeschwindigkeiten von bis zu 20 m/s ausgelegt.

<sup>13</sup> Wupperfeld 2022.

<sup>14</sup> Mischner 2021: Zur Frage der Strömungsgeschwindigkeiten in Gasleitungen: gwf Gas + Energie (5/2021).

Es ist jedoch zu beachten, dass die zulässigen Strömungsgeschwindigkeiten oft in Abhängigkeit des zulässigen Betriebsdruckes der Leitungen angegeben werden. Das zum Zeitpunkt der Leitfadenerstellung laufende DVGW-Forschungsprojekt „HySpeed“ (G 202330) beschäftigt sich mit den Auswirkungen der erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten von Wasserstoff auf die Gasinfrastruktur und speziell auf Gasdruckregelanlagen (GDRA) im Verteilnetz.<sup>15</sup> Dabei werden sowohl die Eignung und Stabilität der vorhandenen Infrastruktur untersucht als auch Auswirkungen des schneller fließenden aber weniger dichten Wasserstoffs auf Druckverluste, Vibration und Geräuschentwicklung. Im Rahmen der Untersuchungen werden Literaturrecherchen, Berechnungen, Simulationen und Messungen existierender Bauteile unter realen Bedingungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Projektes sind im Sommer 2026 zu erwarten.

#### 2.3.2.1 Partikelbeförderung durch höhere Gasgeschwindigkeiten

Ein Fachbericht von J. Mischner aus der gwf Gas + Energie befasst sich in seinem Artikel „Zur Frage der Strömungsgeschwindigkeiten in Gasleitungen“ mit genau diesem Thema und mit der Suche nach einem physikalisch begründeten Kriterium für die Limitierungen der Strömungsgeschwindigkeiten von Wasserstoff. Er betrachtet dabei zunächst den möglichen Mitriss von Staub oder anderen Partikeln. Die Grenzgeschwindigkeit hierfür wird dabei bestimmt durch die Korngröße des Staubes und den Druck, unter dem das Gas steht. Der Artikel betrachtet daher die Aufwirbelungsgeschwindigkeit der Staubpartikel in Abhängigkeit ihrer Korngröße sowie dem Druck, der in den Leitungen vorherrscht. Zusätzlich werden hierbei die stofflichen Daten des fließenden Fluids miteingerechnet, sodass eine Gleichung entsteht, mit der die Grenzgeschwindigkeiten für Leitungen gut abgeschätzt werden können. Aus dieser Gleichung geht hervor, dass die Grenzwerte für den Staubmitriss bei Wasserstoff deutlich höher liegen als bei dem Transport von Erdgas.

---

<sup>15</sup> [DVGW e.V.: G 202330 HySpeed](#)

Ein weiterer Aspekt, mit dem sich der Artikel befasst, ist das Mitreißen von Flüssigkeitspartikeln, hier ergibt sich das gleiche Bild wie bei den Staubpartikeln. Es kann daher festgehalten werden, dass die Grenzggeschwindigkeiten zur Verhinderung des Mitreißen von Staub bzw. Flüssigkeitstropfen bei Wasserstoff deutlich über denen von Erdgas liegen, was auf die geringere Dichte von Wasserstoff gegenüber dem Erdgas zurückzuführen ist.<sup>16</sup>

### 2.3.2.2 Zulässige Wandschubspannungen

Als nächstes Kriterium für maximale Strömungsgeschwindigkeiten, soll die maximal zulässige Wandschubspannung betrachtet werden. Der Fokus liegt darauf die mechanische Beanspruchung der Leitungswandungen zu begrenzen, die durch das strömende Fluid entsteht. Die Beanspruchung darf nicht höher sein, als sie für den Betrieb mit Erdgas ist. Die genauen Rechnungen können dabei dem Artikel von Jens Michner<sup>17</sup> entnommen werden. Die maximale Wandschubspannung hängt nur von der Strömungsgeschwindigkeit und der Dichte des Gases ab. Daher ergibt sich, dass die maximal zulässige Wandschubspannung eine geeignete physikalische Größe ist, um die mechanischen Auswirkungen innerhalb der Gasleitungen zu bewerten. Auf der Grundlage, dass die mechanischen Einwirkungen des Wasserstoffstroms die des Erdgases nicht überschreiten dürfen, können mögliche Grenzggeschwindigkeiten für den Wasserstofftransport berechnet werden. Wird von denselben mechanischen und hydraulischen Einwirkungen ausgegangen, sind deutlich höhere Strömungsgeschwindigkeiten beim Einsatz von Wasserstoff möglich, als dies bei der Verwendung von Erdgas der Fall ist.

## 2.4 Wasserstoff-Qualität

Dieses Kapitel fasst die unterschiedlichen definierten Qualitäten von Wasserstoff zusammen und geht im Zuge dessen auf mögliche Ursachen von Verunreinigungen ein. Es wird aber festgehalten, dass das DVGW-Arbeitsblatt G 260<sup>18</sup>, welches die Gasbeschaffenheit und die Gasfamilien definiert, überarbeitet wird.

---

<sup>16</sup> Mischner 2021.

<sup>17</sup> Ebd.

<sup>18</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit.

Das DVGW-Arbeitsblatt G 260 führt Wasserstoff als 5. Gasfamilie in den folgenden zwei unterschiedlichen Reinheitsstufen auf.:

- Gruppe A: Wasserstoffanteil  $\geq 98$  mol-%
- Gruppe D: Wasserstoffanteil  $\geq 99,97$  mol-%

Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass die Reinheit nicht nur über die Wasserstoff-Konzentration bewertet werden kann, es müssen auch die Gasbegleitstoffe und deren Konzentrationen beachtet werden. Tabelle 2-2 zeigt dabei die jeweiligen Grenzwerte der Gasbegleitstoffe für die beiden Reinheitsstufen des Wasserstoffs (genauer dazu kann dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 entnommen werden).

**Tabelle 2-2: Grenzwerte für Gasbestandteile und -begleitstoffe der 5. Gasfamilie<sup>19</sup>**

Bezeichnung	Grenzwerte Gruppe A <sup>e</sup> siehe auch 2. Gasfamilie; Gruppe H	Grenzwerte Gruppe D <sup>e</sup> gemäß DIN EN 17124:2019 <sup>f</sup>
Wasserstoff <sup>a</sup>	$\geq 98$ mol-%	$\geq 99,97$ mol-%
Wasser	siehe 2. Gasfamilie	5 $\mu\text{mol/mol}$
Kohlenwasserstoff- Kondensationspunkt	siehe 2. Gasfamilie	
Sauerstoff	siehe 2- Gasfamilie; ohne L-Gas 1 mol-%  0,001 mol-% <sup>b</sup> (gleitender 24 h-Mittelwert)	5 $\mu\text{mol/mol}$
Kohlenstoffmonoxid	siehe 2. Gasfamilie	0,2 $\mu\text{mol/mol}$
Gesamt-Schwefel <sup>c</sup> und Schwefelverbindungen	siehe 2. Gasfamilie	0,004 $\mu\text{mol/mol}$
Ammoniak <sup>b</sup>	siehe 2. Gasfamilie	0,1 $\mu\text{mol/mol}$
Halogenierte Bestandteile <sup>d</sup> (Halogenionen-Äquivalent)	0,05 $\mu\text{mol/mol}$	0,05 $\mu\text{mol/mol}$
Nebel, Staub, Flüssigkeit	Technisch frei	1 mg/kg

Je nach Anwendungsart bzw. Verwendungszweck des Wasserstoffs werden unterschiedliche Reinheitsgrade benötigt.

Der transportierte Wasserstoff kann durch verschiedene Aspekte verunreinigt werden, wodurch gegebenenfalls die Qualität des Wasserstoffs verschlechtert werden kann.

<sup>19</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit.

Verunreinigungen können entlang der gesamten Prozesskette entstehen. Nachfolgend sind einige Quellen für Verunreinigungen aufgelistet:

- Produktionsprozesse
- Rohrleitungstransport
- Speicherung des Wasserstoffs
- Odorierung
- Rückspeisung oder Vermischung mit anderen Gasen

Folgen von Verunreinigungen können beispielsweise technische Schäden, wie Korrosion, oder die Beeinträchtigung der Verbrennungseigenschaften des Wasserstoffs sein. Insbesondere bei der stofflichen Nutzung des Wasserstoffes können sich einzelne Begleitstoffe negativ auf die Prozesse, wie z. B. die katalytischen Prozesse, auswirken.

Das DVGW-Forschungsprojekt G 202140 Wasserstoffqualität in einem gesamtdeutschen Netz (H<sub>2</sub>-Qualität/H<sub>2</sub>-Rein)<sup>20</sup>, welches gemeinsam mit der Initiative GET H<sub>2</sub> entstanden ist, untersuchte die Anforderungen an die Qualität von Wasserstoff in der zukünftigen deutschen Wasserstoffinfrastruktur. Hierbei lag der Fokus auf einer theoretischen Betrachtung von Verunreinigungen und Reinigungsverfahren sowie der Identifikation von Verunreinigungsquellen im Gesamtsystem (bestehend aus Herstellung, Transport, Verteilung und Speicherung von Wasserstoff).

Der Abschlussbericht des Forschungsprojekts zeigt auf, dass alle maßgeblichen Herstellungsverfahren von Wasserstoff (in Kombination mit den vorhandenen Aufbereitungsverfahren) in der Lage sind, Wasserstoff für alle zukünftigen Anwendungsbereiche herzustellen. Das gilt explizit auch für Wasserstoff der höchsten Qualitätsanforderung, (Gruppe D) der laut den Ergebnissen des Forschungsprojekts im Jahr 2045 einen signifikanten Anteil an der Gesamtmenge des Wasserstoffs ausmachen wird.

---

<sup>20</sup> Lubenau 2022.

Zusätzlich wurden im Rahmen des Forschungsprojekts die Faktoren untersucht, die zu einer Beeinflussung der Wasserstoffqualität während der Speicherung und dem Rohrleitungstransport beitragen. Dies sind bei der Speicherung in Salzkavernen neben einer Feuchtigkeitsaufnahme beispielsweise auch Verunreinigungen durch mikrobielle Prozesse.

Aus dem Forschungsprojekt geht hervor, dass der Umfang und der Aufwand der notwendigen Gasaufbereitung je nach Endanwendung des Wasserstoffs und je nach Art und Menge der Verunreinigung variiert. Dies hat unter Umständen eine Erhöhung der Kosten des Wasserstoffs zur Folge.

Die Ergebnisse des Projektes H<sub>2</sub>-Qualität/H<sub>2</sub>-Rein, wurden in dem DVGW-Forschungsprojekt G 202318 Folgestudie zur Wasserstoffqualität in einem gesamtdeutschen Wasserstoffnetz (H<sub>2</sub>-Qualität II) genutzt, um eine Bestandsaufnahme der aktuellen Best-Practice-Lösungen in Erzeugung, Transport und Speicherung von Wasserstoff vorzunehmen. Hierfür wurden Interviews mit zehn verschiedenen Unternehmen geführt, die an Realprojekten mit einer Inbetriebnahme bis zum Jahr 2027 beteiligt sind. Zusammenfassend ergaben sich folgende zentrale Erkenntnisse:<sup>21</sup>

### **Erzeugung:**

- Reinheitsgrad hängt stark von der verwendeten Technologie ab
- Bei der Elektrolyse sind die Hauptverunreinigungen Feuchtigkeit und Sauerstoff
- Beim Ammoniak-Cracking bestehen Unsicherheiten bzgl. der Rückstände von Ammoniak und Stickstoff

### **Transport:**

- Beim Transport von Wasserstoff durch neue Leitungen treten keine nennenswerten zusätzlichen Verunreinigungen auf
- Bei umgestellten Leitungen können stärkere Verunreinigungen bspw. durch Schwefel, Feuchtigkeit oder Stickstoff auftreten

---

<sup>21</sup> Janssen, M. et al. (2024): Interviewbasierte Analyse aktueller Entwicklungen zur Wasserstoffqualität. Online verfügbar unter <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/g202318-h2studiell-abschlussbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 21.10.2025.

### Speicherung:

- Hier können Verunreinigungen durch die Geologie, mikrobiologische Aktivitäten oder die frühere Nutzung der Speicher entstehen

Für genauere Informationen und weitere Ergebnisse kann der Abschlussbericht des Projektes H<sub>2</sub>-Qualität II G 202318 hier kostenfrei auf der DVGW-Homepage herangezogen werden.<sup>22</sup>

Das DVGW-Forschungsprojekt G 202439 H<sub>2</sub>-Beschaffenheit, Aufbereitung, Messtechnik und volkswirtschaftliches Optimum (H<sub>2</sub>-Optimum) beschäftigt sich mit dem Ziel für verschiedene Wasserstoffqualitäten den Bedarf und die entsprechenden Kosten einer Gasaufbereitung sowie deren optimalen Standort hinsichtlich volkswirtschaftlicher Aspekte darzustellen. Dies soll zusätzlich den Wasserstoffhochlauf unterstützen. Hierbei werden die Qualitätsanforderungen von unterschiedlichen Kunden und Anwendungen in Zusammenhang mit Investitions- und Betriebskosten von Erzeugern, Transporteuren und Infrastrukturbetreibern bewertet. Da das Projekt erst Anfang 2026 abgeschlossen wird, können hier jedoch keine Ergebnisse beschrieben werden.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> [DVGW e.V.: G 202318 H2-Qualität II](#)

<sup>23</sup> [DVGW e.V.: G 202439 H2-Optimum](#)

### 3 Regelwerk für H<sub>2</sub>-Infrastrukturen

#### 3.1 H<sub>2</sub>-Regelwerk des DVGW

Der DVGW hat über die vielen Jahrzehnte seiner gemeinnützigen Tätigkeit ein sehr umfassendes Regelwerk entwickelt, das alle Aspekte der Gasinfrastruktur, aber auch der Erzeugung, Speicherung und weite Aspekte der Gasanwendung umfasst. Neben der technischen Sicherheit und Zuverlässigkeit der technischen Komponenten werden u.a. auch Aspekte der Qualifikation von Personen und Unternehmen und Anforderungen an die Organisation des Netzbetriebs beschrieben. Die Anforderungen an die Messung und Abrechnung von Gasmengen und Beschaffenheiten sind ebenfalls Gegenstand des DVGW-Regelwerks. Viele Inhalte sind unabhängig von der Gasbeschaffenheit anwendbar. Andere technische Schutzmaßnahmen sind stoffspezifisch aktuell für Erdgas festgelegt und müssen in Bezug auf die Anwendbarkeit für Wasserstoff überprüft und angepasst werden.

Bereits mit der Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes zur Umsetzung der Erdgasbinnenmarkttrichtlinie zum 26. Juli 2011 wurde Wasserstoff unter den Begriffen "Gas" und "Biogas" explizit als Energieträger zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit in das EnWG aufgenommen. Die Anforderungen an die technische Sicherheit von Energieanlagen wurden hierbei unverändert beibehalten. Dadurch galt die Vermutungsregelung zugunsten des DVGW-Regelwerks auch für Energieanlagen für die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Wasserstoff, sofern der Wasserstoff die in der Begriffsdefinition angegebenen Anforderungen erfüllte.

Dies bildete den Anlass für umfassende Forschungsarbeiten des DVGW zur Ermittlung des Einflusses von Wasserstoff auf Leitungen und Anlagen der Gasinfrastruktur und Gasanwendungen, wobei der Schwerpunkt zunächst auf einer Beimischung von Wasserstoff in Erdgas lag. Dementsprechend wurden Hinweise zur Einspeisung von Wasserstoff als Zusatzgas in die Ausgabe September 2011 des DVGW-Arbeitsblattes G 262 aufgenommen.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> DVGW-Arbeitsblatt G262: Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung. Ausgabe September 2011 - zurückgezogen

In der weiteren Entwicklung des DVGW-Regelwerks wurden die Aspekte der Wasserstoffeinspeisung auf Grundlage von Forschungsergebnissen und ersten Projekterfahrungen bereits aufgenommen [G 265-3<sup>25</sup>, G 491<sup>26</sup>].

Mit der Novellierung des EnWG zum 26. Juli 2021 wurde Wasserstoff als separater Energieträger in den Geltungsbereich des EnWG aufgenommen und das Wasserstoffnetz zusätzlich zum Gasversorgungsnetz definiert. Zweck der Änderung war die Förderung des Aufbaus des Wasserstoffkernetzes durch eine separate, von existierenden Gasversorgungsnetz unabhängige Regulierung der Wasserstoffnetze.

Die Anforderungen an die technische Sicherheit wurde durch eine entsprechende Anpassung des Begriffs der "Energieanlage" und der Vermutungsregelung in § 49 Abs 2 EnWG zugunsten DVGW-Regelwerks auch für Wasserstoff formal fortgeschrieben. Gleichzeitig wurden in § 113c EnWG Übergangsregelungen formuliert. So ist die Gashochdruckleitungsverordnung im Rahmen ihres Geltungsbereiches auch für Wasserstoffleitungen anwendbar, so dass die nach der Verordnung anerkannten Sachverständigen auch für die Prüfung von Wasserstoffleitungen zuständig sind. Das DVGW-Regelwerk ist auf Wasserstoffanlagen unter Beachtung der spezifischen Eigenschaften des Wasserstoffes sinngemäß anzuwenden, solange vom DVGW keine technischen Regeln für Wasserstoffanlagen erlassen worden sind. Für die Umstellung einer Leitung für den Transport von Erdgas auf den Transport von Wasserstoff ist nach derzeitiger Rechtslage unabhängig von der Druckstufe eine Anzeige bei der nach Landesrecht zuständigen Behörde erforderlich. Siehe dazu auch den genehmigungsrechtlichen Leitfaden aus Portal Green II.<sup>27</sup>

Um diese rechtlichen Anpassungen nachzuvollziehen, hat der DVGW zunächst kurzfristig folgende Regelwerksdokumente veröffentlicht:

Im DVGW-Arbeitsblatt G 260:2021-09 wird die Beschaffenheit von Wasserstoff zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit als 5. Gasfamilie neu festgelegt.

---

<sup>25</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 265-3: Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb.

<sup>26</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 491: Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke bis einschließlich 100 bar.

<sup>27</sup> [DVGW e.V.: Portal Green II](#)

Über die DVGW-Merkblätter G 221<sup>28</sup> und G 655<sup>29</sup> wird das DVGW-Regelwerk der Gasinfrastruktur und der Gasanwendung kurzfristig für Wasserstoff anwendbar. In diesen Regelwerksdokumenten werden die Unterschiede zwischen Erdgas und Wasserstoff adressiert und die erforderlichen Anpassungen der im DVGW-Regelwerk festgelegten Schutzmaßnahmen beschrieben. Ziel ist es, diese Merkblätter zurückzuziehen, wenn eine vollständige Überarbeitung aller relevanten Regelwerksdokumente erfolgt ist.

Mit der Neuausgabe des DVGW-Arbeitsblattes G 100<sup>30</sup> werden die Qualifikationsanforderungen an Sachverständige der Gasinfrastruktur auch für Wasserstoffnetze und -anlagen festgelegt. Hierdurch wurde über eine entsprechende Anpassung der Akkreditierung der Zertifizierungsstelle die Verfügbarkeit von für Wasserstoffnetze behördlich anerkannten Sachverständigen nach Gashochdruckleitungsverordnung ermöglicht.

Parallel dazu wurde im Rahmen des Innovationsprogramms Wasserstoff seit Ende 2020 die vollständige Anpassung des DVGW-Regelwerks Gas aufgenommen. Über 110 Arbeits- und Merkblätter des DVGW-Regelwerks sind mittlerweile für Wasserstoff der 5. Gasfamilie anwendbar. Hinzu kommen 19 DVGW-Informationen Gas, die ebenfalls für die 5. Gasfamilie nutzbar sind, und zahlreiche Normen, die Bestandteil des DVGW-Regelwerks sind.

Die jeweils für Wasserstoff anwendbaren Regelwerksdokumente werden von der wvgw (Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH) als eigenes Regelwerksmodul [Wasserstoff](#) angeboten.

Die neu im Regelwerk aufgenommenen bzw. angepassten Schutzmaßnahmen basieren weitgehend auf Erkenntnissen aus Forschungsprojekten, die teilweise parallel zu den Regelsetzungsarbeiten weitergeführt werden. Auch Betriebserfahrungen liegen bisher nur aus Pilotprojekten vor. Aufgrund der sich schnell weiterentwickelnden Erkenntnisse wird das Regelwerk in kurzen Zeitabständen aktualisiert, um Handlungsempfehlungen und Schutzmaßnahmen zu präzisieren und im Sinne der Ziele des EnWG zu optimieren.

---

<sup>28</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsggebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff.

<sup>29</sup> DVGW-Merkblatt G 655: Leitfaden H<sub>2</sub>-Ready Gasanwendungen.

<sup>30</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 100: Qualifikationsanforderungen an Sachverständige für Energieanlagen zur leitungsggebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff.

### 3.2 Normungsroadmap Wasserstofftechnologien

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderte Verbundprojekt "[Normungsroadmap Wasserstofftechnologien](#)"<sup>31</sup> unterstützt den Wasserstoff-Markthochlauf mit dem primären Ziel die entsprechende Qualitätsinfrastruktur für Wasserstofftechnologien bereitzustellen. Das Projekt ist eine gemeinsame Initiative folgender Vereinigungen:

- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (DKE)
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW)
- Verein für die Normung und Weiterentwicklung des Bahnwesens e.V. (NWB)
- Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)
- Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)
- VDMA e. V.

Das Projekt startete im Januar 2023 und die Ergebnisse wurden im November 2025 veröffentlicht.

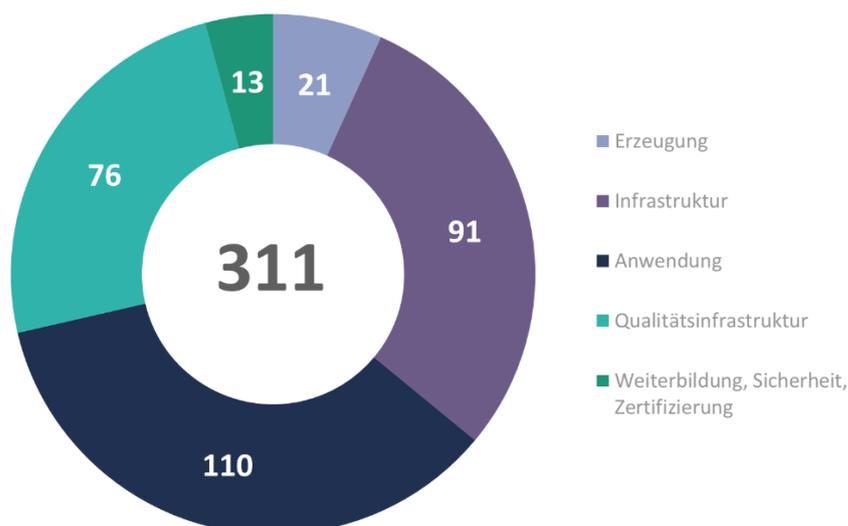
Um die Qualitätsinfrastruktur für Wasserstofftechnologien bereitzustellen, wird für technische Regeln und Vorschriften unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen ein sektorenübergreifender und einheitlicher Fahrplan erarbeitet. Die Normungsroadmap gibt einen Überblick über den Status Quo der Normung und Standardisierung im Bereich Wasserstofftechnologien und erfasst sowohl die Anforderungen als auch die Herausforderungen für die gesamte Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft.

Dazu erfolgte im Rahmen der Gremienarbeiten im ersten Schritt eine Bestandsaufnahme und in weiteren Schritten eine Bedarfsanalyse mit anschließender Priorisierung und Umsetzung.

Aus diesen Bedarfen wurden über 300 Handlungsempfehlungen für die technische Regelsetzung erarbeitet und davon 69 Normungsprojekte gezielt gefördert. (Abbildung 3-1)

---

<sup>31</sup> <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normungsroadmap-wasserstoff>



**Abbildung 3-1: Anzahl der Handlungsempfehlungen der Normungsroadmap Wasserstoff nach Sektoren**

Auf Grundlage dieser Empfehlungen werden somit konkrete Normungs- und Standardisierungsprojekte initiiert und realisiert, sodass bereits rasch und effizient Lücken im technischen Regelwerk geschlossen werden konnten bzw. in absehbarer Zeit geschlossen werden können.

Zudem ist die interaktive Vernetzung mit der Vielzahl der im Bereich der Wasserstofftechnologien laufenden Tätigkeiten, Initiativen und Projekten rund um das Thema Normung ein wichtiger Punkt, um auf bestehenden Arbeiten aufzubauen, Doppelarbeit zu vermeiden und ein weitreichendes Normungsnetzwerk auch auf europäischer und internationaler Ebene zu bilden. Somit bindet die Normungsroadmap alle relevanten Stakeholder ein.

Zu den Wasserstoffinfrastrukturen, insbesondere zu den Transport- und Verteilnetzen, kann zusammengefasst werden, dass der Entwicklungsstand des technischen Regelwerkes nahezu vollständig ist (Abbildung 3-2). Eine Umstellung des vorhandenen Erdgas-Transport- und Verteilnetzes auf das Medium Wasserstoff oder der Neubau ist mit dem vorhandenen Regelwerk somit grundsätzlich möglich.

Bestehende Regelwerksbedarfe wurden vollständig identifiziert und an die zuständigen Regelsetzungsgremien adressiert. Unter anderem werden die DVGW-Regelwerke zur Planung und Umstellung von Wasserstoffleitungen auf Basis neuer Forschungsergebnisse aktualisiert. Außerdem werden die Betriebs- und Instandhaltungsvorgaben für

Wasserstoffnetze überarbeitet (insbesondere Prüfverfahren und Materialtauglichkeit) und das Datenerhebungskonzept zur Zustandsbewertung der Netze sowie die Netzdokumentation in den Versorgungsunternehmen angepasst.

Zum Projektabschluss der „Normungsroadmap Wasserstofftechnologien“ Ende 2025 wurden die letzten Lücken für die Normung und Standardisierung durch die Gremien der technischen Regelsetzung identifiziert und adressiert.



**Abbildung 3-2: Reifegrad des technischen Regelwerks für Wasserstofftechnologien (Auswahl für Portal Green II)**

In dem Verzeichnis der Normen und technischen Regelwerke für Wasserstofftechnologien können unter [Normensuche zu Wasserstofftechnologien](#)<sup>32</sup> sämtliche Normen, Standards und Regeln mit dem aktuellen Stand öffentlich recherchiert werden. Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen können unter [Handlungsempfehlungen für die technische Regelsetzung](#)<sup>33</sup> bzw. [geförderte Normungsprojekte](#)<sup>34</sup> eingesehen werden.

<sup>32</sup> <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normensuche>

<sup>33</sup> <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normungsroadmap-wasserstoff/projektergebnisse/handlungsempfehlungen-fuer-die-technische-regelsetzung>

<sup>34</sup> <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normungsroadmap-wasserstoff/projektergebnisse/umsetzungsprojekte>

## **4 Eignung von Werkstoffen, Rohrleitungen, Komponenten und Infrastrukturanlagen für Wasserstoff**

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Leitfadens gibt es bereits umfangreiche Erkenntnisse zur H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Werkstoffen, Komponenten und Anlagen im Gasnetz. Diese werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben. Zusätzlich soll zu Beginn des Kapitels die Analyse der Wasserstofftauglichkeit des Gasnetzes inklusiver aller dazugehörigen Schritte genauer betrachtet werden. Abschließend werden unterschiedliche Nachweisverfahren betrachtet, für den Fall, dass die Wasserstofftauglichkeit des Netzes bzw. einzelner Komponenten nicht bekannt ist.

### **4.1 Prozessschema zur Prüfung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit**

Im Rahmen des DVGW-Forschungsprojektes H<sub>2</sub>-Umstellmanagement für Gasverteilnetze, wurde unter anderem auch ein Prozessschema zur Analyse der Wasserstofftauglichkeit von Gasnetzen und -anlagen erstellt. Dieses bildet die zwei Phasen der Nachweiserbringung inklusiver der einzelnen Teilschritte ab. Bei den zwei Phasen handelt es sich um folgende:

1. Datenerhebung
2. Bewertung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit

Abbildung 4-1 zeigt das innerhalb des Projektes erstellte Prozessschema. Genauere Informationen zu den einzelnen Teilschritten und den erforderlichen Unterlagen oder erforderlichen Maßnahmen bei fehlender Dokumentation können dabei dem Abschlussbericht des Projektes entnommen werden, der kostenfrei auf der DVGW-Webseite erhältlich ist. [DVGW-Forschungsbericht G 202312 H2-Umstellmanagement](#)

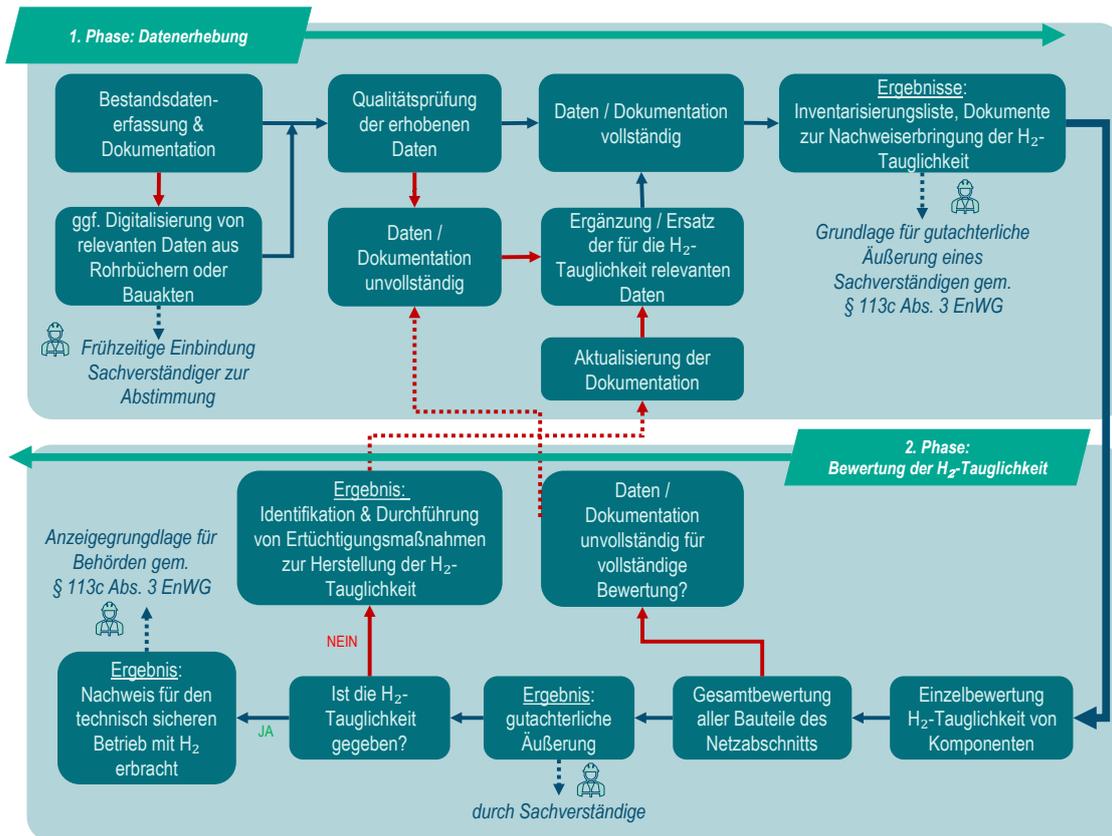


Abbildung 4-1: Prozessschema zur Prüfung und Nachweiseinbringung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit<sup>35</sup>

Das voraussichtlich zu Beginn des Jahres 2026 fertiggestellte DVGW-Forschungsprojekt G 202522 Technisches Umstellhandbuch für Verteilnetze (TUHVe) wird das praktische Vorgehen in einer Übersicht erläutern. Dabei werden direkte Bezüge zu den DVGW-Regelwerken mit Prozessschaubildern und Entscheidungsbäumen dargestellt. So wird beispielsweise erklärt, was bei unvollständiger Dokumentation genau zu tun ist und in welchem Regelwerk dies beschrieben ist.

Für den Bereich der Verteilnetze < 5 bar kann die Dokumentation optimiert werden (vorausgesetzt, es liegen Dokumentationen für ordnungsgemäß durchgeführte Instandhaltungsmaßnahmen / Rohrnetzüberprüfungen vor). Da Rohrbücher erst ab > 5 bar geführt werden müssen, wird eine Verschlankung bzw. ein Wegfall der Prüfung der Dokumentation erwartet. Eine detaillierte Bewertung der Wasserstofftauglichkeit der meisten

<sup>35</sup> Hüttenrauch, J. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202312: H<sub>2</sub>-Umstellmanagement für Gasverteilnetze.

Komponenten/Produkte kann voraussichtlich entfallen, da keine „Showstopper“ bezogen auf das reine Verteilnetz bekannt sind.

## 4.2 H<sub>2</sub>-Tauglichkeit des Gasnetzes

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Wasserstofftauglichkeit der Werkstoffe (Tabelle 4-1) und Komponenten (Tabelle 4-2) des Gasnetzes. Diese Übersicht dient als Zusammenfassung der nachfolgenden Kapitel und ist auf den darin enthaltenen Ergebnissen aus Forschungsprojekten und dem DVGW-Regelwerk aufgebaut. Für weitere Informationen und eine genaue Beschreibung der durchgeführten Versuche inklusive der unterschiedlichen Ergebnisse wird auf die nachfolgenden Kapitel 4.4 bis 4.7 verwiesen.

Es ist zu beachten, dass die Werkstoffe und Komponenten, die in der Tabelle mit „grün“ hinterlegt sind, unter den jeweils in der Quelle angegebenen Betriebsbedingungen als H<sub>2</sub>-ready bezeichnet werden. Die gelb hinterlegten Komponenten sind zum Teil H<sub>2</sub>-ready, müssen aber vereinzelt noch Einzelfallprüfungen unterzogen werden.

**Tabelle 4-1: Übersicht über die Wasserstofftauglichkeit der Werkstoffe**

Werkstoffe	H <sub>2</sub> -ready	Kapitel
Pipeline- und Rohrleitungsstähle		4.4.1 - 4.4.3
Gusseisen und Stahlguss		4.4.4
Aluminium und Kupfer		4.4.5
Elastomere und Kunststoffe		4.4.6
Nichtmetallische anorganische Werkstoffe		4.4.7

Zu sehen ist, dass alle bekannten und untersuchten Werkstoffe grundsätzlich für die Verwendung unter Wasserstoff geeignet sind.

**Tabelle 4-2: Übersicht über die Wasserstofftauglichkeit der Komponenten der Gasinfrastruktur**

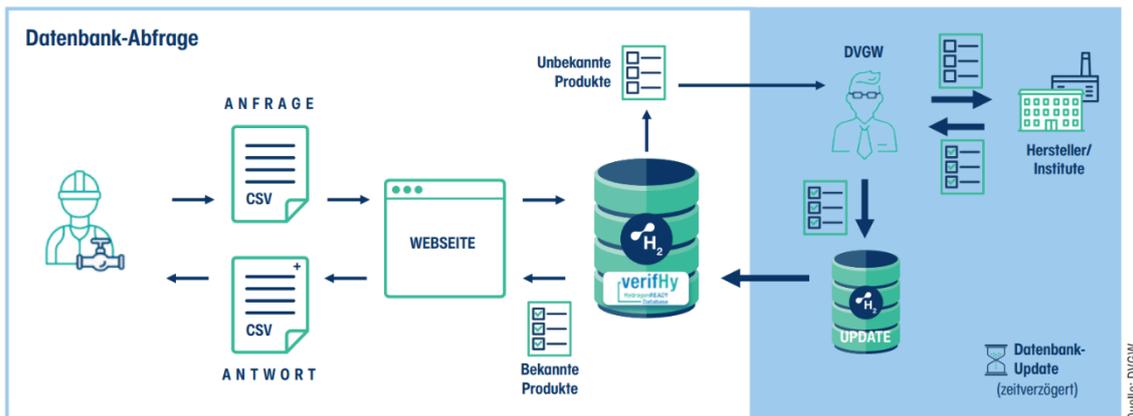
Anlagen und Komponenten	H <sub>2</sub> -ready	Kapitel
Absperrarmaturen	Grün	4.6.1
Flanschverbindungen	Grün	4.6.2
Isoliertrennstücke	Gelb	4.6.3
Gasströmungswächter	Grün	4.6.4
Wasserstoff-Einspeiseanlagen	Grün	4.6.5
Gas-Druckregel(mess)anlagen	Gelb	4.6.6
Verdichter	Gelb	4.6.7
Prozesschromatographen	Gelb	4.6.8
Molchsysteme	Gelb	4.6.9
Gaszähler	Gelb	4.6.10
Gasschlauchleitungen	Gelb	4.6.11

Zu sehen ist, dass einige der betrachteten Komponenten noch nicht allgemein als H<sub>2</sub>-ready eingestuft werden können. Die Gründe hierfür werden in dem jeweiligen Kapitel beschrieben.

### 4.3 H<sub>2</sub>-Datenbank „verifHy“: Wasserstofftauglichkeit der Netzinfrastuktur

verifHy ist eine Datenbank, die Gasnetzbetreiber bei der Bewertung der Wasserstofftauglichkeit ihrer Netzinfrastuktur unterstützt. Sie bündelt wissenschaftliche Erkenntnisse, Forschungsergebnisse und Herstellerinformationen und ermöglicht automatisierte Auswertungen gegenüber den Bestandsdaten der Netzbetreiber. Jedes Bauteil wird anhand hinterlegter Daten auf die H<sub>2</sub>-Eignung und Funktionalität bewertet und die Eignung in einer Skala von 0–100 % angezeigt.

In verifHy wird die Wasserstofftoleranz von Materialien, Komponenten und Produkten der gesamten Gasinfrastruktur einschließlich Untergrundspeichern dokumentiert. Die Daten in der verifHy-Datenbank werden kontinuierlich um neue Erkenntnisse ergänzt.



**Abbildung 4-2: Datenbankabfrage verifHy (Quelle: DVGW Service & Consult)**

Im Folgenden werden die zentralen Funktionen und Inhalte von verifHy vorgestellt. Dazu gehören Such- und Analysewerkzeuge, Identifikation von Datenlücken und Qualitätssicherungsprozesse.

### Suchfunktion

verifHy dient als digitales Nachschlagewerk, um gezielt nach Produkten oder Materialien zu suchen.

### Automatisierte Auswertung (CSV-Upload)

Für die Bewertung großer Netzbestände können vorbereitete CSV-Dateien hochgeladen werden. Pflichtfelder: Materialtyp, Hersteller, Baujahr etc. verifHy prüft die Wasserstofftauglichkeit der Assets und bewertet sie mit 0–100 %. Sind Produktdaten vorhanden, erfolgt zusätzlich eine Bewertung auf Komponentenebene.

**Quality Gate:** Alle Daten durchlaufen vor Freigabe einen Plausibilitätscheck durch DBI/Clearingstelle. Ziel: höchstmögliche Datenqualität.

**Clearingstelle:** Expertengremium für kritische Änderungen und Herstelleranhörungen.

**Bedarfsmonitor:** Prozess zur Ermittlung von fehlenden Produktinformationen zur H<sub>2</sub>-Tauglichkeit basierend auf Nutzung und Abfragen

## **Datenbank-Inhalte, Stand Oktober 2025:**

- 247 Materialien
- über 1.200 Produkte von 147 Herstellern
- 312 Marken
- 101 Komponenten-Steckbriefe
- ca. 730 Quellen

## **Initiale Befüllung 2023:**

- 250 Materialien
- 75 Komponenten-Steckbriefe
- 105 Produkte aus DVGW-Forschung

## **Funktionalität:**

- Darstellung von Komponenten/Produkten in Steckbriefen
- Bewertung der H<sub>2</sub>-Toleranz und Funktionalität
- Hinterlegung von Produktspezifikationen (Hersteller, Typenbezeichnung etc.)
- Prüfung und Pflege aller Herstellerdaten vor Veröffentlichung

## **Zugang & Nutzung:**

- Lizenzpflichtig
- Zugang ausschließlich für Netzbetreiber
- Hersteller sind nicht verpflichtet, ihre Produkte hochzuladen → nicht alle H<sub>2</sub>-ready Produkte sind enthalten

## **Mehrwert:**

- Automatisierte Auswertung
- Prüfung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit für neue und bestehende Komponenten
- Unterstützung für Gas- und Wasserstoffinfrastruktur

Sind Produkte in der verifHy-Datenbank als H<sub>2</sub>-ready gekennzeichnet und liegen entsprechende Nachweise wie Herstellerbescheinigungen vor, können diese direkt verwendet werden.

Ist ein Produkt nicht in der Datenbank hinterlegt, kann zunächst nur die Werkstoffeignung auf Komponentenebene überprüft werden. Sie beruhen auf umfangreicher DVGW-Forschung und stellen einen guten Anhaltspunkt dar.

Mehr Informationen hierzu sind auf [www.verify.de](http://www.verify.de) verfügbar.

#### 4.4 H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Werkstoffen

Die H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Werkstoffen lässt sich nicht pauschal beurteilen – mit Ausnahme einiger sehr spezieller Materialien. Vielmehr hängt sie stark von den jeweiligen Einsatzbedingungen (z. B. Druck, Temperatur) und der konkreten Anwendung ab. Sofern die Betriebsparameter es erfordern, müssen die zugrunde liegenden Werkstoffe hinsichtlich ihrer Eignung für den Einsatz mit Wasserstoff überprüft werden. Erst danach kann eine Bewertung einzelner Leitungen, Bauteile, Komponenten und der daraus errichteten Infrastrukturen erfolgen. Dabei werden insbesondere folgende Werkstoffe betrachtet:

- Rohrleitungsstähle (auch legierte/unlegierte Stähle und Edelstähle)
- Gusseisen
- Aluminium und Kupfer
- Kunststoffe
- nichtmetallische anorganische Werkstoffe

Diese Werkstoffe werden alle durch das DVGW-Forschungsprojekt F&E für H<sub>2</sub><sup>36</sup> mit ihrer H<sub>2</sub>-Tauglichkeit unter bestimmten Betriebsparametern (i.d.R. Druck- und Vollastwechsel) beschrieben. Auszüge aus den in dem Projekt erarbeiteten Werkstofftabellen finden sich nachfolgend in den jeweiligen Kapiteln wieder.

---

<sup>36</sup> Erler, F., et al. (2024): DVGW-Forschungsprojekt G 202021: F&E als Grundlage für den Einsatz von Wasserstoff in der Gasversorgung und der Umsetzung in Prüfgrundlagen - F&E für H<sub>2</sub>.

Grundlegende DVGW-Forschungsarbeiten zum Nachweis der Ergebnisse von Stählen sind:

- G 202006 Stichprobenhafte Überprüfung von Stahlwerkstoffen für Gasleitungen und Anlagen zur Bewertung auf Wasserstofftauglichkeit – „SyWeSt H<sub>2</sub>“<sup>37</sup>
- G 202333 Begrenzung des Anwendungsbereiches für bruchmechanische Bewertungen von Gasleitungen nach DVGW G 464 – „BAG464“<sup>38</sup>

SyWeSt H<sub>2</sub> bewertet den Einfluss von Wasserstoff auf die Werkstoffe unter kritischen Betriebsbedingungen, das heißt maximaler Materialauslastung im Betrieb unter typischen Lastwechseln - und leitet daraus ab, wie die Rohrleitungen überwacht werden müssen. BAG464 bewertet eben diese Betriebsbedingungen für typische Belastungen im Gasverteilnetz - und zeigt, dass in den meisten Fällen kein Einfluss vorliegt, also auch keine Überwachung erforderlich ist. Unter diesen Betriebsbedingungen sind alle Werkstoffe geeignet.

Hier wird auf die bruchmechanischen Bewertungen eingegangen, bzw. unter welchen Betriebsbedingungen eine solche Bewertung entfallen kann. Für Kunststoffe sei an dieser Stelle auf diese Dokumente hingewiesen:

- DIN EN 1555-1:2021-12 Kunststoffrohrleitungssysteme für die Gasversorgung – Polyethylen (PE)
- DIN EN ISO 16486-1:2024-04 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Gasversorgung – Rohrleitungssysteme aus weichmacherfreiem Polyamid (PA-U) mit Schweißverbindungen und mechanischen Verbindungen
- DVGW-Arbeitsblatt GW 335:2024-11 Bauteile für Kunststoff-Rohrleitungssysteme in Rohrnetzen (Für den Gesamtüberblick, wobei Wasserstoff ausdrücklich thematisiert wird)

Zur Verwendung der aggregierten Werkstofftabelle aus diesem Projekt weisen die Autoren des Projektes darauf hin, dass ausschließlich die Materialeignung bewertet wird, welche sich nicht automatisch mit einer Bauteileignung gleichsetzen lässt. Die Eignung

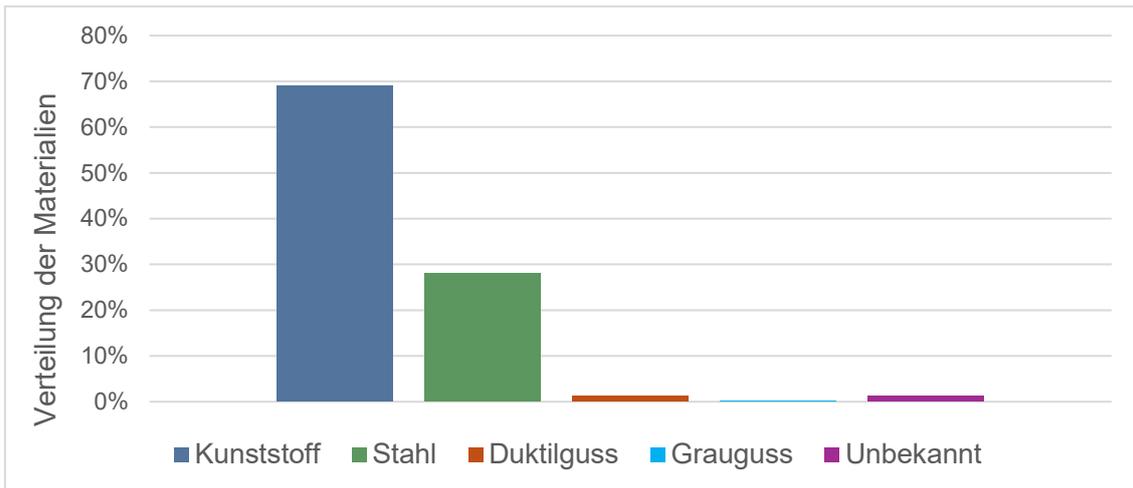
---

<sup>37</sup> Steiner, M., et al. 2023.

<sup>38</sup> Marewski 2025.

eines Materials stellt jedoch einen guten Ausgangspunkt für die Materialvorauswahl für eine Konstruktion bzw. Bewertung eines Bauteils dar.

Für eine mengenmäßige Einordnung der Verteilung der in den folgenden Kapiteln beschriebenen Werkstoffe in Bezug auf Rohrmaterialien der deutschen Gasverteilnetze dient folgende Abbildung 4-3.



**Abbildung 4-3: Prozentuale Verteilung der Materialien im deutschen Gasverteilnetz<sup>39</sup>**

Der Großteil des deutschen Gasrohrleitungsnetzes besteht demnach aus Kunststoff und Stahl.

#### 4.4.1 Rohrleitungsstähle

Die Analyse der Eignung von Gasnetzen für den Einsatz von Wasserstoff umfasst zwei wesentliche Betrachtungsebenen: die Materialeignung der Rohrleitungen und die Eignung der Netzkomponenten, sowohl im Transport- als auch im Verteilnetz. Da der Druck und das Material im Transport- und Verteilnetz unterschiedlich sind, ist es erforderlich, die Wasserstofftauglichkeit in beiden Netzarten separat zu betrachten. Bestehende Leitungen können für den Wasserstofftransport genutzt werden, wenn Druckschwankungen auf ein handhabbares Niveau begrenzt und der maximale Betriebsdruck kontrolliert werden. Faktoren wie mögliche Leckagen, die Auswirkungen von Wasserstoff auf

<sup>39</sup> Hüttenrauch 2025.

Leitungsmaterialien und Wasserstoffversprödung, die die Leitungen, Armaturen und Endverbraucherausrüstung betreffen können, müssen berücksichtigt werden.<sup>40</sup>

In diesem Zusammenhang wurde beispielsweise das DVGW-Merkblatt G 409<sup>41</sup> und das DVGW-Arbeitsblatt G 463<sup>42</sup> speziell auf das Medium Wasserstoff angepasst. Nach beiden Regelwerken kann eine bruchmechanische Bewertung der Leitungen und Leitungsbauteile erforderlich sein, wobei als Eingangsgrößen bruchmechanische Kennwerte erforderlich sind. Das bruchmechanische Bewertungskonzept wird dabei durch das DVGW-Merkblatt G 464<sup>43</sup> beschrieben.

Bisher sind diese Kennwerte in einem internationalen Regelwerk nur in dem amerikanischen Regelwerk ASME B 31.12 ausgewiesen. Konkret handelt es sich dabei um die Mindestbruchzähigkeit  $K_{Ic}$  und die Beschreibung des Rissfortschrittes ( $da/dN$ ) unter dem Medium Wasserstoff.<sup>44</sup>

Im DVGW-Forschungsprojekt „SyWeStH<sub>2</sub>“<sup>45</sup> wurden in Zusammenarbeit mit der Materialprüfungsanstalt Stuttgart (MPA) eine repräsentative Auswahl an Leitungsstählen aus dem deutschen und teilweise europäischen Gastransportnetz und Gasverteilnetz durch über 200 bruchmechanische Untersuchungen getestet. Eine Übersicht der getesteten Werkstoffe und die genaue Darstellung der Bewertungsmethodik und Auswahl des Probenmaterials findet sich im Abschlussbericht des Projektes. Dieser ist kostenlos hier zu finden [DVGW e.V.: G 202006 H2-Tauglichkeit von Stählen](#). Die Zielsetzung des Programms bestand darin, die dabei ermittelten bruchmechanischen Kennwerte mit den der ASME B 31.12 zugrunde liegenden Ergebnissen zu vergleichen, um die Anwendung der Bewertungsmethodik auf die in Deutschland verwendeten Stähle zu validieren.

---

<sup>40</sup> Schwigon, A., Steiner, M. 2023.

<sup>41</sup> DVGW-Merkblatt G 409: Umstellung von Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff.

<sup>42</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 463: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Planung und Errichtung.

<sup>43</sup> DVGW-Merkblatt G 464: Bruchmechanisches Bewertungskonzept für Gasleitungen aus Stahl mit einem Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff.

<sup>44</sup> Marewski, U., Steiner, M. 2023.

<sup>45</sup> Steiner, M., et al. 2023.

Im Rahmen des Forschungsprojektes hat eine genaue Analyse des Risswachstumsverhaltens für unterschiedliche Wasserstoffdrücke gezeigt, dass bei kleinen Spannungsintensitäten und Wasserstoffdrücken das Risswachstum vergleichbar mit dem Risswachstum unter Luft bzw. Erdgas ist. Bei größeren Wasserstoffdrücken hingegen nähert sich das Risswachstum selbst bei kleineren Spannungsintensitäten dem Verhalten bei einem Druck von 100 bar an. Die Lage des Übergangsbereiches vom „langsamen“ Risswachstum zum für Wasserstoff typischen schnellen Wachstum hängt von der Höhe des Wasserstoffdruckes sowie der Anzahl der Lastwechsel einer Rohrleitung ab und ist nicht exakt vorhersehbar. Da jedoch die derzeitige Erdgasinfrastruktur nahezu ruhend beansprucht wird (d.h. nur mit sehr wenigen Vollastwechseln), kann auch davon ausgegangen werden, dass die zukünftige Wasserstoffnetzinfrastruktur ebenfalls nahezu ruhend beansprucht wird.

Zusätzlich wurde die Bruchzähigkeit der genannten Werkstoffe untersucht. Für einen Prüf-Wasserstoffdruck von 100 bar erfüllen dabei alle untersuchten Proben die Mindestforderung für die Bruchzähigkeit von  $K_{IC} \geq 55 \text{ MPam}^{0.5}$  entsprechend ASME B31.12.

Für einen Prüfdruck unter 100 bar konnte festgestellt werden, dass die Bruchzähigkeit sich deutlich verringert bei niedrigen Wasserstoffdrücken. Der Mindestwert von  $K_{IC} \geq 55 \text{ MPam}^{0.5}$  wird aber immer deutlich übertroffen.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass für alle Rohrleitungsstähle, die in dem hier beschriebenen Projekt geprüft wurden, eine grundsätzliche Tauglichkeit für den Transport von Wasserstoff besteht. Dies konnte sowohl durch das Rissfortschrittsverhalten als auch durch die Untersuchungen der Bruchzähigkeit bestätigt werden.<sup>46</sup>

Anschließend an das Projekt „SyWeStH<sub>2</sub>“ wurde das Folgeprojekt „BAG464 - Bruchmechanik für H<sub>2</sub>-Leitungen“<sup>47</sup> durchgeführt, hier wurden bruchmechanische Bewertungen für das Gasverteilstnetz vorgenommen. Dabei wurde ein Bereich identifiziert, in dem bruchmechanische Bewertungen unter konservativen Randbedingungen keinen zusätzlichen Nutzen für die sichere Auslegung der Rohrleitungen bieten. Dieser Bereich erfüllt mehrere Kriterien für eine sichere Auslegung und zeigt, dass bei einem maximal

---

<sup>46</sup> Steiner, M., et al. 2023.

<sup>47</sup> Marewski 2025.

zulässigen Betriebsdruck (MOP) von  $p \leq 16$  bar eine bruchmechanische Bewertung nur in seltenen Ausnahmefällen erforderlich ist.

Bei einem Betriebsdruck (MOP) von  $p \leq 12$  bar sind unter Einhaltung der im Forschungsprojekt beschriebenen Randbedingungen grundsätzlich keine bruchmechanischen Bewertungen notwendig, unabhängig von Rohraußendurchmesser und Stahlwerkstoff. Für einen MOP von  $12 \text{ bar} \leq p \leq 16 \text{ bar}$  sind bis einschließlich DN 200 ebenfalls keine bruchmechanischen Bewertungen erforderlich. Bei größeren Durchmessern sind jedoch Einzelfallbetrachtungen durchzuführen.<sup>48</sup>

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass die mögliche Lastwechselzahl bei Gasleitungen mit einem Nenndruck von unter 16 bar mit  $N_{\text{safe}} = 100.000$  Volllastwechsel (VLW) berechnet wurde; dies entspräche in 100 Jahren mehr als zwei Volllastwechseln pro Tag.

Für Gashochdruckleitungen mit einem Betriebsdruck von über 16 bar wird davon ausgegangen, dass im Hochdruckbereich ( $p > 16$  bar) weniger Drucklastwechsel stattfinden, und daher wird ein Wert von  $N_{\text{safe}} \leq 50.000$  VLW angesetzt. Dies deckt immer noch mehr als 1 Volllastwechsel pro Tag über einen Zeitraum von 100 Jahren ab. In der Regel finden Volllastwechsel in Leitungsnetzen der allgemeinen Versorgung nur bei Reparaturmaßnahmen statt, wenn die Leitung auf Umgebungsdruck entspannt wird.<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> Marewski 2025.

<sup>49</sup> Ebd.

#### 4.4.2 Legierte und Unlegierte Stähle

Im Folgenden soll auf die H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von legierten bzw. unlegierten Stählen anhand des DVGW-Forschungsprojektes „F&E für H<sub>2</sub>“ eingegangen werden. Dieses Projekt ist eine Literaturstudie, die alle Quellen in einer dezidierten Werkstofftabelle beschreibt. Welche Randbedingungen wie bspw. die Lastkollektive (Volllastwechsel) hier für die bruchmechanische Bewertung zugrunde gelegt wurden, kann dort entnommen werden.<sup>50</sup>

#### Legierte Stähle

Tabelle 4-3 zeigt die Ergebnisse des Projektes für die untersuchten legierten Stähle.

**Tabelle 4-3: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von legierten Stählen<sup>51</sup>**

		Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
		≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
Norm	Bezeichnung - Kompendium	Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
DIN EN 334	P355NL1; P355GH; P420NH; P460NH; P460QL1			
DIN EN 1092-1				
DIN EN 10305-1	25CrMo4			
DIN EN 10305-2				
DIN EN 10216-2	16Mo3			
DIN EN 10216-2	20CrMoV13-5-5			
DIN EN 10277	42CrMoS4			
DIN EN 10028-2	12CrMo9-10			

**Legende**

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

Zu sehen ist, dass alle legierten Stähle bei unter 5 bar für die Verwendung unter Wasserstoff eingesetzt werden können. Lediglich zwei der betrachteten Stähle, der 25CrMo4 und der 42CrMoS4 sollten laut diesem Projekt bei einer Verwendung über 5 bar nochmals zusätzlich auf Versprödungen und die durchgeführten Druckwechsel untersucht werden.

<sup>50</sup> Erler, F., et al. (2024): DVGW-Forschungsprojekt G 202021: F&E als Grundlage für den Einsatz von Wasserstoff in der Gasversorgung und der Umsetzung in Prüfgrundlagen - F&E für H<sub>2</sub>.

<sup>51</sup> ebd.

## Unlegierte Stähle

Wird die Wasserstofftauglichkeit von unlegierten Stählen betrachtet (Tabelle 4-4) fällt auf, dass diese, im Gegensatz zu den legierten Stählen, alle bei Druckstufen bis über 16 bar für Wasserstoff geeignet sind.

**Tabelle 4-4: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von unlegierten Stählen<sup>52</sup>**

		Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
		≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
Norm	Bezeichnung - Kompendium	Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
DIN EN 10216-1 (ungeschweißte Rohre) DIN EN 10217-1 (geschweißte Rohre)	P235TR1; P235T2			
DIN EN 334 DIN EN 1092-1	S235JR			
EN 10025-2/-3/-4/-5/-6	P355NH; P355NL1			
	P265GH; P275NL1; P355NL1; P355NH; 16Mo3; 10CrMo9-10; 13CrMo4-5			
EN 10083-2 DIN EN ISO 683-1	C35E; CE45E			
DIN EN 10277	C35E; C45E; 25CrMo4; 42CrMo4			

### Legende

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

<sup>52</sup> Erler, F., et al. 2024.

4.4.3 Edelmetalle

Zusätzlich zu den Rohrleitungsstählen, sowie den legierten und unlegierten Stählen, wurden für das Projekt „F&E für H<sub>2</sub>“ auch Edelmetalle untersucht. Diese wurden dabei nach ihrer Gefügestruktur unterteilt in austenitische Stähle mit einem Nickel-Anteil von über 7%, ferritische Stähle und martensitische Stähle. Tabelle 4-5 zeigt die Ergebnisse bezüglich der H<sub>2</sub>-readiness der einzelnen Edelmetallsorten und den unterschiedlichen Druckstufen der Gasnetze.

Tabelle 4-5: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit der untersuchten Edelmetalle<sup>53</sup>

	Norm	Bezeichnung - Kompendium	Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
			≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
Austenitische Stähle mit >7% Ni	DIN EN 10088-1 DIN EN 10088-2 DIN EN 10088-3	X8NiCrAlTi32-21; X2CrNiMo18-14-3; X8CrNiS18-9; X5CrNi18-10; X2CrNi19-11; X4CrNi18-12; X5CrNiMo17-12-2; X2CrNiMo17-12-2; X6CrNiTi18-10; X6CrNiNb18-10; X6CrNiMoTi17-12-2; X2CrNiMoN17-11-2; X2CrNiMoN17-13-5; X15CrNiS25-21; X8CrNiMoVNb16-13; X10NiCrAlTi32-21; darüber hinaus wird in den Quellen eine Eignung verallgemeinernd für austenitische nichtrostende Stähle mit >7% Ni beschrieben	Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
Ferritische Stähle	DIN EN 10088-1 DIN EN 10088-2 DIN EN 10088-3	X6Cr17; X10CrAlSi18			
Martensitische Stähle	DIN EN 10088-1 DIN EN 10088-2 DIN EN 10088-3	X12Cr13; X15Cr13; X105CrMo17; X3CrNiMo13-4; X20CrMoV11-1; X10CrMoVNb9-1			

**Legende**

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

Zu sehen ist, dass alle getesteten austenitischen Edelmetalle für Wasserstoff geeignet sind. Ferritische und martensitische Stähle hingegen sind nur bis zu einem Nenndruck von 5 bar definitiv für die Verwendung mit Wasserstoff H<sub>2</sub>-ready. Sollen diese Stähle auch über 5 bar für ein Wasserstoff-Netz verwendet werden, sollten zusätzliche Bewertungen bezüglich der Versprödung der Werkstoffe und deren Druckwechsel erfolgen.

<sup>53</sup> Erler, F., et al. 2024.

#### 4.4.4 Gusseisen, Stahlguss

Als nächsten Werkstoff werden Gusseisen sowie Stahlguss betrachtet. Tabelle 4-6 zeigt dafür die teilweise experimentell erforschte Wasserstofftauglichkeit der untersuchten Materialien.

**Tabelle 4-6: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Gusseisen und Stahlguss<sup>54</sup>**

			Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
			≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
			Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
	Norm	Bezeichnung - Kompendium			
Duktiles Gusseisen	DIN EN 1092-2	EN-GJS-400-15			
	DIN EN 12516-4				
	DIN 1563				
Temperguss	DIN EN 1092-2 DIN EN 1562 DIN EN 10242	in den Quellen wird eine Eignung verallgemeinernd für Temperguß genannt			
Grauguss	DIN EN 1561	GJL250			
		GJL300			
Kohlenstoff Stahlguss	DIN EN 10293	GE200; GE240			
Ferritische und martensitische Sorten	DIN EN 10293	G17CrMo5-5; GX23CrMoV12-1			
	DIN EN 10213	G20Mn5			
	DIN EN 10213	GP240GH			
Austenitische und austenitische-ferritische Sorten	DIN EN 10283	GX5CrNiMo19-11-2			
		GX2CrNi19-11; GX2CrNiMo19-11-2			

**Legende**

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

Alle Gusseisen und Stahlgussarten bis zu einem Nenndruck von 5 bar können ohne Einschränkungen verwendet werden. Jedoch müssen fast alle betrachteten Werkstoffe für eine Verwendung über 5 bar zusätzlich untersucht werden, die Ausnahme sind hierbei duktiles Gusseisen sowie ferritische und martensitische Sorten.

Ein weiteres Projekt, das sich mit der Wasserstofftauglichkeit von Duktillguss beschäftigt hat, ist das DVGW-Forschungsprojekt G 202332 „Einsatz von Duktillgussystemen (Rohre, Verbinder, Dichtungen) bei Wasserstoff“ (DUWA).<sup>55</sup>

<sup>54</sup> Erler, F., et al. 2024.

<sup>55</sup> Podszuweit 2024.

Das Ergebnis des Projektes ist, dass bei der Verwendung von Wasserstoff innerhalb von Dukttilgussystemen, bei gleichbleibenden Betriebsbedingungen, nicht mit einer erhöhten Häufigkeit von Schadensereignissen oder Leckagen zu rechnen ist. Es wird trotzdem empfohlen, die Leitungen vor der Umstellung auf 100% Wasserstoff auf Schäden und Leckagen zu untersuchen und diese dann zu beheben. Es wird jedoch betont, dass die festgestellte Wasserstofftauglichkeit nur für die innerhalb des Projektes getesteten Bauteile und den entsprechenden Betriebsbedingungen gilt und deshalb nicht verallgemeinert werden kann.

Rohrleitungen aus Grauguss werden seit den 90er- Jahren vor allem in Deutschland aufgrund ihrer Sprödbriechanfälligkeit zurückgebaut. Im deutschen Gasnetz ist daher in Deutschland nur noch weniger als 1 Prozent Grauguss verbaut. Insofern erfolgt hier keine weitere Bewertung.

#### 4.4.5 Aluminium und Kupfer, Kupferlegierungen

Nachdem die Stahlsorten ausführlich betrachtet wurden, beschäftigt sich das folgende Kapitel mit Gasleitungen aus Aluminium und Kupfer.

##### **Aluminium**

Aus dem Projekt „F&E für H<sub>2</sub>“ geht zunächst hervor, dass Aluminium und Aluminium-Legierungen verallgemeinernd für die Verwendung mit Wasserstoff (bei allen Druckstufen) geeignet sind. Hier wird daher auf eine Darstellung in Form einer Tabelle verzichtet.

##### **Kupfer und Kupferlegierungen**

Bei der Betrachtung von Kupferlegierungen fällt auf, dass diese ebenfalls alle eine Wasserstoffverträglichkeit aufweisen. Diese Verträglichkeit ist teilweise durch experimentelle und teilweise über Literaturrecherchen für alle Druckstufen gewährleistet. (Tabelle 4-7)

**Tabelle 4-7: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Kupfer und Kupferlegierungen<sup>56</sup>**

			Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
			≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
			Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
Norm	Bezeichnung - Kompendium				
Kupfer mit Sauerstoff	DIN EN 12165	CW004A; darüber hinaus wird in den Quellen eine Eignung verallgemeinernd für Kupfer und Kupfer-Legierungen genannt			
Kupfer ohne Sauerstoff	DIN EN 12165 DIN EN 1652 DIN EN 1057	CW024A; darüber hinaus wird in den Quellen eine Eignung verallgemeinernd für Kupfer und Kupfer-Legierungen genannt			
Kupfer-Zink-Legierungen	DIN EN 12163 DIN EN 12164 DIN EN 12288 DIN EN 1652	CW506L; darüber hinaus wird in den Quellen eine Eignung verallgemeinernd für Kupfer und Kupfer-Legierungen genannt			
Kupfer-Zink-Blei-Legierungen	DIN EN 12164 DIN 3387-1	CW612N; darüber hinaus wird in den Quellen eine Eignung verallgemeinernd für Kupfer und Kupfer-Legierungen genannt			
Kupfer-Nickel-Legierungen mit Cu > 60%	DIN EN 1652	CW354H; darüber hinaus wird in den Quellen eine Eignung verallgemeinernd für Kupfer und Kupfer-Legierungen genannt			

**Legende**

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

**4.4.6 Elastomere und Kunststoffe**

Ein weiterer weit verbreiteter Werkstoff, der für Rohrleitungen innerhalb der Gasnetze eingesetzt wird, ist Kunststoff bzw. sind Elastomere. Diese wurden ebenfalls im Zuge des Projektes „F&E für H<sub>2</sub>“ auf ihre Wasserstoffverträglichkeit untersucht. Hierbei wurden sowohl die Permeationseigenschaften, als auch die Beständigkeit betrachtet. Tabelle 4-8 (für Elastomere) und Tabelle 4-9 (für Kunststoffe) zeigen, dass alle untersuchten Werkstoffe chemisch beständig gegenüber Wasserstoff sind und keine Degradation dadurch aufweisen. Die Werkstoffe sind somit alle für die Verwendung unter Wasserstoff geeignet.

<sup>56</sup> Erler, F., et al. 2024.

Tabelle 4-8: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Elastomeren<sup>57</sup>

	Norm	Bezeichnung - Kompendium	Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
			≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
			Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
Nitrile Rubber (NBR)	DIN ISO 1629	Europrene ®			
		Krynac ®			
		Nipol N ®			
		Perbunan NT ®			
Breon ®					
Hydrogenated AcrylonitrileButadiene Rubber		HNBR			
Polyacrylate Rubber (ACM)		Noxite ®			
		Hyltemp ®			
		Nipol AR ®			
Chloroprene Rubber (CR)		Neoprene ®			
		Baypren ®			
Ethylene Propylene Diene Rubber (EPDM)		Dutral ®			
		Keltan ®			
		Vistalon ®			
		Buna EP ®			
Silicone Rubber (VMQ)		Elastoseal ®			
		Rhodorsil ®			
		Silastic ®			
		Silopren ®			
Fluorsilicone Rubber		FVMQ			
Butyl Rubber	IIR				
StyreneButadiene Rubber (SBR)	Buna S ®				
	Europrene ®				
Natural Rubber	Polysar S ®				
	NR				
Fluorocarbon Rubber (FKM)	Viton ®				
	DaiEI ®				
	Fuorel ®				
	Tecnoflon ®				
Perfluoro Rubber (FFKM)	Isolast ®				
	Kalrez ®				
	Simriz ®				
Polyurethane Elastomer (PUR)	Polyester Urethane (AU)				
	Polyether Urethane (EU)				
Chlorosulphonated Polyethylene Rubber (CSM)	Hypalon ®				
Epichlorhydrin Elastomer	ECO				

**Legende**

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

<sup>57</sup> Erler, F., et al. 2024.

Tabelle 4-9: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit verschiedener Kunststoffe<sup>58</sup>

			Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
			≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
	Norm	Bezeichnung - Kompendium	Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
Chlorinated Polyvinyl Chloride		CPVC			
Polybutylene	DIN EN ISO 15494	PB			
Polyethylene	DIN 8074/ DIN 8076	PE 80			
	DIN 8074/ DIN 8077	PE 100			
Crosslinked polyethylene	DIN 16892/93	PEX			
Low density Polyethylene	DIN EN ISO 11142-2 (allgemeine Beständigkeitsaussage, u.a. auf DIN 8078, ... als übertragbar eingestuft!)	LDPE (PE mit Dichte 0,915 g/cm <sup>3</sup> und 0,935 g/cm <sup>3</sup> ) - low density			
High density Polyethylene		HDPE (PE mit Dichte 0,94 g/cm <sup>3</sup> und 0,97 g/cm <sup>3</sup> ) - high density			
Medium density Polyethylene		MDPE (PE mit Dichte 0,925 bis 0,94 g/cm <sup>3</sup> ) - medium density			
Cross-linked Polyethylene		PEX			
Polytetrafluoroethylene		PTFE			
Polychlorotrifluoroethylene		PCTFE			
Polyvinylidene Fluoride		PVDF			
Polyamide		PA11, PA12; PA6; PA66			
Polypropylene		PP			
Polyoxymethylene		POM			
Polyether Ether Ketone		PEEK			
Polyethylene (Resistance to Crack)		PE 100 RC			
Polyethylene terephthalate		PET			
Polyvinyl Chloride		PVC			

**Legende**

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

In der neuen Fassung der DIN EN 1555-1 „Kunststoffrohrleitungssysteme für die Gasversorgung – Polyethylen (PE) von 2024 steht eine Berechnung zur Diffusion von H<sub>2</sub> oder Methan durch PE.

<sup>58</sup> Erler, F., et al. 2024.

#### 4.4.7 nichtmetallische anorganische Werkstoffe

Als letztes werden die nichtmetallischen anorganischen Werkstoffe betrachtet. Hierbei handelt es sich um Keramik, Glas und Graphit. Tabelle 4-10 zeigt, dass auch diese Werkstoffe, laut Literaturangaben, für jede Druckstufe für die Verwendung mit Wasserstoff geeignet sind.

**Tabelle 4-10: H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von nichtmetallischen anorganischen Werkstoffen<sup>59</sup>**

			Temperaturbereich - 20°C bis + 70°C		
			≤ 5 bar	≤ 16 bar	> 16 bar
	Norm	Bezeichnung - Kompendium	Werkstoff- und Bauteiltauglichkeit	Werkstofftauglichkeit (keine unmittelbare Aussage Bauteiltauglichkeit für p(H <sub>2</sub> ) > 5 bar)	
Keramik		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
Glas		SiO <sub>2</sub>			
Graphit		C			

**Legende**

	Materialien, die aufgrund experimenteller Studien als geeignet gelten
	Materialien, die aufgrund Literatur als geeignet gelten
	Bewertung hinsichtlich Druckwechsel und Versprödung erforderlich

Auch Keramik, Glas und Graphit können dem Projekt zufolge mit reinem Wasserstoff verwendet werden.

#### 4.4.8 Fazit zur H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Werkstoffen

Die Werkstofftauglichkeit für Wasserstoff ist abhängig von den jeweiligen Betriebsbedingungen, sodass keine allgemeingültige Aussage zur Verträglichkeit von Materialien getroffen werden kann. Das Projekt „SyWeStH<sub>2</sub>“ bewertet den Einfluss von Wasserstoff auf die Rohrmaterialien aus Stahl unter kritischen Betriebsbedingungen, das heißt maximal zulässiger Materialauslastung im Betrieb unter typischen Lastwechseln - und leitet daraus ab, wie die Rohrleitungen überwacht werden müssen. Das Projekt „BAG464“ bewertet eben diese Betriebsbedingungen für typische Belastungen im Gasverteilnetz (in der Regel unter 16 bar, wo die Werkstoffe bei den üblichen Betriebsdrücken, Durchmessern und Wanddicken in der Regel nur gering ausgelastet sind und zeigt, dass in den meisten Fällen kein Einfluss vorliegt, also auch keine Überwachung erforderlich ist. Unter diesen Betriebsbedingungen sind alle üblicherweise eingesetzten Stahl- und Duktillguss-Werkstoffe geeignet.

<sup>59</sup> Erler, F., et al. 2024.

Für die im Verteilnetz üblicherweise eingesetzten Kunststoff-Werkstoffe ist in den zugrundeliegenden Normen mittlerweile die Eignung für Wasserstoff bestätigt. Ein Schädigungsmechanismus durch Wasserstoff, der Einfluss auf die betriebliche Lebensdauer hätte, ist nicht bekannt.

Im Rahmen der Forschungsvorhaben „BAG464“ und „F&E für H<sub>2</sub>“ wurde die Eignung der untersuchten Werkstoffe bis zu einem Druck von mindestens 5 bar bestätigt. Die Eignung der Werkstoffe für Drücke von mindestens 5 bar ist daher von Relevanz, da gemäß dem DVGW-Regelwerk für Gasnetze erst ab einer Druckstufe von 5 bar sogenannte Rohrbücher zu führen sind. Dies bedeutet für existierende Gasinfrastrukturen, dass ab einem Betriebsdruck von 5 bar meist eine detailliertere Dokumentation vorliegt und somit eine fundierte Bewertung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit des Gasnetzes möglich ist. Darüber hinaus haben die Untersuchungen im Projekt „BAG464“ gezeigt, dass bis 12 bar grundsätzlich keine bruchmechanische Bewertung erforderlich ist. In vielen Fällen kann je nach Leitungs- und Betriebsparametern des jeweiligen Gasnetzes sogar bis 16 bar auf eine bruchmechanische Bewertung verzichtet werden. Diese Forschungsergebnisse legen nahe, dass sich die Umstellung der Netze im Bereich der Netzbewertung, besonders im Bereich der Verteilnetze, deutlich vereinfachen wird. In der Konsequenz ist eine Überarbeitung und Vereinfachung der DVGW-Regelwerke G 407<sup>60</sup> und G 408<sup>61</sup> zur Umstellung von Gasrohrleitungen im Jahr 2026 zu erwarten.

---

<sup>60</sup> DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>61</sup> DVGW-Merkblatt G 408: Umstellung von Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

### 4.5 Druckprüfung bzw. Dichtheit von Rohrleitungen

Die Prüfanforderungen an Netze und Netzanschlüsse sind für Erdgas in den DVGW-Arbeitsblättern G 462<sup>62</sup>, G 463<sup>63</sup>, G 472<sup>64</sup>, G 459-1<sup>65</sup> beschrieben. In dem DVGW-Arbeitsblatt G 469<sup>66</sup>, mit dem Beiblatt G 469-B1, sind die jeweiligen Druckprüfverfahren beschrieben, welche für die Prüfungen von H<sub>2</sub>-Rohrleitungen vorgeschrieben sind. Durch kontinuierliche Instandhaltungsmaßnahmen nach z. B. G 465-1<sup>67</sup> und G 466-1<sup>68</sup> wird die Dichtheit der Netze überprüft und aufrechterhalten.

Bei der Umstellung von Gasleitungen auf den Betrieb mit Wasserstoff sind die DVGW-Merkblätter G 221<sup>69</sup> sowie G 409<sup>70</sup>, G 407<sup>71</sup> und G 408<sup>72</sup> zu beachten.

Für Gashochdruckleitungen, die für den Betrieb mit Wasserstoff errichtet oder auf einen Betrieb mit Wasserstoff umgestellt werden, sind die Anforderungen der Gashochdruckleitungsverordnung (GasHDrLtgV<sup>73</sup>) zu beachten, siehe auch DVGW-Rundschreiben G 05/2024<sup>74</sup>.

---

<sup>62</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 462: Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung.

<sup>63</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 463: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Planung und Errichtung.

<sup>64</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 472: Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung.

<sup>65</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 459-1: Gas-Netzanschlüsse für maximale Betriebsdrücke bis einschließlich 5 bar.

<sup>66</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 469: Druckprüfverfahren Gastransport/Gasverteilung.

<sup>67</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 465-1: Überprüfung von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar.

<sup>68</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 466-1: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Betrieb und Instandhaltung.

<sup>69</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff.

<sup>70</sup> DVGW-Merkblatt G 409: Umstellung von Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff.

<sup>71</sup> DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>72</sup> DVGW-Merkblatt G 408: Umstellung von Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>73</sup> Verordnung über Gashochdruckleitungen (Gashochdruckleitungsverordnung - GasHDrLtgV)

<sup>74</sup> DVGW-Rundschreiben G 5/24: Arbeitshilfen der Länder zum Vollzug der Verordnung über Gashochdruckleitungen (Gashochdruckleitungsverordnung - GasHDrLtgV).

In Rahmen des F&E-Vorhaben „EclHypse“<sup>75</sup> wurde das Druckmessverfahren B3 (mit Luft) in Bezug auf die Anwendung für das Betriebsmedium Wasserstoff untersucht. Als Ergebnis wurden die Prüfanforderungen angepasst, dies wurde als Beiblatt 1 zu G 469<sup>76</sup> veröffentlicht.

Weiterhin soll darauf eingegangen werden, inwieweit sich Leckageraten von Rohrleitungen unter verschiedenen Betriebsmedien und gleichbleibenden Betriebsbedingungen verändern. Dies geschieht anhand von Deliverable 3.5 aus der Roadmap Gas 2050.<sup>77</sup> Für diese Tests wurde die Laminar-Flow-Methode verwendet, um Druckverluste und Leckage-Volumenströme mit sehr hoher Auflösung ermitteln zu können. Der genaue Aufbau des Prüfstandes inklusiver einzelner Komponenten und Eigenschaften findet sich im Bericht. Hier sind auch die genauen Prüfbedingungen beschrieben. Zusammengefasst werden in dem Prüfstand aber sowohl die innere als auch die äußere Dichtheit der Prüflinge untersucht. Dies geschieht an zwei verschiedenen Prüflecks, zum einen einer Saphir Einschreibdüse und zum anderen einer Schraubverbindung bei der bewusst eine Leckage erzeugt wurde. Die Untersuchungen der Prüflinge bzw. der eingebrachten Leckagen erfolgte dann unter vier verschiedenen Testgasen, wobei es sich bei dem letzten Testgas um 100% Wasserstoff gehandelt hat.

Aus diesen durchgeführten Tests gehen (für beide aufgebrachte Leckagen) folgenden Ergebnisse hervor:

- Die Leckrate steigt mit zunehmendem Wasserstoff-Gehalt in den Testgasen an.
- Bei der Verwendung von 100 % Wasserstoff steigt die Leckrate um mehr als das Dreifache (Schraubverbindung) bzw. das Zweifache (Saphir-Düse) an im Vergleich zu den Untersuchungen mit synthetischer Luft.

Zusätzlich wurde für Gasleitungen noch die Leckageraten bei einer externen Brandeinwirkung untersucht. Hier war das Ergebnis, dass die Leckageraten bei höheren

---

<sup>75</sup> Anghilante, R., et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202138: ECLHYPSE - Experimentelle Charakterisierung der Leckraten von Prüflecks mit H<sub>2</sub> und/oder CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-Gasgemischen gegenüber Luft.

<sup>76</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 469: Druckprüfverfahren Gastransport/Gasverteilung.

<sup>77</sup> Burmeister, F., et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 201824-D 3.5: Roadmap Gas 2050: Bewertung der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit von Gasinstallationen.

Temperaturen bis 650 °C kleiner werden. Dies ist durch die größer werdenden Viskositäten der Prüfgase bei höheren Temperaturen zu begründen.

## 4.6 H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Gasanlagen und Komponenten

Dieses Kapitel widmet sich der systematischen Betrachtung typischer Bauteile und Einrichtungen, die im Betrieb von Gasnetzen eine Rolle spielen. Für jede Komponente wird dargestellt, ob und unter welchen Bedingungen ein sicherer Betrieb mit Wasserstoff möglich ist. Dabei werden sowohl Erkenntnisse aus Forschungsprojekten als auch Vorgaben des DVGW-Regelwerks und Praxiserfahrungen berücksichtigt. Die Bewertung erfolgt differenziert nach Druckstufen, Werkstoffgruppen und Einsatzszenarien. Besonderes Augenmerk liegt auf der Dichtheit, der Materialbeständigkeit und der Funktionalität unter Wasserstoffatmosphäre.

Die nachfolgenden Unterkapitel geben einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik und zeigen auf, welche Komponenten bereits als H<sub>2</sub>-ready gelten, wo noch Prüfbedarf besteht und welche Nachweise für die Tauglichkeit erforderlich sind.

### 4.6.1 Absperrarmaturen

Das DVGW-Forschungsprojekt G 202139: „LeA H<sub>2</sub> + UWaSpin H<sub>2</sub>“<sup>78</sup> zur Leckratenerfassung betrachtete sowohl bereits eingesetzte Bestandsarmaturen aus Erdgasnetzen als auch neuwertige Armaturen. Die zur Verfügung gestellten Geräte (unterschiedlichster Hersteller, Bauformen, Nennweiten und Druckstufen) wurden innerhalb des Projektes, bis zu ihrem höchstmöglichen Nenndruck, auf innere und äußere Dichtheit geprüft. Zudem wurden die Armaturen über einen Zeitraum von drei Monaten auf ihr Langzeitverhalten unter Wasserstoff geprüft, hier wurde aber lediglich die äußere Dichtheit der Armaturen betrachtet. Die Zielsetzung der des Projekts war es, die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von Absperrarmaturen hinsichtlich ihrer Wasserstoff-Dichtheit sowie der Erweiterung des Regelwerks zu untersuchen. Das Projekt befasste sich mit der inneren und äußeren Dichtheit von bestehenden Armaturen des Gasnetzes, wobei verschiedene Konstruktionen und Dichtsysteme wie Absperrkörper und Spindel hinsichtlich der Wasserstoffdichtheit untersucht wurden. Im Fokus lagen insbesondere die Erfassung der

---

<sup>78</sup> Schulz, S., Nürnberg, T. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202139: Leckratenerfassung der Wasserstoffdichtheit von Armaturen und Abdichtsystem von Bestandsarmaturen (LeA H<sub>2</sub> + UWaSpin H<sub>2</sub>).

unmittelbaren Leckrate und Langzeitversuche zur Wasserstoffbeständigkeit von Armaturen, die Prüfung der Dichtheit im Bereich der Stopfbuchsen und Spindelabdichtungen, sowie die Erfassung möglicher Wechselwirkungen mit Wasserstoff.

Aus den Untersuchungen der Armaturenstichproben ging hervor, dass sich das Bestandsnetz, insbesondere bezogen auf die äußere Dichtheit, in einem wasserstofftauglichen Zustand befindet, was die Grundlage für eine zukünftige Umstellung auf den Betrieb mit Wasserstoff darstellt. Dennoch sollte vor einer geplanten Leitungsumstellung eine Zustandsprüfung und Bewertung der betroffenen Armatur durchgeführt werden.

Ein weiteres Projekt, welches sich mit der Dichtheit bzw. der Wasserstofftauglichkeit von Absperrarmaturen beschäftigt hat, ist das Projekt F&E für H<sub>2</sub> in der Gasversorgung.<sup>79</sup> In einem komplexen Versuchsprogramm erfolgte die Prüfung von verschiedenen Armaturen, die eine Zulassung nach dem jeweiligen Produktstandard hatten. Da die Untersuchungen hier sehr ähnlich den Untersuchungen aus dem Projekt „LeA H<sub>2</sub> + UWaSpin H<sub>2</sub>“ sind, wird hier nur auf die entsprechenden Ergebnisse der Tests eingegangen. Für genauere Details kann aber der Abschlussbericht herangezogen werden.

Bei den Untersuchungen wurden keine Undichtheiten an Armaturen festgestellt, die den einschlägigen Produktstandards entsprechen. Die Anforderungen an die innere und äußere Dichtheit konnten bei allen Versuchen, sowohl bei verschiedenen Prüfdrücken als auch bei verschiedenen Prüfgasen erfüllt werden. Auch durch gezielte Temperatur- und Druckwechsel sowie zusätzliche Alterungstests konnten keine Undichtheiten an den Armaturen gemessen werden. Das Projekt bestätigt somit die Ergebnisse aus dem Projekt „LeA H<sub>2</sub> + UWaSpin H<sub>2</sub>“.

Das DVGW-Forschungsprojekt G 202109 „KuFeH<sub>2</sub>“<sup>80</sup> beschäftigte sich mit dem Langzeitverhalten der Oberflächenbeschichtung von Absperrarmaturen und Federpaketen unter H<sub>2</sub>-Atmosphäre. Für dieses Projekt erfolgte die Simulation einer Belastungszeit von ca. 50 Jahren, um das Langzeitverhalten unter Wasserstoff abzubilden. Hierbei sollte zum einen bestimmt werden, welche Auswirkungen Wasserstoff auf die Stabilität unterschiedlicher Arten von Oberflächenbeschichtungen von Absperrarmaturen hat. Zum anderen wie sich Wasserstoff auf die Eigenschaften von zyklisch belasteten Druckfedern

---

<sup>79</sup> Erler, F., et al. 2024.

<sup>80</sup> Monse 2023.

auswirkt. Da sich dieses Kapitel jedoch nur mit der Wasserstofftauglichkeit von Armaturen beschäftigt, wird auf die Ergebnisse der Druckfedern im Folgenden nicht genauer eingegangen, diese können jedoch bei Bedarf in dem dazugehörigen Abschlussbericht nachgelesen werden.

Im Fokus des DVGW-Forschungsprojekts „UKoBaRi H2“ G 202108 „Untersuchung an Konstruktionen von Bestandsarmaturen hinsichtlich Rissansatzbildung unter Wasserstoffatmosphäre“<sup>81</sup> lag die Untersuchung der Integrität der Bestandsarmaturen im Betrieb mit Wasserstoff.

Ziel war es, auf Basis experimentell ermittelter bruchmechanischer Werkstoffeigenschaften und rechnerischer Nachweisverfahren die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb von Bestandsarmaturen zu schaffen. Die entwickelte Bewertungsmethode wurde so konzipiert, dass sie möglichst auf unterschiedliche Armaturentypen und Geometrien übertragbar ist.

Durch bruchmechanische Berechnungen ließ sich eine ausreichende Sicherheit gegenüber dem Versagen von Armaturen mit vorhandenen oder postulierten rissartigen Defekten gewährleisten. Im Fokus standen dabei Finite-Elemente-Analysen für repräsentative Armaturen Bauformen sowie die Durchführung elastischer Spannungsanalysen.

Diese Erkenntnisse sind mit in das DVGW-Forschungsprojekt „UKoBaRiS H2“ G 202311 „Untersuchung von Schweißnähten an Bestandsarmaturen unter Wasserstoffatmosphäre“ eingeflossen.<sup>82</sup> Im Ergebnis dessen wird deutlich, dass es essenziell ist, die Schweißzugspannung (SES) von Schweißnähten und deren Auswirkung für bruchmechanisches Verhalten zu berechnen. Bislang wurden diese Werte konservativ anhand von Regelwerksempfehlungen und Werkstoffdaten abgeschätzt. An dieser Stelle setzte das Forschungsprojekt an und ermittelte die SES für einen repräsentativen Schnitt der in den Gasnetzen verbauten Werkstoffe und der für die Armaturen verwendeten Schweißarten. Dadurch sollten realistische Betriebsbedingungen und Aussagen über die Lebensdauer von Armaturen im zukünftigen Wasserstoffnetz berechnet werden. Unter

---

<sup>81</sup> Skrzypczak, V. et al. (2024): DVGW-Forschungsprojekt G 202108-G202311: Untersuchungen der Wasserstoffverträglichkeit von Bestandsarmaturen (UKoBaRi H2) Untersuchung von Schweißnähten an Bestandsarmaturen unter Wasserstoffatmosphäre (UKoBaRiS H2).

<sup>82</sup> Ebd.

Berücksichtigung der numerisch ermittelten Eigenspannungen lassen sich für alle untersuchten Armaturen hinreichende Sicherheitsreserven beim Betrieb in Druckwasserstoff aufzeigen. Die Erkenntnisse aus dem Vorhaben sind repräsentativ auf im Gastransportsystem verbaute Bestandsarmaturen übertragbar und sind ins DVGW-Merkblatt G 405<sup>83</sup> eingeflossen.

Weitere Anforderungen an Materialien und Bauteile für Gasleitungen sind in den DVGW-Arbeitsblättern G 462<sup>84</sup>, G 463<sup>85</sup>, G 265-3<sup>86</sup> und dem DVGW-Merkblatt G 221<sup>87</sup> sowie - für Bestandsarmaturen - im DVGW-Merkblatt G 405 und - für Neuarmaturen - im DVGW-Merkblatt G 406<sup>88</sup> festgelegt. Für Hersteller gibt es die Möglichkeit, mit der Hilfe des Zertifizierungsprogrammes ZP 4110 der DVGW CERT GmbH einen Tauglichkeitsnachweis zu führen, solange noch keine wasserstoff-spezifischen Anforderungen in den entsprechenden Prüfnormen aufgenommen sind.<sup>89</sup>

---

<sup>83</sup> DVGW-Merkblatt G 405: Umstellung von Bestandsarmaturen auf Wasserstoff.

<sup>84</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 462: Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung.

<sup>85</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 463: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Planung und Errichtung.

<sup>86</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 265-3: Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb.

<sup>87</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff.

<sup>88</sup> DVGW-Merkblatt G 406: Anforderungen an neue Gasarmaturen in H<sub>2</sub>-Anwendungen für Gastransport, Gasverteilung und Gasinstallation.

<sup>89</sup> [https://www.dvgw-cert.com/medien/leistungen/download\\_antrag-go-zp.../zp\\_4110\\_01.pdf](https://www.dvgw-cert.com/medien/leistungen/download_antrag-go-zp.../zp_4110_01.pdf)

#### 4.6.2 Flanschverbindungen

Dieses Kapitel befasst sich mit der Dichtheit von Flanschverbindungen bei der Verwendung verschiedener Dichtungen unter Wasserstoffatmosphäre anhand des DVGW-Forschungsprojektes G 202141 „DiFla-H<sub>2</sub>“.<sup>90</sup> Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden folgende Flachdichtungen getestet, die gemäß DIN 30690-1<sup>91</sup> für einen Auslegungsdruck bis 40 bar eingesetzt werden dürfen.

- Kammprofilabdichtungen
- Wellenringabdichtungen
- Faserweichstoffabdichtungen
- Gummi-Stahl-Dichtung

Tabelle 4-11 stellt die untersuchten Dichtungen und ihren prinzipiellen Aufbau zum besseren Verständnis genauer da. Genauere Informationen zu den einzelnen Dichtungstypen sind hier nicht aufgeführt, diese können aber bei Bedarf dem Abschlussbericht des Projektes „DiFla-H<sub>2</sub>“ entnommen werden.

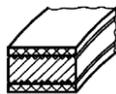
Die Dichtungen wurden alle im Prüfstand (des GWI) untersucht und auf ihre Dichtheit bzw. ihre Leckagerate geprüft. Hierfür wurde ein Prüfgas-Lecksucher in Verbindung mit einem Massenspektrometer eingesetzt. Der Prüfdruck wird für die Versuche auf maximal 40 bar begrenzt (welches dem Auslegungsdruck der Flanschverbindungen entspricht) und die Dichtungen wurden alle bei einer Temperatur von 23°C (Raumtemperatur) und einer relativen Feuchte von 50% untersucht.

---

<sup>90</sup> Burmeister, F. et al. (2024): DVGW-Forschungsbericht G 202141: Dichtheitsprüfung von Flanschverbindungen in Anlagen zum Betrieb mit Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Gasen - DiFla-H<sub>2</sub>.

<sup>91</sup> Gasfachliche Norm DIN 3069-1: Bauteile in Anlagen der Gasversorgung – Teil 1: Anforderungen an Bauteile in Gasversorgungsanlagen.

**Tabelle 4-11: Untersuchte Dichtungstypen des Projektes DiFla-H2<sup>92</sup>**

Bezeichnung	Prinzipieller Aufbau	Ausführung der Flanschdichtung	Anzahl der Hersteller
Kammprofildichtung		mit Graphitauflagen	2
Wellringdichtung		mit Graphitauflagen	2
Flachdichtung		Faserdichtung	3
Flachdichtung		Gummi - Stahldichtung	1

Das Ergebnis dieser Versuche war, dass alle geprüften Flanschverbindungen unter reiner Wasserstoffatmosphäre, bei einem Betriebsdruck von 40 bar, technisch dicht sind.

Es wurde nachgewiesen, dass die gemessene Leckagerate auch für Wasserstoff um ca. zwei Größenordnungen unterhalb der nach TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)<sup>93</sup> zulässigen Leckage liegt. Dieser Wert liegt zwar über den für Stickstoff gemessenen Werten, aber es kann von Folgendem ausgegangen werden: fachgerecht montierte Flanschverbindungen, die mit Stickstoff oder Luft auf Dichtheit geprüft wurden - und somit auch die Flanschverbindungen im Bestand – werden auch im Betrieb mit Wasserstoff dicht sein. Das sicherheitstechnisch unbedenkliche Formiergas (95 vol.% N<sub>2</sub>/ 5 vol.% H<sub>2</sub>) eignet sich für Dichtheitsprüfungen von Flanschverbindungen an Wasserstoffanlagen.<sup>94</sup>

<sup>92</sup> Burmeister 2024.

<sup>93</sup> Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, August 2021

<sup>94</sup> Burmeister, F. et al. (2025): Dichtheitsprüfung von Flanschverbindungen in Anlagen zum Betrieb mit Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Gasen: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 10/2025).

### 4.6.3 Isolierstücke

Im folgenden Kapitel wird genauer auf Isolierstücke bzw. Isolierverbindungen eingegangen, diese sind nach DIN 3389-2 elektrisch nichtleitende Rohrverbindungen, die zur Unterbrechung der elektrischen Längsleitfähigkeit einer Rohrleitung in einem System des kathodischen Korrosionsschutzes dienen.<sup>95</sup> Die Hauptfunktion derer ist, die elektrische Trennung von zwei Systemen, zusätzlich muss die Dichtheit der Komponente durch den kathodischen Isolator bzw. den Dichtungswerkstoff gegeben sein.

Isolierstücke sind vollverschweißte, kraftschlüssige Bauteile, die aus zwei Rohrteilen bestehen und eine hohe Biegefestigkeit aufweisen. Die beiden Hälften der Trennstücke sind dabei elektrisch voneinander isoliert. Das Material des Isolierrings muss dabei dem im Rohr transportierten Medium angepasst werden, dies ist besonders bei dem Transport von Wasserstoff zu beachten. Weitere Informationen zu dem Aufbau von Isoliertrennstücken können einem Beitrag aus dem Sonderdruck des Forums Gas Wasser Wärme entnommen werden und werden deshalb hier nicht genauer betrachtet.<sup>96</sup>

Nach DVGW-Arbeitsblatt GW 24<sup>97</sup> werden dabei folgende Begrifflichkeiten unterschieden:

- **Isolierverbindung:** Oberbegriff von Komponenten zur elektrischen Rohrunterbrechung unterschiedlicher Bauformen
- **Isolierkupplung:** Geschlossene, unlösbare Ausführungsvariante der Isolierverbindung
- **Isolierflansch:** Geschraubte Ausführungsvariante der Isolierverbindung, bestehend aus Isolierflansch (Isolierscheibe), isolierten Schraubenbolzen und Stahlflanschen

Das DVGW-Forschungsprojekt „H<sub>2</sub>-Kompendium-FNB“ hat sich unter anderem mit der Wasserstofftauglichkeit von Isoliertrennstücken beschäftigt. Es wird der Schluss gezogen, dass der Betrieb von Isoliertrennstücken mit 100% Wasserstoff prinzipiell möglich

---

<sup>95</sup> Gasfachliche Norm DIN 3389-2: Einbaufertiges Isolierstück – Teil 2: Isoliertkupplungen für Gasverteilung und Gastransport – Anforderungen und Prüfungen. Ausgabe Februar 2021.

<sup>96</sup> Schrammel, J., Heim, J. 2018.

<sup>97</sup> DVGW-Arbeitsblatt GW-24: Kathodischer Korrosionsschutz in Verbindung mit explosionsgefährdeten Bereichen, textgleich mit der AfK-Empfehlung Nr. 5.

ist, aber auf jeden Fall einer Einzelfallbetrachtungen unterzogen werden muss bzw. Anpassungen durchzuführen sind. Laut dem Projekt, besteht eine Wasserstofftauglichkeit bis 10 Vol.% Wasserstoff.<sup>98</sup>

Die Firma Schuck gibt ebenfalls an, dass einige Isoliertrennstücke für 100% Wasserstoff geeignet sind. Bei diesen handelt es sich um die Isolierstücke des Typen SHD-H<sub>2</sub> und die Isolierflansche des Typen SIF-H<sub>2</sub> / USIF-H<sub>2</sub>. Manche Typen (insbesondere die Isolierstücke des Typ TS PN5) können hingegen nur bis 20% Wasserstoff betrieben werden und benötigen ggf. eine Nachbearbeitung damit sie für die Verwendung unter 100% Wasserstoff geeignet sind.<sup>99</sup>

Generell gilt, dass die Wasserstofftauglichkeit für Isoliertrennstücke nicht verallgemeinert werden kann. Momentan sind daher Einzelfallbetrachtungen und ggf. Anpassungen durchzuführen, sofern keine H<sub>2</sub>-Readiness Bescheinigung des Herstellers vorliegt.

#### 4.6.4 Gasströmungswächter

Der Gasströmungswächter gehört zum aktiven Sicherheitskonzept von Gasinstallationen in Gebäuden. Sie dienen der Absicherung gegen Folgen von mechanischen Fremdeinwirkungen an Netzanschlüssen außerhalb von Gebäuden. Diese Einrichtungen sperren den Gasdurchfluss selbstständig, wenn der Schließdurchfluss überschritten wird. Dies tritt auf, wenn in der hinter dem Gasströmungswächter verlaufenden Netzanschlussleitung bis zur Hauptabsperreinrichtung bzw. dem direkt angeschlossenen Gasdruckregelgerät im Gebäude ein höherer Gasdurchfluss herrscht als zugelassen. Ursache ist z. B. Abriss der Netzanschlussleitung durch Baggereingriff.

Im DVGW-Forschungsprojekt „Roadmap Gas 2050“ wurde untersucht, inwieweit sich das Betriebsverhalten der Gasströmungswächter der Inneninstallation durch die Änderung der physikalischen Eigenschaften des Betriebsmediums (hier Wasserstoff) ändert. Die Versuche an den Strömungswächtern wurden hierbei nach DIN 30652-1

---

<sup>98</sup> Poltrum, M. (2021): DVGW-Forschungsprojekt G 201901: Kompendium Wasserstoff in Gasfernleitungsnetzen H<sub>2</sub>-Kompendium-FNB.

<sup>99</sup> Siehe dazu [Schuck-Produkte-fuer-Wasserstoff-Stand-11.2024.pdf](#), zuletzt abgerufen am 29.10.2025

durchgeführt.<sup>100</sup> Genauere Informationen zu dem Versuchsaufbau und den einzelnen Komponenten können in dem Bericht der Roadmap Gas 2050 genauer nachgelesen werden. Folgende Gasströmungswächter wurden innerhalb der Versuche, von jeweils zwei verschiedenen Herstellern, betrachtet:<sup>101</sup>

- Typ K der Nennweite DN 25 mit Nenndurchfluss 2,5 m<sup>3</sup>/h
- Typ K der Nennweite DN 25 mit Nenndurchfluss 4 m<sup>3</sup>/h
- Typ K der Nennweite DN 32 mit Nenndurchfluss 10 m<sup>3</sup>/h

Die Strömungswächter wurden im stationären Betrieb, also nach Erreichen des maximal zulässigen Volumenstroms untersucht. Es wurde hierbei ausschließlich die senkrechte Einbaulage betrachtet, da dies den ungünstigsten Fall mit der längsten Schließzeit darstellt.

Die Strömungswächter wurden zunächst mit Luft durchströmt und der entsprechende Druckverlust wurde gemessen. Bei diesem erfolgen dann die weiteren Messungen der Volumenströme bei 100% Wasserstoff. Der gemessene Volumenstrom unter Wasserstoff liegt dabei, wie zu erwarten, über dem in Luft gemessenen Volumenstrom, da die Dichte des Brenngases mit zunehmendem Wasserstoffgehalt abnimmt. Ebenfalls fällt auf, dass die Volumenströme mit steigendem Nenndurchfluss des Gasströmungswächter sowie mit zunehmender Nennweite dessen deutlich ansteigen. Abbildung 4-4 zeigt die gemessenen und berechneten Volumenströme exemplarisch für die untersuchten Strömungswächter DN 25, Nenndurchfluss 2,5 m<sup>3</sup>/h (ganz rechts sind dabei die Messungen unter 100% Wasserstoff abgebildet).

---

<sup>100</sup> Gasfachliche Norm DIN 30652-1: Gasströmungswächter – Teil 1: Gasströmungswächter für die Gasinstallation.

<sup>101</sup> Burmeister, F., et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 201824-D 3.5: Roadmap Gas 2050: Bewertung der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit von Gasinstallationen.

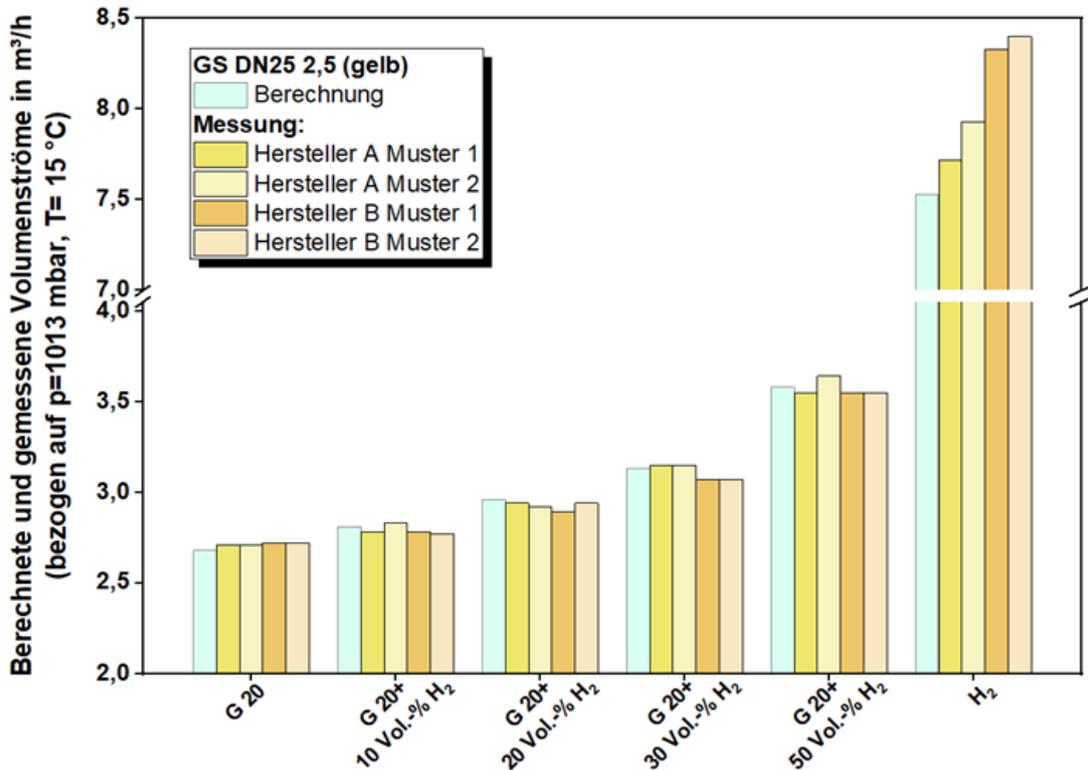


Abbildung 4-4: Berechnete und gemessene Volumenströme für GS DN25 2,5<sup>102</sup>

Zu sehen ist, dass die berechneten Werte für den Volumenstrom bei 100% Wasserstoff am stärksten von den tatsächlich gemessenen abweichen. Dies ist für alle drei untersuchten Typen der Fall.

Als nächstes wurde der Schließvolumenstrom im stationären Betrieb gemessen. Die Messung wurde unter einem Mindestbetriebsdruck von 15 mbar durchgeführt. Hierbei wurde, wie Abbildung 4-5 entnommen werden kann, festgestellt, dass der Schließvolumenstrom mit steigendem Wasserstoffgehalt deutlich zunimmt.

<sup>102</sup> Burmeister, F., et al. 2023.

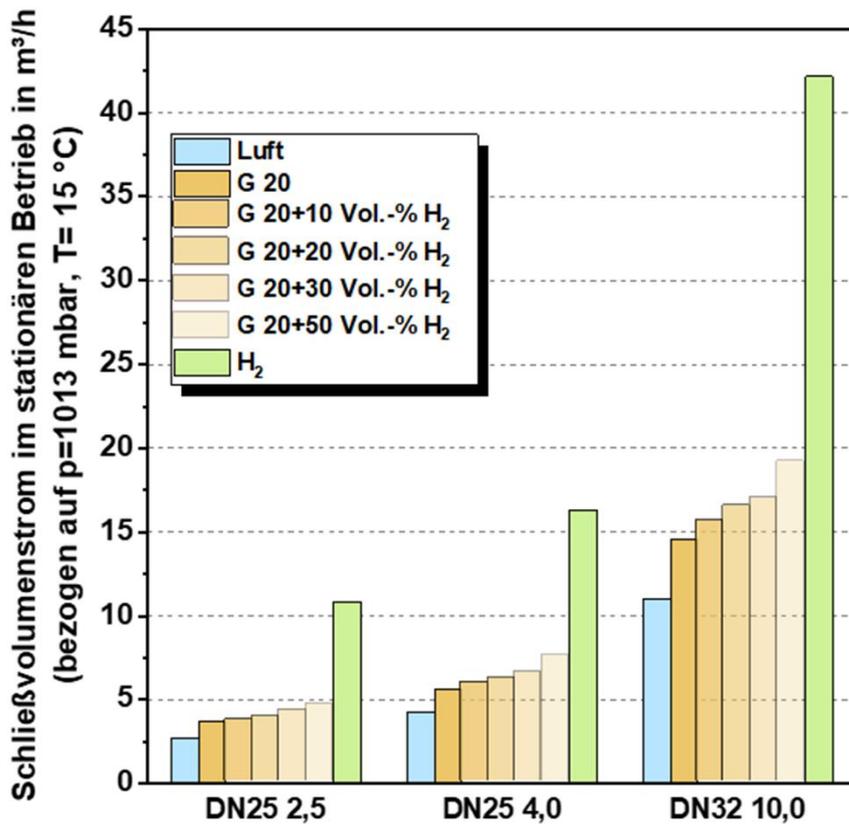


Abbildung 4-5: gemessene Schließvolumenströme im stationären Betrieb (Mittelwert von drei Messwerten)<sup>103</sup>

Aus den gemessenen Schließvolumenströmen kann der Schließfaktor berechnet werden. Dieser liegt bei allen untersuchten Gasströmungswächtern, nach Abzug von Messungenauigkeiten, innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzen.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die Funktion der Gasströmungswächter der Inneninstallation, was die Schließvolumenströme betrifft, auch bei der Verwendung unter 100% Wasserstoff gegeben ist. Daher wurde der Anwendungsbereich, der derzeit im Entwurf vorliegenden Normen DIN 30652 Teil 1 bis 4 über Gasströmungswächter in Gasinstallationen und Netzanschlussleitungen, auf Gase der 5. Gasfamilie nach DVGW-Arbeitsblatt G 260 erweitert und Wasserstoff der 5. Gasfamilie in die Berechnung der absicherbaren Leitungslängen aufgenommen.

<sup>103</sup> Burmeister, F., et al. 2023.

### 4.6.5 Wasserstoff-Einspeiseanlagen

Wasserstoff-Einspeiseanlagen dienen der Einspeisung von Wasserstoff in das Gas-, bzw. Wasserstoffversorgungsnetz. Dies umfasst erforderliche Druckanpassung, Druckabsicherung, Sicherung der Gasbeschaffenheit gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt G 260<sup>104</sup> (einschließlich der Gasmischanlage), Gasmessung und ggf. Odorierung. Als Grundlage hierfür gilt das DVGW-Arbeitsblatt G 265-1<sup>105</sup>, welches durch das DVGW-Arbeitsblatt G 265-3<sup>106</sup> um wasserstoffspezifische sicherheitstechnische Anforderungen ergänzt wird. Diese Ergänzungen umfassen beispielsweise:

- Anpassung von Abblase- und Entspannungsleitungen, da mit Explosion, Brand und Flammenrückschlag zu rechnen ist
- Einsatz entsprechender Gaswarneinrichtungen
- Anpassung der Gefahrenbereiche und Sicherheitsabstände
- Brandschutzkonzept angepasst an die erhöhte Brandgefährdung
- Anpassung des Blitzschutz-Konzeptes sowie der Explosions-Zonen
- Angepasste Materialauswahl zur Vermeidung von wasserstoffinduzierter Spannungsrisskorrosion

Das DVGW-Arbeitsblatt G 265-3 gilt darüber hinaus auch für den Eingang und Ausgang der Verbindungsleitungen der Anlage. Eine Wasserstoffeinspeiseanlage besteht somit aus verschiedenen Anlagenteilen, die nach unterschiedlichen technischen Regelwerken spezifiziert und in Verkehr gebracht werden können.

---

<sup>104</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit.

<sup>105</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 265-1: Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Gasversorgungsnetze; Teil 1: Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung und Inbetriebnahme.

<sup>106</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 265-3: Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb.

Eingespeist werden kann Wasserstoff als

- Austauschgas (Gase mit gleichartigem Brennverhalten wie das Grundgas)
- in Netze der 5. Gasfamilie (Hat Wasserstoff als Grundgas)

oder

- als Zusatzgas (Hat ein vom Grundgas abweichendes Brennverhalten und kann daher nur bedingt beigemischt werden)
- in Netze der 2. Gasfamilie „Methanreiche Gase“.

Bei der Verwendung von Wasserstoff als Zusatzgas ist sicherzustellen, dass beim nächstgelegenen Ausspeisepunkt oder der nächsten Verzweigung eine Gasmischung vorliegen muss, die die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes G 260 einhält und unzulässige Wasserstoffanreicherungen, z.B. in Pendelzonen, vermieden werden.

#### 4.6.6 Gasdruckregel- und -Messanlage

Grundsätzlich können GDRA unter Wasserstoff nach DVGW-Arbeitsblatt G 491<sup>107</sup> ausgelegt werden, Anhang O gibt hierfür die passenden Hinweise. Die Wasserstofftauglichkeit der Anlagen kann durch Sachverständige anhand des Arbeitsblattes nachgewiesen werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Projektes „HyDelta“, welches im Auftrag der niederländischen Netzbetreiber durchgeführt wurde, betrachtet. Hierfür wurden für das niederländische Gasverteilernetz typische kleine GDRA mit einem maximalen Durchfluss von 200 m<sup>3</sup>/h bei Erdgas und einem Durchfluss von 600 m<sup>3</sup>/h bei Wasserstoff untersucht. Anlagen mit folgenden Gas-Druckregelanlagen wurden in den Versuchen betrachtet:

- Itron 233
- Elster-Instromet Typ 243-12-1-SRL
- Fiorentini Typ DIVAL 600

---

<sup>107</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 491: Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke bis einschließlich 100 bar.

Es wurden sowohl die innere Dichtheit als auch der Schließdruck betrachtet. Die Dichtheitsversuche wurden sowohl für die Sicherheitsabspernung als auch den Ein- und Ausgang der Anlage gemessen. Alle untersuchten Anlagen erfüllen bei allen drei Tests unter Wasserstoff die Dichtheitsanforderungen. Der Schließdruck ist bei allen Geräten entweder identisch mit dem Druck bei der Verwendung von Erdgas oder leicht geringer (3 bzw. 12 mbar). Zusätzlich wurden die Geräuschemissionen der Anlagen betrachtet, diese sind nur leicht erhöht gegenüber Erdgas. Ein möglicher Grund dafür ist, dass die Versuche nicht immer mit genau der dreifachen Durchflussmenge an Wasserstoff durchgeführt wurden, sondern diese leicht variiert wurde. Konkret wurde Erdgas mit einer Auslastung von 85 % und Wasserstoff mit einer Auslastung von 110 % getestet. Genauere Beschreibungen der Ergebnisse finden sich in dem Abschlussbericht des Arbeitspaketes WP1B des Projektes.<sup>108</sup>

Aus den Versuchen geht hervor, dass die getesteten GDRA im Hinblick auf die Druckregelung und Druckabsicherung ohne weitere Modifizierungen auch unter Wasserstoff ausreichend sicher und zuverlässig verwendet werden können. Die Versuche mit unterschiedlichen Sicherheitsventilen zeigen alle nur geringe Unterschiede zu den Ergebnissen von Erdgas und Wasserstoff. Dies betrifft alle getesteten Merkmale der Anlagen.

Allerdings wurden in diesen Versuchen nur die technische Funktionalität der GDRA getestet und nicht die langfristigen Auswirkungen von Wasserstoff auf die Komponenten der Anlagen.

Zusätzlich befasst sich das DVGW-Forschungsprojekt „GDRM-Betriebsgrenzen“<sup>109</sup> mit der Kapazitätsberechnung von Gasdruckregelmessanlagen. Als Ergebnis dieses Projektes wurde ein Berechnungsprogramm zur Dimensionierung der Anlagen bzw. zur Überprüfung von existierenden Anlagen erstellt. Dieses Tool gibt die Leistungswerte der Anlagenkomponenten in Abhängigkeit vom Wasserstoff-Anteil grafisch wieder. Die Berechnung erfolgt dabei auf Basis von individuellen Eingabewerten und Vorgabewerten aufgrund von Regelwerken und Herstellervorgaben. Tabelle 4-12 zeigt, welche

---

<sup>108</sup> Woudenberg, S. (2022): HyDelta - WP1B – Gasstations - D1B.1 – Operation of gas stations with spring loaded regulators with hydrogen. Online verfügbar unter <https://zenodo.org/records/6469611>, zuletzt geprüft am 03.11.2025.

<sup>109</sup> Dörr, H. et al. (2016): DVGW-Forschungsprojekt G 201205: Untersuchungen zur Einspeisung von Wasserstoff in ein Erdgasnetz – Auswirkungen auf den Betrieb von Gasanwendungstechnologien im Bestand, auf Gas-Plus-Technologien und auf Verbrennungsregelungsstrategien.

Möglichkeiten durch das Tool berechnet werden können und wie sich diese Werte durch die Verwendung von Wasserstoff im Gasnetz ändern.

**Tabelle 4-12: Berechnete Parameter und Auswirkungen durch Verwendung von H<sub>2</sub> im Projekt GDRM-Betriebsgrenzen<sup>110</sup>**

Berechnete Parameter	Auswirkungen durch Verwendung von Wasserstoff
<b>Durchflussleistung (Anlageneingang; -ausgang; Sicherheitsabsperrentil)</b>	Abnehmende Leistung bei bestehender Anlage aufgrund des kleineren Brennwertes von Wasserstoff
<b>Regelgerät</b>	Maximal transportierbare Leistung sinkt durch die Verwendung von Wasserstoff
<b>Gasfilter (Filterfläche)</b>	Nimmt mit steigendem Wasserstoffanteil zu
<b>Gaszähler</b>	Erforderliche Größe des Gaszählers steigt bei Verwendung von Wasserstoff und einer konstanten Energiemenge
<b>Vorwärmung</b>	Erforderliche Vorwärmerleistung sinkt mit steigendem Wasserstoffanteil, kann bei reinem Wasserstoff der 5. Gasfamilie entfallen

Im Rahmen des laufenden DVGW-Forschungsprojekts "HySpeed" wird zudem die Eignung von GDRAs für den Betrieb mit 100 % Wasserstoff evaluiert. Der Fokus der Untersuchung liegt auf der Beständigkeit der Anlagen bei erhöhten Flussgeschwindigkeiten von Wasserstoff. Im Rahmen der Untersuchung wurden die Auslastungswerte von 100 % Erdgas und 100 % Wasserstoff anstelle des Verhältnisses von 85 % zu 110 % bei HyDelta analysiert.<sup>111</sup>

<sup>110</sup> Dörr 2016.

<sup>111</sup> Burmeister, F. et al.: DVGW-Forschungsprojekt G 202330: HySpeed - Zulässige Strömungsgeschwindigkeiten von Wasserstoff in Gasdruckregelanlagen. Voraussichtliche Veröffentlichung in 2026.

In diesem Kapitel wurden die Funktionsanforderungen im Hinblick auf die Druckregelung und -absicherung betrachtet. Maßnahmen und Anforderungen zur Gewährleistung der Explosionssicherheit werden im Kapitel 5.1.2 explizit behandelt.

#### 4.6.7 Verdichterstationen

Verdichterstationen werden entlang des Transportnetzes eingesetzt, um den Druck des transportierten Gases zu erhöhen und dessen Weiterleitung über lange Strecken sicherzustellen. Während des Transports kommt es zu einem Druckverlust durch Reibungsverluste und topografische Gegebenheiten. Verdichterstationen gleichen diesen Druckverlust aus und tragen somit zur Aufrechterhaltung eines stabilen Betriebs des Fernleitungsnetzes bei. Typischerweise setzen sie sich zusammen aus Filtereinheiten, Verdichtern, die in der Regel mit einem Elektromotor und/oder einer Gasturbine betrieben werden, Kühlsystemen, Mess- und Regeltechnik sowie Sicherheitsvorrichtungen.

Im Folgenden soll jedoch vorrangig auf Verdichter und deren H<sub>2</sub>-Tauglichkeit eingegangen werden. Abbildung 4-6 zeigt die verschiedenen Verdichtertypen sowie deren typische Einsatzbereiche in Abhängigkeit vom erreichbaren Druckverhältnis und dem Ansaugvolumenstrom. Je nach Auslegung der Leitungen lässt sich mithilfe dieses Diagramms und ergänzender Berechnungen der geeignete Verdichtertyp bestimmen.

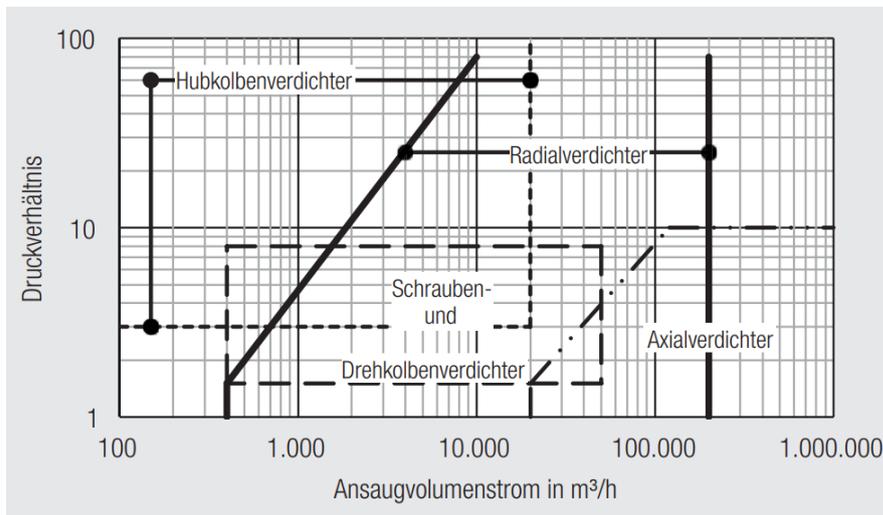


Abbildung 4-6: Einsatzbereiche verschiedener Verdichterbauarten<sup>112</sup>

<sup>112</sup> Lendt, B.; Cerbe, G. (2016): Grundlagen der Gastechnik: Gasbeschaffung – Gasverteilung – Gasverwendung. 8. Auflage: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.

Gegenwärtig sind für jede der dargestellten Bauarten bereits Verdichter auf dem Markt verfügbar, welche auf den Betrieb mit Wasserstoff ausgelegt sind und daher H<sub>2</sub>-ready sind.

Aufgrund der geringeren Dichte von Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas kommt es zu einer entsprechenden Veränderung des Verdichtungsaufwands. Bei konstanter Drehzahl liegt das Verdichtungsverhältnis von Wasserstoff bei etwa einem Viertel des Verdichtungsverhältnisses von Erdgas. Dies impliziert, dass bei gleicher Energiemenge der Verdichtungsaufwand signifikant ansteigen muss. Um dies zu gewährleisten, müssen mehrere Verdichterstufen implementiert oder die Drehzahl des Verdichters erhöht werden.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass bei der Wasserstoffverdichtung höhere Temperaturen auftreten als bei der Erdgasverdichtung. Daher ist es essenziell, die maximal zulässigen Temperaturen innerhalb der Verdichterstation nicht zu überschreiten.<sup>113</sup>

Bei der Errichtung einer Transportleitung für Wasserstoff oder einer Umstellung vom Transport von Erdgas auf Wasserstoff besteht eine Aufgabe darin für die jeweilige Transportaufgabe folgende Aspekte zu optimieren: die Anzahl, Leistung und Druckstufe der eingesetzten Verdichter unter Berücksichtigung der Auslegung des Leitungssystems<sup>114</sup>.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an Planung, Errichtung, Prüfung, Betrieb und Instandhaltung von Verdichterstationen im Gastransportnetz sind in der DIN EN 12583<sup>115</sup> und dem DVGW-Arbeitsblatt G 497<sup>116</sup> beschrieben. Eine Anwendung für Gase der 5. Gasfamilie ist zum Veröffentlichungszeitpunkt sinngemäß möglich, wenn die referenzierten Normen durch den Anwender auf ihre Eignung hinsichtlich der Gasbeschaffenheit geprüft werden.

---

<sup>113</sup> Egbert, G. et al. (2019): Verdichterstationen als Antrieb der Gasversorgungsnetze: Technische Sicherheit, Versorgungssicherheit und Umweltschutz im DVGW-Regelwerk: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 8/2019).

<sup>114</sup> Kasch, M.; Giro, C (2025): Zur techno-ökonomischen Optimierung von Wasserstoff-Pipelines; WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 6+7/2024)

<sup>115</sup> DIN EN 12583: Gasinfrastruktur - Verdichterstationen - Funktionale Anforderungen.

<sup>116</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 497: Verdichterstationen.

#### 4.6.8 Prozessgaschromatographen

Prozessgaschromatographen (PGC) finden Anwendung bei der kontinuierlichen Analyse der Gaszusammensetzung im Gasnetz. Auf Grundlage der gemessenen Gasbeschaffenheit können Aussagen über abrechnungsrelevante Parameter wie den Brennwert getroffen werden. Zudem kann die Qualität des transportierten Gases nachgewiesen werden.

Die aktuell im Erdgasnetz verwendeten PGCs weisen nur eine begrenzte Eignung für die Analyse von Wasserstoff auf. Gemäß den Herstellerangaben sind nach einer amtlich geprüften Umrüstung einzelne PGCs für die Messung von bis zu 20 % Wasserstoff in Erdgasgemischen einsetzbar. Für den Betrieb mit höheren Wasserstoffanteilen bzw. Wasserstoff als Hauptbestandteil werden jedoch eigens für Wasserstoff ausgelegte Systeme benötigt. Um eine maximale Messgenauigkeit und Eichfähigkeit gemäß der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zu gewährleisten, sind eine optimale Kalibrierung, geeignete Trägergase und hochpräzise Sensorik erforderlich.<sup>117</sup>

#### 4.6.9 Molchsysteme

Das Molchverfahren wird gemäß DVGW-Merkblatt G 450 zur Reinigung und Inspektion von Rohrleitungen angewandt.<sup>118</sup> Ein Molchsystem besteht aus einem oder mehreren Molchen, die durch die Sendestation in die Rohrleitung eingebracht werden, den folgenden Leitungsabschnitt reinigen/inspizieren und in der Fangstation wieder entnommen werden können. In Bezug zur H<sub>2</sub>-readiness der Rohrleitung liegen die Ansprüche primär auf der Wasserstoffbeständigkeit der Sende- und Fangstationen. Zusätzlich existieren einige Herausforderungen bei der Molchung mit Wasserstoff, da dieser Einfluss auf die Funktion der Molchkomponenten hat. Ebenso sind andere Sicherheitsanforderungen notwendig aufgrund des veränderten Zündbereichs. Daher wurde im Rahmen des AP 6 des TransHyDE-Projektes GET H2 ein Molch zur Rissdetektion im Wasserstoff-Strom entwickelt. Es wurde u.a. betrachtet, welche Materialien für die verschiedenen Komponenten (wie Dichtungen und Elektronik) eingesetzt werden können. Es existiert nun ein

---

<sup>117</sup> Hüttenrauch, J. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202312: H<sub>2</sub>-Umstellmanagement für Gasverteilnetze.

<sup>118</sup> DVGW-Merkblatt G 450: Betriebsmolchung von Gasleitungen.

guter Überblick darüber, welche Eigenschaften ein Molch, der in Wasserstoffleitungen zum Einsatz kommt, aufweisen sollte.<sup>119</sup>

Bei der Umstellung von Gasleitungen auf Wasserstoff ist eine Molchung nicht vorgeschrieben, jedoch kann sie trotzdem sinnvoll sein, um die Integrität der Leitung zu bewerten und gegebenenfalls Verunreinigungen zu detektieren und zu entfernen.

### 4.6.10 Gaszähler

Die Messrichtigkeit von Gaszählern unter Wasserstoffatmosphäre ist ein zentrales Thema für die Umstellung bestehender Gasnetze auf Wasserstoff. In den DVGW geförderten Forschungsprojekten G 202010 „H<sub>2</sub>-Messrichtigkeit“<sup>120</sup>, G 202110 „H<sub>2</sub>-Messrichtigkeit Klasse 1 Gaszähler“<sup>121</sup> und G 202111 „H<sub>2</sub>-Messrichtigkeit in Niederdrucknetzen bis 2 bar Effektivdruck“<sup>122</sup> wurde die Eignung verschiedener Zählertypen, insbesondere Balgengaszähler, Drehkolbengaszähler, Turbinenradgaszähler und Coriolis-Messgeräte unter realen und laborseitigen Bedingungen untersucht.

**Balgengaszähler**, die im Haushaltsbereich weit verbreitet sind, zeigen auch bei Wasserstoff und H<sub>2</sub>-Erdgas-Gemischen bis 30 Mol-% eine hohe Messstabilität. Die Untersuchungen im DVGW-Forschungsprojekt G 202010 mit fabrikneuen Geräten sowie im Folgeprojekt G 202111 mit gebrauchten Zählern bestätigen, dass die Fehlergrenzen gemäß DIN EN 1359<sup>123</sup> weitgehend eingehalten werden. Eine gasartenabhängige Verschiebung der Fehlerkurven ist im unteren Durchflussbereich erkennbar, jedoch durch die geringe Viskositätsdifferenz zwischen Luft und Wasserstoff messtechnisch beherrschbar. Die Kalibrierung mit Luft bleibt für die Konformitätsbewertung grundsätzlich zulässig, sofern die Verkehrsfehlergrenzen eingehalten werden. Anhand der Ergebnisse des

---

<sup>119</sup> Geschäftsstelle des Wasserstoff-Leitprojekts TransHyDE (2022): Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE: Speicher und Transportlösungen für grünen Wasserstoff: WVGW (Energie | Wasser-Praxis konkret, S. 15-17).

<sup>120</sup> Kramer, R. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 202010: Untersuchung des Verhaltens von Haushaltsgaszählern im Verbund mit Hausdruckregelgeräten bei Nutzung von H<sub>2</sub>-beaufschlagten Gasen.

<sup>121</sup> Böckler, H. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202110: H<sub>2</sub>-Messrichtigkeit Klasse 1 Gaszähler.

<sup>122</sup> Böckler, H. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202111:H<sub>2</sub>-Messrichtigkeit in Niederdrucknetzen bis 2 bar Effektivdruck; Folgeprojekt zu „H<sub>2</sub> Messrichtigkeit“ G 202010.

<sup>123</sup> Gasfachliche Norm DIN EN 1359: Gaszähler – Balgengaszähler.

Forschungsprojekte G 202010 wurden die ersten Baumusterprüfbescheinigungen für Balgengaszähler auf den Markt gebracht.

**Drehkolbengaszähler** zeigten in den Projekten G 202110 und G 202111 eine sehr hohe Übereinstimmung mit Referenzmessungen, sowohl unter atmosphärischen Bedingungen als auch bei Drücken bis 2 bar. Die Messabweichungen lagen meist innerhalb  $\pm 1 \%$ , wobei die gasartspezifischen Einflüsse durch Spaltströmungen und Viskosität erklärbar sind. Eine Modellgleichung zur Korrektur der Messwerte konnte erfolgreich angewendet werden.

**Turbinenradgaszähler** hingegen zeigten unter Wasserstoffatmosphäre insbesondere im unteren Durchflussbereich deutliche negative Messabweichungen. Diese sind auf die geringe Dichte von Wasserstoff zurückzuführen, die das Messprinzip stärker beeinflusst als die Viskosität. Eine Korrektur der Fehlerkurven erscheint möglich, ist aber derzeit noch nicht standardisiert.

**Coriolis-Messgeräte** zeigten unter Feldbedingungen ein grundsätzlich nachvollziehbares Messverhalten, allerdings mit erkennbaren systematischen Abweichungen gegenüber der Blendenreferenz. Die Messergebnisse wiesen eine erhöhte Streuung sowie einen Offset auf, der sich insbesondere bei dynamischen Durchflussänderungen bemerkbar machte. Ursache hierfür sind die hohe Sensitivität gegenüber Dichteänderungen und Temperaturdrift, die sich direkt auf die Kalibrierung und die Nullpunktstabilität auswirken. Für einen zuverlässigen Einsatz unter Wasserstoffbedingungen sind daher eine präzise Justierung sowie eine optimierte Filterkonfiguration erforderlich.

Zusammenfassend ergibt sich, dass mechanische Volumenzähler wie Balgengaszähler und Drehkolbengaszähler für den Einsatz in Wasserstoffnetzen gut geeignet sind. Für Turbinenrad- und Corioliszähler sind weiterführende Untersuchungen und ggf. Anpassungen erforderlich, insbesondere bei niedrigen Durchflüssen und instationären Betriebsbedingungen.

Bei der Verwendung von Gaszählern unter Wasserstoff ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass der volumetrische Brennwert von Wasserstoff etwa einem Drittel des volumetrischen Brennwertes von Erdgas entspricht. Dies könnte gegebenenfalls zu einer Anpassung der bestehenden Gasnetzinfrastuktur im Hinblick auf die Zählergröße führen.

#### **4.6.11 Gasschlauchleitungen**

In diesem Abschnitt sollen Gasschlauchleitungen betrachtet werden, hierbei handelt es sich nach DIN 30690-1<sup>124</sup> um flexible Verbindungen für den temporären Einsatz. Diese werden beispielsweise an Ausblase- und Entspannungseinrichtungen oder zum Anschluss von mobilen Anlagen verwendet. Die Anforderungen an diese Leitungen sind entsprechend der oben genannten Norm zu entnehmen.

Die Wasserstofftauglichkeit ist in diesem Dokument jedoch nicht betrachtet. Da es momentan auch keine Forschungsprojekte im Bereich der Gasschlauchleitungen gibt, sind für die sichere Verwendung unter Wasserstoff Einzelprüfungen durchzuführen.

#### **4.6.12 Fazit zur H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Gasanlagen und Komponenten**

Die systematische Analyse der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Komponenten und Anlagen im Gasnetz zeigt, dass ein sicherer Betrieb mit Wasserstoff in vielen Bereichen bereits heute möglich ist. Zahlreiche Forschungsprojekte und Prüfverfahren belegen, dass bestehende Infrastruktur unter bestimmten Voraussetzungen weiter genutzt werden kann. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Umstellung auf Wasserstoff kein pauschaler Prozess ist, sondern differenzierte Bewertungen und gegebenenfalls gezielte Anpassungen erfordert.

Die Ergebnisse unterstreichen die Relevanz technischer Regelwerke und Zertifizierungsprogramme, die als Orientierung für Betreiber, Hersteller und Prüfinstitutionen dienen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Umstellung bestehender Gasinfrastrukturen auf Wasserstoff technisch möglich ist. Die vorhandenen Regelwerke, Prüfverfahren und Forschungsergebnisse bieten eine belastbare Grundlage für die Bewertung und Zertifizierung der Komponenten. Dennoch sind Einzelfallbetrachtungen, Zustandsprüfungen und gegebenenfalls Nachrüstungen essenziell, um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb im Wasserstoffnetz zu gewährleisten.

---

<sup>124</sup> Gasfachliche Norm DIN 30690-1: Bauteile in Anlagen der Gasversorgung – Teil 1: Anforderungen an Bauteile in Gasversorgungsanlagen.

## 4.7 Nachweisverfahren im Vergleich

Dieses Kapitel geht genauer auf die einzelnen Nachweisverfahren zur Bestimmung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Gasnetzen und deren Komponenten ein. Es werden die möglichen Nachweisverfahren aufgelistet, diese werden in den nachfolgenden Kapiteln genauer erläutert:

- Zulassungs- und Prüfcertifikate
- Konformitätserklärung
- Einbauerklärung
- Gefährdungsbeurteilung
- Betriebsbewährung

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die verschiedenen Nachweismethoden im Detail dem DVGW-Merkblatt G 221<sup>125</sup> entnommen sind, die Auflistung hier dient lediglich einer Übersicht und kann nicht das genannte Regelwerk ersetzen. Zusätzlich wird in diesem Kapitel aber im Bereich der Gefährdungsbeurteilung und der Betriebsbewährung auf Erfahrungen der Netzbetreiber zurückgegriffen.

### 4.7.1 Erklärungen des Herstellers

Wenn es um die Wasserstoffverträglichkeit von Komponenten, Bauteilen und Werkstoffen geht, sollte zunächst überprüft werden, ob hierfür eine entsprechende Erklärung des Herstellers vorliegt. Diese kann direkt bei den Herstellern angefragt werden oder (falls vorhanden) über die DVGW-Datenbank verifHy heruntergeladen werden.<sup>126</sup> Bei diesen Erklärungen wird zwischen zwei Varianten unterschieden. Zum einen gibt es eine Konformitätserklärung und zum anderen eine Einbauerklärung.

---

<sup>125</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff.

<sup>126</sup> [verifHy: DVGW verifHy](#)

## **Konformitätserklärung**

Liegt eine Konformitätserklärung des Herstellers vor, bedeutet dies, dass die Komponenten und der Werkstoff zu 100 % unter Wasserstoff nutzbar sind. Das heißt alle Sicherheitsanforderungen wurden erfüllt und alle entsprechenden Richtlinien und Normen werden eingehalten.<sup>127</sup>

## **Einbauerklärung nach Maschinenrichtlinie**

Liegt nur eine Einbauerklärung nach Maschinenrichtlinie vor, dann sind noch nicht zwangsweise alle Sicherheitsanforderungen erfüllt. Die Erklärung enthält deshalb einen Sperrvermerk und es werden zusätzliche Untersuchungen/Informationen der Komponenten, Werkstoffe benötigt. In diesem Fall ist ein sinnvolles Vorgehen eine erweiterte Einbauerklärung anzufordern, die die nicht erfüllten sicherheitstechnischen Anforderungen sowie notwendige Anpassungen aufführt.

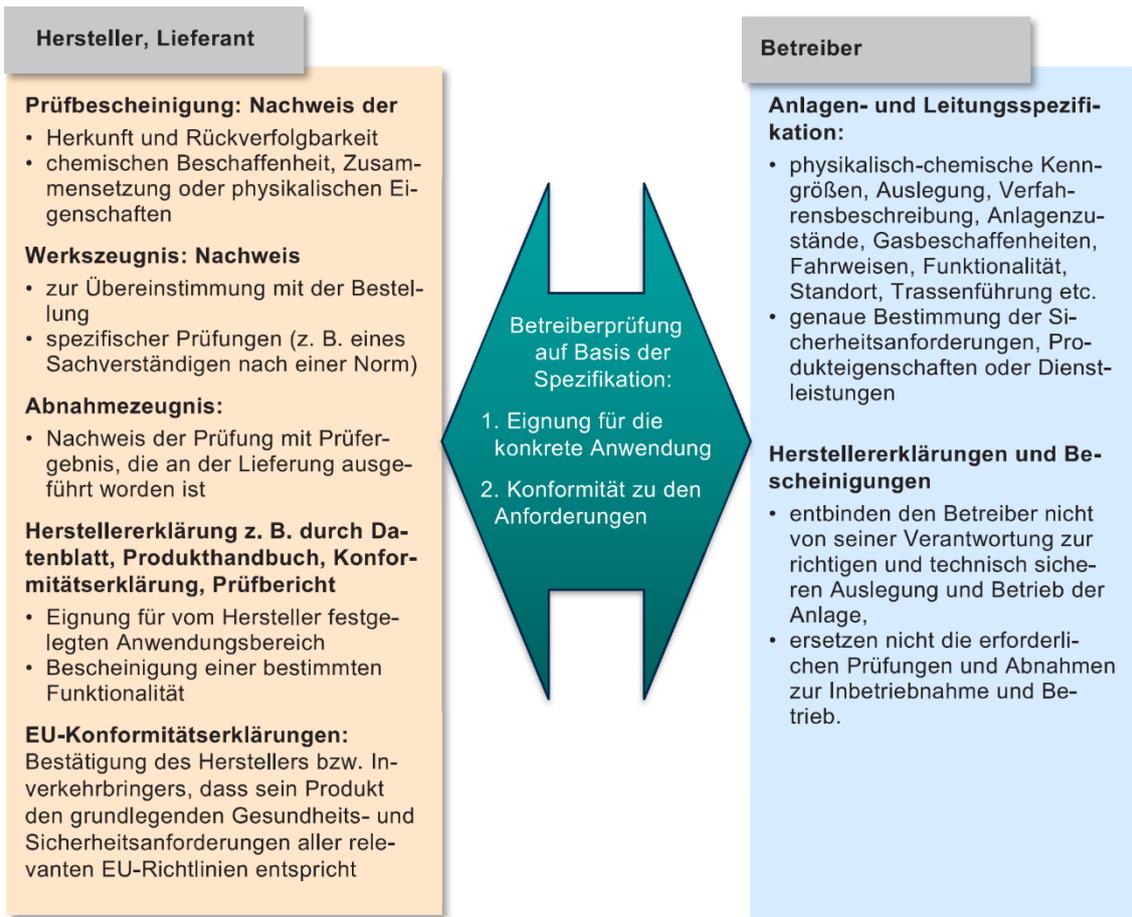
Somit kann nur die Konformitätserklärung und die dazugehörige Zertifizierung direkt eine Aussage über Wasserstofftauglichkeit geben. Liegt für die betrachteten Komponenten oder Werkstoffe nur eine Einbauerklärung vor, müssen weitere Untersuchungen oder Maßnahmen getroffen werden.

## **Weitere mögliche Herstellerbescheinigungen**

Abbildung 4-7 zeigt weitere Herstellerbescheinigungen bzw. mögliche Betreiberprüfungen, die ebenfalls die Wasserstofftauglichkeit von Anlagen, Komponenten und Werkstoffen nachweisen können. Die Abbildung ist dem DVGW-Merkblatt G 221 entnommen, dort können entsprechend zusätzliche Informationen zu den verschiedenen aufgeführten Bescheinigungen und Prüfungen nachgelesen werden.

---

<sup>127</sup> DGUV Test Information: EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Nr. 14, 01/2023).



**Abbildung 4-7: Herstellerbescheinigungen und -erklärungen sowie Betreiberprüfungen [DVGW-Merkblatt G 221<sup>128</sup>]**

**4.7.2 Gefährdungsbeurteilung bei fehlenden Nachweisen**

Wenn ein Bauteil bzw. ein Werkstoff der Gasnetzinfrastruktur auf seine Wasserstofftauglichkeit überprüft werden soll und weder eine Konformitätserklärung noch ein passendes Regelwerk vorliegt, ist ein mögliches Verfahren zur Gewährleistung der Tauglichkeit eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Diese wird von den Betreibern der Anlage bzw. des Netzes vorgenommen und durch einen entsprechenden Sachverständigen abgenommen.

<sup>128</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff.

Für eine Gefährdungsbeurteilung müssen dabei die folgenden drei Schritte durchgeführt werden:

- Gefährdungsanalyse
- Risikoabschätzung
- Risikobehandlung

Zunächst müssen somit die möglichen Gefährdungen der Komponenten betrachtet werden. Diese sind beispielsweise das Auftreten von Leckagen und damit verbunden das Austreten von Wasserstoff. Nachdem die möglichen Risiken identifiziert wurden, müssen diese eingeordnet werden, das heißt wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Risiko auftritt, und wie groß wäre das Schadensausmaß. Im Anschluss an diese Bewertung müssen Maßnahmen definiert werden, um diese Risiken zu verhindern.

Diese Punkte sollten in Form eines Dokumentes / einer Tabelle festgehalten werden und können von einem entsprechenden Sachverständigen abgenommen werden. Wird die Gefährdungsbeurteilung akzeptiert, können die entsprechenden Bauteile/Komponenten für Betrieb mit Wasserstoff verwendet werden.

#### 4.7.3 Betriebsbewährung

Der Nachweis der Betriebsbewährung wird eingesetzt, um die Eignung von bewährten Komponenten unter neuen Einsatz- oder Betriebsbedingungen festzustellen. Die Betriebsbewährung eines Bauteils, Gerätes oder Verfahrens wird nach der erfolgreichen Erprobung von den Herstellern festgestellt und wird im Laufe der Lebenszeit wiederholt verifiziert. Das Konzept wird nachfolgend anhand der Veröffentlichung aus dem Jahr 2020 zum Thema Betriebsbewährung in der Energie | Wasser Praxis von Steiner, K. *et al.* erörtert.<sup>129</sup>

Wichtig ist, dass Betriebsbewährung als Begriff nicht allgemein definiert ist, viele Quellen haben eine unterschiedliche Definition. Energieanlagen, die für die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit eingesetzt werden, sind beispielsweise so zu betreiben

---

<sup>129</sup> Steiner, K. et al. (2020): Wasserstoffspezifische Abnahmen von Gas-Druckregelanlagen durch Sachverständige - – die Umsetzung des DVGW-Arbeitsblattes G 491, Anhang O: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 4/2020).

und errichten, dass deren technische Sicherheit gewährleistet ist. Hierfür sind die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ zu beachten. Dies sind Regeln, die sich in der Praxis bereits allgemein bewährt haben oder die nach Auffassung von Fachleuten in absehbarer Zeit eine Bewährung aufweisen.

Die Gashochdruckleitungsverordnung beschreibt die Anforderungen zum „Stand der Technik“ genauer. Hieraus geht hervor, dass neben einer Bewährung in der Praxis, die Anlagen (sofern noch nicht erfolgt) auch im Betrieb erfolgreich erprobt werden sollten. Der Unterschied des „Stand der Technik“ im Vergleich zu den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ liegt genau darin, im Fehlen einer langjährigen Erprobung.

Sowohl im Energiewirtschaftsgesetz als auch in der Gashochdruckleitungsverordnung wird angenommen, dass die entsprechenden Anforderungen eingehalten werden, wenn die technischen Regeln des DVGW eingehalten werden. Dafür muss allerdings vorausgesetzt werden, dass die Regeln ständig überarbeitet und nach dem aktuellen Stand der Technik angepasst werden. Dies ist ein Indiz dafür, dass wenn die technischen Regeln des DVGW eingehalten werden, eine entsprechende Betriebsbewährung in der Praxis gilt. Das gilt so lange, bis dies durch Ereignisse, Betriebserfahrungen oder weitere Erkenntnisse widerlegt wird.

Trotz des großen Regelwerkes des DVGW und dessen langjähriger Bewährung, werden regelmäßig neue und oder überarbeitete Geräte in Gastechischen Anlagen verbaut, die keine langjährige Betriebsbewährung durch den Betreiber vorweisen. Diese Geräte können dennoch eingesetzt werden, da sie:

- Über das Inverkehrbringen in der EU den Mindestanforderungen genügen
- Planung, Errichtung und Betrieb laut EnWG die technische Sicherheit gewährleisten müssen
- Inbetriebnahme und Funktion durch Sachkundige und/oder Sachverständige überwacht und bescheinigt wird
- Geräte und Systeme über die Instandhaltung regelmäßig überwacht werden und ihr Zustand / ihre Funktion wiederholt geprüft werden

Eine Instandhaltung nach dem DVGW-Regelwerk bietet somit eine Basis für die betriebliche Erprobung. Ob und inwiefern zusätzliche Untersuchungen, Gerätetests und Felderprobungen erforderlich sind, wird im Einzelfall entschieden. Die Feststellung der Betriebsbewährung von Geräten und Anlagen kann daher auf Basis der Überwachung, der

Instandhaltungsergebnisse und Zusatzuntersuchungen erfolgen. Hier bleibt aber festzuhalten, dass nur der Betreiber solcher Anlagen/Geräte in der Lage ist eine Betriebsbewährung festzustellen. Weiterhin müssen Erfahrungen und Erkenntnisse der Dienstleister für den Netzbetrieb, die Geräteerprobung der Hersteller, Zulassungsbescheinigungen sowie Betriebsanleitungen berücksichtigt werden.

## **5 Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von H<sub>2</sub>-Netzinfrastrukturen**

Im Rahmen des Technischen Sicherheitsmanagements (TSM) nach DVGW-Arbeitsblatt G 1000<sup>130</sup> müssen Betreiber von Wasserstoffnetzen die spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff berücksichtigen und die entsprechenden Maßnahmen in ihren Unternehmen umsetzen. Beispiele hierfür können der DIN EN 17649<sup>131</sup> entnommen werden. Die TSM-Leitfäden zur Überprüfung der Unternehmen enthalten die für Betreiber von Wasserstoffnetzen relevanten Prüfpunkte. Der erste Aspekt ist dabei die Planung für den Neubau von H<sub>2</sub>-Leitungen inklusive der Gefährdungsbeurteilung, Explosionsschutz, Sicherheitsmaßnahmen wie H<sub>2</sub>-konforme Ausbläser und die nötige Dokumentation des Prozesses. In Kapitel 5.2 wird der Prozess der Prüfung und Inbetriebnahme neuer oder umgestellter Infrastruktur durch Sachverständige umrissen. Kapitel 5.3 beschäftigt sich mit dem Betrieb der Wasserstoffinfrastruktur und geht auf H<sub>2</sub>-kompatibles Equipment, Schweißen im H<sub>2</sub>-Betrieb, Odorierung, Abrechnung, Geräusentwicklung und Befliegung/Begehung der H<sub>2</sub>-Leitungen durch geschultes Personal ein. Zuletzt werden die nötigen Schritte für Instandhaltungsarbeiten an H<sub>2</sub>-Leitungen in Kapitel 5.4 erklärt, wobei Leck-Detektion, Spülen, Anbohren, Blasensetzen und Abquetschen von Rohren explizit betrachtet wurde.

### **5.1 Planung beim Neubau und Errichtung von H<sub>2</sub>-Netzinfrastrukturen**

Bei der Errichtung von Netzinfrastrukturen gelten die gleichen Anforderungen wie bei Erdgasleitungen, da zu dem Zeitpunkt noch kein Wasserstoff vorhanden ist. Allerdings ist bei der Montage und Herstellung lösbarer Verbindungen eine besondere Sorgfalt erforderlich. Die verwendeten Materialien und Geräte sollten für Wasserstoff zugelassen sein. Bereits beim Bau sind Verunreinigungen der neuen Infrastruktur zu vermeiden. Beispielsweise können Kontaminationen an Rohrleitungen die Qualität des transportierten Wasserstoffs gefährden. Genauere Angaben zur Wasserstoffqualität sind Kapitel 2.4 zu entnehmen.

---

<sup>130</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 1000: Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Unternehmen für den Betrieb von Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff.

<sup>131</sup> Gasfachliche Norm DIN EN 17649: Gasinfrastruktur – Sicherheitsmanagementsystem und Rohrleitungsintegritätsmanagementsystem – Funktionale Anforderungen.

Im Folgenden wird genauer auf die wichtigsten Aspekte bei der Planung von Wasserstoff-Netzinfrastuktur-Projekten eingegangen.

### 5.1.1 Gefährdungsbeurteilung

Grundsätzlich handelt es sich bei Erdgas und Wasserstoff jeweils um farblose und geruchlose Gase mit einer geringeren Dichte als Luft und einer hohen Zünd- und Explosionsgefahr. Daher sind die Gefahren von Wasserstoff und Erdgas grundlegend sehr ähnlich. Jedoch unterscheiden sich die physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff und Erdgas in einigen Punkten (siehe Kapitel 2.2). Aus diesen Eigenschaften resultieren besondere, zusätzliche Sicherheitsaspekte im Umgang mit Wasserstoff. Die wichtigsten Merkmale sind folgende:

- H<sub>2</sub> zeigt eine deutlich geringere Entzündungsenergie als Erdgas (Faktor 15) und zudem eine höhere Brenngeschwindigkeit.
- Wasserstoff weist eine 14-fach geringere Dichte auf als Luft und besteht aus 4-mal kleineren Molekülen. Wie Erdgas steigt es an den höchsten Punkt in Räumen, jedoch mit höherer Diffusions- und Fließgeschwindigkeit.

Hieraus lassen sich spezifische Gefährdungen im Umgang mit Wasserstoff ableiten. Dazu zählen beispielsweise:

- Leckagen in Innenräumen können Wasserstoff-Gastaschen an Innenraum-Decken erzeugen, falls das Gas nicht abgeleitet wird.

Die niedrige Entzündungsenergie kann zur Selbstentzündung führen, zum Beispiel durch elektrostatische Ladungen. Siehe TRGS 727 für mögliche Zündgefahren in Folge elektrostatischer Ladungen.<sup>132</sup> Die Gefährdungsbeurteilung muss auf diese besonderen Eigenschaften eingehen und die Schutzmaßnahmen müssen entsprechend der Gefährdungen ausgelegt werden. Hierzu gehören für den Normalbetrieb u. a.:

- Überprüfung von möglichen Gasfreisetzungquellen im Gebäude
- Anpassung von Lüftungsquerschnitten und Verwendung von Lüftungssystemen mit Ex-Schutzklasse IIC

---

<sup>132</sup> TRGS 727 -Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

- Überprüfen der Ausbläser auf Eignung für Wasserstoffbetrieb (Kapitel 5.1.3)
- H<sub>2</sub>-Sensoren, sofern im Sinne der Gefährdungsbeurteilung erforderlich, müssen im Deckenbereich installiert werden, um mögliche Leckagen und Ansammlungen zu detektieren.
- Notwendigkeit der Odorierung im Verteilnetz gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 280.<sup>133</sup> Wasserstoff kann sonst bei einer Leckage nicht ohne zusätzliche Hilfsmittel detektiert werden; siehe hierzu Kapitel 5.3.3
- Bedarf von IR-Flammdetektoren, um (im Ernstfall) eine Wasserstoffflamme zu detektieren (siehe Kapitel 5.1.4)
- Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen müssen nach Explosionsgruppe IIC explosionsgeschützt klassifiziert und ausgeführt werden, um Zündquellen zu vermeiden und Explosionen zu verhindern. (Siehe G440, Gefahrstoffverordnung und zugehörige technische Regeln und TRGS 723 für Zoneneinteilung für Zündquellen)
- Schutzmaßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen müssen entsprechend der Explosionsgruppe IIC festgelegt werden.
- Arbeiten an gasführenden Leitungen oder Anlagen dürfen grundsätzlich nur im gasfreien Zustand durchgeführt werden.

Weitere Erläuterungen zur Gefährdungsbeurteilung von Wasserstoff sind der DGUV Fachbereich AKTUELL FBETEM 007 zu entnehmen.<sup>134</sup>

---

<sup>133</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 280: Gasodorierung.

<sup>134</sup> FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen.

### 5.1.2 Explosionsschutz

Beim Neubau von Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas der 5. Gasfamilie ist ebenso wie bei Gas der 2. Gasfamilie eine Gefährdungsbeurteilung nach § 6 (49 GefStoffV)<sup>135</sup> durchzuführen. Sofern Gefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Gemische festgestellt werden, sind die Ergebnisse gemäß § 6 (9) GefStoffV in einem Explosionsschutzdokument zu dokumentieren. Bei der Umstellung von Anlagen von der 2. Gasfamilie auf die 5. Gasfamilie müssen die bestehende Gefährdungsbeurteilung angepasst und das bestehende Explosionsschutzkonzept sowie die vorhandenen Explosionsschutzdokumente überprüft und angepasst werden. Dabei müssen die Besonderheiten von Wasserstoff im Vergleich zu Methan berücksichtigt werden; insbesondere die deutlich geringere relative Dichte bezogen auf Luft, die deutlich höhere obere Explosionsgrenze in Luft bei Normbedingungen, die Explosionsgruppe und die ebenfalls geringere Zündenergie von Wasserstoff im Vergleich zu Methan (siehe Tabelle 5-1).

---

<sup>135</sup> Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) § 6 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

**Tabelle 5-1: Gaskennwerte Wasserstoff – Methan (G 221, Anhang A<sup>136</sup>)**

	Wasserstoff	Methan
<b>Relative Dichte bezogen auf Luft</b>	0,07	0,56
<b>Untere Explosionsgrenze (UEG) in Luft bei Normbedingungen</b>	4,0 Vol.-%	4,2 Vol.-%
<b>Obere Explosionsgrenze (OEG) in Luft bei Normbedingungen</b>	77,0 Vol.-%	16,6 Vol.-%
<b>Maximaler Explosionsdruck</b>	8,3 bar	8,1 bar
<b>Mindestzündenergie (MIE)</b>	0,019 mJ	0,29 mJ
<b>Explosionsgruppe</b>	II C	II A
<b>Zündtemperatur</b>	560 °C	595 °C
<b>Temperaturklasse</b>	T1	T1

Das Explosionsschutzkonzept kann anhand der Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) DGUV Regel 113-001<sup>137</sup> und der zugehörigen technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) und Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere DGUV TRGS 720, TRGS 721, TRGS 722, entwickelt werden.

<sup>136</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff. Anhang A.

<sup>137</sup> DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen.

Im DVGW-Merkblatt G 440<sup>138</sup> ist Wasserstoff als 5. Gasfamilie bereits berücksichtigt und es werden Hinweise zur Erstellung von Explosionsschutzdokumenten gegeben und gelten u.a. für die folgenden Anlagen (In den jeweiligen Dokumenten wird Wasserstoff ebenfalls bereits berücksichtigt):

- GDRM-Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 491<sup>139</sup> und G 492<sup>140</sup>
- Odorieranlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 280<sup>141</sup>
- Verdichterstationen nach DVGW-Arbeitsblatt G 497<sup>142</sup>
- Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gasversorgungsnetze nach DVGW-Arbeitsblatt G 265-3<sup>143</sup>

Für die Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen können die jeweiligen DVGW-Arbeitsblätter der Anlagen sowie die Beispielsammlung der DGUV EX-RL 113-001 in der Anlage 4, hier Abschnitt 4.2.5 „Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gasversorgungsnetze“, herangezogen werden.<sup>144</sup>

Das Thema Abblasen von Wasserstoff wurde in dem DVGW-Forschungsprojekt H<sub>2</sub>-Sicherheit untersucht und abschließend beschrieben.<sup>145</sup> Daraus wird eine Überarbeitung des Merkblattes G 442<sup>146</sup> und des Berechnungsprogrammes EBEX abgeleitet. H<sub>2</sub>-kompatible Ausbläser werden im folgenden Kapitel 5.1.3 genauer beleuchtet.

---

<sup>138</sup> DVGW-Merkblatt G 440: Explosionsschutzdokument für Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff.

<sup>139</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 491: Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke bis einschließlich 100 bar.

<sup>140</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 492: Gas-Messanlagen für einen Betriebsdruck bis einschließlich 100 bar.

<sup>141</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 280: Gasodorierung.

<sup>142</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 497: Verdichterstationen.

<sup>143</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 265-3: Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb.

<sup>144</sup> Ebd.

<sup>145</sup> Domnick, C. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202225: H<sub>2</sub>-Sicherheit – Gefährdungsbereiche an Leitungen zur Atmosphäre von Gasanlagen.

<sup>146</sup> DVGW-Merkblatt G 442: Explosionsgefährdete Bereiche an Ausblaseöffnungen von Leitungen zur Atmosphäre an Gasanlagen.

Durch die Zuordnung der Explosionsgruppe II C für Wasserstoff ergeben sich bei der Umstellung von Anlagen auf Wasserstoff geänderte Anforderungen an Anlagenteile, die potenzielle Zündquellen aufweisen und in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden. Diese müssen entsprechend geeignet sein und angepasst oder unter Umständen ersetzt werden. Gleiches gilt bezüglich der Eignung für Arbeitsmittel oder eingebrachte Geräte, die bei Prüfungen oder Wartungs- und Inspektionsarbeiten genutzt werden.

#### 5.1.3 Ausbläser

Ausbläser sind gemäß dem DVGW-Merkblatt G 442 an Leitungen zur Atmosphäre angeschlossen, die Gas mit einer hohen Geschwindigkeit ausstoßen können.<sup>147</sup> Es wird hierbei zwischen Atmungs- und Abblaseleitungen unterschieden. Abblaseleitungen dienen zum manuellen oder automatischen Abführen von Gas bei Abblase- und Entspannungsvorgängen. Atmungsleitungen hingegen dienen nicht zum Abführen größerer Gas-mengen, sondern zum Druckausgleich geschlossener Volumina und zur Verbindung von Druckregelarmaturen mit der Umgebung. Bei Atmungsleitungen von Druckregelarmaturen muss der Fall eines möglichen Membranbruches bewertet werden und im Fall signifikanter Leckagemengen für die Auslegung der Atmungsleitung herangezogen werden.

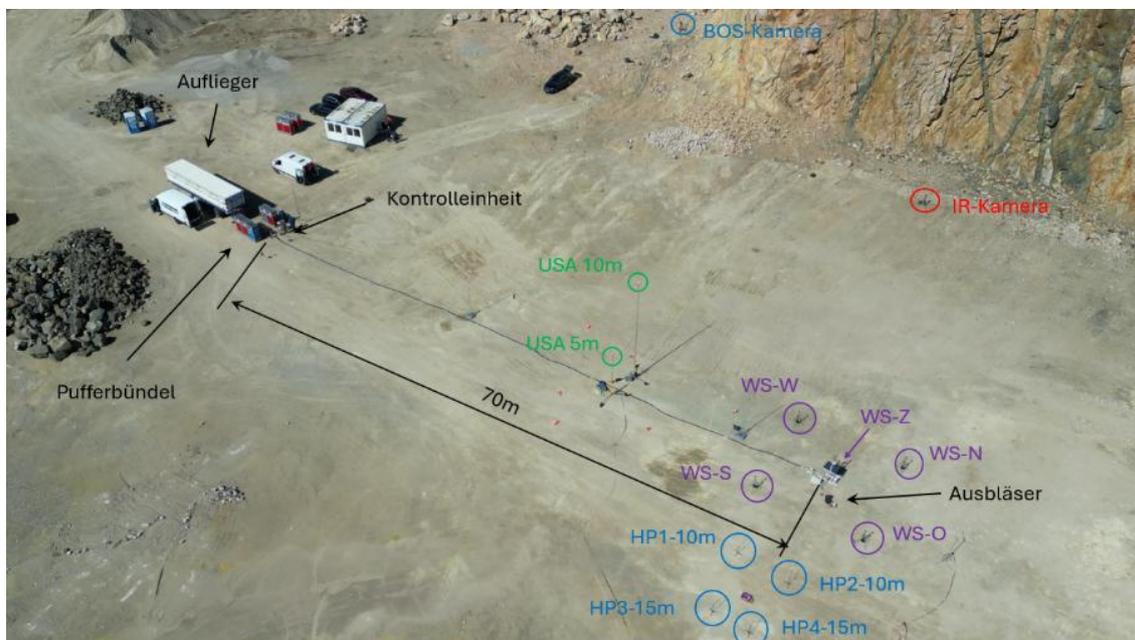
Grundsätzlich werden Ausbläser in der Praxis wie ein Rohrstück ausgelegt und sind daher aus Rohrleitungsstählen gefertigt. Da der Kontakt von Wasserstoff mit dem Werkstoff jedoch nicht dauerhaft oder im Betrieb stattfindet, ist die Betrachtung von Risswachstum nicht relevant. Die Verwendung von rostfreien Stählen wird empfohlen, da Ausbläser aus verzinktem Material im Falle einer nicht auszuschließenden Zündung infolge der Wärmeeinwirkung ihren Korrosionsschutz verlieren können. Zusätzlich wird bei rostfreien Werkstoffen die Bildung von Rostpartikeln, die eine potenzielle Zündquelle darstellen sicher vermieden. Die Auslegung der Ausbläser ist allerdings bei der Umstellung auf Wasserstoff anzupassen, da Wasserstoff im Vergleich zu Methan eine geringere Mindestzündenergie, eine deutlich höhere obere Explosionsgrenze und bei gleichem Vor-druck eine höhere Strömungsgeschwindigkeit aufweist.

---

<sup>147</sup> Ebd.

Während in der langjährigen Praxis Zündungen an Ausbläsern für Erdgas nicht beobachtet wurden, kann eine sofortige oder verspäte Zündung von Wasserstoff nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus weist Wasserstoff aufgrund seiner geringeren Dichte ein anderes Ausbreitungsverhalten als Erdgas auf, weshalb eine verzögerte Zündung in die sicherheitstechnische Bewertung miteinbezogen werden sollte.

Zur Untersuchung dieser Effekte durch das Ausblasen von Wasserstoff wurde das DVGW-Forschungsprojekts „H<sub>2</sub>-Sicherheit“ durchgeführt.<sup>148</sup> Die Ermittlung der Gefährdungspotenziale sowie der Sicherheitsvorkehrungen für Ausbläser erfolgte auf Basis von CFD-Simulationen (Computational Fluid Dynamics) mit Validierung durch reale Experimente:



**Abbildung 5-1: Versuchsaufbau zur vertikalen Freisetzung von H<sub>2</sub> durch Ausbläser<sup>149</sup>**

<sup>148</sup> Domnick 2025.

<sup>149</sup> Domnick 2025.

Die Versuchsanordnung zur vertikalen Freisetzung von Wasserstoff ermöglichte eine detaillierte Analyse der physikalischen Effekte, die bei H<sub>2</sub>-Freisetzungen auftreten. Im Vergleich zu Methan zeigt Wasserstoff eine deutlich höhere Reaktivität, eine geringere Zündenergie und eine schnellere Ausbreitung in der Atmosphäre. Diese Eigenschaften führen dazu, dass sich die Gefährdungsbereiche bei Wasserstoff-Freisetzungen anders und oft weiter ausdehnen als bei Erdgas.

Die Experimente und CFD-Simulationen zeigten, dass insbesondere die Geometrie der Ausbläser einen erheblichen Einfluss auf die Bildung zündfähiger Gemische hat. Unten offene Lambda-Ausbläser mit Injektorwirkung fördern die Ansaugung von Umgebungsluft, was zu einer Verdünnung des Wasserstoffs führt. Dadurch entstehen Gemische mit geringerer zündfähiger Masse, welche das Ausmaß einer verspäteten Zündung reduziert. Zusätzlich kann die Stärke des Knallereignisses bei einer verspäteten Zündung durch ein Freisetzen mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit und Turbulenz vermindert werden. Dies kann durch die Verwendung großer Austrittsdurchmesser erreicht werden.



**Abbildung 5-2: Lambda-Ausbläser gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 442<sup>150</sup>**

<sup>150</sup> DVGW-Merkblatt G 442: Explosionsgefährdete Bereiche an Ausblaseöffnungen von Leitungen zur Atmosphäre an Gasanlagen.

Für die Umstellung bestehender Erdgasanlagen auf Wasserstoff bedeutet dies, dass die bisherige Auslegung der Ausbläser nicht ohne Weiteres übernommen werden kann. Da unter Wasserstoff eine Zündung nicht auszuschließen ist, ist eine Neubewertung und gegebenenfalls eine konstruktive Anpassung, die eine Gefährdung von Personen und Anlagenteilen (beispielsweise Dächer) im Fall einer Zündung ausschließt, erforderlich. Dabei sind anders als bei Erdgas die Auswirkungen von Wärmestrahlung und Knallergebnissen zu berücksichtigen. Geeignete Maßnahmen zur Reduktion dieser Effekte ist die Verminderung des Ausblasemassenstroms, die Neubewertung der Ausblasehöhe und die Anpassung des Durchmessers. Konstruktiv empfehlenswert ist die Möglichkeit zum Spülen mit Inertgas vorzusehen.

Die erhöhte Zündempfindlichkeit von Wasserstoff erfordert konstruktive Anpassungen, etwa durch die Integration von Zwangsbelüftung, geeigneten Verschlusskappen oder die Möglichkeit zur Spülung mit Inertgas.

Zudem ist eine Neubewertung der Ausblasehöhe erforderlich, um eine Wärmestrahlung und Schallemission unterhalb der zulässigen Grenzwerte zu gewährleisten, insbesondere im Kontext wechselnder Windverhältnisse.

Die im Projekt untersuchten Lambda-Ausbläser zeigten eine ausgeprägte Verdünnung des Wasserstoffs, was zu Gemischen mit einem geringeren Energiegehalt und demzufolge zu einer Reduktion von Überdruck und Schallemissionen führte. Aufgrund dieser Ergebnisse wird empfohlen, bevorzugt Lambda-Ausbläser einzusetzen.

Der Einsatz von T- und S-förmigen Ausbläsern sollte kritisch geprüft und gegebenenfalls vermieden werden. In bestehenden Anlagen können bereits verbaute Ausbläser weiterhin verwendet werden, sofern sie sicherheitstechnisch bewertet wurden. Weitere Details zu den sicherheitsrelevanten Anforderungen und Erkenntnissen finden sich im Abschlussbericht des DVGW-Forschungsprojekts G 202225 „H<sub>2</sub>-Sicherheit“. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden derzeit in das Regelwerksdokument G 442-2 überführt. Zur sicherheitstechnischen Bewertung wird dort eine Berechnungssoftware zur Verfügung gestellt.

### 5.1.4 Zusätzliche (Sicherheits-)Maßnahmen

Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen werden nachfolgend aufgelistet:

- Ausbläser mit angepassten Längen und Abständen (Kapitel 5.1.3)
- Wärmebildkameras
- H<sub>2</sub>-Detektoren und zugeordnete Abschaltmatrix (in Innenräumen)
- Größere Durchlüftungsklappen (in Innenräumen)
- H<sub>2</sub>-konforme-Betriebsmittel (Kapitel 5.3.1)
- Persönliche Schutzausrüstung mit ESD-Schutzfunktion (Kapitel 5.3.1)

#### Wärmebildkameras

Wärmebild- beziehungsweise Infrarot-Kameras dienen der Detektion von Wasserstoffflammen. Diese sind nötig, um die farblose Wasserstoffflamme aus sicherer Distanz erkennen zu können. So wurden in dem DVGW-Forschungsprojekt HyLoup Wärmebildkameras verwendet, um brennenden Wasserstoff zu detektieren.<sup>151</sup>

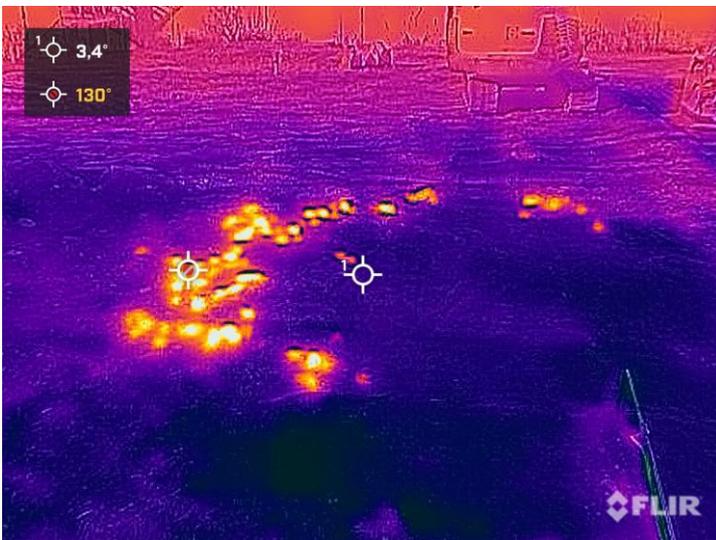


Abbildung 5-3: Flammendetektion mittels IR-Kamera<sup>152</sup>

---

<sup>151</sup> Nattrodt, P. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202509: Sichere Annäherung an Wasserstoff-Leckagen (HyLoup).

<sup>152</sup> Ebd.

IR-Kameras sind sinnvoll, wenn ein Austritt von größeren Mengen H<sub>2</sub> nicht ausgeschlossen werden kann und eine Entzündung aufgrund der geringen Zündenergie und dem weiten Zündfenster möglich ist.

### H<sub>2</sub>-Detektoren

Wasserstoff hat eine geringere Dichte als Luft, demnach sammelt er sich, wie Erdgas auch, bei einer Leckage in Innenräumen am höchsten Punkt des Raumes. Es kann daher sinnvoll sein, dort einen zusätzlichen Wasserstoff Detektor anzubringen, der meldet, wenn Wasserstoff in der Luft gemessen wird. Verschiedene Detektorarten für Gemische aus Methan und Wasserstoff sind ebenfalls in FBRCI-030 beschrieben.<sup>153</sup> Wird Wasserstoff gemessen, kann ein Magnetventil über entsprechende Vorrichtungen abgeschaltet werden.

### Lüftung des Aufstellungsraumes

Da sich, wie zuvor erwähnt, Wasserstoff bei einer Leckage in Innenräumen im höchsten Punkt sammelt, ist es wichtig, dass die Räume über eine gute Durchlüftung verfügen. Hierfür werden zusätzliche bzw. größere Durchlüftungsöffnungen benötigt. Genaue Angaben finden sich in der FB ETEM 007 DGUV.<sup>154</sup>

#### 5.1.5 Dokumentation des Gasnetzes

Die Anforderung an die Dokumentation von Gasversorgungsnetzen sind über die Jahrzehnte in den jeweils zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Regelwerksdokumenten fortgeschrieben und teilweise durch zusätzliche Anforderungen ergänzt worden. Eine Übersicht ist im DVGW-Arbeitsblatt G 453<sup>155</sup> für Rohrleitungen und im DVGW-Arbeitsblatt G 454<sup>156</sup> für Gasanlagen angegeben.

---

<sup>153</sup> DGUV-FBRCI-030- Fachbereich Aktuell: Erdgas-Wasserstoff-Gemischen in Umgebungsluft (Messbereich bis zur unteren Explosionsgrenze) 2024.

<sup>154</sup> FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen.

<sup>155</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 453: Maßnahmen bei unvollständiger technischer Abnahmedokumentation von Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck größer als 5 bar.

<sup>156</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 454: Maßnahmen zur Vervollständigung der technischen Abnahmedokumentation von Gas-Druckregel- und Messanlagen.

Die Dokumentation für die Errichtung von Rohrleitungen im Gasverteilernetz besteht gemäß den DVGW-Arbeitsblättern G 462<sup>157</sup> und G 472<sup>158</sup> mindestens aus:

- Aufnahmeskizzen
- Netzdokumentation gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 120<sup>159</sup>
- Abnahmebescheinigung
- Druckprüfungsprotokoll
- Protokoll Umhüllungsprüfung
- Nachweis der Befähigung des Rohrleitungsbauunternehmens
- Schweißtechnische Dokumentation (nur für Leitungen aus Stahlrohren)

Oberhalb von einem maximal zulässigen Betriebsdruck von 5 bar sind zusätzlich verpflichtend zu dokumentieren:

- KKS-Einspeiseversuch (nur für Leitungen aus Stahlrohren)
- Rohrbuch
- Prüfzeugnisse für Rohre und Rohrformteile

Eine Übersicht über die für Gasanlagen vorzuhaltende Dokumentation gibt die DVGW-Information GAS Nr. 15.<sup>160</sup>

Die Abnahmebescheinigungen für Rohrleitungen und Anlagen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck über 5 bar sind von einem Sachverständigen ausgestellt. Für Rohrleitungen und Anlagen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis 5 bar ist eine Bescheinigung von Sachkundigen oder Fachkräften ausreichend.

---

<sup>157</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 462: Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung.

<sup>158</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 472: Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung.

<sup>159</sup> DVGW-Arbeitsblatt GW 120: Netzdokumentation in Versorgungsunternehmen.

<sup>160</sup> DVGW-Gas-Information Nr. 15: Leitfaden für die Erstellung der Dokumentation von Gas-Druckregel- und Messanlagen.

Die Dokumentation ist während der gesamten Betriebszeit der Leitung vorzuhalten und auf dem aktuellen Stand zu halten. Für bestehende Leitungen ist vorauszusetzen, dass die zum Zeitpunkt der Errichtung erforderliche Dokumentation der Rohrleitung oder Anlage vorliegt. Ersatzmaßnahmen bei fehlender Dokumentation sind in den DVGW-Arbeitsblättern G 453 und G 454 beschrieben.

Die Bestandsdokumentation wird durch die Dokumentation der betrieblichen Überprüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen ergänzt, siehe DVGW-Arbeitsblätter G 465-1<sup>161</sup>, G 465-2<sup>162</sup>, G 495<sup>163</sup>, G 265-2<sup>164</sup>.

Eine vollständige Dokumentation ist unter anderem wichtig, um den Zustand des Netzes und, soweit nach DVGW-Regelwerk gefordert, die Wasserstofftauglichkeit der verbauten Komponenten und Werkstoffe im Einzelnen zu überprüfen und nachzuweisen.

Die Anforderungen und Empfehlungen basieren auf den Ergebnissen des DVGW-Forschungsprojekts H<sub>2</sub>-Umstellmanagement.<sup>165</sup>

Die strukturierte Datenerhebung bildet die Grundlage für die spätere Bewertung durch einen Sachverständigen. Ziel ist die vollständige Erfassung der verbauten Komponenten, ihrer technischen Eigenschaften sowie der bisherigen Betriebs- und Instandhaltungshistorie. Die Inventarisierung sollte möglichst digital erfolgen und mindestens Angaben zu Anzahl, Baujahr, Werkstoff, Nenndruck, Betriebsdruck und Hersteller enthalten. Ergänzend sind Identifikations- und Verortungsparameter wie GIS-Objekt-IDs oder Adressdaten hilfreich.

Sind die Dokumente nicht digital verfügbar, empfiehlt sich eine Digitalisierung, um die weitere Verarbeitung zu erleichtern. Zur Identifikation und Schließung von

---

<sup>161</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 465-1: Überprüfung von Gasrohmetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar.

<sup>162</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 465-2: Gasleitungen für einen Auslegungsdruck bis einschließlich 16 bar; Instandsetzung; In- und Außerbetriebnahme.

<sup>163</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 495: Gasanlagen – Betrieb und Instandhaltung.

<sup>164</sup> DVGW-Regelwerk G 265-2: Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Gasnetze - Teil 2: Fermentativ erzeugte Gase - Betrieb und Instandhaltung.

<sup>165</sup> Hüttenrauch, J. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202312: H<sub>2</sub>-Umstellmanagement für Gasverteilnetze.

Dokumentationslücken können spezialisierte Dienstleister hinzugezogen werden. Liegen bestimmte Nachweise nicht oder nur teilweise vor, sind Ersatzdokumentationen zu erstellen.

Hierfür stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, wie sie entsprechend den Regelwerken DVGW G 453 (für > 5 bar, sinngemäß auch < 5 bar) und GW 120 herangezogen werden können.<sup>166</sup>

Bei unvollständiger Datenlage sind ergänzende Maßnahmen wie Stichproben, Inspektionen oder ingenieurstechnische Bewertungen erforderlich. Die DVGW-Datenbank „[verifHy](#)“ kann bei der Recherche nach Herstellererklärungen unterstützen.

Nach aktuellem Stand ist eine detaillierte Bewertung der Wasserstofftauglichkeit im Verteilnetz  $\leq 5$  bar in vielen Fällen nicht erforderlich, da bislang keine Komponenten bekannt sind, die einer Umstellung grundsätzlich entgegenstehen würden. Auch bruchmechanische Bewertungen von Stahlleitungen können bei MOP  $\leq 12$  bar bzw. bis 16 bar und DN  $\leq 200$  entfallen. Diese Erkenntnisse sollen in die Überarbeitung der G 407 einfließen.<sup>167</sup>

## 5.2 Prüfung durch Sachverständige vor Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen

Die Beurteilung und Überprüfung der technischen Sicherheit durch Sachverständige ist ein wichtiger Bestandteil des Sicherheitskonzeptes für Energieanlagen, zu denen auch die Wasserstoffnetze im Sinne dieses Leitfadens gehören. Daher ist sicherzustellen, dass die Qualifikation der mit dieser Aufgabe betrauten Sachverständigen gewährleistet ist.

Im Zuge der Umstellung der Gasinfrastruktur auf Wasserstoff gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 260<sup>168</sup> kommt den Sachverständigen eine besondere Rolle zu. Die im

---

<sup>166</sup> Ebd.

<sup>167</sup> DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>168</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit.

DVGW-Arbeitsblatt G 100<sup>169</sup> beschriebenen Qualifikationsanforderungen bilden die Grundlage für die in diesem Zusammenhang durchzuführenden Prüfungen. Hierzu gehört vor allem auch die kontinuierliche Weiterbildung der Sachverständigen in Bezug auf den sich entwickelnden Stand der Technik.

Die für die jeweiligen Aufgaben und Tätigkeiten erforderlichen Kenntnisse werden auf Grundlage der Anforderungen der einzelnen DVGW-Regelwerksdokumente in Fachgebiete unterteilt. Nur wer seine Qualifikation für das jeweilige Fachgebiet nachgewiesen hat, darf als Sachverständiger nach den zugehörigen DVGW-Regelwerksdokumenten agieren.

In der GasHDrLtGv vom Mai 2011, die über § 113c Abs. 1 EnWG<sup>170</sup> auch für Wasserstoffnetze gilt, werden die Anforderungen an die Qualifikation und Unabhängigkeit von Sachverständigen als Voraussetzung für eine behördliche Anerkennung beschrieben.<sup>171</sup> Konformitätsbewertungsstellen, die Personen für die Überprüfung der technischen Sicherheit von Gashochdruckleitungen nach der GasHDrLtGv zertifizieren (Zertifizierungsstellen), und Inspektionsstellen für die Überprüfung der technischen Sicherheit von Gashochdruckleitungen nach GasHDrLtGv unterliegen der Akkreditierung durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS).

Das DVGW-Arbeitsblatt G 100 bildet die fachliche Grundlage für die Zertifizierung von Sachverständigen durch eine akkreditierte Zertifizierungsstelle. Mit Neuausgabe des DVGW-Arbeitsblattes G 100 im Juni 2021, in der die Qualifikationsanforderungen in Bezug auf Wasserstoff aufgenommen wurden, hat die DVGW CERT GmbH ihre Akkreditierung auf das neue Arbeitsblatt umgestellt. Die bestehenden Zertifikate wurden auf Grundlage des Nachweises einer entsprechenden Weiterbildung der Sachverständigen ebenfalls umgestellt. Dadurch gilt eine behördliche Anerkennung der zertifizierten Sachverständigen nach GasHDrLtGv für das jeweilige Fachgebiet auch für Prüfungen und gutachterliche Äußerungen im Rahmen der Errichtung von Wasserstoffnetzen und der Umstellung von Erdgasnetzen auf den Betrieb mit Wasserstoff.

---

<sup>169</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 100: Qualifikationsanforderungen an Sachverständige für Energieanlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff.

<sup>170</sup> Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 51) geändert worden ist

<sup>171</sup> Verordnung über Gashochdruckleitungen (Gashochdruckleitungsverordnung - GasHDrLtGv)

Für Energieanlagen der Gasversorgung, die nicht in den Geltungsbereich der GasHDrLtgV fallen, gelten die Anforderungen des DVGW-Regelwerks auf Grundlage des EnWG unmittelbar. Eine behördliche Anerkennung von Sachverständigen ist nicht erforderlich. Gleichwohl sind die in DVGW-Arbeitsblatt G 100 beschriebenen Qualifikationsanforderungen zu erfüllen und nachzuweisen. Mit diesem Nachweis wird bestätigt, dass der Sachverständige für die in den einzelnen DVGW-Regelwerkdokumenten beschriebenen Prüfaufgaben und Beurteilungen qualifiziert ist.

Anlagen in explosionsfähigen Bereichen sind nach §§ 15 und 16 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) auf Explosionssicherheit zu prüfen. Dies gilt auch für Energieanlagen, die in diesem Punkt nicht von den Vorgaben für überwachungsbedürftige Anlagen ausgenommen sind. Die Prüfungen dürfen von zur Prüfung befähigten Personen durchgeführt werden, deren Qualifikationsanforderungen in der BetrSichV und der TRBS 1201 Teil 1 beschrieben sind. Bei den Prüfungen sollen gleichwertige Ergebnisse von Prüfungen nach anderen Rechtsvorschriften des Bundes und der Länder berücksichtigt werden. Hierzu gehören die nach DVGW-Regelwerk vorgeschriebenen Prüfungen von Energieanlagen nach EnWG und GasHDrLtgV. Die Sachverständigen der anlagentechnischen Fachgebiete nach DVGW-Arbeitsblatt G 100 erfüllen die Anforderungen an eine zur Prüfung befähigte Person im Sinne Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.3 BetrSichV<sup>172</sup> und TRBS 1201 Teil 1<sup>173</sup> für die Anlagen des jeweiligen Fachgebietes.

Für die Auswahl eines für die jeweilige Prüfaufgabe geeigneten Sachverständigen ist derjenige verantwortlich, der die jeweilige Prüfung veranlasst. Bei der Beauftragung eines zertifizierten Sachverständigen kann die Qualifikation für das entsprechende Fachgebiet durch ein gültiges Zertifikat einer nach GasHDrLtgV akkreditierten Zertifizierungsstelle bzw. die behördliche Anerkennung nach GasHDrLtgV nachgewiesen werden. Bei der Beauftragung einer Inspektionsstelle ist die Inspektionsstelle verantwortlich für die Auswahl von Sachverständigen, die für die jeweilige Prüfaufgabe qualifiziert sind. Auch der Sachverständige hat die Verantwortung, zu prüfen, ob seine Qualifikation für den Prüfauftrag ausreichend ist.

---

<sup>172</sup> Betriebssicherheitsverordnung vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), die zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist

<sup>173</sup> Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1201-1: Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.

Sachverständige nach verschiedenen Fachbereichen und Standorten können in den Verzeichnissen unter [DVGW CERT GmbH: G 100](#) gefunden werden.

### 5.3 Betrieb

Beim Betrieb von Wasserstoffnetzinfrastrukturen gibt es Unterschiede zu den Arbeiten mit bzw. an einer Erdgasinfrastruktur. Dies liegt an den unterschiedlichen Eigenschaften des Wasserstoffs gegenüber Erdgas und betrifft beispielsweise die Betriebsmittel, die Odorierung von Wasserstoff oder die entsprechende Schulung des Personals. Die DVGW-Forschungsprojekte G 202413 H<sub>2</sub>-Betrieb<sup>174</sup> und G 202225 H<sub>2</sub>-Sicherheit<sup>175</sup> gehen im Detail auf die Risiken und Sicherheitsvorkehrungen bei der Verwendung von Wasserstoff ein.

#### 5.3.1 H<sub>2</sub>-ready-Equipment

Zunächst wird das wasserstofftaugliche Equipment betrachtet, das nötig ist, um an den Wasserstoffleitungen zu arbeiten. In diesem Kapitel wird insbesondere folgendes Equipment untersucht und beschrieben:

- Messgeräte
- Persönliche Schutzausrüstung mit ESD-Schutz nach TRGS 727<sup>176</sup>
- Betriebsmittel

#### Messgeräte

Bei der Verwendung von Messgeräten zur Detektion von Wasserstoff ist es besonders wichtig, dass diese auch für 100 Vol.-% Wasserstoff ausgelegt sind. Geräte mit geringerer Eignung können austretenden Wasserstoff nicht erfassen, wodurch ein erhebliches Sicherheitsrisiko entstehen kann (siehe Kapitel 5.4.1). Detektionsgeräte für Methan,

---

<sup>174</sup> Voraussichtliche Veröffentlichung im Online-Regelwerk des DVGW in Q1 2026

<sup>175</sup> Domnick 2025.

<sup>176</sup> TRGS 727 -Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Wasserstoff und andere brennbare Gase sind in der DGUV-Information 213-057 aufgeführt.<sup>177</sup>

Neben stationären Detektionssystemen ist sicherzustellen, dass das eingesetzte Personal mit tragbaren, H<sub>2</sub>-zertifizierten Gaswarngeräten ausgestattet ist. Aufgrund der breiten Explosionsgrenzen von Wasserstoff-Luft-Gemischen kann es zudem zweckmäßig sein, den Sauerstoffgehalt im Wasserstoff zu überwachen, um potenziell gefährliche Mischungen frühzeitig zu identifizieren.

Falls das Austreten von Wasserstoff nicht sicher vermieden werden kann, sind Infrarotkameras zur Flammendetektion eine sinnvolle, zusätzliche Sicherheitsmethode. Diese wird in Kapitel 5.1.4 erläutert.

### **Persönliche Schutzausrüstung**

Auch in Bezug auf die persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist darauf hinzuweisen, dass bei Arbeiten mit Wasserstoff, aufgrund der kleineren Zündenergie, eine höhere Feuer- und Explosionsgefahr besteht als bei Erdgasleitungen. Die Anforderungen an die persönliche Schutzausrüstung bauen demnach auf den Anforderungen gemäß FBETEM-007 auf.<sup>178</sup> Bei Arbeiten an der Leitung muss also eine entsprechende Schutzausrüstung getragen werden, die Folgendes inkludiert:

- Ableitfähige Sicherheitsschuhe ( $< 10^8 \Omega$ )
- Flammenhemmende und ableitfähige Schutzkleidung
- Helm
- Gehörschutz
- Tragbare Gaswarngeräte

Die PSA sollte folgenden Normen entsprechen: EN 1149-5: Schutzkleidung, EN 13034-6, EN 61482-2, EN ISO 11611, sowie EN ISO 11612.

---

<sup>177</sup> DGUV Information 213-057: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz - Einsatz und Betrieb.

<sup>178</sup> FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen.

In dem DVGW-Forschungsprojekt G 202413 H<sub>2</sub>-Betrieb<sup>179</sup> wurden diese Anforderungen an Schutzausrüstung validiert und genauer erläutert.

### **Betriebsmittel**

Arbeiten an Leitungen und Anlagen erfolgen gemäß FBETEM-007<sup>180</sup> im gasfreien Zustand. Wie für Arbeiten an Erdgasleitungen und -Anlagen ist vor Beginn eine Inertisierung mit Stickstoff durchzuführen.

Falls eine Inertisierung der entsprechenden Anlagen oder Leitungen nicht möglich sein sollte und Wasserstoff austreten könnte, ist darauf zu achten, diesen bei den Arbeiten nicht zu entzünden. In diesen seltenen Fällen sind spezielle, funkenfreie Betriebsmittel zu verwenden. Dabei ist darauf zu achten, dass sowohl Werkzeuge als auch alle anderen Betriebsmittel wie Gaswarngeräte und Messeinrichtungen die Kategorie IIC erfüllen müssen.

### **5.3.2 Schweißen unter Wasserstoff-Atmosphäre**

Für das folgende Kapitel wird auf das DVGW-Forschungsprojekt G 202131 „Schweißen und Degradation“ (H<sub>2</sub>-SuD) verwiesen, welches sich aktuell noch in Bearbeitung befindet, weshalb keine Ergebnisse zitiert werden können.<sup>181</sup>

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, Rohrleitungsbetreibern eine sichere und beanspruchungsgerechte Schweißung an wasserstoffführenden Druckrohrleitungen zu ermöglichen. Hierfür soll geprüft werden, ob durch das Schweißen an im Betrieb befindlichen Gasleitungen mit wasserstoffabhängigen Degradationserscheinungen zu rechnen ist. Nachfolgend sind die einzelnen Projektziele aufgelistet:

- Überprüfung, ob die in Gasleitungen verwendeten Stähle unter typischen Betriebsbeanspruchungen Wasserstoff aufnehmen und Degradationserscheinungen zeigen

---

<sup>179</sup> Voraussichtliche Veröffentlichung im Online-Regelwerk des DVGW in Q1 2026

<sup>180</sup> FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen.

<sup>181</sup> [DVGW e.V.: G 202131 H<sub>2</sub> und Schweißen](#)

- Ermittlung von Grenzwerten zur Wasserstoffaufnahme, bei denen keine Degradation auftritt
- Handlungsempfehlungen zur sicheren Vermeidung von Schäden, die durch den Wasserstoff verursacht werden könnten

Diese Untersuchungen werden in Form von Versuchen an realen Bauteilen und Simulationen durch die Technische Universität Graz durchgeführt. Die entsprechenden Ergebnisse werden im Laufe des Jahres 2026 erwartet und können im Abschlussbericht des Projektes nachgelesen werden.

#### 5.3.3 Odorierung

Ein wichtiger Sicherheitsaspekt ist die Odorierung von Wasserstoff. Ebenso wie Erdgas ist Wasserstoff farb- und geruchlos, daher ist eine Odorierung notwendig, um einen Warngeruch sicherzustellen. Dies ist im DVGW-Arbeitsblatt G 280 festgelegt.<sup>182</sup> Hierbei muss aufgrund der anderen Eigenschaften von Wasserstoff im Vergleich zu Methan verschiedenes beachtet werden. Da Wasserstoff nur ein Drittel des Energiegehalts pro Volumen Erdgas enthält, muss die Zudosierung erhöht werden, sodass sich der Verbrauch des Odoriermittels erhöht. Es müssen die Dosierpumpe, die Größe des Odoriermittelbehälters und der Befüllzyklus angepasst werden. Hinsichtlich der Auswahl der Wasserstoff-kontaktierenden Werkstoffe, wie die gasführenden Teile von Odorieranlagen, wird auf das DVGW-Merkblatt G 265-3<sup>183</sup> und das DVGW-Arbeitsblatt G 491<sup>184</sup> verwiesen. Bei Verwendung von leitungsgebundenem Wasserstoff für empfindliche Verbrauchseinrichtungen wie z. B: PEM-Brennstoffzellen, sollte beachtet werden, dass die Odoriermittel hier schwefelfrei und/oder stickstoffreduziert sein müssen. Bei der messtechnischen Erfassung von Odoriermitteln in Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Gasen können Probleme auftreten: es besteht eine deutliche Abhängigkeit von dem eingesetzten Odoriermittel und der verwendeten Messtechnik in Kombination mit Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Gasen.

---

<sup>182</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 280: Gasodorierung.

<sup>183</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 265-3: Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb.

<sup>184</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 491: Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke bis einschließlich 100 bar.

Im DVGW-Forschungsprojekt H<sub>2</sub>-Odor<sup>185</sup> wurden die Odoriermittel (THT, Gasodor<sup>®</sup> S-Free, Scentinel<sup>®</sup> E, Spotleak<sup>®</sup> 1005) aus dem DVGW-Regelwerk G 280 auf ihre Geruchsintensität in Wasserstoff getestet. Alle vier Odoriermittel wurden sogar als geruchsintensiver als in Erdgas eingestuft und als unangenehm und alarmierend bewertet. Ein negativer Einfluss von Wasserstoff ist nicht erkennbar, so dass alle untersuchten Odoriermittel hinsichtlich ihrer olfaktorischen Eignung für Wasserstoff als geeignet eingestuft werden können. Als neue schwefelfreie Odoriermittel wurden Gasodor<sup>®</sup> Hydrogen, Cyclohexen und Norbornen identifiziert.

Die Frage, welche Odoriermittel für Wasserstoff geeignet sind, lässt sich nicht allgemeingültig beantworten. Entsprechend der Reinheitsanforderungen für Wasserstoff der Gruppe D, bleiben bei dem geforderten Reinheitsgrad von  $\geq 99,97$  Mol-% nur 300 ppm für alle restlichen Komponenten übrig. Kein derzeit genutztes Odoriermittel kann diese Anforderungen erfüllen. Nach derzeitigem Stand des Wissens sowie gültiger Normen erscheint es notwendig, vor Anwendungen mit Reinheitsanforderungen der Gruppe D den Wasserstoff zu deodorieren. Als geeigneter technologischer Ansatz erscheint ein adsorptives Reinigungsverfahren für die Deodorierung.

In dem aktuell laufenden Folgeprojekt H<sub>2</sub>-Odor 2 (Förderkennzeichen G 202416), werden die K-Werte und Mindest-Odoriermittelkonzentrationen (MOK) der vier etablierten Odoriermittel (THT, Gasodor<sup>®</sup> S-Free, Scentinel<sup>®</sup> E, Spotleak<sup>®</sup> 1005) und drei neuen Odoriermittel (Gasodor<sup>®</sup> Hydrogen, Cyclohexen und Norbornen) bestimmt. Außerdem werden verschiedene Adsorptionsverfahren auf ihre Eignung zur Deodorierung getestet. Zusätzlich werden unterschiedliche Arten und Techniken der Odorierung untersucht. Das Projekt wird voraussichtlich Mitte 2026 veröffentlicht.<sup>186</sup>

#### **5.3.4 Messung und Abrechnung von Wasserstoff**

Mit dem Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft gewinnt die präzise und nachvollziehbare Messung sowie Abrechnung von Wasserstoff zunehmend an Bedeutung. Die Messung und Abrechnung von Wasserstoff unterliegt den gesetzlichen Vorgaben gemäß

---

<sup>185</sup> Mothes 2023.

<sup>186</sup> [DVGW e.V.: G 202416 H2-Odor II](#)

MessEG<sup>187</sup> und MessEV<sup>188</sup>, die entsprechend berücksichtigt werden müssen. Die nachfolgenden Ausführungen geben einen Überblick über die technischen Anforderungen an die Mengenmessung, die Qualitäts- und Reinheitsmessung zur Ermittlung der Gasbeschaffenheit bzw. des Energiegehalts und die Abrechnung von Wasserstoff im Netzbetrieb. Sie stammen unter anderem aus der im August 2025 veröffentlichten Entwurfsfassung des DVGW-Arbeitsblatts G 482<sup>189</sup>, welches die messtechnischen Mindestanforderungen für Netzanschlüsse, GDRM- und Einspeiseanlagen an Wasserstoffnetzen beschreibt, den beiden DVGW-Informationsblättern Gas Nr. 32<sup>190</sup> und Nr. 33<sup>191</sup> und dem DVGW-Arbeitsblatt G 685-8, in dem die Abrechnung von Wasserstoff der 5. Gasfamilie erläutert wird.<sup>192</sup>

Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der G 482 um einen ersten Entwurf handelt, dessen Ziel die Schaffung bundesweit einheitlicher messtechnischer Mindestanforderungen ist. Zur Veröffentlichung des hier vorliegenden Leitfadens liegt das Arbeitsblatt nicht als Weißdruck vor, sodass die darin formulierten Anforderungen noch in gewissem Umfang angepasst werden können.

Die messtechnischen Einrichtungen in Wasserstoffnetzen müssen so geplant, installiert und betrieben werden, dass sie den gesetzlichen und technischen Anforderungen dauerhaft genügen. Der Aufstellungsort der Gasmessanlage ist unter Berücksichtigung explosionsgefährdeter Bereiche möglichst nah am Netzeinspeise-, Netzkopplungs- oder Netzausspeisepunkt zu wählen. Die Zugänglichkeit für Betrieb und Instandhaltung muss jederzeit gewährleistet sein. Zudem muss die Messeinrichtung gegen unbefugten Zugriff gesichert werden. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb ist der Messstellenbetreiber

---

<sup>187</sup> Gesetz über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt, ihre Verwendung und Eichung sowie über Fertigpackungen (Mess- und Eichgesetz - MessEG)

<sup>188</sup> Verordnung über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt sowie über ihre Verwendung und Eichung (Mess- und Eichverordnung - MessEV)

<sup>189</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 482 Entwurf: Messtechnische Mindestanforderungen an Netzanschlüsse, GDRM-Anlagen und Einspeiseanlagen an Wasserstoffnetzen.

<sup>190</sup> DVGW-Gasinformation Nr. 32: Handlungsempfehlung für die Verwendung von Gaszählern und Mengenumwertern für die Mengenbestimmung von reinem Wasserstoff.

<sup>191</sup> DVGW-Gasinformation Nr. 33: Handlungsempfehlung für die Verwendung von Gasbeschaffenheitsmessgeräten von reinem Wasserstoff.

<sup>192</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 685-8: Gasabrechnung – Abrechnung von Wasserstoff der 5. Gasfamilie nach DVGW G 260 (A).

verantwortlich. Er muss sicherstellen, dass alle Voraussetzungen für die Messung abrechnungsrelevanter Größen erfüllt sind.

Die Mengenummessung in Wasserstoffnetzen muss so ausgelegt werden, dass der zu erwartende minimale und maximale Gasdurchfluss innerhalb des zugelassenen Messbereichs der eingesetzten Gaszähler liegt. Die Installation der Messgeräte hat so zu erfolgen, dass eine hohe Messgenauigkeit und Verfügbarkeit gewährleistet ist. Störende Einflüsse wie Strömungsprofile, Pulsationen oder Vibrationen sind durch geeignete Maßnahmen zu minimieren.

Gaszähler sind spannungsfrei einzubauen und mit elektronisch auslesbaren Zählwerken auszustatten. Für größere Anlagen werden Reihenschaltungen oder Dauerreihenschaltungen empfohlen. Die Auslegung der Gasmengenummessung für Wasserstoff orientiert sich an den spezifischen Anforderungen für die Verwendung von Gaszählern und Mengenumwertern unter reinem Wasserstoff. Besonders zu beachten ist, dass Gaszähler, die ursprünglich für Erdgas zugelassen sind, für den Einsatz mit Wasserstoff entweder eine Baumusterprüfbescheinigung für Wasserstoff benötigen oder auf einem anerkannten Prüfstand mit Wasserstoff kalibriert werden müssen. Ist eine Kalibrierung mit Wasserstoff nicht möglich, kann ersatzweise mit alternativen Prüfgasen (z. B. Luft oder Erdgas) geprüft werden, sofern die Unterschiede zum Betrieb mit Wasserstoff dokumentiert und die Anforderungen gemäß OIML R 137 eingehalten werden.<sup>193</sup>

Die Auswahl des Zählertyps und die Festlegung des Messbereichs müssen so erfolgen, dass die Messrichtigkeit und Messbeständigkeit auch bei den spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff (z. B. geringe Dichte, hohe Diffusionsfähigkeit) gewährleistet sind. Für die Mengenumwertung ist wie in Tabelle 5-2 dargestellt, je nach Zählertyp und Reinheitsgrad eine geeignete Gasbeschaffenheitsmessung erforderlich. Die Umrechnung auf Normvolumen ( $V_n$ ) erfolgt unter Berücksichtigung der aktuellen Gaszusammensetzung und der Kompressibilitätszahl ( $K$ ), welche sich mit Werten aus dem DVGW-Arbeitsblatt G 685-6 errechnen lässt.<sup>194</sup> Bei einer Wasserstoffreinheit von  $\geq 99,97\%$  kann bei Coriolis- und Wirkdruckgaszählern vereinfachend eine Gaszusammensetzung von 100 % angenommen werden.

---

<sup>193</sup> OIML R 137-1 & 2: Gas meters, INTERNATIONAL ORGANIZATION OF LEGAL METROLOGY.

<sup>194</sup> DVGW-Arbeitsblatt G685-6: Gasabrechnung – Kompressibilitätszahl (K-Zahl).

**Tabelle 5-2: Erfordernis Gasbeschaffheitsmessung zur Bestimmung des Normvolumens [DVGW-Information Gas Nr. 32]**

	$x_{H_2} \geq 98 \%$	$x_{H_2} \geq 99,9 \%$	$x_{H_2} \geq 99,97 \%$	Kriterium
Corioliszähler	ja	ja	nein	Änderung $V_n < 0,5 \%$
Wirkdruckgaszähler	ja	ja	nein	Änderung $V_n < 0,5 \%$ Änderung $\rho < 0,5 \%$
Drehkolbenzähler Turbinenradgaszähler Ultraschallgaszähler	nein	nein	nein	Änderung $K < 0,25 \%$

Zusätzlich sollten die verwendeten Messgeräte durch Zusatzschilder eindeutig gekennzeichnet werden, für welchen Durchfluss- und Druckbereich sie im Wasserstoffbetrieb zugelassen sind. Die regelmäßige Überprüfung und Kalibrierung der Messgeräte sind sicherzustellen, um die Einhaltung der zulässigen Fehlergrenzen zu gewährleisten.

Für verschiedene Zählertypen (Balgengaszähler, Drehkolbengaszähler, Turbinenradgaszähler, Ultraschallgaszähler, Corioliszähler) gelten spezifische Anforderungen hinsichtlich Bauart, Einbau, Kalibrierung und Betrieb. Mengenumwerter müssen nach DVGW-Arbeitsblatt G 685-3<sup>195</sup> eingesetzt werden, und für die Umrechnung sind amtlich anerkannte Verfahren wie AGA8-92DC gemäß DIN EN ISO 12213-2 zu verwenden.

Die Qualitäts- und Reinheitsbestimmung von Wasserstoff in Gasnetzen erfolgt durch präzise Analyseverfahren, die sowohl den Wasserstoffgehalt als auch relevante Begleitstoffe wie Sauerstoff, Stickstoff, Wasser und weitere Verunreinigungen zuverlässig erfassen müssen. Die eingesetzten Messsysteme müssen den eichrechtlichen Vorgaben der PTB TR-G 19<sup>196</sup> und den Anforderungen aus dem DVGW-Arbeitsblatt G 260<sup>197</sup> entsprechen. Für Wasserstoff mit einer Reinheit von mindestens 99,9 Mol % kann die Überwachung indirekt, etwa über Ultraschallmessung der Schallgeschwindigkeit, erfolgen. Bei geringerer Reinheit ist eine kontinuierliche, eichrechtskonforme Gasbeschaffheitsmessung verpflichtend. Die Auswahl der zu überwachenden Begleitstoffe richtet sich

<sup>195</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 685-3: Gasabrechnung - Volumen im Normzustand.

<sup>196</sup> Technische Richtlinien. Messgeräte für Gas. G 19 „Wasserstoff im Gasnetz“, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

<sup>197</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffheit.

nach dem Erzeugungsverfahren und den Netzgegebenheiten und ist in Tabelle 5-3 dargestellt. Die Messsysteme müssen so ausgelegt sein, dass sie auch Quereinflussungen und Kontaminationsrisiken erkennen.

**Tabelle 5-3: Zu überwachende Gasbegleitstoffe je nach Erzeugungsverfahren oder Netzkopplungspunkt [DVGW-Arbeitsblatt G 482 (Entwurf)]**

Bezeichnung	ENTRY			ENTRY/ EXIT	EXIT
	Elektrolyse	Dampf- reformation	Ammoniak- synthese	Untergrund- speicher	Netzkopp- lungspunkt
Wasser	X	X	X	X	(X)
Kohlenwasserstoffe	/	X	/	X	(X)
Kohlenstoffmonoxid	/	X	/	(X)	/
Kohlenstoffdioxid	(X)	X	/	(X)	(X)
Sauerstoff	X	X	X	X	(X)
Stickstoff	X*	X	X	X	(X)
Schwefelwasserstoff	/	/	/	X	(X)
Carbonylsulfid	/	/	/	X	(X)
Mercaptanschwefel	/	/	/	X	(X)
Ammoniak	/	/	X	/	/

X Ja

/ Nein

(X) sofern technologisch sinnvoll oder erforderlich, in Abstimmung mit dem Netzbetreiber

\* unter der Annahme  $x(\text{H}_2) > 99,9 \text{ Mol } \%$  und eines binären Gasgemisches kann ein indirektes rückführbares Messverfahren zur Anwendung kommen. Ansonsten muss der Stickstoffgehalt mit einem kontinuierlich messenden Messgerät direkt bestimmt werden.

Die regelmäßige Überprüfung der Messanlagen ist mindestens jährlich vorgeschrieben, bei Überschreitung der zulässigen Fehlergrenzen nach DVGW-Arbeitsblatt G 260 sind umgehend Korrekturmaßnahmen einzuleiten.

Das DVGW-Arbeitsblatt G 685 besteht aus mehreren Teilen, die die Abrechnung von Gasen im öffentlichen Netz regeln. Die Teile 1 bis 7 befassen sich vorwiegend mit allgemeinen Aspekten der Abrechnung von Brenngasen, während Teil 8 speziell für die Abrechnung von Wasserstoff der 5. Gasfamilie nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 entwickelt wurde. Da die Teile 1 und 3 bis 7 des DVGW-Arbeitsblattes G 685 grundsätzlich auch für Wasserstoff anzuwenden sind, beschreibt Teil 8 hauptsächlich die Abweichungen hinsichtlich der Abrechnung von Wasserstoff der 5. Gasfamilie.

Die Abrechnung erfolgt auf Basis des Volumens im Normzustand oder der Masse des Wasserstoffs, jeweils unter Berücksichtigung des tatsächlichen Wasserstoffanteils. Die

Energieermittlung orientiert sich am Brennwert von Wasserstoff, der mit 3,543 kWh/m<sup>3</sup> festgelegt ist.

Die Bestimmung des Wasserstoffanteils für die Abrechnung erfolgt netztopologisch für jeden Ein- und Ausspeisepunkt. Liegt die Reinheit des Wasserstoffs bei mindestens 99,9 %, wird der Molanteil gemäß PTB TR-G 19 pauschal mit 100 % angesetzt. Bei geringerer Reinheit ist der Anteil entweder messtechnisch zu erfassen oder durch geeignete Ersatzverfahren zu bestimmen. Dazu zählen unter anderem die mengengewichtete Mittelung über Einspeisepunkte, die Identifizierung anhand physikalischer Messgrößen oder, sofern verfügbar, die Gasbeschaffenheitsverfolgung. Für andere Verfahren ist die Zustimmung der zuständigen Eichbehörde erforderlich.

Für die Nachvollziehbarkeit der Abrechnung müssen nach wie vor die Netzbetreiber Zugang zu allen relevanten Messwerten erhalten und diese an die jeweiligen Marktpartner weitergeben. Die Dokumentation umfasst unter anderem die eingesetzten Messgeräte, die angewandten Verfahren zur Bestimmung des Wasserstoffanteils sowie die Zuordnung der Netzknoten zu den jeweiligen Wasserstoffbezirken.

### 5.3.5 Geräusentwicklung

Im Rahmen des DVGW-Forschungsprojektes G 202330 - „HySpeed“<sup>198</sup> werden unter anderem die Geräusentwicklung von Methan und Wasserstoff in Verteil- und Hausleitungen, sowie in GDRA untersucht. Aufgrund der geringeren kinetischen Energie der H<sub>2</sub>-Moleküle ist, entgegen der Erkenntnisse des Forschungsprojektes HyDelta<sup>199</sup>, bei einer GDRA-Auslastung von 100 % keine Erhöhung der Geräusentwicklung im Vergleich zu Erdgas zu erwarten.

Explizite Informationen zu Schallschutzmaßnahmen an Geräten und Anlagen zur Gas-Druckregelung und Gasmessung sind dem DVGW-Merkblatt G 494 zu entnehmen.<sup>200</sup>

---

<sup>198</sup> Voraussichtliche Veröffentlichung erste Jahreshälfte 2026

<sup>199</sup> Woudenberg 2022.

<sup>200</sup> DVGW-Merkblatt G 494: Schallschutzmaßnahmen an Geräten und Anlagen zur Gas-Druckregelung und Gasmessung; konsolidierte Fassung aus G 494:2018-02 und 1. Beiblatt G 494-1:2020-12.

### 5.3.6 Befliegung und Begehung

Der Zweck von Befliegungen bzw. Begehungen der Gasnetze und deren Anlagen besteht darin, potenzielle Gefährdungen für die Gasinfrastruktur zu identifizieren und zu beseitigen. Hierzu zählen insbesondere Schäden oder Undichtigkeiten der Gasleitungen, signifikante Bauaktivitäten, Bodenbewegungen, Vegetationsschäden und andere Faktoren, die die Sicherheit und Funktionsfähigkeit der Gasinfrastruktur beeinträchtigen könnten.

Gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt G 466-1<sup>201</sup>, welches die Vorgaben für den Betrieb und die Instandhaltung von Gasleitungen mit einem Betriebsdruck über 16 bar definiert, werden die Anforderungen an die Streckenkontrolle mittels Befliegungen und Begehungen festgelegt. Die zeitlichen Intervalle für Befliegungen und Begehungen im Rahmen der Leitungsinspektion sind dabei von den baulichen Gegebenheiten der jeweiligen Leitungszone abhängig. In der letzten Überarbeitung des Arbeitsblatts wurde der Anwendungsbereich um die 5. Gasfamilie erweitert, sodass die dargelegten Vorgaben seitdem auch für Wasserstoffnetze mit einem Betriebsdruck von über 16 bar Gültigkeit besitzen.

Für Gasnetze mit einem Betriebsdruck von unter 16 bar findet das DVGW-Arbeitsblatt G 465-1<sup>202</sup> Anwendung, welches derzeit überarbeitet wird. Dieses begrenzt sich aktuell jedoch auf die Überprüfung von Rohrnetzen, welche für die Fortleitung von Gasen der 2. und 3. Gasfamilie dienen. Im Rahmen des Forschungsprojekts G 202413 H<sub>2</sub>-Betrieb<sup>203</sup> werden die betrieblichen und sicherheitstechnischen Aspekte beim Betrieb von vollständig auf Wasserstoff umgestellten Gasnetzen mit einem Betriebsdruck von unter 16 bar untersucht. Gemäß den Erkenntnissen des Forschungsprojekts lässt sich das Arbeitsblatt G 465-1 ohne wesentliche Änderungen als H<sub>2</sub>-ready einstufen bzw. für Wasserstoffnetze anwenden. Voraussetzung dafür ist, dass geeignete Messinstrumente für die zuverlässige Detektion von Wasserstoff zur Verfügung stehen.

---

<sup>201</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 466-1: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Betrieb und Instandhaltung.

<sup>202</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 465-1: Überprüfung von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar.

<sup>203</sup> Voraussichtliche Veröffentlichung im Online-Regelwerk des DVGW in Q1 2026

Inspektionen von Gasnetzen, die auf Wasserstoff umgestellt wurden, sollten gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 bzw. DVGW-Merkblatt G 407<sup>204</sup> und G 408<sup>205</sup> für einen bestimmten Zeitraum nach der Umstellung intensiviert werden. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass Überprüfungen ausschließlich durch sachkundiges Personal erfolgen, das mit den Besonderheiten im Umgang mit Wasserstoff vertraut ist.

### 5.3.7 Schulung Personal

Für den sicheren und regelkonformen Betrieb von mit Wasserstoff beaufschlagten Gasleitungen ist eine gezielte Qualifikation des eingesetzten Personals erforderlich. Die Schulungen dienen somit dem Schutz von Mensch und Umwelt sowie der Sicherstellung eines störungsfreien Netzbetriebs.

In der Ausgabe Fachbereich AKTUELL FBETEM-007 der DGUV<sup>206</sup> werden die Gefährdungen und zu treffenden Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen beschrieben. Es ist erforderlich, das Betriebspersonal in den darin erörterten Gefährdungspotenzialen zu schulen, um einen sicheren Arbeitsablauf zu gewährleisten.

Auf der Website der Beruflichen Bildung des DVGW besteht die Möglichkeit, sich für verschiedene theoretische Kurse im Bereich Wasserstoff anzumelden und die Mitarbeitenden gemäß den DVGW-Merkblättern G 221<sup>207</sup> und G 655<sup>208</sup> zu schulen. Das gesamte Schulungsprogramm kann auf der folgenden Webseite eingesehen werden:

[DVGW Website Berufliche Bildung: Wasserstoff.](#)

---

<sup>204</sup> DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>205</sup> DVGW-Merkblatt G 408: Umstellung von Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>206</sup> FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen.

<sup>207</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff.

<sup>208</sup> DVGW-Merkblatt G 655: Leitfaden H<sub>2</sub>-Ready Gasanwendungen.

Im DVGW-Forschungsprojekt H<sub>2</sub>-Umstellmanagement<sup>209</sup> wird darüber hinaus folgende Übersichtsempfehlung für die Schulung im Kontext von Wasserstoff genannt.

### 1. Grundlagen der Wasserstofftechnologie

- Eigenschaften von Wasserstoff: Physikalische und chemische Eigenschaften, Unterschiede zu Erdgas.
- Sicherheitsaspekte: Explosionsgrenzen, Zündquellen, Odorierung, Umgang mit Leckagen.

### 2. Technische Schulungen

- Materialkunde: Eignung von Werkstoffen und Dichtungen für Wasserstoff.
- Komponenten: Funktionsweise und Anforderungen an Zähler, Regler, Absperrarmaturen, Gasströmungswächter und thermische Absperreinrichtungen.
- Leitungsdimensionierung: Berechnung und Anpassung der Leitungen für den dreifachen Betriebsvolumenstrom.

### 3. Installations- und Wartungsschulungen

- Installation von Wasserstoffgeräten: Einbau und Inbetriebnahme von wasserstofftauglichen Gasgeräten und Abgasanlagen.
- Wartung und Inspektion: Regelmäßige Wartung und Inspektion der Wasserstoffanlagen, Erkennung und Behebung von Mängeln.

### 4. Sicherheits- und Notfallmanagement

- Gefährdungsbeurteilungen: Durchführung und Dokumentation von Gefährdungsbeurteilungen.
- Notfallmaßnahmen: Vorgehensweise bei Leckagen, Bränden und anderen Notfällen.
- Gaswarnsysteme: Installation und Wartung von Gaswarnsystemen, Schulung im Umgang mit Alarmen.

---

<sup>209</sup> Hüttenrauch 2025.

### 5. Kundenkommunikation

- Informationsweitergabe: Vermittlung von Informationen an Kunden über die Umstellung und deren Auswirkungen.
- Umgang mit Kundenanfragen: Beantwortung von Fragen und Bedenken der Kunden, Durchführung von Informationsveranstaltungen.

### 6. Rechtliche und regulatorische Schulungen

- Regelwerke und Normen: Kenntnis der relevanten DVGW-Regelwerke und gesetzlichen Vorgaben.
- Datenschutz: Einhaltung der Datenschutzbestimmungen bei der Erfassung und Verarbeitung von Kundendaten.

### 7. Praktische Übungen und Simulationen

- Praktische Installationen: Durchführung von Installationen und Umstellungen unter Anleitung.
- Simulationen: Übung von Notfallszenarien und Reaktionsmaßnahmen.

Als ein Beispiel für Schulungsangebote, die sich auf den Umgang mit Wasserstoff fokussieren, können die Schulungen des DVGW angeführt werden. Zu diesem Zweck wurde in Kooperation mit der Open Grid Europe GmbH (OGE) und dem GWI ein neues Konzept entwickelt und eine eigens konzipierte Wasserstoff-Trainingsstrecke errichtet. Das Ziel dieses Schulungskonzeptes besteht darin, die Mitarbeiter der Gasbranche auf die Herausforderungen der Wasserstoff-Assets im Leitungsnetz vorzubereiten. Zu diesem Zweck werden praktische Schulungen im realen Maßstab durchgeführt.

Diese Schulungen sollten regelmäßig aktualisiert und wiederholt werden, um sicherzustellen, dass das Personal stets auf dem neuesten Stand der Technik und Sicherheitsanforderungen ist.

## 5.4 Instandhaltung

### 5.4.1 Leckage-Erkennung

Die Identifizierung von Leckagen ist ein essenzieller Aspekt der Instandhaltung wasserstoffführender Gasnetze. Wasserstoff weist gegenüber Methan eine deutlich höhere Diffusionsrate und geringere Viskosität auf. Daher ist bei der Umstellung zu überprüfen, dass die Anforderungen an die technische Dichtheit eingehalten werden. Für die sichere Transformation bestehender Erdgasinfrastrukturen zu Wasserstoffnetzen ist demnach eine angepasste Leckage-Erkennung von essenzieller Bedeutung.

Im Rahmen des DVGW-Forschungsvorhabens H<sub>2</sub>-BoMess<sup>210</sup> wurde die oberirdische Detektion von Wasserstoffleckagen bei erdverlegten Leitungen untersucht. Es konnte nachgewiesen werden, dass auf dem Markt verfügbare Wasserstoff-Gaskonzentrationsmessgeräte, deren Messprinzip gemäß dem DVGW-Arbeitsblatt G 465-1<sup>211</sup> zur Methan-Detektion eingesetzt werden kann, ebenfalls für die Wasserstoff-Detektion geeignet sind.

In den auf dem Testfeld der OGE durchgeführten Feldversuchen konnte mit Hilfe von Wasserstoffmessgeräten die zuverlässige Detektion von Leckagen mit einem Volumenstrom von mindestens 14 l/h über eine Ausbreitungsfläche von 20 m<sup>2</sup> nachgewiesen werden. Die untersuchten Geräte wiesen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Wasserstoff und eine geringe Querempfindlichkeit gegenüber Methan auf. Die Ausbreitungsscharakteristik von Wasserstoff im Boden wies nur geringfügige Abweichungen zu Methan auf. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass die Möglichkeit zur Wasserstoffdetektion in das DVGW-Regelwerk (G 465-1 und G 465-4) aufgenommen werden sollte.

Das DVGW-Forschungsvorhaben H<sub>2</sub>-OdoSen<sup>212</sup> widmete sich der Thematik der Leckage-Erkennung in Innenräumen. Es wurde bestätigt, dass die Odorierung gemäß

---

<sup>210</sup> Kröger, K. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 202022: Analyse zum Verhalten des Gasaustritts bei erdverlegten Leitungen mit wasserstoffhaltigen und wasserstoffreichen Gasen unter Berücksichtigung der G 465-1 – H<sub>2</sub>-BoMess.

<sup>211</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 465-1: Überprüfung von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar.

<sup>212</sup> Dörr, H. et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202136: Voruntersuchungen zur sensorbasierten Ergänzung des Sicherheitskonzepts für die Gasversorgung mit Wasserstoff H<sub>2</sub>-OdoSen.

DVGW-Arbeitsblatt G 280<sup>213</sup> auch für wasserstoffhaltige Gase der Gruppe A ( $\geq 98$  Mol-%) möglich ist und ein hohes Sicherheitsniveau gewährleistet. Für Wasserstoff der Gruppe D ( $\geq 99,97$  Mol-%) ist eine Odorierung jedoch ausgeschlossen, da die Reinheitsanforderungen insbesondere bei Brennstoffzellenanwendungen eine Zugabe von schwefelhaltigen Odoriermitteln nicht zulassen. In derartigen Fällen kann eine sensorbasierte Leckage-Erkennung eine alternative Option darstellen. Im Rahmen der Studie wurden geeignete Sensorprinzipien identifiziert, darunter Halbleiter-, Wärmeleitungs-, Wärmetönungs- und elektrochemische Verfahren. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass marktverfügbare Gaswarneinrichtungen, die auf Methan reagieren, zum Teil auch auf Wasserstoff reagieren. Für den industriellen Sektor existieren bereits Systeme, die mit Relaisausgängen zur automatischen Gasabspernung ausgestattet sind. Für den privaten Bereich sind derartige Systeme bislang kaum verfügbar.

Die Resultate der beiden Forschungsvorhaben zeigen, dass die Leckage-Erkennung in Wasserstoffnetzen mit angepasster Sensorik technisch realisierbar ist. In Bezug auf die Instandhaltung besteht demnach die Notwendigkeit, bestehende Prüfverfahren und Geräte unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff weiterzuentwickeln und normativ abzusichern. Darüber hinaus wurde dargelegt, dass die erwähnten DVGW-Regelwerke rein technisch auch für die 5. Gasfamilie anwendbar sind.

#### 5.4.2 Spülen und Inertisieren

Im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten an Wasserstoffleitungen ist das sichere Spülen und Inertisieren von zentraler Bedeutung, um die Bildung explosionsfähiger Atmosphären in der Rohrleitung zu vermeiden. Dem DGUV-Dokument Fachbereich AKTUELL FBETEM-007<sup>214</sup> zufolge dient das Spülen von Leitungen entweder der Erzeugung von Gasfreiheit, wobei Wasserstoff durch ein Inertgas wie Stickstoff verdrängt wird, oder dem Erreichen von Gasreinheit, bei der das Inertgas vor Wiederinbetriebnahme durch Wasserstoff ersetzt wird. Es ist von essenzieller Bedeutung, dass unter allen Umständen eine Verdrängung von Wasserstoff mit Luft vermieden wird. Andernfalls kann dies die Bildung explosionsfähiger Gemische zur Folge haben. Auch das Absaugen von Wasserstoff unter Einsatz von Druckluft kann potenziell zur Erzeugung einer explosionsfähigen

---

<sup>213</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 280: Gasodorierung.

<sup>214</sup> FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen.

Atmosphäre führen und ist daher unzulässig. Die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit des Spülgases sollte zwischen 3 und 7 m/s liegen, wobei das 1,5-fache Volumen der Sperrstrecke mindestens durchströmt werden muss, um eine effektive Verdrängung zu gewährleisten. Die Bildung von Schichten innerhalb der Leitung kann durch die Sicherstellung einer ausreichend hohen Strömungsgeschwindigkeit vermieden werden. Aufgrund der unterschiedlichen Dichten der beteiligten Gase ist zu berücksichtigen, dass Stickstoff als schwereres Gas Wasserstoff vom Tief- zum Hochpunkt verdrängt.

Eine detaillierte Analyse des Strömungsverhaltens bei der Spülung von Wasserstoffleitungen wird im Rahmen des DVGW-Forschungsvorhabens G 202331 H<sub>2</sub>-Vent durchgeführt. Die Ermittlung der erforderlichen Spülvolumina, Spülzeiten, Mischungslängen und Strömungsparameter erfolgt mittels CFD-Simulationen und Berechnungsmodellen. Zum Zeitpunkt der Publikation des vorliegenden Leitfadens liegen jedoch noch keine abschließenden Resultate des Forschungsprojekts vor, auf die Bezug genommen werden könnte. Die Veröffentlichung erfolgt voraussichtlich in der ersten Jahreshälfte 2026.<sup>215</sup>

### 5.4.3 Anbohren und Absperren

Im Folgenden soll auf das Anbohren und Absperren (auch als „Stopplen“ bezeichnet) von Gasleitungen eingegangen werden. Bei diesem Verfahren erfolgt die Reparatur einer Gasleitung in einem gasfreien Zustand, ohne dass die Versorgung unterbrochen werden muss. Der Prozess beinhaltet das Anbohren einer Rohrleitung unter Druck sowie die Absperrung zwischen zwei Dichtelementen. Die Aufrechterhaltung der Gasversorgung kann durch eine Bypass-Leitung gewährleistet werden. Um die Gasfreiheit des Systems sicherzustellen, wird zunächst ein Anbohrformstück der gleichen Nennweite auf das anzubohrende Hauptrohr geschweißt. Nach der Bohrung der Leitung durch den angeschweißten Anbohrstutzen kann ein Absperrkopf durch die Absperrvorrichtung in die Leitung gesetzt werden. Dieser Prozess muss auf der gegenüberliegenden Seite des zu reparierenden Bereichs wiederholt werden. Der abgesperrte Teil der Leitung muss entgast werden, um eine vollständige Gasfreiheit zu gewährleisten. Eine schematische Darstellung einer Absperrvorrichtung mit Bypass ist in Abbildung 5-4 zu sehen.

---

<sup>215</sup> [DVGW e.V.: G 202331 H2Vent](#)

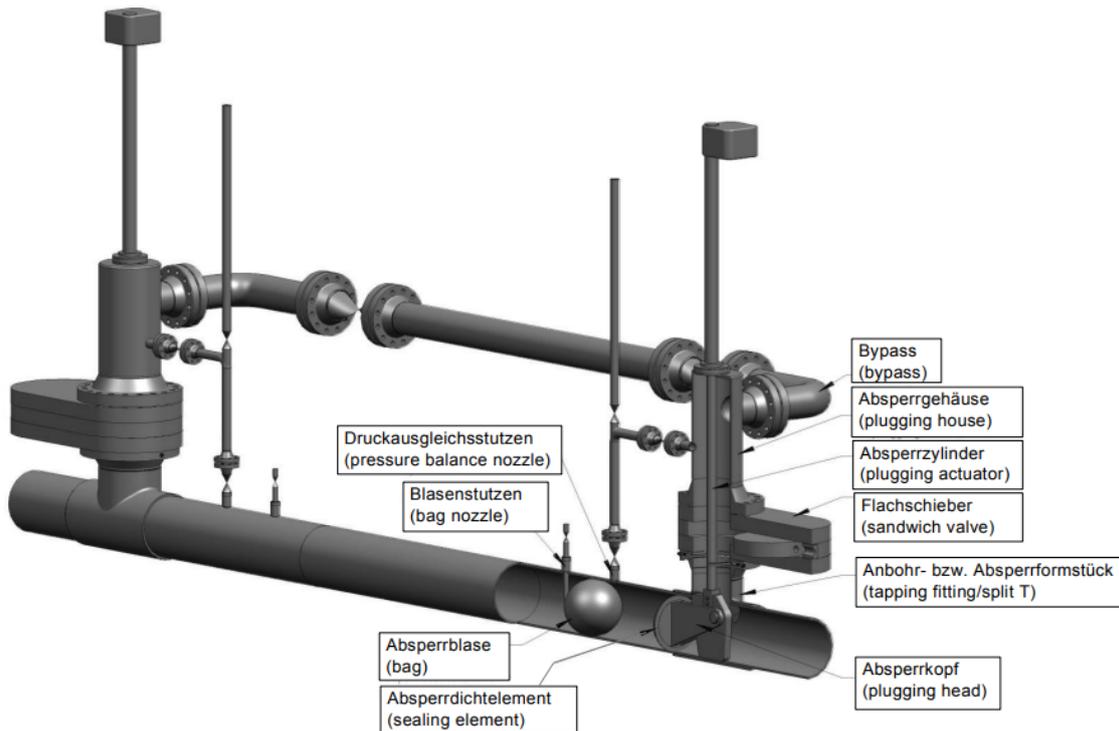


Abbildung 5-4: Skizze Absperrvorrichtung<sup>216</sup>

Zum Anbringen des Anbohr- bzw. Absperrformstücks sind Schweißarbeiten an der weiterhin betriebenen Leitung durchzuführen. Zur Bewertung der Sicherheit und Materialverträglichkeit bei solchen Schweißarbeiten, läuft aktuell das DVGW-Forschungsvorhaben G 202131 H<sub>2</sub>-SuD, welches voraussichtlich in der ersten Jahreshälfte 2026 veröffentlicht wird.<sup>217</sup>

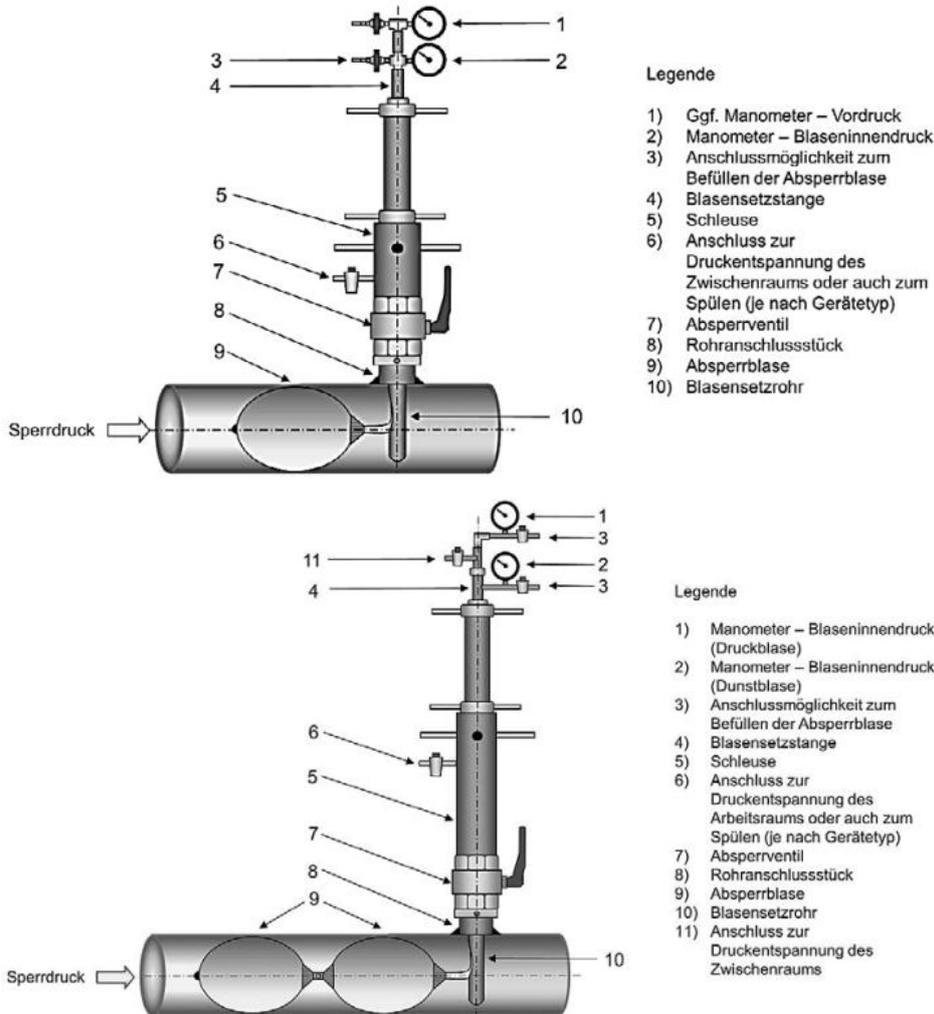
#### 5.4.4 (Absperr-) Blasensetzen

Auch das Blasensetzen ist eine Methode, um die Gasleitungen sicher reparieren bzw. warten zu können. Hierbei wird die Gasleitung durch das Einsetzen von Absperrblasen in die Leitung gasfrei und kann dann bearbeitet werden. Die Blase wird mit Hilfe eines Blasensetzgerätes platziert, je nachdem aus welchem Werkstoff die Gasleitung besteht, muss hierfür zunächst die Blasensetzmuffe aufgeschweißt (Stahlrohre) oder die Blasensetzschele montiert werden (Guss, PVC, PE). Daraufhin wird das Blasensetzrohr in die Leitung eingefahren und die Blase gesetzt. Werden zwei Blasen gesetzt (Doppelblase),

<sup>216</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 452-1: Anbohren und Absperrn; Teil 2: Abquetschen von Kunststoffrohrleitungen für Gas mit Drücken bis 5 bar und Außendurchmesser bis 315 mm.

<sup>217</sup> [DVGW e.V.: G 202131 H2 und Schweißen](#)

kann der Bereich dazwischen gasfrei untersucht bzw. repariert werden. Der Vorteil der Absperrblasen ist, dass diese für Rohre mit verschiedenen Durchmessern geeignet sind. Abbildung 5-5 zeigt den schematischen Aufbau von Einzel- und Doppelblasensetzgeräten.



**Abbildung 5-5: Skizze Einzelblasensetzgerät (oben) Doppelblasensetzgerät (unten) [DVGW-Prüfgrundlage G 5620-1<sup>218</sup>]**

Das Projekt DVGW-Projekt H2STOP G 201726<sup>219</sup> untersucht inwieweit das Blasensetzen unter Wasserstoff geeignet ist und wie viel Schleichgas dabei entweichen kann. In

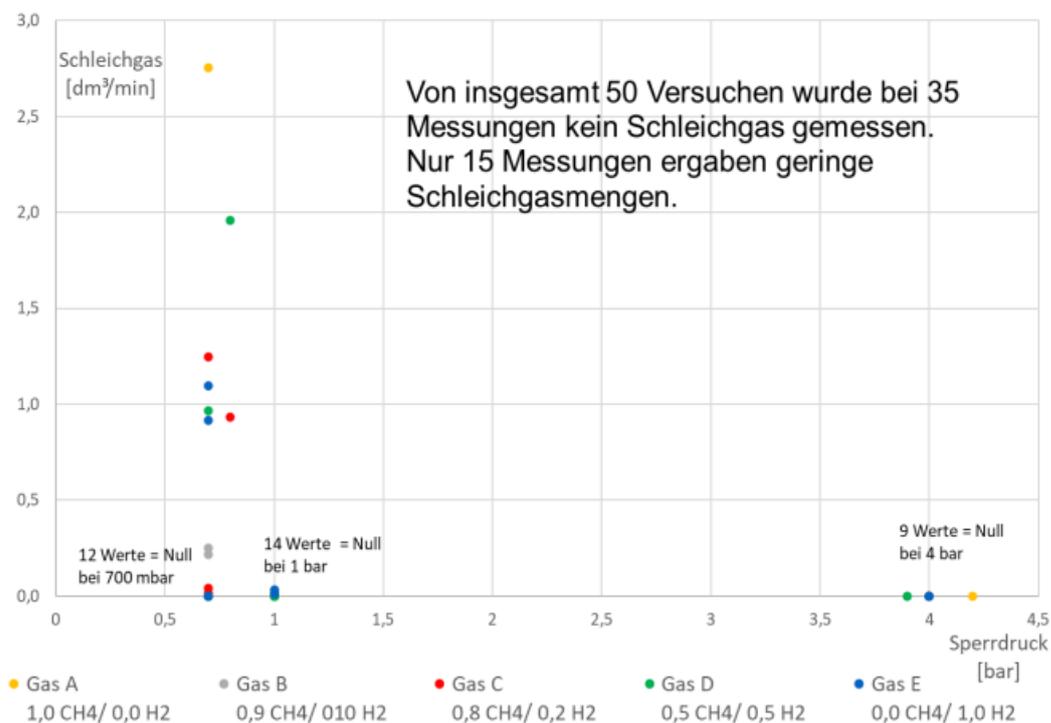
<sup>218</sup> DVGW-Prüfgrundlage G 5620-1: Blasensetzgeräte für maximale Betriebsdrücke bis 1 bar für die Gasverteilung.

<sup>219</sup> Bilsing, A. (2020): DVGW-Forschungsprojekt: G 201726: Bewertung der Absperrverfahren Blasen-setzen und Abquetschen von Gasrohrleitungen bei wasserstoffhaltigem Erdgas.

dem Projekt wurden dabei sowohl Einzelblasen als auch Doppelblasen untersucht. Zudem wurden jeweils MDA- und MDS-Blasen analysiert.

- MDA-Blasen (Mehrdimensions-Gas-Absperrblasen)
  - Druckbereich: bis 1 bar
  - mögliche Rohrdurchmesser: DN 150 – DN 210
  - Material: schwarzer mehrlagiger Gummi
- MDS-Blasen (multidimensionale Sperrblasen)
  - Druckbereich: bis 4 bar
  - mögliche Rohrdurchmesser: DN 160 – DN 215
  - Material: Naturkautschuk

In Abbildung 5-6 sind die Ergebnisse unabhängig von dem Rohrleitungswerkstoff und der Blasenart zusammengefasst dargestellt. Die blauen Punkte sind dabei die Messungen unter 100 Vol.-% Wasserstoff.



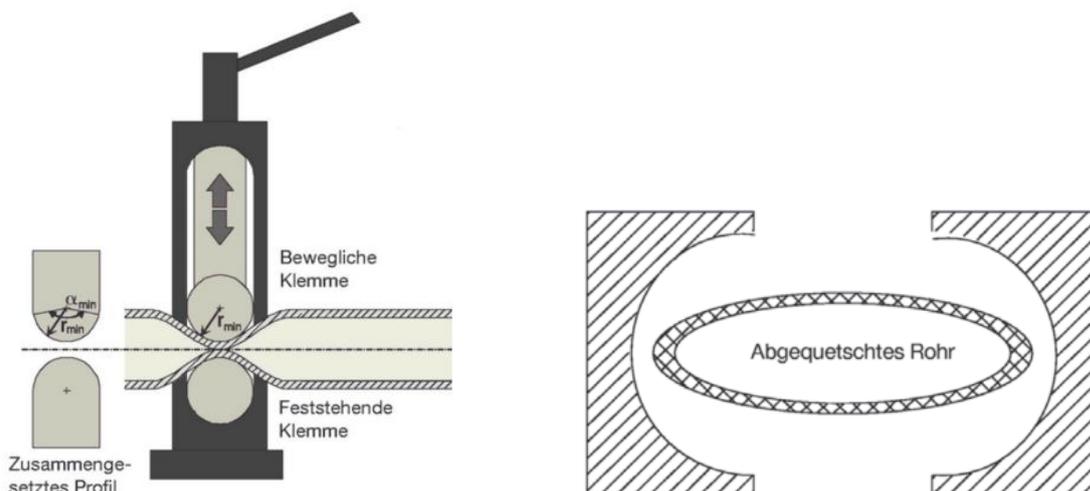
**Abbildung 5-6: Schleichgasmengen beim Blasensetzen [DVGW-Forschungsprojekt G 201726<sup>220</sup>]**

<sup>220</sup> Bilsing 2020.

Es wurde festgestellt, dass das Absperrn mit Absperrblasen sicher funktioniert und dass sich eine Abhängigkeit der Schleichgasmenge von der Wasserstoffmenge nicht nachweisen lässt. Dies wurde unabhängig von dem Rohrleitungswerkstoff und der Art der Blase ermittelt. Voraussetzung für das sichere Absperrn ist jedoch die bestimmungsgemäße Verwendung des Equipments.

#### 5.4.5 Abquetschen

Als letztes wird das Verfahren des Abquetschens betrachtet. Dieses Verfahren wird besonders für Rohrleitungen aus PE eingesetzt. Hierfür wird die Rohrleitung an der gewünschten Stelle durch eine entsprechende Vorrichtung (parallele Quetschbalken) abgequetscht, der Gasstrom wird dadurch ab der Quetschstelle unterbrochen. Analog zum Stoppeln der Leitung kann eine zweite Quetschung gelegt werden, um den reparaturbedürftigen Teil der Gasleitung gasfrei betrachten zu können. Um die Leitungen nach der Reparatur wieder zurück in den Ausgangszustand zu bringen, wird eine dafür vorgesehene Rückrundungsvorrichtung verwendet oder das Rohr kann sich durch den wieder hergestellten Gasfluss langsam von selbst zurückformen. In Abbildung 5-7 sind eine Abquetschvorrichtung und Rundungsklemmen für die Rückrundung des abgequetschten Rohres dargestellt.



**Abbildung 5-7: Skizze einer Abquetschvorrichtung (links) Rundungsklemmen zur Rückrundung (rechts)<sup>221</sup>**

<sup>221</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 452-2-B1 Entwurf: Anbohren und Absperrn; Teil 2: Abquetschen von Kunststoffrohrleitungen für Gas mit Drücken bis 5 bar und Außendurchmesser bis 315 mm – Beiblatt 1: Bedienungsanleitung.

Das Projekt DVGW-Projekt H2STOP<sup>222</sup> beschäftigt sich neben dem Blasensetzen (siehe Kapitel 5.4.4) auch mit dem Abquetschen von Leitungen unter Wasserstoffatmosphäre und untersucht, inwieweit die Leitungen abgedichtet werden oder ob trotz des Abquetschens Schleichgase entweichen können.

Als Schleichgase werden hierbei Gasmengen bezeichnet, die durch die zusammengequetschten Rohrwände entweichen. Bei den Kunststoffen handelt es sich um die folgenden, wobei alle in einer Dimension von 110 x 10 mm untersucht wurden:

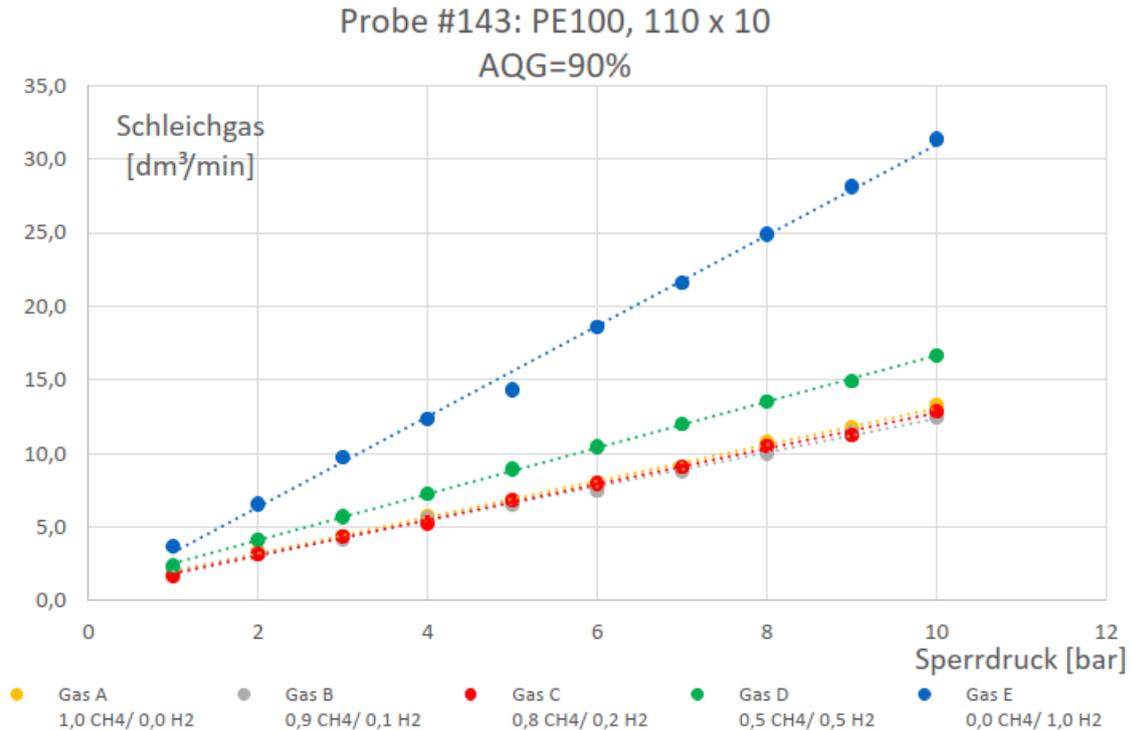
- PE 80
- PE 100
- PE 100 RC
- PA 12

Als weiterer Fall wurde der PE 100 zusätzlich in einer Dimensionierung von 160 x 14,6 mm betrachtet. Die Versuche wurden zwischen 1 bar und 10 bar bei einer Temperatur zwischen 15°C und 20°C durchgeführt. Außerdem wurden einmal Kunststoffrohre die bereits gebraucht waren und einmal im Neuzustand getestet.

Das Ergebnis der Versuche war, dass mit steigendem Wasserstoff-Anteil in dem Prüfgas mehr Schleichgas gemessen werden kann. Das heißt bei einer Verwendung von 100 Vol.-% Wasserstoff in den Leitungen ist die Schleichgasmenge höher als bei der Verwendung von Erdgas. Exemplarisch zeigt Abbildung 5-8 die gemessenen Werte für das Rohr aus PE 100 bei einem Abquetschgrad (AQG) von 90 %. Die blaue Linie zeigt dabei die Ergebnisse bei 100 Vol.-% Wasserstoff.

---

<sup>222</sup> Bilsing 2020.



**Abbildung 5-8: Schleichgas an dem abgequetschten PEx 100 Rohr<sup>223</sup>**

Durch eine genauere Betrachtung des Ortes, an dem die Schleichgase auftreten, und durch zusätzliche Rechnungen wurde festgestellt, dass die Menge der Schleichgase umso größer ist, je geringer die Viskosität des Gases ist. Deshalb liegen die gemessenen Kurven für Wasserstoff bei allen Materialien über denen für Erdgas.

Zusätzlich konnte durch die Versuche festgestellt werden, dass durch die Erhöhung des AQG die Schleichgasmenge verringert werden kann. Der AQG wird dabei durch den Abstand der Klemmen beim Quetschen und die Wanddicke des Rohres bestimmt.

<sup>223</sup> Bilsing 2020.

## 6 Umstellung auf H<sub>2</sub>-Netzinfrastuktur

Im Rahmen der Umstellung von Erdgasnetzen auf einen Betrieb mit reinem Wasserstoff ist eine Vielzahl unterschiedlicher Aspekte zu berücksichtigen. Die Beantwortung der übergeordneten, planerischen Fragen erfolgt dabei in erster Linie im Leitfaden des sogenannten Gasnetzgebietstransformationsplans (GTP). In diesem Kapitel wird eine kurze Einleitung in den GTP 2025 vorgenommen, bevor die vorbereitenden Analysen, die konkrete Umstellkonzeption und die Durchführung der Umstellung erörtert werden.

### 6.1 Der Leitfaden zum Gasnetzgebietstransformationsplan

Der Gasnetzgebietstransformationsplan stellt ein strategisches Planungsinstrument zur Transformation der Gasverteilnetze in Richtung Klimaneutralität dar. Die Entwicklung erfolgt jährlich durch die Initiative H<sub>2</sub>vorOrt im DVGW in Kooperation mit dem Verband kommunaler Unternehmen (VKU) sowie Netzbetreibern.<sup>224</sup>

Der GTP 2025 weicht in mehreren Punkten vom vorherigen Gasnetzgebietstransformationsplan ab. Ein wesentlicher Aspekt ist die Implementierung der regionalen Transformationsplanung, die eine netztechnisch abgestimmte Planung über Unternehmensgrenzen hinweg vorsieht. Dies ist eine unmittelbare Reaktion auf die neuen Anforderungen der EU-Gasbinnenmarkttrichtlinie (2024/1788), insbesondere der Artikel 56 und 57, die verbindliche Vorgaben zur Wasserstoffinfrastruktur und zur Stilllegung von Erdgasnetzen machen.<sup>225</sup>

Im GTP 2025 wurde eine neue Planungsmethode eingeführt, die sich am netztechnischen Sinn und Zweck orientiert und nicht, wie bisher, entlang der Unternehmensgrenzen verläuft. Die Zusammenarbeit zwischen den Fernleitungsnetzbetreibern (FNB) und den Verteilnetzbetreibern (VNB) ist dabei von zentraler Relevanz. Der Regionale Transformationsplan (RTP) ist in zweijährigem Rhythmus zu erstellen und ist eng mit dem Netzentwicklungsplan Gas und Wasserstoff verzahnt.

---

<sup>224</sup> <https://www.h2vorort.de/gtp/>

<sup>225</sup> Richtlinie (EU) 2024/1788 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 über gemeinsame Vorschriften für die Binnenmärkte für erneuerbares Gas, Erdgas und Wasserstoff, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2023/1791 und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/73/EG (Neufassung)

Der GTP beinhaltet weiterhin Projektchecklisten, Prognose- und Planungsberichte, Vorgaben zur Aggregation und Sektoraufteilung sowie Hinweise zur Umsetzung der Artikel 56/57.

Die bisherigen Analysepfade aus den GTPs 2022-2024:

- Kapazitätsanalyse
- Einspeiseanalyse
- Kundenanalyse
- Netz-/Technikanalyse

wurden im Rahmen der Neuausrichtung ebenfalls überarbeitet und neu geordnet, wobei die Technikanalyse entfällt. Für den Fall, dass Netzbetreiber sich jedoch noch kein detailliertes Bild vom Zustand des eigenen Netzes und den zu ergreifenden Maßnahmen zur Ertüchtigung gemacht haben, wird diese als initiale Empfehlung ausgesprochen. Aus diesem Grund wird im Folgenden auf die Technikanalyse als eine der vorbereitenden Maßnahmen eingegangen.

Die weiteren drei Analysepfade haben auch im GTP 2025 weiterhin Relevanz. Sie waren ebenfalls Gegenstand des DVGW-Forschungsprojektes H<sub>2</sub>-Umstellmanagement, welches im Folgenden als Anleitung zur Vorbereitung, Konzeption und Durchführung beschrieben wird.<sup>226</sup>

Das Ziel besteht in der Vorbereitung der nationalen Umsetzung dieser Richtlinie bis August 2026. Dazu wird der GTP 2025 in vier Phasen untergliedert, welche in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.

### 6.1.1 Phase I: Basisprognose und Kundenanalyse

In der ersten Phase beginnt der Verteilnetzbetreiber mit der grundlegenden Analyse seines Netzgebiets. Diese wurde für den GTP 2025 zum 30.06.2025 abgeschlossen. Dazu gehören Gespräche mit vor- und nachgelagerten Netzbetreibern sowie die Bildung netztopologisch sinnvoller Planungsregionen. Es wird eine erste netztopologische Analyse

---

<sup>226</sup> Hüttenrauch 2025.

durchgeführt, die das Netz in sogenannte Umstellzonen unterteilt. Parallel erfolgt eine Einspeiseanalyse, um bestehende und potenzielle Einspeisepunkte für klimaneutrale Gase zu identifizieren. Auf dieser Grundlage wird eine interne Basisprognose erstellt, die erste Annahmen zur zukünftigen Versorgung mit Wasserstoff und Methan enthält. Zudem beginnt die Analyse der Kundenstruktur, insbesondere die Vorbereitung von Gesprächen mit größeren RLM-Kunden (Kunden mit registrierender Leistungsmessung) und die Erhebung kommunaler Wärmeplanungen für SLP-Kunden (Standardlastprofil-Kunden).

### 6.1.2 Phase II: GTP-Entwurf und Rückmeldung

In dieser Phase wird die Kundenanalyse vertieft. Diese wurde für den GTP 2025 zum 30.09.2025 abgeschlossen. Die Gespräche mit RLM-Kunden werden durchgeführt, und die SLP-Analyse wird abgeschlossen. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden netzplanerische Umsetzungskonzepte entwickelt und abgestimmt. Die Basisprognose wird nun konkretisiert und in die Langfristprognose 2.0 (LFP 2.0) überführt. Parallel wird ein erster Entwurf für die Regionale Transformationsplanung (RTP) erstellt. Die Ergebnisse dieser Phase werden in Form von Rückmeldungen an H<sub>2</sub>vorOrt übermittelt – sowohl auf Ebene des einzelnen Netzbetreibers als auch aggregiert für die jeweilige Region.

### 6.1.3 Phase III: Regionale Abstimmung

Die dritte Phase dient der Abstimmung der Transformationspläne innerhalb der gebildeten Regionen. Diese wird für den GTP 2025 zum 31.12.2025 abgeschlossen. Netzbetreiber stimmen sich untereinander ab, um ein kohärentes Bild der regionalen Transformation zu erzeugen. Dabei werden mögliche Planungskonflikte identifiziert und gemeinsam gelöst. Die Abstimmung betrifft sowohl die Umstellzeitpunkte als auch die technische Umsetzung. Die Ergebnisse dieser Abstimmung fließen in die finale Version der LFP 2.0 ein und bilden die Grundlage für die Erstellung des RTP.

### 6.1.4 Phase IV: Abgabe der Langfristprognose 2.0 (LFP 2.0) und Beginn des Regionalen Transformationsplans (RTP)

In der letzten Phase wird die abgestimmte Langfristprognose 2.0 fristgerecht an den vorgelagerten Netzbetreiber übermittelt. Das erfolgt für den GTP 2025 zum 28.02.2026. Gleichzeitig beginnt die Ausarbeitung des Regionalen Transformationsplans (RTP), der

die Anforderungen aus Artikel 56 und 57 der EU-Gasbinnenmarkttrichtlinie erfüllt. Der RTP enthält konkrete Umstellungs- und Stilllegungsplanungen sowie Prognosen zur Wasserstoff- und Methanversorgung. Ziel ist es, die Voraussetzungen für eine Genehmigung durch die Bundesnetzagentur zu schaffen und die Transformation der Gasverteilnetze systematisch voranzutreiben.

## 6.2 Vorbereitende Analysen und Transformationsplanung

Die folgenden vier Kapitel bilden die Grundlage für die Erstellung einer Umstellkonzeption und stehen alle in enger Verbindung und ständigem Austausch zueinander. Dies kann auch Abbildung 6-1 entnommen werden.



**Abbildung 6-1: Transformationsplanung zur Umstellung eines Netzgebiets auf H<sub>2</sub> nach dem GTP-Leitfaden 2024<sup>227</sup>**

<sup>227</sup> [GTP 2024 Leitfaden Version 1.0](#)

Wichtig ist für diese Analysen die Unterscheidung der Begriffe „Umstellzone“ und „Umstellbezirk“:

- **Umstellzone/-gebiet:** Eine Umstellzone beschreibt eine „strategische Einheit“ im Rahmen einer schrittweisen Umstellungsreihenfolge. Eine Zone ist dabei eine logisch und (perspektivisch) netzhydraulisch getrennte Untergliederung eines Netzes hinsichtlich der Umstellung auf Wasserstoff. Eine Umstellzone kann, je nach Größe, in mehrere Umstellbezirke eingeteilt werden. Eine Zone sollte innerhalb eines Jahres umstellbar sein.
- **Umstellbezirk:** Ein Umstellbezirk gilt als eine „operative Einheit“ und dient als kleinere Sektionen einer Umstellzone. Ein Bezirk darf maximal so groß sein, dass er innerhalb einer für den Gasverbraucher erträglichen Zeitspanne umstellbar ist.

### 6.2.1 Einspeiseanalyse

Die Einspeiseanalyse im Rahmen des GTP 2025 dient der Ermittlung und Bewertung potenzieller Einspeisepunkte für klimaneutrale Gase, insbesondere Wasserstoff und Biomethan. Sie umfasst drei zentrale Bereiche:

1. **Abstimmung mit vorgelagerten Netzbetreibern:** Verteilnetzbetreiber (VNB) führen Gespräche mit Fernleitungsnetzbetreibern (FNB), um indikative Zeitfenster für die Bereitstellung von Wasserstoff an Netzkopplungspunkten zu ermitteln. Dabei werden frühestmögliche Umstellzeitpunkte, zeitliche Flexibilitäten und Ausschlusszeiträume festgehalten, um die eigene Planung realistisch auszurichten.
2. **Dezentrale Einspeisung:** Die Analyse berücksichtigt bestehende und geplante Einspeisungen aus lokalen Erzeugungsanlagen. Dazu zählen Biomethan- und Power-to-Gas-Anlagen. Perspektivisch wird auch die Einspeisung von Wasserstoff aus dezentraler Elektrolyse erwartet. Die Eignung des Netzes für solche Einspeisungen wird geprüft, inklusive technischer Aspekte wie Schwankungsbreiten, Speicheroptionen und H<sub>2</sub>-Readiness.
3. **Rückmeldung aktueller Einspeisebegehren:** Für das Kalenderjahr 2024 werden alle Netzanschlussbegehren in drei Leistungsklassen (<1 MW, 1–3 MW, >3 MW) erfasst und dokumentiert. Diese Daten fließen in die Basisprognose und die regionale Abstimmung ein.

Die Einspeiseanalyse ist ein integraler Bestandteil der Basisprognose und bildet die Grundlage für die spätere Langfristprognose 2.0 sowie die Regionale Transformationsplanung (RTP). Sie hilft, realistische Umstellpfade zu entwickeln und technische sowie zeitliche Machbarkeiten frühzeitig zu erkennen.

### 6.2.2 Kundenanalyse

Die Kundenanalyse im GTP 2025 dient der Ermittlung des zukünftigen Bedarfs an klimaneutralen Gasen und ist zentral für die Langfristprognose 2.0 sowie die Regionale Transformationsplanung. Sie gliedert sich in zwei Hauptbereiche:

1. **SLP-Kundenanalyse (Standardlastprofilkunden):** Die Analyse basiert auf kommunalen Wärmeplanungen und Gesprächen mit den Konzessionskommunen. Ziel ist es, die zukünftige Rolle der Gasversorgung – insbesondere mit Wasserstoff – in der Wärmeversorgung von Haushalten und öffentlichen Einrichtungen zu bewerten. Kunden werden nach Sektoren und Härtegraden eingeteilt, wobei die Wärmeplanung als maßgeblicher Einflussfaktor dient. In Gebieten ohne Wärmeplanung erfolgt eine netztopologische Einschätzung. Die Ergebnisse fließen aggregiert in die Prognose auf Ebene der Netzkopplungspunkte.
2. **RLM-Kundenanalyse (registrierende Leistungsmessung):** Für Kunden mit einer Leistung  $\geq 20$  MWh/h erfolgt eine individuelle Befragung. Ziel ist die Erhebung konkreter Bedarfe an Wasserstoff oder Biomethan sowie die Bereitschaft zur Umstellung. Kunden werden ebenfalls nach Härtegraden klassifiziert – von „möglich“ bis „gesichert“ – abhängig von Absichtserklärungen, konkreten Projekten oder bereits bestehenden Vereinbarungen. Auch Kunden aus Industrie, Gewerbe, Verkehr und dem Kraftwerkssektor werden berücksichtigt.

Die Kundenanalyse ermöglicht eine realistische Einschätzung der Transformationsfähigkeit einzelner Netzabschnitte und bildet die Grundlage für netzplanerische Umsetzungskonzepte. Sie ist eng mit der Einspeiseanalyse und der Abstimmung mit Netzbetreibern und Kommunen verzahnt.

### 6.2.3 Kapazitätsanalyse

Die Kapazitätsanalyse im GTP 2025 dient der Ermittlung der zukünftigen Transportkapazitäten für Wasserstoff und Methan im Gasverteilnetz. Sie wurde gegenüber den Vorjahren neu strukturiert und in drei Teilbereiche gegliedert:

1. **Netztopologische Analyse:** Hier erfolgt die Einteilung des Netzgebiets in sogenannte Umstellzonen – netzhydraulisch trennbare Abschnitte, die perspektivisch auf Wasserstoff oder klimaneutrales Methan umgestellt oder stillgelegt werden sollen. Diese Zonen bilden die Grundlage für die operative Umstellungsplanung und werden in der Langfristprognose 2.0 sowie im Regionalen Transformationsplan (RTP) berücksichtigt.
2. **Kapazitätsbereitstellung durch vorgelagerte Netzbetreiber:** In Abstimmung mit Fernleitungsnetzbetreibern (FNB) wird ermittelt, wann und in welchem Umfang Wasserstoffkapazitäten an Netzkopplungspunkten bereitgestellt werden können. Diese Informationen fließen in die Basisprognose ein und helfen, realistische Umstellzeitpunkte und Versorgungsszenarien zu definieren.
3. **Aggregation und Netzplanung:** Die Ergebnisse der netztopologischen und einspeiseseitigen Analysen werden zusammengeführt, um eine belastbare Prognose der benötigten Kapazitäten für Wasserstoff und Methan bis 2045 zu erstellen. Dabei werden auch Rückgänge durch Effizienzmaßnahmen und alternative Energieformen berücksichtigt.

Die Kapazitätsanalyse ist eng mit der Einspeise- und Kundenanalyse verzahnt und bildet die technische Grundlage für die Transformation des Gasverteilnetzes. Sie unterstützt die strategische Planung und die Abstimmung mit allen relevanten Akteuren entlang der Netzbetreiberkaskade.

### 6.2.4 Netz- und Technikanalyse

Die technische Netzanalyse bewertet die H<sub>2</sub>-Readiness bestehender Rohrleitungen, Netzkomponenten und gastechnischer Anlagen sowie die netzhydraulischen

Eigenschaften im Rahmen der Zielnetzplanung. Das DVGW-Regelwerk (Merkblätter G 221<sup>228</sup>, G 407<sup>229</sup>, G 408<sup>230</sup>, G 409<sup>231</sup>) bietet Orientierung für die technischen Umstellmaßnahmen.

Dabei werden der Ist-Zustand unter Erdgasbetrieb und der Soll-Zustand unter Wasserstoffbetrieb gegenübergestellt. Der Soll-Zustand umfasst u. a. Betriebsdrücke, Durchflussbereiche, Gasbeschaffenheit und Sicherheitsanforderungen. Die Analyse prüft insbesondere die Materialbeständigkeit, Dichtheit und Funktionalität der Komponenten gegenüber Wasserstoff, um Schwachstellen und nötige Ertüchtigungsmaßnahmen zu identifizieren.

Die netzhydraulische Analyse bewertet die Auswirkungen der Umstellung auf das Gesamtnetz und einzelne Netzsektionen. Sie dient der Planung technischer Maßnahmen zur Sicherstellung der Versorgung während des Umstellprozesses.

An dieser Stelle wird auf das Kapitel 4.1 „Prozessschema zur Prüfung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit“ und den danach folgenden Ausführungen verwiesen. Der Prozess wird in zwei Phasen aufgeteilt:

### **Phase 1: Datenerhebung**

Ziel ist die vollständige Dokumentation des Ist-Zustands des Gasnetzes. Dazu wird eine Inventarisierungstabelle erstellt, die alle Netzkomponenten mit Angaben zu Baujahr, Material, Druck, Hersteller etc. enthält. Daten stammen aus digitalen Systemen (Geoinformationssystem (GIS), Betriebsmittelinformationssystem (BIS)) und analogen Quellen (Bauakten, Rohrbücher), die ggf. digitalisiert werden müssen.

---

<sup>228</sup> DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff.

<sup>229</sup> DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>230</sup> DVGW-Merkblatt G 408: Umstellung von Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>231</sup> DVGW-Merkblatt G 409: Umstellung von Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff.

Zusätzlich werden technische Unterlagen gesammelt, z. B.:

- Herstellererklärungen zur H<sub>2</sub>-Tauglichkeit (z. B. über die DVGW-Datenbank *verifHy*)
- Baudokumentation, Prüfzeugnisse, Sicherheitsdatenblätter
- Betriebs- und Instandhaltungsberichte, Störungsstatistiken

Bei fehlenden Daten sind Maßnahmen wie Stichproben, Inspektionen oder ingenieurtechnische Bewertungen erforderlich. Ziel ist eine belastbare Grundlage für die spätere Bewertung.

### **Phase 2: Bewertung**

Ein Sachverständiger prüft die Vollständigkeit und Qualität der Daten. Auf dieser Basis erfolgt die Einzel- und Gesamtbewertung der Wasserstofftauglichkeit aller Komponenten unter sicherheitstechnischen Aspekten.

Liegt keine vollständige Tauglichkeit vor, sind Ertüchtigungsmaßnahmen notwendig. Nach deren Umsetzung wird die Dokumentation aktualisiert. Ist die Tauglichkeit gegeben, stellt der Sachverständige eine gutachterliche Äußerung aus, die Voraussetzung für die behördliche Genehmigung des Umstellvorhabens ist.

Das DVGW-Forschungsvorhaben BAG 464 untersuchte die Notwendigkeit bruchmechanischer Bewertungen im Verteilnetz bis 16 bar und kam zu folgenden Ergebnissen:<sup>232</sup>

- Bis 12 bar MOP ist keine bruchmechanische Bewertung erforderlich, unabhängig von der Stahlgüte.
- Zwischen 12 und 16 bar MOP kann bei Nennweiten  $\leq$  DN 200 ebenfalls darauf verzichtet werden.
- Damit entfällt die Pflicht zur Bewertung für einen Großteil der Stahlrohrleitungen im Verteilnetz.

---

<sup>232</sup> Marewski, U. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202333: BAG464 - Begrenzung des Anwendungsbereiches für bruchmechanische Bewertungen von Gasleitungen nach DVGW G 464.

Diese Erkenntnisse sollen zeitnah in die Überarbeitung des DVGW-Merkblatts G 407 einfließen und erleichtern die Bewertungspraxis erheblich.<sup>233</sup>

### Zielnetzplanung und strömungstechnische Analysen

Die Zielnetzplanung für die Umstellung auf Wasserstoff dient der Prüfung der technischen und hydraulischen Machbarkeit unter Sicherstellung der kontinuierlichen Versorgung mit Erdgas und Wasserstoff. Dabei wird analysiert, ob die definierten Mindestdrücke und gegebenenfalls Höchstfließgeschwindigkeiten in allen Netzabschnitten und Umstellschritten eingehalten werden können.

Grundlage ist ein detailliertes Netzmodell des Ist-Zustands, das auf technischen Daten zu Leitungen, Anlagen, Verbrauchern, Gasbeschaffenheit und Wetter basiert. Die Validierung erfolgt durch Vergleichsmessungen, etwa von Durchflüssen und Druckwerten. Das Prozessschema kann der nachfolgenden Grafik entnommen werden.



Abbildung 6-2: Prozessschema zur netzhydraulischen Analyse: Zielnetzplanung<sup>234</sup>

Im nächsten Schritt wird der Zielzustand definiert: Netzabschnitte werden entweder auf Wasserstoff umgestellt, stillgelegt oder weiterhin mit Erdgas betrieben. Simulationen unter den neuen Randbedingungen zeigen kritische Stellen im Netz, an denen technische Maßnahmen erforderlich sind – etwa Leitungsneubauten, Anpassungen von Regelanlagen oder Änderungen der Betriebsdrücke. Auch Rückbaupotenziale können identifiziert werden.

<sup>233</sup> DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.

<sup>234</sup> Hüttenrauch 2025.

Die Maßnahmenplanung erfolgt iterativ, bis alle Kriterien für einen sicheren Betrieb erfüllt sind. Die Zielnetzplanung bildet somit die Grundlage für die spätere Umsetzung gemäß einem separaten Umstellungskonzept.

### 6.3 Umstellungskonzeption

Die Umstellungskonzeption wird iterativ auf Basis der Erkenntnisse aus den vorbereiteten Analysen entwickelt und dient der strategischen Planung der Netztransformation auf Wasserstoff. Dabei werden technische, organisatorische und zeitliche Rahmenbedingungen berücksichtigt und bei Bedarf zurück in die Analysebereiche gespiegelt.

Wesentliche Einflussfaktoren für die Planung sind die Kundenstruktur, insbesondere der Anteil industrieller Verbraucher und der H<sub>2</sub>-Readiness häuslicher Gasgeräte, sowie die Verfügbarkeit von Dienstleistern und Monteuren. Die Netztopologie muss eine sichere Abtrennung einzelner Netzbereiche ermöglichen, wodurch gegebenenfalls zusätzliche Schieber oder Ausblaseventile erforderlich werden. Auch die hydraulische Stabilität des verbleibenden Netzes nach Abtrennung eines Bereichs ist sicherzustellen.

Weitere Aspekte sind die Verfügbarkeit von Netztechnikern, jahreszeitliche Bedingungen zur Minimierung von Versorgungsausfällen, sowie behördliche Genehmigungen, insbesondere für Tiefbaumaßnahmen. Auf Basis dieser Kriterien wird eine indikative Umstellungsreihenfolge mit Zeitpunkten und Abhängigkeiten erstellt, wobei die kommunale Wärmeplanung und verfügbare Ressourcen berücksichtigt werden.

Das Ergebnis ist ein Transformationsfahrplan, der die zeitlich-räumliche Umstellung des Netzes beschreibt und eine investitionsfähige Planung zur Herstellung der H<sub>2</sub>-readiness ermöglicht. Dieser Fahrplan ist zugleich Voraussetzung für die Ausweisung von Wasserstoffnetzgebieten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gemäß §71k GEG.<sup>235</sup>

---

<sup>235</sup> Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist

## 6.4 Detailbetrachtung der Umstellung eines Umstellbezirks auf Wasserstoff

Die praktische Umstellung vermaschter Erdgasnetze auf Wasserstoff ist im geltenden Regelwerk bislang nicht umfassend beschrieben. Die relevanten DVGW-Merkblätter und Normen definieren die Umstellung lediglich als Änderung des transportierten Mediums und behandeln primär die Inbetriebnahme von Leitungsabschnitten. Daher wird für die Umstellung auf die regelwerkskonforme Kombination aus Außerbetriebnahme und anschließender Inbetriebnahme zurückgegriffen.

Ein Leitungsabschnitt wird dabei als unverzweigte Versorgungsleitung verstanden, die abschnittsweise gespült und mit Wasserstoff befüllt wird, um Toträume zu vermeiden. Die Spülung erfolgt mit Luft oder Inertgas, wobei Stickstoff in Pilotprojekten wie -H<sub>2</sub>-Direkt (siehe Kapitel 7.4) und H<sub>2</sub>-Wärmeinsel Linnich verwendet wurde. Bei großflächigen Umstellungen ist der Aufwand jedoch erheblich, insbesondere aufgrund fehlender Absperrarmaturen, was zusätzliche Tiefbaumaßnahmen erforderlich macht.

Die Umstellung muss sicherstellen, dass austretendes Gas beim Spülen gefahrlos abgeführt wird, wie es die DGUV 203-090<sup>236</sup> und G 465-2<sup>237</sup> vorschreiben.

Das folgende Beispiel ist dem DVGW-Forschungsprojekt H<sub>2</sub>-Umstellmanagement<sup>238</sup> entnommen, denn der Beispielbezirk mit 3,6 km Leitungslänge und 300 Hausanschlüssen verdeutlicht die praktischen Herausforderungen. Die Umstellung erfolgt unter Berücksichtigung der Begriffsdefinitionen aus DIN EN 12327<sup>239</sup> und G 400<sup>240</sup>, wobei die Inbetriebnahme als erstmalige Druckbeaufschlagung und die Außerbetriebnahme als temporäre Trennung vom Netz verstanden wird.

---

<sup>236</sup> DGUV Information 2023-090: Arbeiten an in Betrieb befindlichen Gasleitungen – Handlungshilfe zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung.

<sup>237</sup> DVGW-Arbeitsblatt G 465-2: Gasleitungen für einen Auslegungsdruck bis einschließlich 16 bar; Instandsetzung; In- und Außerbetriebnahme.

<sup>238</sup> Hüttenrauch 2025.

<sup>239</sup> DIN EN 12327: Gasinfrastruktur - Druckprüfung, In- und Außerbetriebnahme - Funktionale Anforderungen; Deutsche Fassung EN.

<sup>240</sup> DVGW-Markblatt G 400: Gastransport und Gasverteilung - Begriffe und Definitionen.

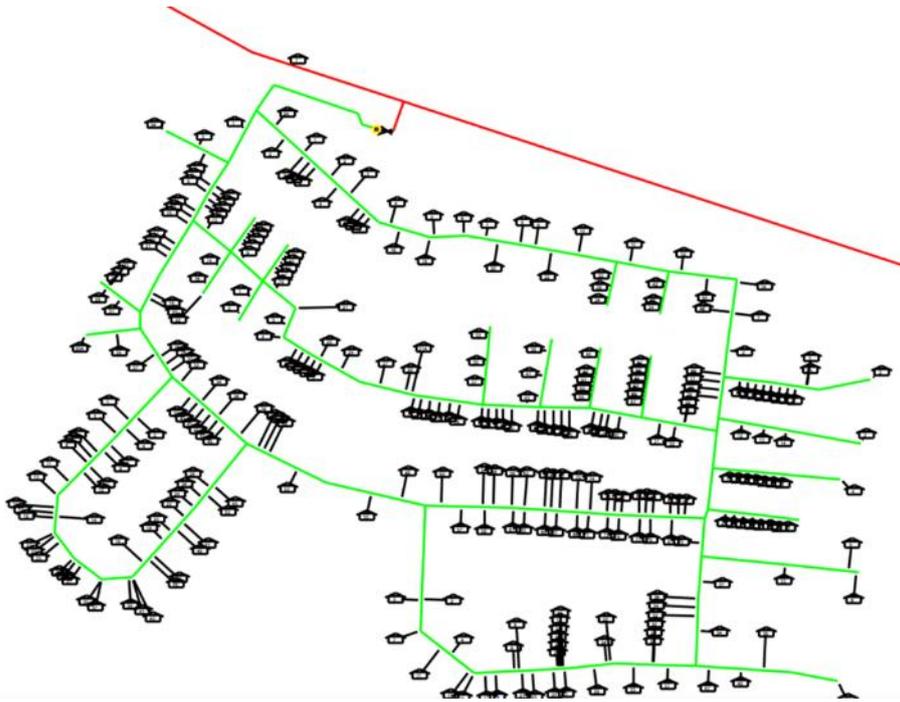


Abbildung 6-3: Beispiel-Umstellbezirk <sup>241</sup>

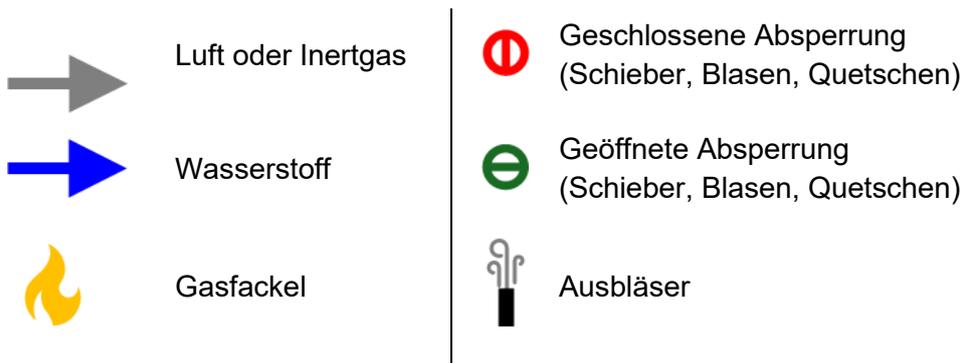


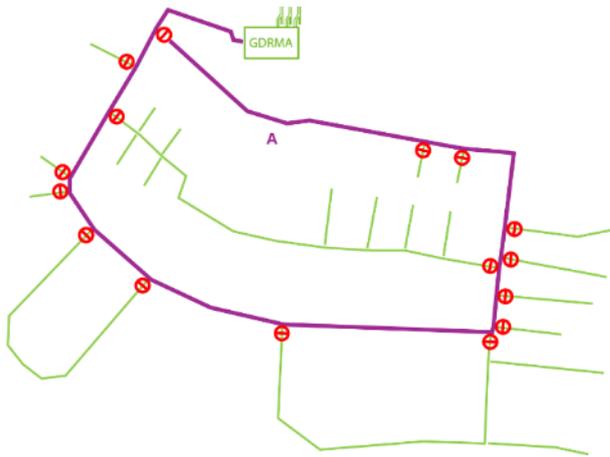
Abbildung 6-4: Legende für die Beschreibung der Umstellung der Leitungen <sup>242</sup>

### 6.4.1 Umstellung der Leitungen mit indirekter Spülung: Erdgas – Stickstoff – Wasserstoff

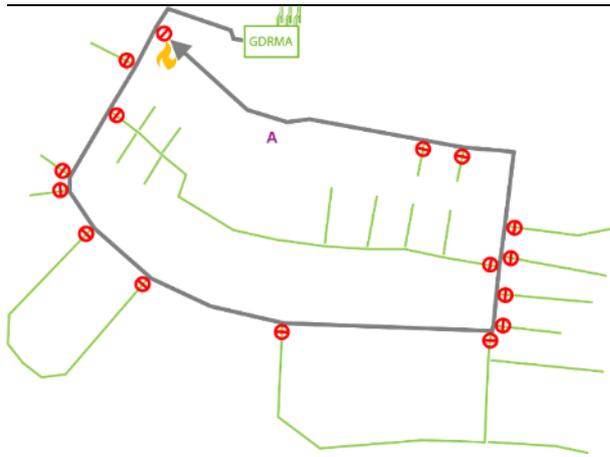
Die folgenden Abbildungen zeigen die einzelnen Schritte für eine Umstellung der Leitungen mit indirekter Spülung von Erdgas über Stickstoff zu Wasserstoff.

<sup>241</sup> Hüttenrauch 2025.

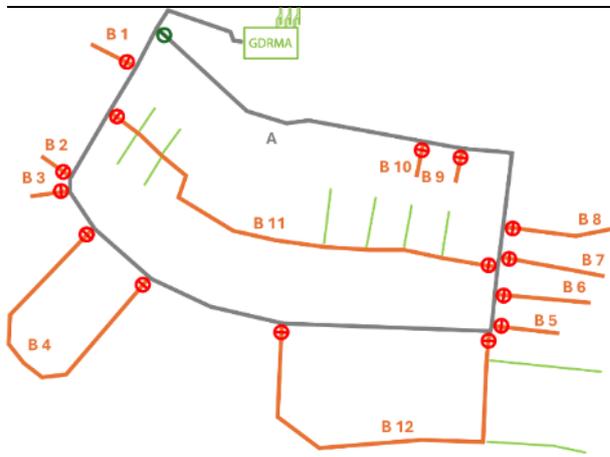
<sup>242</sup> Hüttenrauch 2025.



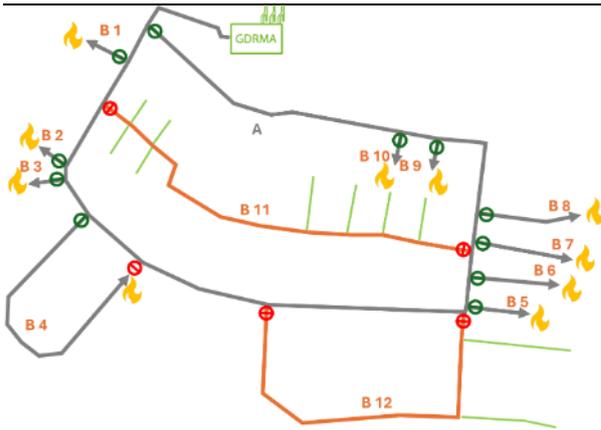
1. Festlegen des ersten Leitungsabschnitts → **A**
2. Absperren **⊘** aller Abzweigungen von Leitungsabschnitt **A**  
(16 Absperrungen) **⊘**



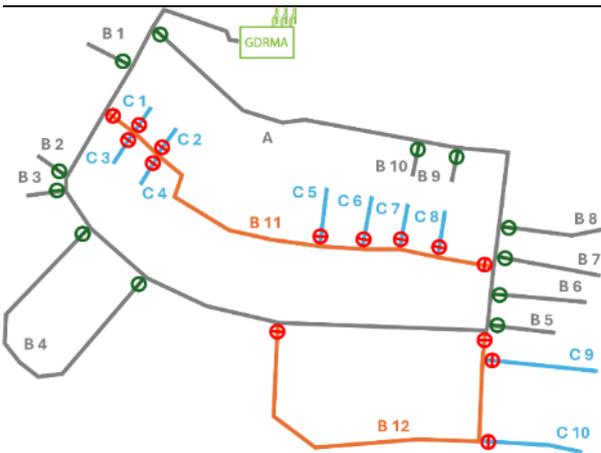
3. Erdgas am Ende des Leitungsabschnitts **A** abfackeln **🔥** und Leitungsabschnitt inertisieren →



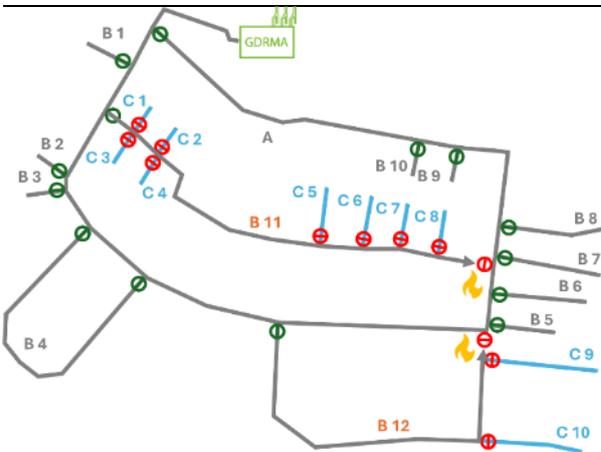
4. Festlegen der folgenden Leitungsabschnitte ausgehend von Abzweigungen von Leitungsabschnitt **A** → **B 1 – B 12**
5. Öffnen **⊙** von Abspernung zur Wiederherstellung der Masche von Leitungsabschnitt **A**



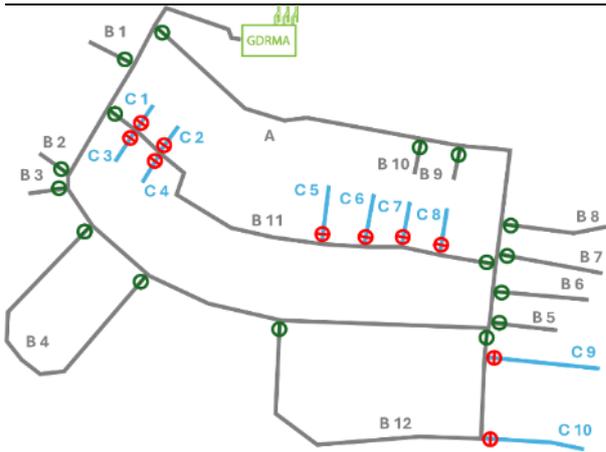
6. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsabschnitte **B 1 – B 10** öffnen ⊖, Erdgas an den Enden abfackeln 🔥 und Leitungsabschnitte inertisieren →



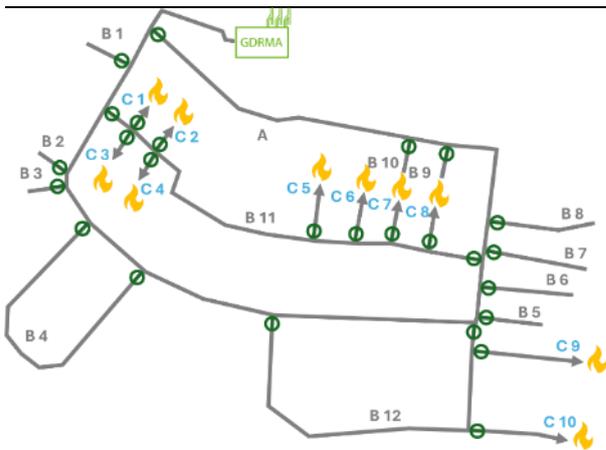
7. Öffnen ⊖ von Absperrung zur Wiederherstellung der Masche von Leitungsabschnitt **B 4**
8. Festlegen der folgenden Leitungsabschnitte ausgehend von Abzweigungen der Leitungsabschnitte **B → C 1 – C 10**
9. Absperrn ⊖ aller Abzweigungen von Leitungsabschnitten **B**
- (26 Absperrungen) ⊖



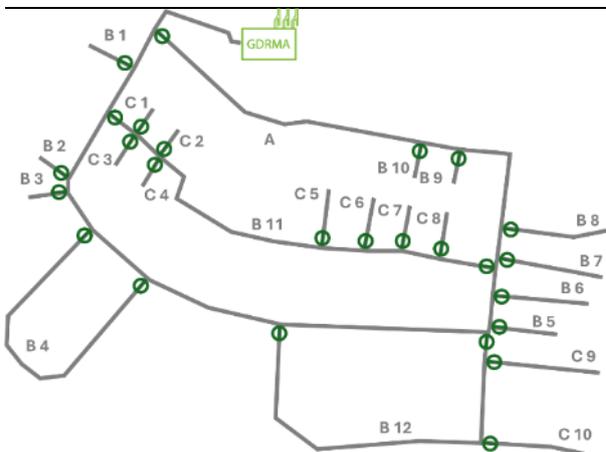
10. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsabschnitte **B 11 – B 12** öffnen ⊖, Erdgas an den Enden abfackeln 🔥 und Leitungsabschnitte inertisieren →



11. Öffnen  $\ominus$  von Absperrungen zur Wiederherstellung der Maschen der Leitungsabschnitte **B 11 – B 12**

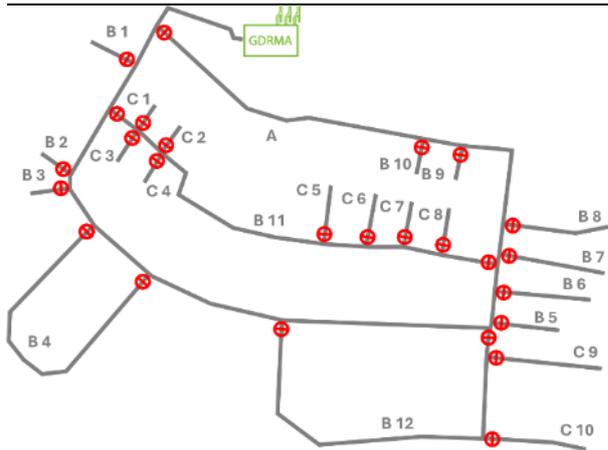


12. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsabschnitte **C 1 – C 10** öffnen  $\ominus$ , Erdgas an den Enden abfackeln  $\text{flammen}$  und Leitungsabschnitte inertisieren  $\rightarrow$

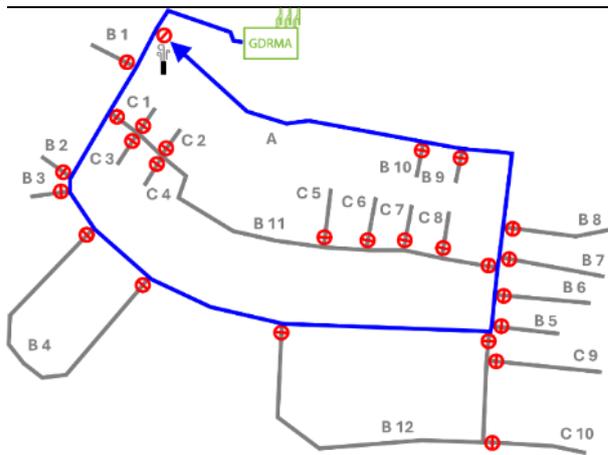


13. Umstellbezirk vollständig außer Betrieb genommen

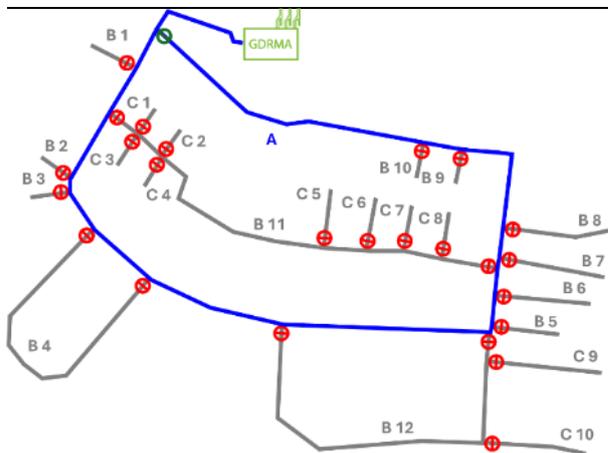
Hausanschlüsse an bereits außer Betrieb genommenen Leitungsabschnitten könnten ebenfalls schon außer Betrieb genommen werden, während nachfolgende Leitungsabschnitte noch außer Betrieb genommen werden.



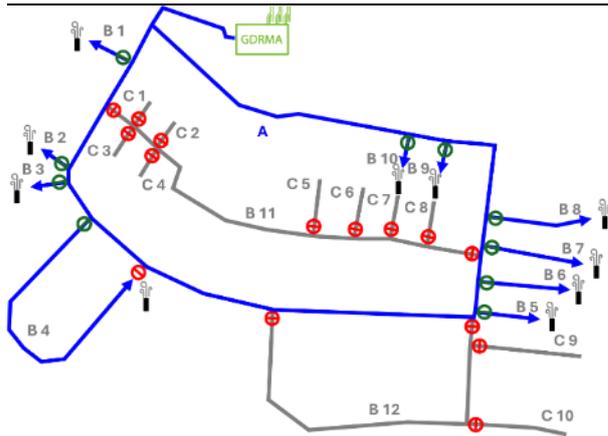
14. Schließen  aller Absperrungen



15. Befüllen des Leitungsabschnitts **A** mit Wasserstoff  und Ausblasen  des Stickstoffs am Ende des Leitungsabschnitts **A** bis Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird

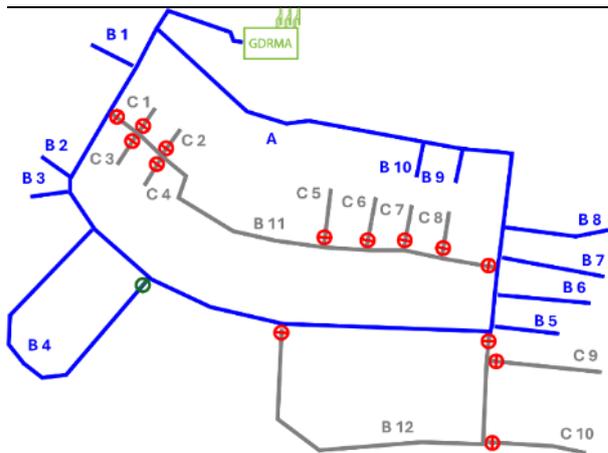


16. Öffnen  von Absperrung zur Wiederherstellung der Masche von Leitungsabschnitt **A**



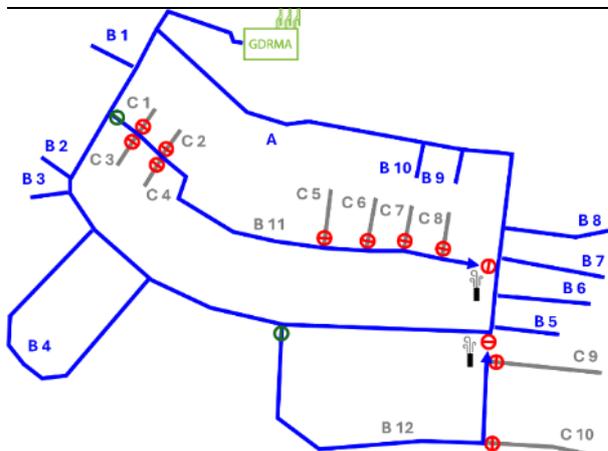
17. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsausschnitte **B 1 – B 10** öffnen  $\ominus$ , mit Wasserstoff befüllen  $\rightarrow$  und den Stickstoff an den Enden der Leitungsausschnitte ausblasen  $\uparrow$ , bis Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird

(25 Absperrungen)  $\text{\textcircled{D}}$

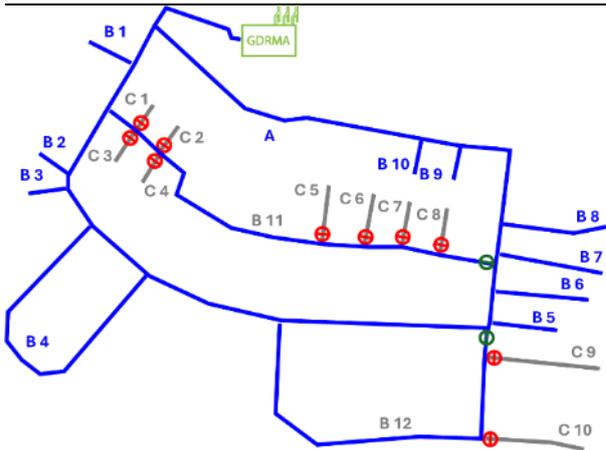


18. Öffnen  $\ominus$  von Absperrungen zur Wiederherstellung der Masche von Leitungsausschnitt **B 4**

(14 Absperrungen)  $\text{\textcircled{D}}$

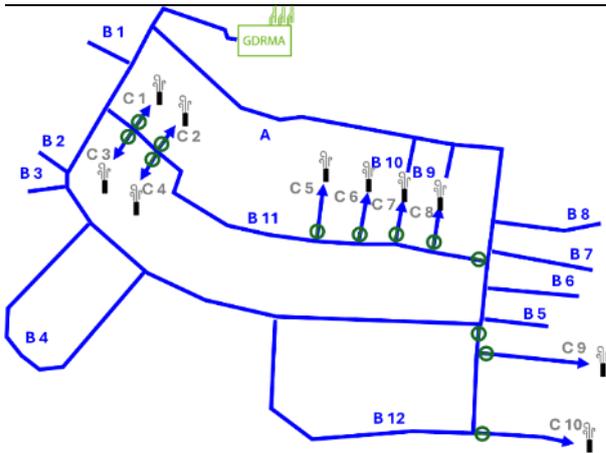


19. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsausschnitte **B 11 – B 12** öffnen  $\ominus$ , mit Wasserstoff befüllen  $\rightarrow$  und den Stickstoff an den Enden der Leitungsausschnitte ausblasen  $\uparrow$ , bis Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird

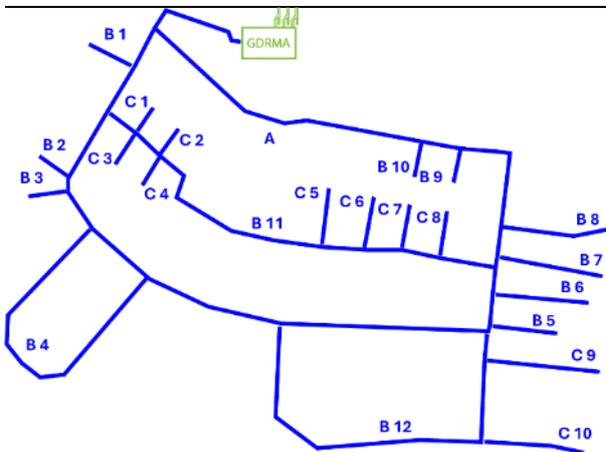


20. Öffnen  $\ominus$  von Absperrungen zur Wiederherstellung der Maschen der Leitungsabschnitte **B 11 – B 12**

(12 Absperrungen)  $\textcircled{\ominus}$



21. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsabschnitte **C 1 – C 10** öffnen  $\ominus$ , mit Wasserstoff befüllen  $\rightarrow$  und den Stickstoff an den Enden der Leitungsabschnitte ausblasen  $\uparrow$ , bis Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird



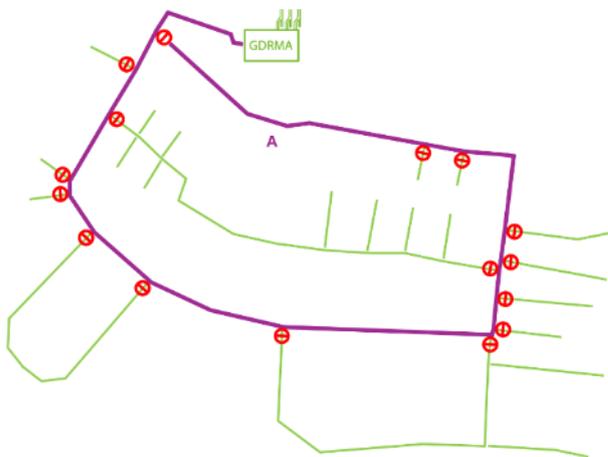
22. Umstellbezirk vollständig umgestellt

Hausanschlüsse an bereits umgestellten Leitungsabschnitten könnten ebenfalls schon umgestellt werden, während nachfolgende Leitungsabschnitte noch umgestellt werden.

### 6.4.2 Umstellung der Leitungen mit direkter Spülung: Erdgas - Wasserstoff

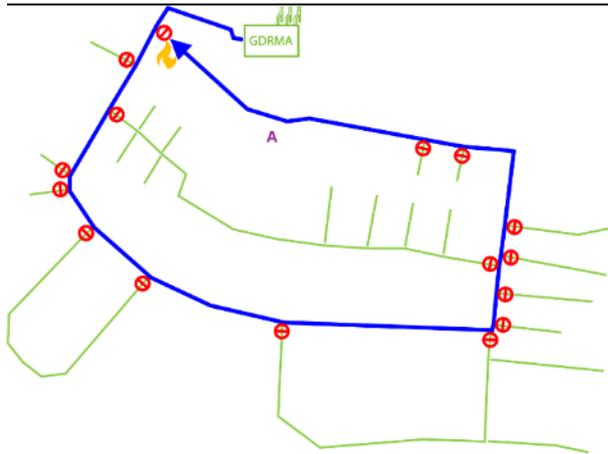
Obwohl das aktuelle Regelwerk keine detaillierten Vorgaben zur praktischen Umstellung vermaschter Netze enthält, existieren ältere Regelwerke zur Umstellung von stadtgasbasierten auf erdgasbasierte Netze. In der TGL 190356/09 (1983)<sup>243</sup> wurde der Gasartwechsel ohne vorherige Spülung oder Außerbetriebnahme durchgeführt. Dabei blieb das Netz durchgehend unter Druck, und die Hauptabsperreinrichtungen wurden nicht geschlossen. Die Trennung vom Stadtnetz erfolgte nicht durch mechanische Absperungen, sondern wurde durch Druckmessungen nachgewiesen.

Zur sicheren Durchführung wurden Abfackelrohre an exponierten Stellen installiert, und die Druckhaltung während der Umstellung wurde messtechnisch überwacht. Der Abschluss des Gasartwechsels wurde anhand des typischen Erdgasflammbilds und CO-Messungen bestätigt. Ein solches Vorgehen könnte die Umstellungsdauer deutlich verkürzen und wird im weiteren Verlauf als Alternative zur regelwerkskonformen Spülung diskutiert.

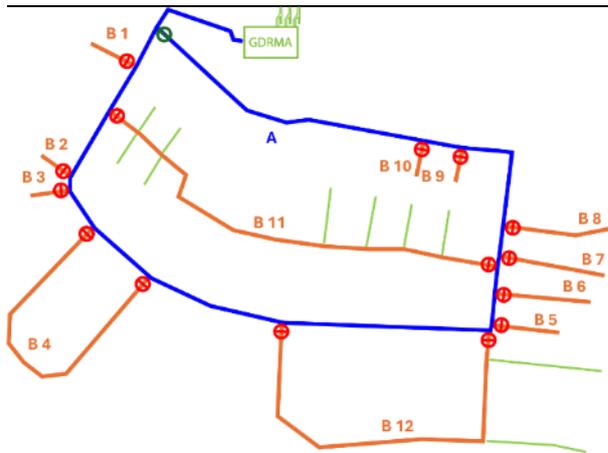


1. Festlegen des ersten Leitungsabschnitts → **A**
2. Absperren **⓪** aller Abzweigungen von Leitungsabschnitt **A**  
(16 Absperungen) **⓪**

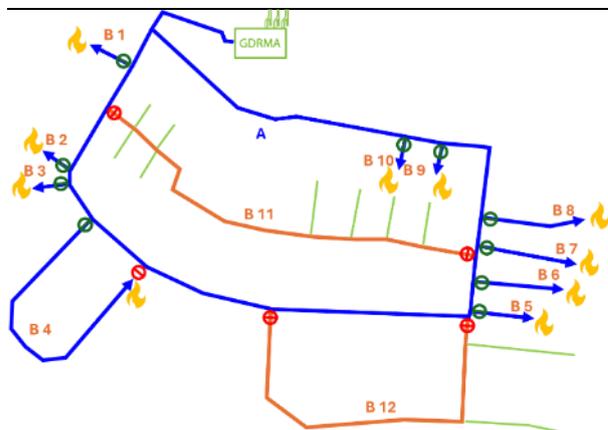
<sup>243</sup> Gasleitungen - Maßnahmen bei Umstellung auf eine andere Gasart: TGL 190-356/09, 1983.



3. Befüllen des Leitungsabschnitts **A** mit Wasserstoff → & Abfackeln 🔥 des Erdgases am Ende des Leitungsabschnitts **A**, bis Flammenänderung eintritt und/oder Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird

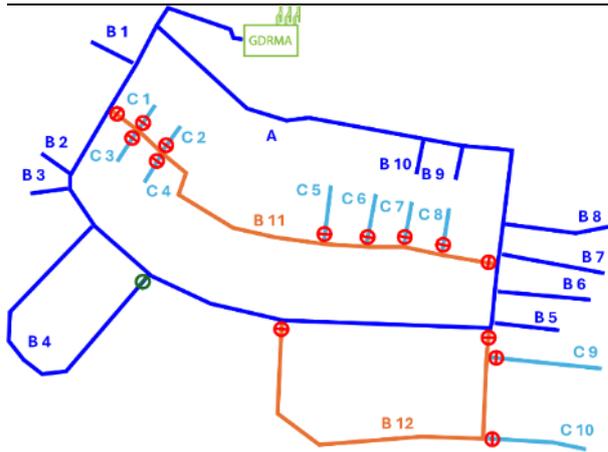


4. Festlegen der folgenden Leitungsabschnitte ausgehend von Abzweigungen von Leitungsabschnitt **A** → **B 1 – B 12**
5. Öffnen ⊖ von Absperrung zur Wiederherstellung der Masche von Leitungsabschnitt **A**



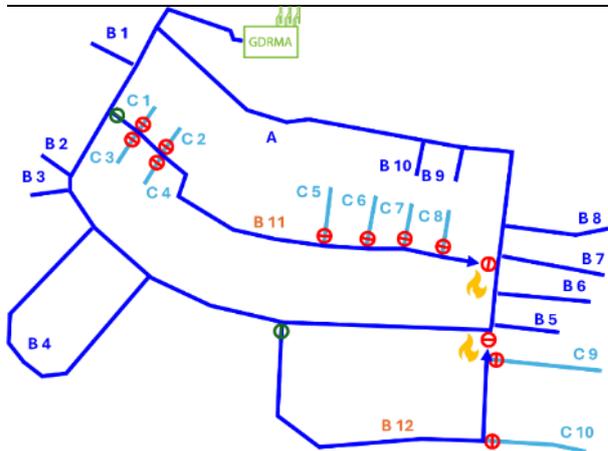
6. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsabschnitte **B 1 – B 10** öffnen ⊕ und Erdgas an den Enden abfackeln 🔥, bis Flammenänderung eintritt und/oder Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird

(15 Absperrungen) ⊕

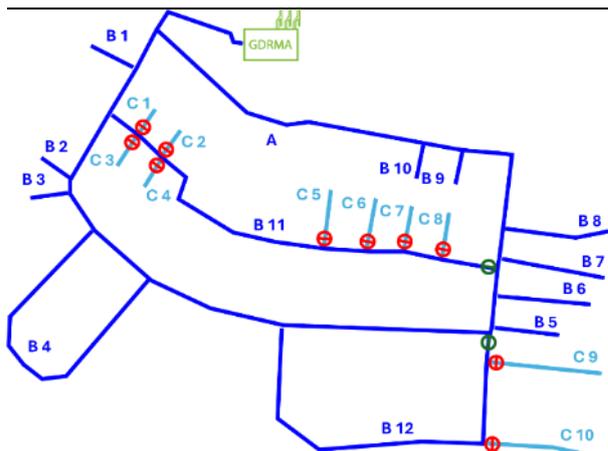


7. Öffnen ⊖ von Absperrung zur Wiederherstellung der Masche von Leitungsabschnitt **B 4**
8. Festlegen der folgenden Leitungsabschnitte ausgehend von Abzweigungen der Leitungsabschnitte **B**  
→ **C 1 – C 10**
9. Absperrern ⊕ aller Abzweigungen von **B**

(15 Absperrungen) ⊕

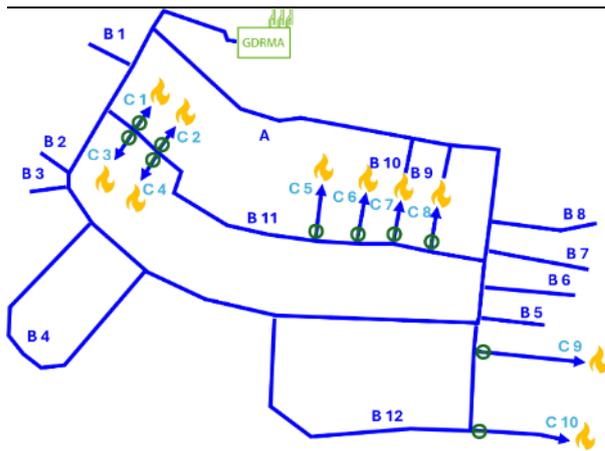


10. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsabschnitte **B 11 – B 12** öffnen ⊖ und Erdgas an den Enden abfackeln 🔥, bis Flammenänderung eintritt und/oder Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird



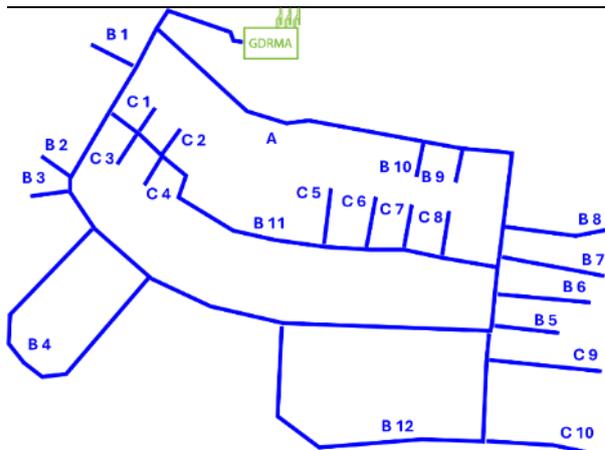
11. Öffnen ⊖ von Absperrungen zur Wiederherstellung der Maschen der Leitungsabschnitte **B 11 – B 12**

(12 Absperrungen) ⊕



12. Nacheinander die Absperrungen der Leitungsabschnitte **C 1 – C 10** öffnen ⊖ und Erdgas an den Enden abfackeln 🔥, bis Flammenänderung eintritt und/oder Gasreinheit des Wasserstoffs gemessen wird

(10 Absperrungen) Ⓣ



13. Umstellbezirk vollständig umgestellt

Hausanschlüsse an bereits umgestellten Leitungsabschnitten könnten ebenfalls schon umgestellt werden, während nachfolgende Leitungsabschnitte noch umgestellt werden.

Unabhängig davon, welche Art der Absperrung verwendet wird (Absperrarmatur, Blasesetzen, Abquetschen), fallen für jede Absperrung mindestens die Tiefbaukosten an. Beim direkten Spülen mit Wasserstoff werden im beispielhaften Umstellbezirk gleichzeitig nur noch höchstens 15 Absperrungen benötigt, im Vergleich zu den 26 gleichzeitig benötigten Absperrungen, wenn zunächst mit Stickstoff inertisiert werden muss. Dieses Vorgehen würde hochgerechnet auf das gesamte Netzgebiet eine deutlich geringere Anzahl an gleichzeitig anzubringenden Absperrungen benötigen. Dies und der nicht benötigte Stickstoff, kann Zeit und Kosten einsparen.

Es wäre nach derzeitigem Stand, wie oben erläutert, jedoch nicht regelwerkskonform. Für dieses vereinfachte Verfahren zur Umstellung der Leitungen müssten das DVGW- und andere Regelwerke entsprechend angepasst bzw. ergänzt werden.

Die ONTRAS Gastransport GmbH hat im Rahmen der Forschung im Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt 25 km Transportleitung erfolgreich mit direkter Spülung von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt.<sup>244</sup>

### 6.4.3 Umstellung der Leitungen des vorgelagerten Hochdruck-Verteilnetzes

Ein vorgelagertes Hochdruck-Verteilnetz (in Abbildung 6-5, links rote Leitungen) müsste analog zu der vorherigen Beschreibung für Nieder- oder Mitteldruckverteilnetze (in Abbildung 6-5 links: grüne und blaue Leitungen) in Leitungsabschnitte aufgeteilt und nacheinander mit einer der beiden beschriebenen Varianten auf Wasserstoff umgestellt werden. Für die Aufteilung eignen sich Schiebergruppen, die üblicherweise an Abzweigen oder vor Gasdruckregelanlagen bereits vorhanden sind.



Abbildung 6-5: Aufteilung Hochdruck-Verteilnetz<sup>245</sup>

Die Anzahl und Lage der Gasdruckregelanlagen hat daher einen erheblichen Einfluss auf die Gestaltung der Umstellbezirke sowie auf die Reihenfolge der Umstellung der Bezirke und der Hochdruckleitungsabschnitte.

<sup>244</sup> ontras Gastransport GmbH 2025.

<sup>245</sup> Hüttenrauch 2025.

## 6.5 Zeitplan für die Umstellung

Die Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff kann in vier Schritte unterteilt werden. Hierbei handelt es sich um:

1. Ankündigung der Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff
2. Erhebung (Registrierung der Kundengeräte)
3. Umstellung
4. Qualitätssicherung

Für diese Schritte muss jeweils ein Zeitablauf bestimmt werden, um den gesamten Zeitplan der Umstellung darstellen zu können. Die Länge der Ankündigungsfrist richtet sich nach den Netzbetreibern und ist in den Umstellvereinbarungen zwischen Fernleitungs- und Verteilnetzbetreibern mit einem größeren zeitlichen Vorlauf festgehalten. Die Verteilnetzbetreiber ihrerseits müssen die Erhebung der Gerätedaten in einem ausreichenden Zeitraum vor der eigentlichen Umstellung durchführen. Dies gilt sowohl für Haushalts- als auch für Industriekunden. Dabei werden die Gasgeräte der Kunden identifiziert und auf ihre H<sub>2</sub>-Tauglichkeit geprüft. Das heißt, es wird auch festgestellt, ob sich die Gasgeräte auf eine Verwendung mit Wasserstoff umrüsten lassen oder ob das gesamte Gerät ausgetauscht werden muss. Im Anschluss erfolgt die eigentliche Umstellung in der vom Netzbetreiber dafür vorgesehenen Zeitspanne sowie die Qualitätssicherung. Es kann also kein allgemeiner Zeitplan erstellt werden. Dieser hängt von den jeweiligen Netzbetreibern und der Größe der Umstellgebiete ab.

Je nachdem, wie viele Umstellbezirke definiert wurden, dauert es unterschiedlich lange, bis das gesamte Netzgebiet umgestellt ist. Hier spielt zusätzlich die Anzahl der verfügbaren Monteure eine Rolle. Laut dem Projekt H<sub>2</sub>Umstellmanagement<sup>246</sup> bzw. der „Roadmap Gas 2025“<sup>247</sup> benötigt ein Monteur ca. acht Stunden, also einen Arbeitstag, für die Umstellung eines Hausanschlusses. Für diesen Arbeitstag ist nur der Tausch der Gas-therme vorgesehen; der Rest der Leitung muss zu dem Zeitpunkt bereits umgerüstet worden sein.

---

<sup>246</sup> Hüttenrauch, J. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202312: H<sub>2</sub>-Umstellmanagement für Gasverteilnetze.

<sup>247</sup> Wupperfeld, M. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 201824 D 2.4: Roadmap Gas 2050: Anpassungsbedarf für die Gasnetze hinsichtlich Struktur und Betrieb.

Da die Kunden maximal eine Woche ohne Gasanschluss sein dürfen, kann durch die Anzahl der verfügbaren Monteure die Größe der Umstellbezirke festgelegt werden. Je mehr Monteure vorhanden sind, desto größer können die Umstellbezirke sein bzw., desto schneller kann ein Umstellbezirk umgestellt werden.

Ein weiterer wichtiger Faktor sind die Gasbrenner der Kunden. Die Frage ist, ob diese komplett ausgetauscht werden müssen oder ob sie einfach für den Betrieb mit Wasserstoff umgerüstet werden können. Wenn die Brenner umrüstbar sind, reduziert sich der Zeitaufwand nochmals erheblich.

Der letzte wichtige Punkt ist die Festlegung des Umstellzeitraums im Jahresverlauf. Das Projekt H<sub>2</sub>Umstellmanagement empfiehlt, die Umstellung der Gasnetze außerhalb der Heizperiode, also zwischen dem 1. April und dem 30. September, durchzuführen. Somit bleiben 28 Wochen pro Kalenderjahr für die eigentliche Umstellung der Netze.

### 6.6 Gesamtprozess der Umstellung

In diesem Kapitel soll der Gesamtprozess der Umstellung des Gasnetzes zusammenfassend dargestellt werden. Dieser Prozess kann in die zuvor beschriebenen drei Abschnitte unterteilt werden:

1. Vorbereitende Analysen und Konzeptionierung
2. Anpassungsmaßnahmen an Netz und Anlagen
3. Durchführung der Umstellung

Abbildung 6-6 zeigt den Gesamtprozess der Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff für Gasverteilnetze, Hausanschlüsse, Gashausinstallationen und Gasanwendungen auf der obersten Ebene. Da dieser Leitfaden sich nur auf den Netzbereich beschränkt, wird nur darauf im Weiteren im Detail eingegangen. Im zugrunde liegenden Forschungsbericht von G 202312 H<sub>2</sub>-Umstellmanagement sind die tieferen Ebenen aber auch für die Gasinstallationen und -anwendungen zu finden.<sup>248</sup>

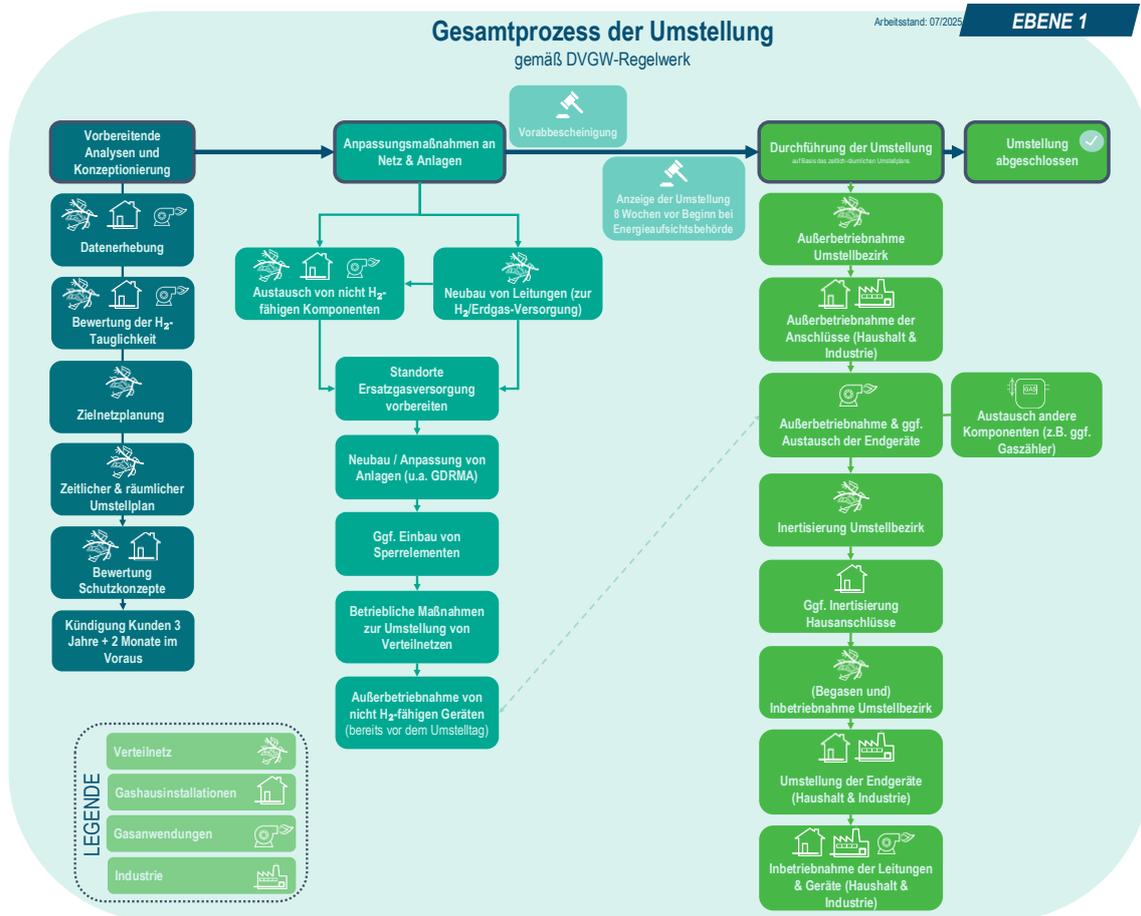


Abbildung 6-6: Gesamtprozess der Umstellung <sup>249</sup>

Die Symbole verdeutlichen, auf welchen Bereich sich die jeweilige Maßnahme bezieht. Der Prozess beginnt mit vorbereitenden Analysen und konzeptionellen Schritten, die teilweise parallel und ohne feste Reihenfolge durchgeführt werden können. In der zweiten Phase folgen technische Anpassungen und Vorbereitungen, die sicherstellen sollen, dass der eigentliche Umstelltag reibungslos verläuft. Nach Abschluss dieser

<sup>248</sup> Hüttenrauch 2025.

<sup>249</sup> Hüttenrauch 2025.

Vorbereitungen und der fristgerechten Anzeige bei der zuständigen Behörde kann die Umstellung erfolgen. Die einzelnen Schritte sind gemäß einem zeitlich und räumlich abgestimmten Umstellfahrplan für jeden Umstellbezirk durchzuführen.

Für eine genauere Darstellung der einzelnen Prozesse der Umstellung der Gasverteilnetze stellt Abbildung 6-7 eine zweite vertiefende Ebene der oben dargestellten Prozesse dar. Diese Abbildung gilt nun nur noch für die Umstellung der Gasverteilnetze und nicht mehr für andere Umstellungsprozesse. Genauere Informationen dazu können auch dem DVGW-Forschungsprojekt G 202312 H<sub>2</sub>-Umstellmanagement entnommen werden.<sup>250</sup>

---

<sup>250</sup> ebd.

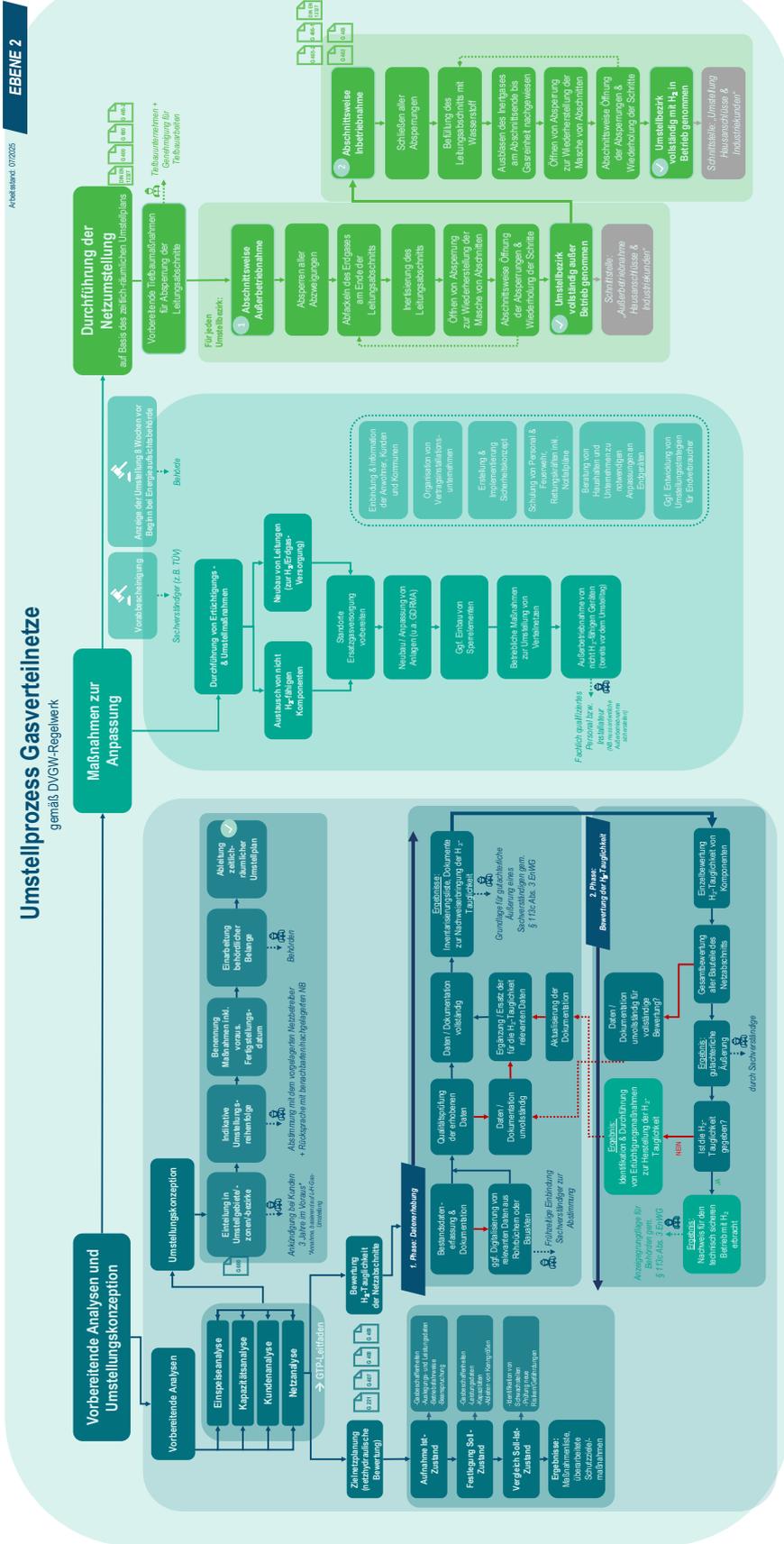


Abbildung 6-7: Umstellprozess Gasverteilnetze<sup>251</sup>

Das Prozessablaufdiagramm (Abbildung 6-7) veranschaulicht die systematische und stufenweise Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff im Gasverteilnetz. Der Prozess beginnt mit der strukturierten Erhebung und Analyse von Netz- und Kundendaten. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in die Phase „Maßnahmen zur Anpassung“ ein und bilden die Grundlage für konkrete technische und organisatorische Anpassungserfordernisse.

Innerhalb dieser Phase sind auch prozessbegleitende, kommunikative und organisatorische Maßnahmen dargestellt, die sich von den rein technischen bzw. baulichen Schritten unterscheiden. Sie verlaufen nicht zwingend in fester Reihenfolge und sind durch eine abgesetzte Darstellung in helltürkisgrün mit gestrichelter Umrandung als Querschnittsaufgaben im Gesamtprozess gekennzeichnet.

Die abschließende Phase umfasst die konkrete Durchführung der Netzumstellung. Dabei ist sicherzustellen, dass alle Prozessschritte für jeden Umstellbezirk vollständig durchlaufen werden. Zudem müssen einzelne Teilschritte für betroffene Leitungsschnitte ggf. wiederholt werden – dies wird durch einen gestrichelten Rückwärtspfeil im Diagramm symbolisiert.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass die Schulung von Fachpersonal für die Umstellung von Netzen und Hausanschlüssen sowie Gasinstallationen und industriellen Gasanwendungen entlang des gesamten Umstellprozesses notwendig ist. Ebenso wichtig ist die frühzeitige Kundenkommunikation mit Fachhandwerk, Kommunen und Endkunden.

Die Inhalte sind zum großen Teil bereits durch vorhandene Schulungsinhalte, beispielsweise der Beruflichen Bildung des DVGW, abgedeckt. Siehe hierzu Kapitel 5.3.7 sowie: [DVGW Website Berufliche Bildung: Wasserstoff](#)

## 7 Erfahrungen aus Praxisprojekten

Die Transformation der Gasinfrastruktur hin zu einer Wasserstoffwirtschaft schreitet kontinuierlich voran. Eine Analyse einer Vielzahl von Praxisprojekten in Deutschland und Europa zeigt, dass die Umstellung auf Wasserstoff aus technischer, organisatorischer und regulatorischer Perspektive umsetzbar ist. In Kapitel 7 wird ein Überblick über die bisherigen Erfahrungen aus solchen Projekten gegeben und es werden praxisnahe Erkenntnisse präsentiert, die für Netzbetreiber, Planer und Entscheidungsträger von besonderer Relevanz sind.

Neben allgemeinen Best Practices aus Stakeholder-Workshops und Projektbegleitungen werden auch zentrale Infrastrukturinitiativen wie das Wasserstoff-Kernnetz vorgestellt. Die interaktive PORTAL GREEN II – H<sub>2</sub>-Einspeisekarte präsentiert unter [www.h2-einspeisung.de](http://www.h2-einspeisung.de) einen aktuellen Überblick über die relevanten Einspeiseprojekte in Deutschland. Das Kapitel wird durch Steckbriefe zu ausgewählten nationalen und internationalen Wasserstoffprojekten ergänzt. Diese veranschaulichen unterschiedliche Ansätze und Umsetzungspfade.

Ziel des Kapitels ist es, die Vielfalt der praktischen Erfahrungen zu bündeln und übertragbare Erkenntnisse für den weiteren Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft bereitzustellen.

### 7.1 Tipps und Best Practices von Erfahrungsträgern

Basierend auf den Stakeholder-Workshops aus Portal Green II, den Projektbegleittreffen mit den assoziierten Partnern und Einzelgesprächen mit Projektverantwortlichen aus verschiedenen Wasserstoff-Infrastrukturprojekten in Deutschland lassen sich folgende praxisnahe Hinweise und Empfehlungen für Netzbetreiber ableiten. Diese sind bewusst nicht projektspezifisch formuliert und spiegeln gesammelte Erfahrungen aus der Praxis wider. Im Folgenden werden diese Aspekte checklistenartig dargestellt.

### 7.1.1 Strategische Planung und Organisation

- Eine klare Projektstruktur mit definierten Verantwortlichkeiten ist essenziell. Besonders hilfreich ist eine projektbezogene Organisation außerhalb der regulären Linienstruktur.
- Die frühzeitige Einbindung der Geschäftsführung und relevanter Fachabteilungen schafft Verbindlichkeit und erleichtert die Ressourcenbereitstellung. Der Projektleiter sollte ausreichend zeitliche und wirtschaftliche sowie flexible Ressourcen erhalten, idealerweise durch Zuweisung aus Fachabteilungen wie Planung, Technik, Betrieb, Recht, oder Kommunikation.
- Die Einbindung externer Partner (z. B. Sachverständige, Forschungsinstitute) ist frühzeitig zu planen.
- Fördermittel sollten bereits in der Konzeptionsphase mitgedacht werden, insbesondere bei innovativen Vorhaben mit Demonstrationscharakter.
- Die Koordination der Fördermittel erfordert interne Abstimmung zwischen Projektleitung, Controlling und Geschäftsführung.
- Ein eigenes Arbeitspaket für Fördermittelmanagement kann sinnvoll sein, inklusive Zeitplanung, Berichtspflichten und Mittelabruf.
- Kommunikationsstruktur sollte Teil der Projektorganisation sein

### 7.1.2 Standortwahl

- Die Standortwahl für H<sub>2</sub>-Bereitstellung und Einspeiseanlagen sollte folgende Kriterien berücksichtigen:
  - Sicherheitsabstände zur Bebauung
  - Zufahrtswege für Trailer und Servicefahrzeuge
  - Lärm- und Geruchsemissionen (z. B. durch Odorierung oder Trailerwechsel)
  - Akzeptanz in der Bevölkerung, z. B. keine Nähe zu Spielplätzen oder stark frequentierten Bereichen
  - Genehmigungsfähigkeit, z. B. außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten

- Es kann immer zu unvorhergesehenen Entwicklungen kommen, daher sollte die Standortwahl flexibel bleiben, bis alle Genehmigungen und technischen Anforderungen erfüllt sind.
- Sobald ein geeigneter Standort identifiziert ist, sollte dieser vertraglich gesichert werden (z. B. durch Pacht oder Kaufoption).
- Die Zufahrtswege müssen ggf. ausgebaut oder befestigt werden, z. B. Asphaltierung von Feldwegen für Trailertransporte.
- Die Anlagenfläche sollte mit folgenden Schutzmaßnahmen versehen werden:
  - Umzäunung mit elektronischer Zugangskontrolle
  - Schallschutzwände oder Sichtschutz bei sensibler Nachbarschaft
  - Regenwasserbewirtschaftung (z. B. Sickerleitungen, Rigolen)
  - Beleuchtung und Winterdienst für Betriebssicherheit
- In mehreren Projekten wurde bewusst ein „typischer“ Netzabschnitt gewählt, um Erkenntnisse für die breite Übertragbarkeit zu gewinnen. Dies umfasst unterschiedliche Materialien, Baujahre und Anschlussarten.
- Die Umstellung bestehender Infrastruktur kann insbesondere in Gebieten mit geringem Sanierungspotenzial eine sinnvolle Ergänzung zu Fernwärme und Wärmepumpen darstellen.

#### 7.1.3 Infrastruktur und Technik

- Die Bewertung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit sollte auf einer abgestuften Quellenhierarchie basieren (Konformitätserklärung, Herstellererklärung, wissenschaftliche Bewertung).
- Eine gute Datenlage zu verbauten Komponenten erleichtert die Bewertung und spart Zeit.
- Bei fehlenden Nachweisen können Analogieschlüsse aus Forschung, Literatur oder ähnlichen Projekten hilfreich sein.
- Für den Betrieb sind teilweise andere Werkzeuge und Messgeräte erforderlich – frühzeitig prüfen und beschaffen.

- Ein homogener Komponentenbestand (z. B. durch einheitliche Rohrmaterialien und Baujahre) erleichtert die Bewertung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit.
- Eine hydraulische Trennbarkeit vom verbleibenden Erdgasnetz ist essenziell, um die Umstellung sicher und effizient durchführen zu können.
- Ein vermaschtes Ringnetz ermöglicht die Weiterversorgung der verbleibenden Erdgas-Kunden ohne zusätzliche Leitungsverlegungen.
- Vor der Umstellung ist eine netzhydraulische Simulation empfehlenswert. Wasserstoff hat eine deutlich geringere Energiedichte als Erdgas, das bedeutet höhere Volumenströme.
- In mehreren Projekten zeigte sich, dass PE-Leitungen oft über ausreichende Kapazität verfügen, was jedoch stets individuell geprüft werden sollte.

### 7.1.4 Sicherheit und Betrieb

- Das Sicherheitskonzept sollte auf bestehenden Erdgasstandards basieren und nur dort erweitert werden, wo es H<sub>2</sub>-spezifisch notwendig ist.
- Risikoanalysen (z. B. HAZOP) helfen bei der Identifikation zusätzlicher Maßnahmen mit Fokus auf Dichtheit, Explosions-Schutz und Odorierung.
- Regelmäßige Begehungen und Sichtprüfungen sind zumindest zu Beginn notwendig, insbesondere bei kleinen Netzen mit sensibler Technik und bei winterlichen Bedingungen
- Netzüberprüfung zumindest zu Beginn in kürzeren Intervallen als bei Erdgas empfohlen.
- Die technische und organisatorische Integration von Wasserstoff in Betriebsanweisungen und Schulungskonzepten sollte frühzeitig erfolgen.
- Schulungen für interne und externe Beteiligte (Installateure, Feuerwehr, Schornsteinfeger) sind unerlässlich, idealerweise mit praktischen Übungen. Relevante Informationen für die Feuerwehr können hier erworben werden: <https://www.dvgw.de/leistungen/publikationen/publikationsliste/informationen-fuer-feuerwehr>

### 7.1.5 Kommunikation und Stakeholdermanagement

- Eine abgestimmte Kommunikationslinie mit klaren Botschaften und Rollen (z. B. Projektsprecher) ist wichtig.
- Die Kommunikation sollte technisch fundiert, aber verständlich sein, idealerweise mit zentralen Dokumenten wie FAQ, Präsentationsfolien und Landingpages.
- Persönliche Gespräche mit Kunden, persönliche Ansprechpartner und direkte Ansprache begleitet durch lokale politische Vertreter (z. B. durch Bürgermeister), erhöhen die Akzeptanz deutlich.
- Die Kunden sollten keine Mehrkosten tragen, dies schafft Vertrauen und fördert die Bereitschaft zur Teilnahme. Das Projekt könnte als Pionierleistung für den Klimaschutz kommuniziert werden.

### 7.2 Wasserstoff-Kernnetz

Das Wasserstoff-Kernnetz stellt einen zentralen Baustein der zukünftigen Wasserstoffinfrastruktur dar und bildet die Grundlage für den flächendeckenden Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland. Das Kernnetz verbindet Erzeugungszentren, Importpunkte, Speicher und große Verbraucher der Industrie und schafft somit eine leistungsfähige H<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur. Im Oktober 2024 genehmigte die Bundesnetzagentur (BNetzA) den Antrag der Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (FNB Gas) bezüglich des Wasserstoff-Kernnetzes. Das genehmigte Netz umfasst eine Leitungslänge von insgesamt 9.040 km, wobei die Realisierung von etwa 60 % durch die Umstellung bestehender Erdgasleitungen vorgesehen ist. Die verbleibenden 40 % entfallen auf neu gebaute Leitungsabschnitte. Der geplante Trassenverlauf gemäß der Genehmigung ist in folgender Abbildung dargestellt.

Die zu erwartenden Investitionskosten belaufen sich auf rund 18,9 Milliarden Euro. Die Finanzierung des Kernnetzes erfolgt privatwirtschaftlich über die Netzentgelte, gestützt durch ein Amortisationskonto, welches über einen Kredit der KfW zwischenfinanziert ist. Dieses Modell gestattet eine intertemporale Allokation der Infrastrukturkosten, wobei durch die Verbuchung von Mindererlösen in der Hochlaufphase und Mehrerlösen in der Zukunft eine langfristige Refinanzierung erfolgen soll.



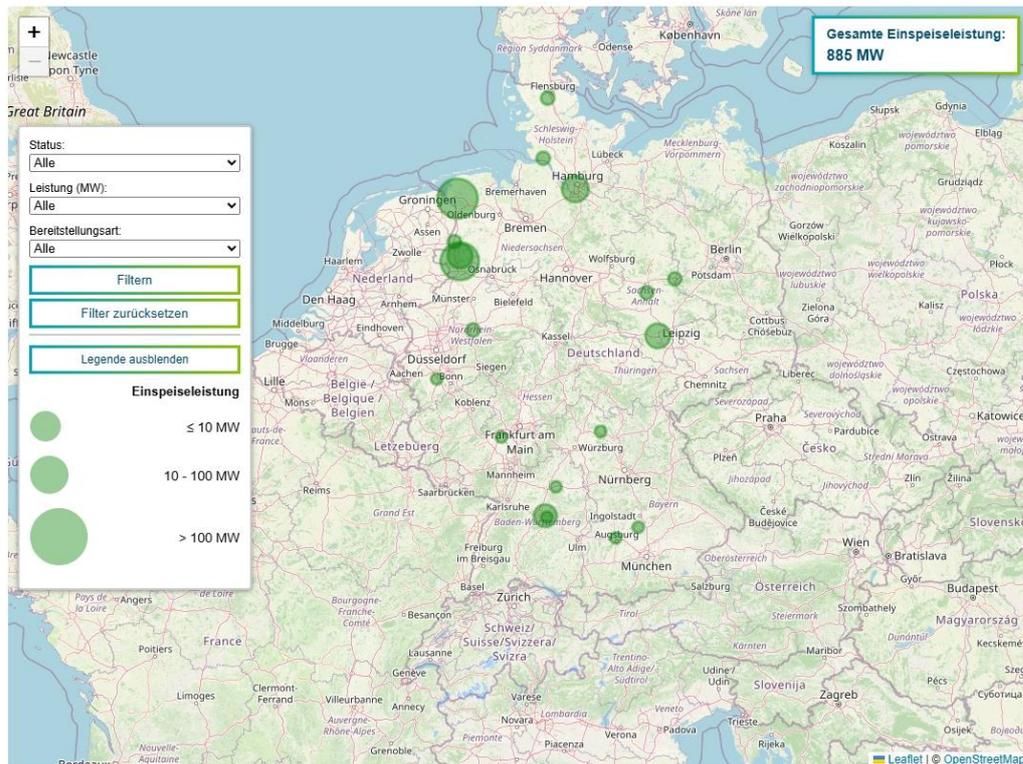
Abbildung 7-1: Wasserstoff-Kernnetz gem. Genehmigung vom 22.10.2024  
[FNB Gas<sup>252</sup>]

<sup>252</sup> [Wasserstoff-Kernnetz - FNB GAS](#)

### 7.3 Die interaktive H<sub>2</sub>-Einspeiselandkarte gesicherter Projekte

Im Rahmen des Verbundvorhabens PORTAL GREEN II wurde eine interaktive H<sub>2</sub>-Einspeiselandkarte entwickelt. Diese veranschaulicht relevante Praxisprojekte in Deutschland, bei denen Wasserstoff in Gasinfrastrukturen eingespeist wird. Berücksichtigt wurden ausschließlich Projekte, die entweder bereits in Betrieb sind oder waren, oder die mit einer Final Investment Decision (FID) abgesichert sind bzw. sich bereits in der Bauphase befinden. Das Ziel besteht darin, sicherzustellen, dass nur Projekte abgebildet werden, die für die zukünftige deutsche Wasserstoffinfrastruktur relevant sind oder bereits relevante Praxiserfahrung beisteuern konnten.

Für die Erstellung der Einspeisekarte wurde eine umfassende Recherche in Pressemeldungen, großen Datenbanken und anderen verfügbaren Wasserstofflandkarten durchgeführt, um relevante Einspeiseprojekte zu identifizieren. Die Bestätigung des Projektstatus wurde durch den Kontakt mit den jeweiligen Projektverantwortlichen vorgenommen. Es wird eine kontinuierliche Aktualisierung der Einspeisekarte angestrebt, um einen möglichst aktuellen Stand der Wasserstoffeinspeisung in Deutschland widerzuspiegeln, es besteht jedoch keine Garantie auf Vollständigkeit. An dieser Stelle sei allen Projektverantwortlichen gedankt, die durch ihre Mitarbeit einen signifikanten Beitrag zur Erstellung der Einspeisekarte geleistet haben. Darüber hinaus wird jeder Hinweis zur Aktualisierung der Karte dankbar angenommen.



**Abbildung 7-2: Interaktive H<sub>2</sub>-Einspeisekarte (11/2025): [www.h2-einspeisung.de](http://www.h2-einspeisung.de)**

In Abbildung 7-2 wird ein Ausschnitt der interaktiven H<sub>2</sub>-Einspeisekarte vom Stand November 2025 dargestellt. Die einzelnen Einspeiseprojekte werden dabei jeweils durch einen grünen Kreis symbolisiert. Die Skalierung dieses Kreises erfolgt in Abhängigkeit zu der jeweiligen Einspeiseleistung, wie in der Legende vermerkt. Durch Anklicken der einzelnen Kreise werden zusätzliche Informationen für das jeweilige Projekt in einem Pop-Up-Fenster geöffnet. Mithilfe von Filtern, deren Einstellungen individuell angepasst werden können, besteht die Möglichkeit, die auf der Karte angezeigten Projekte nach aktuellem Projektstatus, Leistung und Bereitstellungsart, bzw. der Elektrolysetechnologie, zu filtern. In der oberen rechten Ecke der Karte wird die aufsummierte Einspeiseleistung der dargestellten Projekte dargestellt. Die Karte ist über folgenden Link erreichbar: [Die PORTAL GREEN II - H<sub>2</sub>-Einspeisekarte](http://www.h2-einspeisung.de).

Tabelle 7-1 zeigt die Projektliste der H<sub>2</sub>-Einspeiskarte vom Stand November 2025 sortiert nach der Einspeiseleistung.

**Tabelle 7-1: Liste von relevanten H<sub>2</sub>-Einspeiseprojekten ([www.h2-einspeisung.de](http://www.h2-einspeisung.de))**

Projekt	Ort	Leistung [MW]	Netzbetreiber	Status
EWE Clean Hydrogen Coastline - Elektrolyse Ostfriesland	Emden	320	EWE NETZ / GTG Nord	In Bau
GET H2 Nukleus	Lingen	300	Nowega, OGE	In Bau
LGH2 - Lingen Green Hydrogen	Lingen	100	Nowega	In Bau
Hamburg Green Hydrogen Hub	Hamburg	100	Hamburger-Energienetze	FID
Energiepark Bad Lauchstädt	Bad Lauchstädt	30	ONTRAS	In Bau
Green Hydrogen Hub Stuttgart	Stuttgart	12	Stadtwerke Stuttgart	In Bau
Industriepark Osterweddingen	Osterweddingen	10	ONTRAS	In Bau
Energiepark Mainz	Mainz	5	Mainzer Stadtwerke	In Bau
wind2gas	Brunsbüttel	2,4	SH-Netz	In Betrieb
Grüner H2-Hub Haren	Haren	2	OGE	In Betrieb
Windgas Haßfurt	Haßfurt	1,25	Stadtwerke Haßfurt	In Betrieb
Windgas Haurup	Haurup	1	Gasunie, OGE	In Betrieb
Neue Weststadt Esslingen	Esslingen	1	Stadtwerke Esslingen	In Betrieb
H2Direkt	Hohenwart	Trailer	Energie Südbayern	In Betrieb
H2HoWi	Holzwickede	Trailer	Westnetz	In Betrieb
H2Gersthofen	Gersthofen	Mitnutzung einer bestehenden Industrie-Elektrolyse	schwaben netz	In Bau
H2-Insel Öhringen	Öhringen	300 KW	Netze BW	Abgeschl.
H2-20	Schopfsdorf	Trailer	Avacon	Abgeschl.
H2-Mix	Erftstadt	Trailer	Rheinische NETZ-Gesellschaft RNG	Abgeschl.

## 7.4 Wasserstoff-Einspeiseprojekte und Umstellprojekte

In den folgenden Kapiteln werden einzelne H<sub>2</sub>-Einspeise- und Umstellungsprojekte steckbriefartig vorgestellt. Diese Projekte können möglicherweise als Hilfestellung für die Planung neuer Infrastrukturprojekte dienen.

### 7.4.1 Clean Hydrogen Coastline

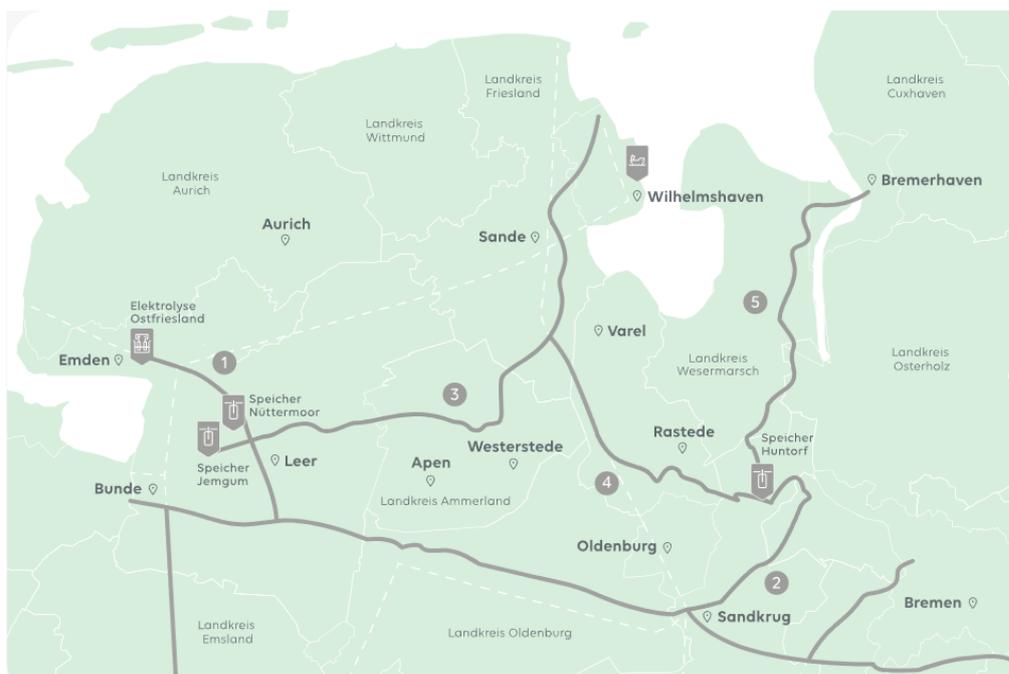
An der deutschen Nordseeküste gibt es ein hohes Angebot an erneuerbaren Energien, sodass Wasserstoff nicht nur erzeugt, sondern auch gespeichert und ins Energiesystem eingebunden werden kann. EWE fasst unter diesem Projekt alle seine Wasserstoff-Aktivitäten zusammen.<sup>253</sup>

#### Eckdaten:

- **Netzbetreiber:** EWE Netz / GTG Nord
- **Projektzeitraum:** laufend
- **Standort:** Niedersachsen, Emden, Huntorf
- **Umfang des Projekts:**
  - In Emden wird eine 320 MW Elektrolyseanlage gebaut (Produktion ab 2027)
  - Der Kavernenspeicher Huntorf soll angebunden werden und ein Erdgaspeicher und obertägige Anlagen auf Wasserstoffspeicherung umgerüstet werden
  - Unter H2Coastlink werden fünf Teilabschnitte mit in Summe 239 km umgerüstet (62%) bzw. neu gebaut (38%). Dies wird ein Baustein des Wasserstoff-Kernnetz.

---

<sup>253</sup> [Clean Hydrogen Coastline - wasserstoff-niedersachsen.de](https://www.wasserstoff-niedersachsen.de) und [Clean Hydrogen Coastline | Wasserstoff für die Energiewende](#)



**Abbildung 7-3: Schaubild von Clean Hydrogen Coastline<sup>254</sup>**

### 7.4.2 GET H2 Nukleus

Im Rahmen des Projekts GET H2 Nukleus plant RWE auf dem Gelände des Gaskraftwerk Emslands in Lingen in drei Ausbaustufen bis 2027 eine Elektrolysekapazität von 300 Megawatt (MW) zu errichten. Projektziel des Nukleus ist die großskalige, kommerzielle Erzeugung von grünem Wasserstoff, der an industrielle Abnehmer geliefert wird. Unter Volllast wird die Anlage in der Lage sein 5,6 Tonnen grünen Wasserstoff pro Stunde zu produzieren.<sup>255</sup>

Im Sommer 2024 hat RWE vom Bund sowie vom Land Niedersachsen eine Förderzusage von insgesamt 492 Mio. Euro zur Umsetzung des Vorhabens erhalten.

#### Eckdaten:

- **Betreiber:** RWE Generation SE (über RWE Nukleus Green H2 GmbH)
- **Netzbetreiber:** Nowega, OGE, Thyssengas, Evonik

<sup>254</sup> Quelle: EWE

<sup>255</sup> [GET H2 Projekte – GET H2 – Mit Wasserstoff bringen wir gemeinsam die Energiewende voran.](#) und aktuelle Informationen aus dem Projektteam.

- **Projektstatus:** Im Bau, Inbetriebnahme für die ersten 100 MW gestartet
- **Umfang des Projekts:**
  - Am RWE-Kraftwerksstandort Lingen entsteht ein Elektrolyseur (200 MW ab 2026, 300 MW ab 2027)
  - Bestehende Erdgasleitungen von Nowega und OGE werden auf 100 % Wasserstoff umgewidmet
  - Abnahmevertrag mit der TotalEnergies Raffinerie in Leuna über die Belieferung mit 30.000 Tonnen Wasserstoff pro Jahr ab 2030 und einer Laufzeit von 15 Jahren, die Lieferung erfolgt über das H<sub>2</sub>-Kernnetz
  - Nowega und OGE binden den H<sub>2</sub>-Speicher der RWE Gas Storage West in Gronau-Epe an



**Abbildung 7-4: Schaubild von GET H2 Nukleus<sup>256</sup>**

---

<sup>256</sup> Quelle: RWE Generation SE

### 7.4.3 Energiepark Bad Lauchstädt

Der Energiepark Bad Lauchstädt ist ein großtechnisch angelegtes Reallabor der Energiewende in Sachsen-Anhalt. Das Ziel des Projekts besteht in der vollständigen Abbildung der Wertschöpfungskette für grünen Wasserstoff im industriellen Maßstab. Diese erstreckt sich von der Erzeugung durch grünen Strom über die Speicherung und den Transport bis hin zur Nutzung.<sup>257</sup>

#### Eckdaten:

- **Netzbetreiber:** ONTRAS Gastransport GmbH
- **Projektstatus:** im Bau
- **Standort:** Bad Lauchstädt, Sachsen-Anhalt
- **Umfang des Projekts:**
  - Erzeugung: Errichtung eines 30 MW Elektrolyseurs und eines Windparks mit einer Leistung von 50 MW
  - Transport: 25 km umgestellte Erdgasleitung verbindet Energiepark Bad Lauchstädt mit der TotalEnergies Raffinerie in Leuna
  - Speicherung: Errichtung eines überirdischen H<sub>2</sub>-Speichers mit Aufbereitungsanlage (Phase I), Umrüstung eines Erdgaskavernenspeichers (Phase II)

---

<sup>257</sup> [Start / Energiepark Bad-Lauchstaedt](#)



*Abbildung 7-5: Energiepark Bad Lauchstädt<sup>258</sup>*

### 7.4.4 HH-WIN

Das Hamburger Wasserstoff-Industrie-Netz (HH-WIN) ist ein zukunftsweisendes Infrastrukturprojekt zur Dekarbonisierung der Industrie in Hamburg. Es handelt sich um ein regionales Wasserstoffnetz, das mit ca. 60 km Länge einen Großteil der energieintensiven Industrieunternehmen Hamburgs mit Wasserstoff versorgen kann. Gespeist wird das Netz unter anderem durch die Verbindung mit dem geplanten Wasserstoffkernnetz sowie mit einem im Hafen entstehenden 100 MW Elektrolyseur. Bis 2032 kann durch Umstellung von heute mit Erdgas betriebenen Produktionen sowie einem Teil der Güterlogistik eine CO<sub>2</sub>-Emissionsenkung von 1,4 Millionen Tonnen pro Jahr erreicht werden.<sup>259</sup>

#### **Eckdaten:**

- **Netzbetreiber:** Hamburger Energienetze
- **Projektstatus:** in Bau
- **Standort:** Hamburg

---

<sup>258</sup> [Start / Energiepark Bad-Lauchstaedt](#)

<sup>259</sup> [Hamburger Wasserstoff-Industrie-Netz | Hamburger Energienetze - Hamburger Energienetze \(hamburger-energienetze.de\)](#)

- **Umfang des Projekts:**

- Netzlänge: 40 km zum Betriebsstart in 2027 und ca. 60 km bis 2030
- Planung und Umsetzung von mehreren Anschlüssen für Wasserstoff-Projekte, unter anderem des Großelektrolyseurs „Green Hydrogen Hub“ mit 100 MW
- Anschluss an das Wasserstofffernleitungssystem als Teil des bundesweiten Wasserstoff-Kernnetzes



**Abbildung 7-6: Schaubild Hamburger Wasserstoff-Industrie-Netz<sup>260</sup>**

<sup>260</sup> Quelle: Hamburger Energienetze GmbH

### 7.4.5 H2-SWITCH100

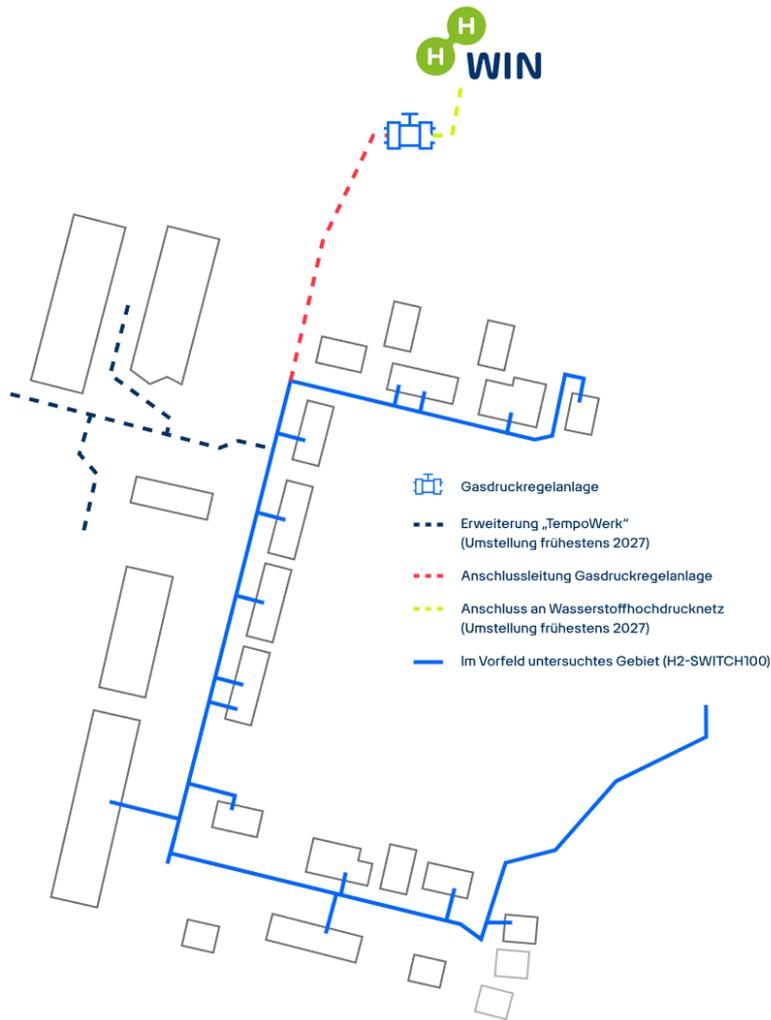
H2-SWITCH100 ist ein Umstellungsprojekt, das perspektivisch an HH WIN angeschlossen werden kann. Im Rahmen des Projekts überprüfen die Hamburger Energienetze die Materialien und Komponenten eines Abschnitts des Erdgasverteilnetzes inklusive Haushalts- und Gewerbeanschlüssen im Stadtteil Harburg auf dessen Möglichkeit zum Betrieb mit 100 % Wasserstoff. Projektziel ist, einen Beitrag zur Wärmewende zu leisten, indem die Umwidmung vorhandener Infrastruktur für Wasserstoff als klimafreundliche Versorgungsoption für schwer sanierbare Altbauten geprüft wird.<sup>261</sup>

#### Eckdaten:

- **Netzbetreiber:** Hamburger Energienetze
- **Projektstatus:** Laufend (Netz wird umgestellt und wird dann auf unbegrenzte Zeit mit Wasserstoff betrieben)
- **Standort:** Hamburg Harburg
- **Umfang des Projekts:**
  - Umstellung von 14 Wohnhäusern, einer Sportstätte und einem Gewerkepark
  - Einspeisung mittels Trailer, perspektivisch Anschluss an HH WIN

---

<sup>261</sup> [Forschungsprojekte Wasserstoff | Hamburger Energienetze](#)



**Abbildung 7-7 Schaubild H2-SWITCH100<sup>262</sup>**

#### 7.4.6 H2Direkt

H2Direkt ist ein Demonstrationsprojekt der Energie Südbayern GmbH, Energienetze Bayern GmbH & Co. KG und Thüga AG zur vollständigen Umstellung eines bestehenden Erdgasverteilnetzes auf 100 % Wasserstoff. Es wurde im Markt Hohenwart (Landkreis Pfaffenhofen a. d. Ilm, Bayern) durchgeführt und ist Teil des vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) geförderten Leitprojekts TransHyDE, eingebettet in das Verbundvorhaben „Sichere Infrastruktur“.<sup>263</sup>

<sup>262</sup> [Forschungsprojekte Wasserstoff | Hamburger Energienetze](#)

<sup>263</sup> [H2Direkt: 100% Wasserstoff direkt zum Kunden | ESB - ESB](#)

### Eckdaten:

- **Netzbetreiber:** Energienetze Bayern GmbH & Co. KG
- **Projektzeitraum:** 04.2021 – 12.2025
- **Standort:** Markt Hohenwart (Bayern)
- **Umfang des Projekts:**
  - 10 Haushalte und ein gewerblicher Abnehmer
  - Versorgung über gut zwei Jahre mittels H<sub>2</sub>-Bereitstellung durch Trailer
  - Kooperation mit Vaillant (H<sub>2</sub>-Brennwertgeräte)

Die Zielsetzung des Projektes besteht in der Demonstration der technischen Machbarkeit und Betriebssicherheit eines Wasserstoffnetzes im Realbetrieb nach erfolgter Umstellung einer bestehenden Erdgasinfrastruktur sowie dessen Nutzung zur wasserstoffbasierten Wärmeversorgung von Endkunden.

Das technische Konzept beinhaltet den Antransport des Wasserstoffs über LKW-Trailer. Von dort gelangt der 100% Wasserstoff in eine H<sub>2</sub>-Einspeiseanlage inkl. Odorierung und wird in das Verteilnetz eingespeist. Im September 2023 wurde die H<sub>2</sub>-Einspeiseanlage in Betrieb genommen und die Gasleitungen wurden auf den entsprechenden Betrieb mit Wasserstoff umgestellt. Für die eigentliche Umstellung wurde das Netz in drei Abschnitte unterteilt, die an je einem Tag umgestellt wurden. Die Arbeitsschritte inkludierten dabei die hydraulische Trennung aller Komponenten vom Erdgas, das anschließende Spülen der Leitungen, eine Druckprüfung und dann das Verbinden des gespülten Abschnittes mit der Wasserstoffleitung, den Hausanschlüssen und der Inbetriebnahme der H<sub>2</sub>-Brennwertgeräte.



*Abbildung 7-8: Schaubild von H2Direkt*

Das Projekt wird unter der Bezeichnung „H2Dahoam“ fortgeführt. Ab dem Jahr 2027 ist eine lokale Produktion von grünem Wasserstoff vor Ort mit einem Elektrolyseur vorgesehen.

### 7.4.7 H2HoWi

H2HoWi ist ein Demonstrationsprojekt zur vollständigen Umstellung eines bestehenden Erdgasverteilnetzes auf 100 % Wasserstoff. Es wird in der Gemeinde Holzwickede in Nordrhein-Westfalen von der Westenergie AG realisiert und zählt zu den ersten Projekten in Deutschland, die den Einsatz von Wasserstoff im realen Netzbetrieb unter Alltagsbedingungen erproben. Ziel ist es, die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung voranzutreiben und gleichzeitig die technische Machbarkeit sowie die Sicherheit einer solchen Umstellung zu belegen.<sup>264</sup>

#### Eckdaten:

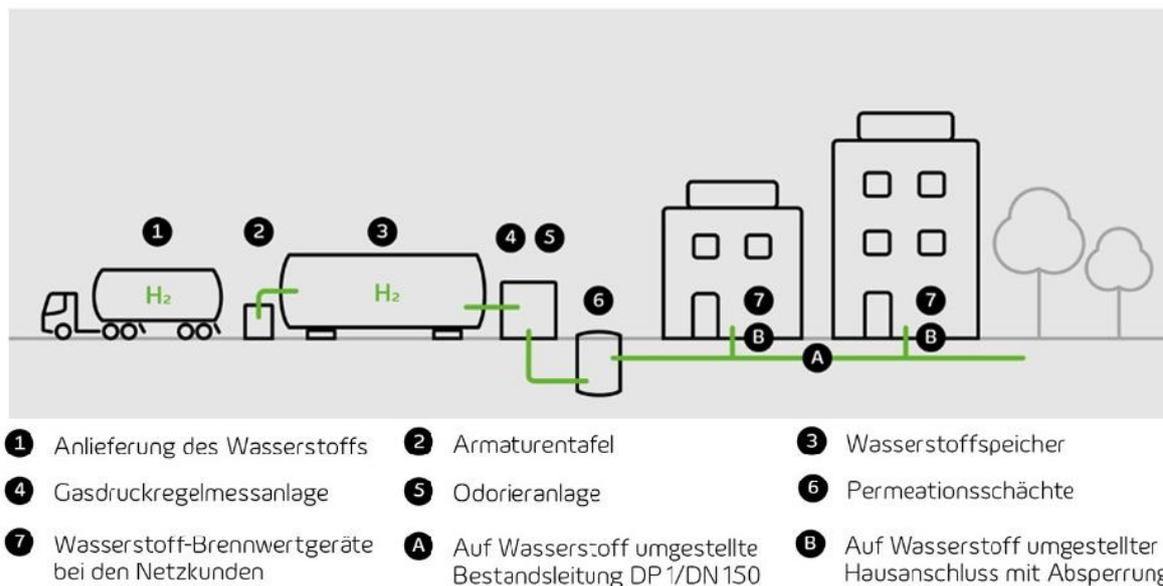
- **Netzbetreiber:** Westnetz GmbH
- **Projektzeitraum:** 10.2022 – 12.2026
- **Standort:** Gemeinde Holzwickede (NRW)
- **Umfang des Projekts:**
  - 500 m Leitungslänge mit DN 150
  - H<sub>2</sub>-Hochdruckbehälter mit einem max. Arbeitsdruck von 42 bar und einem Fassungsvermögen von 400 kg
  - GDRM- und Odorierungsanlage
  - Anschluss von drei Gewerbekunden mit vier Gebäuden (Wärmeversorgung)
  - Einbau neu entwickelter H<sub>2</sub>-ready Brennwertgeräte des Unternehmens Remeha mit einer Leistung von 24 kW
  - Tausch der Remeha-H<sub>2</sub>-Thermen gegen Brennwertthermen der Firma Weishaupt, die ebenfalls für 100% Wasserstoff geeignet sind in 07/2025

Die Motivation des Projektes, war zunächst die Tauglichkeit der Erdgasinfrastruktur für die zukünftige Nutzung mit 100% Wasserstoff zu prüfen. Dahinter stand das Ziel, die

---

<sup>264</sup> [H2HoWi – Holzwickede erhält 100 Prozent Wasserstoff](#)

Infrastruktur inklusive aller Netzkomponenten und Endgeräten auf den Einsatz von 100% Wasserstoff umzustellen. Der Projektaufbau ist in Abbildung 7-9 dargestellt.



**Abbildung 7-9: Schaubild des umgestellten Verteilnetzabschnitts in Holzwickede<sup>265</sup>**

Für dieses Projekt wurde eine Mitteldruck-Erdgasleitung vom Verteilnetz getrennt und mit einem Wasserstoffspeicher (3) verbunden. Dieser Speicher wird mit klimaneutralem Wasserstoff befüllt (Qualität 3.0), der bei einem Druck von maximal 42 bar gespeichert wird. Ein Sensor innerhalb des Speichers gibt automatisch Rückmeldung an den Gaslieferanten, wenn der Füllstand zu gering ist und eine Lieferung wird ausgelöst. Über eine Armaturentafel (2) wird der Druck des Wasserstoffs zunächst auf 3 bar reduziert und anschließend wird er zu einer neu errichteten Gas-Druckregel- und Messanlage geleitet (4). Dort erfolgt die weitere Druckregelung auf 0,3 bar mithilfe von Standardkomponenten. Wie auch beim Erdgas in der öffentlichen Versorgung wird dem Wasserstoff der Geruchsstoff THT beigemischt. Die Odorierung erfolgt in dieser Anlage über einen Odorkugelhahn mit spezieller Impfdüse (5), der von einem Mitarbeiter der Westnetz entwickelt wurde.

Der gesamte Projektaufbau wird zusätzlich überwacht und die Infrastrukturelemente werden auf potenzielle Einflüsse durch die Nutzung unter 100 % Wasserstoff untersucht.

<sup>265</sup> [H2HoWi – Holzwickede erhält 100 Prozent Wasserstoff](#)

Die wichtigsten Erkenntnisse des Projektes für den Aufbau und den Betrieb der Wasserstoff-Infrastruktur in Deutschland sind dabei folgende:

- Alle Elemente der Wasserstoff-Infrastruktur in Holzwickede werden seit Oktober 2022 ohne wesentliche technische Mängel oder betriebliche Auffälligkeiten betrieben (unter der Verwendung von 100% Wasserstoff).
- Durch Permeationsmessungen an unterschiedlichen Übergangsformteilen der bestehenden Infrastruktur konnte die Eignung der Rohrleitungsmaterialien und Verbinder für den Betrieb mit Wasserstoff nachgewiesen werden.
- Im Vergleich zu Erdgas müssen zum Teil (während des Betriebs der Leitungen) andere Betriebsmittel genutzt werden (z.B. Messgeräte (Ex-Schutzklasse), Werkzeuge (funkenarm))

Für Netzbetreiber und Installateure bleibt festzuhalten, dass eine frühzeitige technische und organisatorische Integration von Wasserstoff in die bewährten Betriebsabläufe (z.B. in Schulungen und Betriebsanweisungen) nötig ist.

## 7.5 Internationale Projekte und Initiativen

### 7.5.1 Ready4H2 Initiative

Das Projekt Ready4H2 besteht aus mehr als 60 europäischen Gasverteilnetzbetreibern und nationalen Verbänden in 10 Ländern Europas. Diese arbeiten gemeinsam daran einen Wasserstoffmarkt für die zukünftige Energieversorgung zu unterstützen – durch die Umwandlung lokaler Gasverteilnetze zur Lieferung von Wasserstoff – sowie ein gemeinsames europäisches Verständnis über die Rolle der Gasverteilnetze bei der Bereitstellung von Wasserstoff zu fördern.<sup>266</sup>

Das gemeinsame Ziel ist es, Europa auf dem Weg zur Klimaneutralität zu unterstützen, und Ready4H2 ist davon überzeugt, dass Gasverteilnetzbetreiber dafür entscheidend sind, die Nutzung von Wasserstoff zu beschleunigen, um eine zukünftige Energieunabhängigkeit Europas zu erreichen. Durch die Transformation lokaler Gasverteilnetze

---

<sup>266</sup> [Ready for H<sub>2</sub>: Ready4H2](#)

können die wesentlichen Vorteile einer großflächigen Wasserstoffwirtschaft ermöglicht werden.

### 7.5.2 Wasserstoff Pilotprojekt in Lochem Niederlande

Im Fokus des Projekts in Lochem stand Wasserstoff durch das bestehende Erdgasnetz zu Endkunden zu transportieren. Außerdem wurde gezeigt, dass die Wärmeversorgung von historischen Gebäuden über das Gasnetz nachhaltig gestaltet werden kann.

#### Eckdaten:

- **Netzbetreiber:** Alliander
- **Projektzeitraum:** 2022 – Ende 2025
- **Standort:** Lochem, Niederlande
- **Umfang des Projekts:**
  - 12 historische häusliche Gebäude
  - Einbau von Wasserstoff-Zentralheizungskesseln von Remeha

Alliander veröffentlicht regelmäßig „Lessons learned“, also Erfahrungswerte, die sie sammeln konnten. Z.B. veröffentlichten Sie einen Lernplan für die einzelnen Schritte des Projekts. Nach Abschluss des Projekts wird es vermutlich einen Abschlussbericht geben.<sup>267</sup>

---

<sup>267</sup> [Lochem wird mit Wasserstoff betrieben - Alliander](#)

## 7.5.3 H100 Fife Schottland

Im Fokus des H100 Fife Projekts in Schottland steht die häusliche Wärmeversorgung zu dekarbonisieren.<sup>268</sup>

### Eckdaten:

- **Netzbetreiber:** SGN
- **Projektzeitraum:** 05.2023 – ohne Ende geplant
- **Standort:** Fife Schottland
- **Umfang des Projekts:**
  - 8,2 km neue Wasserstoffleitungen
  - 300 häusliche Kunden
  - Wasserstoffversorgung ab Herbst 2025
  - Grüner Wasserstoff aus lokalem Elektrolyseur, mit Windkraft aus Off-shore-Anlagen (7MW) ab 2027
  - Sechs oberirdische Wasserstoff-Tanks
  - Neue Heizgeräte und Kochherde kostenfrei bei Kunden eingebaut

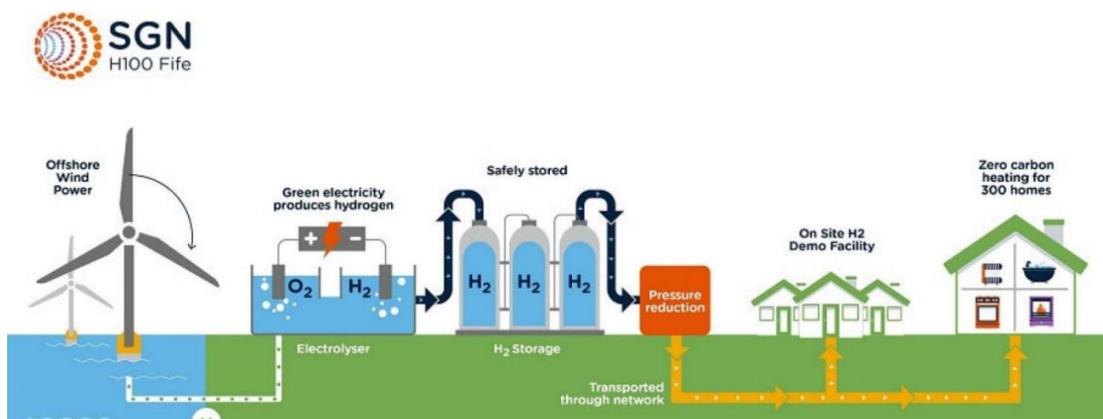


Abbildung 7-10: Schaubild von H100 Fife project.<sup>269</sup>

<sup>268</sup> [About H100 Fife - SGN](#)

<sup>269</sup> [H100 Fife | Fife Council](#)

## 8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der vorliegende technische Leitfaden für H<sub>2</sub>-Netzinfrastrukturen stellt eine umfassende und praxisorientierte Grundlage für die Umstellung bestehender Erdgasnetze auf den Betrieb mit reinem Wasserstoff dar. Er wurde im Rahmen des Projekts PORTAL GREEN II unter Mitwirkung zahlreicher Partner und assoziierter Unternehmen entwickelt und bündelt aktuelle Erkenntnisse aus Forschung, Regelwerksentwicklung und praktischen Umstellungsprojekten.

Im Fokus steht die Unterstützung von Netzbetreibern bei der Planung, dem Bau, der Umstellung und dem Betrieb von Wasserstoffnetzen. Der Leitfaden geht detailliert auf die Eigenschaften von Wasserstoff ein, beschreibt die Unterschiede zu Methan und erläutert die daraus resultierenden Anforderungen an Materialien, Komponenten und Betriebskonzepte. Die Bewertung der H<sub>2</sub>-Tauglichkeit erfolgt systematisch und wird durch die verifHy-Datenbank sowie verschiedene Nachweisverfahren unterstützt.

Besonderes Augenmerk liegt auf der Anpassung bestehender Regelwerke, der Qualifikation von Sachverständigen und der Entwicklung geeigneter Sicherheitsmaßnahmen. Die Umstellungskonzepte werden anhand konkreter Transformationsschritte beschrieben, von der Einspeiseanalyse über die Netzdokumentation bis hin zur praktischen Durchführung durch eine direkte Spülung mit Wasserstoff oder mit Stickstoff. Ergänzt wird der Leitfaden durch Erfahrungsberichte aus realen Projekten, die wertvolle Einblicke in die Umsetzung und Herausforderungen der Wasserstofftransformation liefern.

Abschließend wird betont, dass eine frühzeitige technische und organisatorische Integration von Wasserstoff in die Netzplanung essenziell ist. Schulungskonzepte, etwa von DVGW, OGE und GWI, bereiten Netzbetreiber und Installateure gezielt auf die neuen Anforderungen vor und unterstützen den sicheren und effizienten Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft.

Insgesamt zeigt der Leitfaden, dass die technische Umstellung auf Wasserstoff unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften des Mediums möglich und bereits in der Praxis erfolgreich erprobt ist. Er bietet eine fundierte Orientierung für alle Akteure der Wasserstoffwirtschaft und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Hochlauf einer klimaneutralen Energieversorgung in Deutschland.

## 9 Literaturverzeichnis

Anghilante, R., et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202138: ECLHYPSE - Experimentelle Charakterisierung der Leckraten von Prüflecks mit H<sub>2</sub> und/oder CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-Gasgemischen gegenüber Luft.

Behrens, D. (Hg.) (1986): Wasserstofftechnologie. Perspektiven für Forschung und Entwicklung. Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Chemische Technik und Biotechnologie; Dechema; Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen. Frankfurt am Main: DECHEMA (DECHEMA-Studien zur Forschung und Entwicklung).

Bilsing, A. (2020): DVGW-Forschungsprojekt: G 201726: Bewertung der Absperrverfahren Blasen-setzen und Abquetschen von Gasrohrleitungen bei wasserstoffhaltigem Erdgas.

Böckler, H. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202110: H<sub>2</sub>-Messrichtigkeit Klasse 1 Gaszähler.

Böckler, H. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202111:H<sub>2</sub>-Messrichtigkeit in Niederdrucknetzen bis 2 bar Effektivdruck; Folgeprojekt zu „H<sub>2</sub> Messrichtigkeit“ G 202010.

Burmeister, F. et al.: DVGW-Forschungsprojekt G 202330: HySpeed - Zulässige Strömungsgeschwindigkeiten von Wasserstoff in Gasdruckregelanlagen. Voraussichtliche Veröffentlichung in 2026.

Burmeister, F. et al. (2024): DVGW-Forschungsbericht G 202141: Dichtheitsprüfung von Flanschverbindungen in Anlagen zum Betrieb mit Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Gasen - DiFla-H<sub>2</sub>.

Burmeister, F. et al. (2025): Dichtheitsprüfung von Flanschverbindungen in Anlagen zum Betrieb mit Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Gasen: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 10/2025).

Burmeister, F., et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 201824-D 3.5: Roadmap Gas 2050: Bewertung der H<sub>2</sub>-Verträglichkeit von Gasinstallationen.

DGUV Information 2023-090: Arbeiten an in Betrieb befindlichen Gasleitungen – Handlungshilfe zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung. Ausgabe Juli 2024.

DGUV Information 213-057: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz - Einsatz und Betrieb. Ausgabe Oktober 2023.

DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen. Ausgabe 2022.

DGUV Test Information: EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Nr. 14, 01/2023).

DGUV-FBRCI-030- Fachbereich Aktuell: Erdgas-Wasserstoff-Gemischen in Umgebungsluft (Messbereich bis zur unteren Explosionsgrenze) (2024).

DIN EN 12327: Gasinfrastruktur - Druckprüfung, In- und Außerbetriebnahme - Funktionale Anforderungen; Deutsche Fassung EN. Ausgabe Oktober 2012.

DIN EN 12583: Gasinfrastruktur - Verdichterstationen - Funktionale Anforderungen. Ausgabe April 2025.

Domnick, C. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202225: H<sub>2</sub>-Sicherheit – Gefährdungsbereiche an Leitungen zur Atmosphäre von Gasanlagen.

Dörr, H. et al. (2016): DVGW-Forschungsprojekt G 201205: Untersuchungen zur Einspeisung von Wasserstoff in ein Erdgasnetz – Auswirkungen auf den Betrieb von Gasanwendungstechnologien im Bestand, auf Gas-Plus-Technologien und auf Verbrennungsregelungsstrategien.

Dörr, H. et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202136: Voruntersuchungen zur sensorbasierten Ergänzung des Sicherheitskonzepts für die Gasversorgung mit Wasserstoff H<sub>2</sub>-OdoSen.

DVGW-Arbeitsblatt G 100: Qualifikationsanforderungen an Sachverständige für Energieanlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff. Ausgabe Juni 2021.

DVGW-Arbeitsblatt G 1000: Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Unternehmen für den Betrieb von Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff. Ausgabe Juli 2023.

DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit. Ausgabe September 2021.

DVGW-Arbeitsblatt G 265-1: Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Gasversorgungsnetze; Teil 1: Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung und Inbetriebnahme. Ausgabe Oktober 2024.

DVGW-Arbeitsblatt G 265-3: Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb. Ausgabe Dezember 2022.

DVGW-Arbeitsblatt G 280: Gasodorierung. Ausgabe August 2025.

DVGW-Arbeitsblatt G 452-1: Anbohren und Absperren; Teil 2: Abquetschen von Kunststoffrohrleitungen für Gas mit Drücken bis 5 bar und Außendurchmesser bis 315 mm. Ausgabe August 2020.

DVGW-Arbeitsblatt G 452-2-B1 Entwurf: Anbohren und Absperren; Teil 2: Abquetschen von Kunststoffrohrleitungen für Gas mit Drücken bis 5 bar und Außendurchmesser bis 315 mm – Beiblatt 1: Bedienungsanleitung. Ausgabe Juni 2025.

DVGW-Arbeitsblatt G 453: Maßnahmen bei unvollständiger technischer Abnahmedokumentation von Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck größer als 5 bar. Ausgabe November 2022.

DVGW-Arbeitsblatt G 454: Maßnahmen zur Vervollständigung der technischen Abnahmedokumentation von Gas-Druckregel- und Messanlagen. Ausgabe August 2020.

DVGW-Arbeitsblatt G 459-1: Gas-Netzanschlüsse für maximale Betriebsdrücke bis einschließlich 5 bar. Ausgabe Oktober 2010.

DVGW-Arbeitsblatt G 462: Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung. Ausgabe März 2020.

DVGW-Arbeitsblatt G 463: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Planung und Errichtung. Ausgabe Oktober 2021.

DVGW-Arbeitsblatt G 465-1: Überprüfung von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar. Ausgabe Mai 2019.

DVGW-Arbeitsblatt G 465-2: Gasleitungen für einen Auslegungsdruck bis einschließlich 16 bar; Instandsetzung; In- und Außerbetriebnahme. Ausgabe Januar 2024.

DVGW-Arbeitsblatt G 466-1: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Betrieb und Instandhaltung. Ausgabe Dezember 2021.

DVGW-Arbeitsblatt G 469: Druckprüfverfahren Gastransport/Gasverteilung. Ausgabe Juli 2019.

DVGW-Arbeitsblatt G 472: Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung. Ausgabe März 2020.

DVGW-Arbeitsblatt G 482 Entwurf: Messtechnische Mindestanforderungen an Netzanschlüsse, GDRM-Anlagen und Einspeiseanlagen an Wasserstoffnetzen. Ausgabe August 2025.

DVGW-Arbeitsblatt G 491: Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke bis einschließlich 100 bar. Ausgabe Juli 2022.

DVGW-Arbeitsblatt G 492: Gas-Messanlagen für einen Betriebsdruck bis einschließlich 100 bar. Ausgabe Juni 2021.

DVGW-Arbeitsblatt G 495: Gasanlagen – Betrieb und Instandhaltung. Ausgabe November 2015.

DVGW-Arbeitsblatt G 497: Verdichterstationen. Auflage Oktober 2025.

DVGW-Arbeitsblatt G 685-3: Gasabrechnung - Volumen im Normzustand. Ausgabe August 2020.

DVGW-Arbeitsblatt G 685-8: Gasabrechnung – Abrechnung von Wasserstoff der 5. Gasfamilie nach DVGW G 260 (A). Ausgabe November 2024.

DVGW-Arbeitsblatt G685-6: Gasabrechnung – Kompressibilitätszahl (K-Zahl): Ausgabe August 2024.

DVGW-Arbeitsblatt GW 120: Netzdokumentation in Versorgungsunternehmen. Ausgabe Dezember 2021.

DVGW-Arbeitsblatt GW-24: Kathodischer Korrosionsschutz in Verbindung mit explosionsgefährdeten Bereichen, textgleich mit der AfK-Empfehlung Nr. 5. Ausgabe Februar 2014.

DVGW-Gas-Information Nr. 15: Leitfaden für die Erstellung der Dokumentation von Gas-Druckregel- und Messanlagen. Ausgabe Januar 2001.

DVGW-Gasinformation Nr. 32: Handlungsempfehlung für die Verwendung von Gaszählern und Mengenumwertern für die Mengenbestimmung von reinem Wasserstoff. Ausgabe April 2025.

DVGW-Gasinformation Nr. 33: Handlungsempfehlung für die Verwendung von Gasbeschaffenheitsmessgeräten von reinem Wasserstoff. Ausgabe August 2025.

DVGW-Information GAS Nr. 29: Erläuterungen zum Begriff „H<sub>2</sub>-ready“ für Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk. Ausgabe Januar 2023.

DVGW-Markblatt G 400: Gastransport und Gasverteilung - Begriffe und Definitionen. Ausgabe Januar 2021.

DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff. Ausgabe Dezember 2021.

DVGW-Merkblatt G 405: Umstellung von Bestandsarmaturen auf Wasserstoff. Ausgabe Juli 2024.

DVGW-Merkblatt G 406: Anforderungen an neue Gasarmaturen in H<sub>2</sub>-Anwendungen für Gastransport, Gasverteilung und Gasinstallation. Ausgabe Januar 2023.

DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff. Ausgabe August 2022.

DVGW-Merkblatt G 408: Umstellung von Gasleitungen aus Kunststoffrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff. Ausgabe August 2022.

DVGW-Merkblatt G 409: Umstellung von Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff. Ausgabe Juli 2024.

DVGW-Merkblatt G 440: Explosionsschutzdokument für Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff. Ausgabe April 2022.

DVGW-Merkblatt G 442: Explosionsgefährdete Bereiche an Ausblaseöffnungen von Leitungen zur Atmosphäre an Gasanlagen. Ausgabe Juli 2025.

DVGW-Merkblatt G 450: Betriebsmolchung von Gasleitungen. Ausgabe September 2019.

DVGW-Merkblatt G 464: Bruchmechanisches Bewertungskonzept für Gasleitungen aus Stahl mit einem Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff. Ausgabe März 2023.

DVGW-Merkblatt G 494: Schallschutzmaßnahmen an Geräten und Anlagen zur Gas-Druckregelung und Gasmessung; konsolidierte Fassung aus G 494:2018-02 und 1. Beiblatt G 494-1:2020-12. Ausgabe Dezember 2012.

DVGW-Merkblatt G 655: Leitfaden H<sub>2</sub>-Ready Gasanwendungen. Ausgabe Januar 2025.

DVGW-Prüfgrundlage G 5620-1: Blasensetzgeräte für maximale Betriebsdrücke bis 1 bar für die Gasverteilung. Ausgabe April 2018.

DVGW-Regelwerk G 265-2: Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Gasnetze - Teil 2: Fermentativ erzeugte Gase - Betrieb und Instandhaltung. Ausgabe August 2021.

DVGW-Rundschreiben G 5/24: Arbeitshilfen der Länder zum Vollzug der Verordnung über Gashochdruckleitungen (Gashochdruckleitungsverordnung - GasHDrLtgV).

Egbert, G. et al. (2019): Verdichterstationen als Antrieb der Gasversorgungsnetze: Technische Sicherheit, Versorgungssicherheit und Umweltschutz im DVGW-Regelwerk: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 8/2019).

Erler, F., et al. (2024): DVGW-Forschungsprojekt G 202021: F&E als Grundlage für den Einsatz von Wasserstoff in der Gasversorgung und der Umsetzung in Prüfgrundlagen - F&E für H<sub>2</sub>.

FBETEM-007: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen. Ausgabe Juni 2023.

Gasfachliche Norm DIN 30652-1: Gasströmungswächter – Teil 1: Gasströmungswächter für die Gasinstallation. Ausgabe Juni 2021.

Gasfachliche Norm DIN 30690-1: Bauteile in Anlagen der Gasversorgung – Teil 1: Anforderungen an Bauteile in Gasversorgungsanlagen. Ausgabe Mai 2019.

Gasfachliche Norm DIN 3069-1: Bauteile in Anlagen der Gasversorgung – Teil 1: Anforderungen an Bauteile in Gasversorgungsanlagen. Ausgabe Mai 2019.

Gasfachliche Norm DIN 3389-2: Einbaufertiges Isolierstück – Teil 2: Isolierkupplungen für Gasverteilung und Gastransport – Anforderungen und Prüfungen. Ausgabe Februar 2021.

Gasfachliche Norm DIN EN 1359: Gaszähler – Balgengaszähler. Ausgabe November 2017.

Gasfachliche Norm DIN EN 17649: Gasinfrastruktur – Sicherheitsmanagementsystem und Rohrleitungsintegritätsmanagementsystem – Funktionale Anforderungen. Ausgabe April 2023.

Gasleitungen - Maßnahmen bei Umstellung auf eine andere Gasart: TGL 190-356/09, 1983.

Geschäftsstelle des Wasserstoff-Leitprojekts TransHyDE (2022): Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE: Speicher und Transportlösungen für grünen Wasserstoff: WVGW (Energie | Wasser-Praxis konkret, S. 15-17).

Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG). Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 51) geändert worden ist.

Glandien, J. et al. (2023): Entwicklung von Wasserstoff-Netzinfrastrukturen in Deutschland bis 2030. Teilprojekt 1 - Portal Green II. Online verfügbar unter <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/portalgreen2-bericht-tp1.pdf>, zuletzt geprüft am 20.10.2025.

Hüttenrauch, J. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202312: H<sub>2</sub>-Umstellmanagement für Gasverteilnetze.

Janssen, M. et al. (2024): Interviewbasierte Analyse aktueller Entwicklungen zur Wasserstoffqualität. Online verfügbar unter <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/g202318-h2studiell-abschlussbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 21.10.2025.

Kramer, R. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 202010: Untersuchung des Verhaltens von Haushaltsgaszählern im Verbund mit Hausdruckregelgeräten bei Nutzung von H<sub>2</sub>-beaufschlagten Gasen.

Kröger, K. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 202022: Analyse zum Verhalten des Gasaustritts bei erdverlegten Leitungen mit wasserstoffhaltigen und wasserstofffreien Gasen unter Berücksichtigung der G 465-1 – H<sub>2</sub>-BoMess.

Lendt, B.; Cerbe, G. (2016): Grundlagen der Gastechnik: Gasbeschaffung – Gasverteilung – Gasverwendung. 8. Auflage: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.

Lubenau, U. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 202140: Wasserstoffqualität in einem gesamtdeutschen Netz (H<sub>2</sub>-Qualität/H<sub>2</sub>-Rein).

Marewski, U. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202333: BAG464 - Begrenzung des Anwendungsbereiches für bruchmechanische Bewertungen von Gasleitungen nach DVGW G 464.

Marewski, U., Steiner, M. (2023): Stichprobenhafte Überprüfung von Stahlwerkstoffen für Gasleitungen und Anlagen zur Bewertung auf Wasserstofftauglichkeit: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 04/2023).

Mischner, J. (2021): Zur Frage der Strömungsgeschwindigkeiten in Gasleitungen: gwf Gas + Energie (5/2021). Online verfügbar unter [https://gwf-gas.de/wp-content/uploads/2021/05/GE\\_05\\_2021\\_fb\\_Mischner.pdf](https://gwf-gas.de/wp-content/uploads/2021/05/GE_05_2021_fb_Mischner.pdf), zuletzt geprüft am 21.10.2025.

Monse, S. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202109: Untersuchung des Langzeitverhaltens der Oberflächenbeschichtung der Kugelbeschichtungen und Federpakete von Absperrarmaturen unter H<sub>2</sub>-Atmosphäre (KuFeH<sub>2</sub>).

Mothes, R. et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202144: Wasserstoff-Odorierung als Sicherheitselement bei der Versorgung der Allgemeinheit (Phase 1) – H<sub>2</sub>-Odor –.

Nattrodt, P. et al. (2025): DVGW-Forschungsprojekt G 202509: Sichere Annäherung an Wasserstoff-Leckagen (HyLoup).

OIML R 137-1 & 2: Gas meters, INTERNATIONAL ORGANIZATION OF LEGAL METROLOGY. Edition 2012.

ontras Gastransport GmbH (2025): ONTRAS nimmt Transportleitung im Energiepark Bad Lauchstädt in Betrieb – erstes Teilstück des Wasserstoff-Kernnetzes in Ostdeutschland. Online verfügbar unter <https://www.ontras-h2-startnetz.de/de/aktuelles/newsroom/inbetriebnahme-leitung-energiepark-bad-lauchstaedt>, zuletzt geprüft am 20.10.2025.

Podszuweit, D. et al. (2024): DVGW-Forschungsprojekt G 202332: DUWA - Einsatz von Duktillgussystemen (Rohre, Verbinder, Dichtungen) bei Wasserstoff.

Poltrum, M. (2021): DVGW-Forschungsprojekt G 201901: Kompendium Wasserstoff in Gasfernleitungsnetzen H<sub>2</sub>-Kompendium-FNB.

Rockmann, R. et al. (2022): H<sub>2</sub>-UGS: Begleitforschung zur Eignung von Salzkavernen-Untergrundgasspeichern zur geologischen Speicherung von Wasserstoff aus fluktuierenden, regenerativen Quellen. Hg. v. HYPOS. Online verfügbar unter <https://www.h2ugs.de/>, zuletzt aktualisiert am 21.10.2025.

Schrammel, J., Heim, J. (2018): Isolierstücke: Stand der Technik (Forum Gas Wasser Wärme - Sonderdruck, 3/2018).

Schröder, V. et al. (2016): Sicherheitstechnische Eigenschaften von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben 2539: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Schulz, S., Nürnberg, T. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202139: Leckratenerfassung der Wasserstoffdichtheit von Armaturen und Abdichtsystem von Bestandsarmaturen (LeA H<sub>2</sub> + UWaSpin H<sub>2</sub>).

Schwigon, A., Steiner, M. (2023): Errichtung, Umstellung und Betrieb von Gasleitungen aus Stahl für Wasserstoff: von der Werkstoffprüfung bis zur Genehmigung: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 12/2023).

Skrzypczak, V. et al. (2024): DVGW-Forschungsprojekt G 202108-G202311: Untersuchungen der Wasserstoffverträglichkeit von Bestandsarmaturen (UKoBaRi H<sub>2</sub>) Untersuchung von Schweißnähten an Bestandsarmaturen unter Wasserstoffatmosphäre (UKoBaRiS H<sub>2</sub>).

Steiner, K. et al. (2020): Wasserstoffspezifische Abnahmen von Gas-Druckregelanlagen durch Sachverständige - – die Umsetzung des DVGW-Arbeitsblattes G 491, Anhang O: WVGW (Energie | Wasser-Praxis, 4/2020).

Steiner, M., et al. (2023): DVGW-Forschungsprojekt G 202006: SyWeSt H2 - Stichprobenhafte Überprüfung von Stahlwerkstoffen für Gasleitungen und Anlagen zur Bewertung auf Wasserstofftauglichkeit.

Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1201-1: Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen. Ausgabe März 2019: BAuA.

Technische Richtlinien. Messgeräte für Gas. G 19 „Wasserstoff im Gasnetz“, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Ausgabe Februar 2023.

TRGS 727 -Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Ausgabe Januar 2016.

Woudenberg, S. (2022): HyDelta - WP1B – Gasstations - D1B.1 – Operation of gas stations with spring loaded regulators with hydrogen. Online verfügbar unter <https://zenodo.org/records/6469611>, zuletzt geprüft am 03.11.2025.

Wupperfeld, M. et al. (2022): DVGW-Forschungsprojekt G 201824 D 2.4: Roadmap Gas 2050: Anpassungsbedarf für die Gasnetze hinsichtlich Struktur und Betrieb.