

Erläuterung des Begriffs „H₂-ready“ für die Gasinfrastruktur und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk

In Deutschland waren im Jahr 2021 mehr als 590.000 km Rohrleitungen zur Versorgung der Allgemeinheit mit Gas bei der Bundesnetzagentur registriert [1]. Dieses im Folgenden unter dem Begriff „Gasinfrastruktur“ zusammengefasste Rohrleitungssystem umfasst ca. **42.000 km Gastransportleitungen, 420.000 km Gasverteilnetze und 130.000 Netzanschlussleitungen**. Errichtung und Betrieb dieser Infrastruktur erfolgen auf Grundlage des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) und der zugehörigen Verordnungen nach dem DVGW-Regelwerk. Sie wird betrieben von **16 Fernleitungs- und mehr als 700 Verteilnetzbetreibern**, die ca. 1.800.000 Industrie- und Gewerbebetriebe und ca. 9 Mio. Wohngebäude überwiegend aus dem Verteilnetz mit Gas im Sinne des EnWG versorgen.

von: Andreas Schrader (DVGW e. V.)

Gemäß dem Klimaschutzgesetz soll bis zum Jahr 2045 in Deutschland eine Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden. Der entsprechend erforderliche Transformationsprozess der Gasinfrastruktur zielt darauf ab, im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben einen Treibhausgasneutralen Betrieb, überwiegend mit dem Energieträger Wasserstoff, gewährleisten zu können. Auf dem Weg dorthin kann eine Beimischung von Wasserstoff zum Erdgas den Hochlauf einer Wasserstoffinfrastruktur auf der Erzeugungsseite unterstützen und gleichzeitig die Freisetzung von CO₂ reduzieren, ohne dass grundlegende Änderungen an den Gasanwendungen und der Gasinfrastruktur vorgenommen werden müssen.

Der DVGW unterstützt im Rahmen seiner gemeinnützigen Vereinsaufgaben den sicheren Einsatz des Zukunftenergieträgers Wasserstoff in allen Verbrauchssektoren und bildet auf Basis seiner vielfältigen Aktivitäten das Fundament des beschriebenen Transformationsprozesses.

Voraussetzungen für die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Wasserstoff

Für die Einsatzfähigkeit der Gasversorgungsnetze und der Anwendungstechnologien für den Betrieb mit Wasserstoff sind zahlreiche Voraussetzungen zu erfüllen. Einige Voraussetzungen betreffen die technischen Infrastrukturen selbst. Die diesbezüglichen Anforderungen sind im DVGW-Regelwerk festgelegt. Die für Erdgas betriebsbewährten technischen Systeme müssen in Bezug auf die Einsatzbereitschaft für Wasserstoff neu bewertet werden, wo diese nicht von vornherein auf den Betrieb mit Wasserstoff ausgelegt sind, also im Bestand. Hierbei sind die spezifischen Unterschiede zwischen

Wasserstoff und Erdgas und ihr Einfluss auf den Betrieb und die technische Sicherheit der Infrastrukturen und Anwendungen zu betrachten.

Die technische Sicherheit und Funktionsfähigkeit der technischen Einrichtungen allein ermöglichen jedoch noch nicht den Betrieb mit Wasserstoff. Es kommen weitere praktische, rechtliche und wirtschaftliche Anforderungen hinzu, wie z. B. die Anwendbarkeit bei den angeschlossenen Verbrauchern, genehmigungsrechtliche Fragen, die Verfügbarkeit von Treibhausgasneutralem Wasserstoff und ein Geschäftsmodell für die beteiligten Akteure, um nur einige beispielhaft zu nennen.

Modell zur strukturierten Darstellung des Begriffs „H₂-ready“

Zur Bewertung der Anforderungen und zur Darstellung der Zielerreichung wird oft der Begriff „H₂-ready“ genutzt. Der Begriff selbst ist schnell definiert:

H₂-ready: für den Betrieb mit bzw. die Anwendung von Wasserstoff vorbereitet

Für die Gasinfrastruktur und die Gasanwendungen sind ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich, die erst zum Zeitpunkt der Umstellung auf Wasserstoff umgesetzt werden können, z. B. Einsatz neuer Verdichtereinheiten im Gastransport, Austausch von Gasmessgeräten in Gasmessanlagen. Diese Einrichtungen müssen betriebsbereit zur Verfügung stehen, wenn die entsprechende Infrastruktur als H₂-ready bezeichnet wird.

Gasgeräte und Gasanwendungen gelten als H₂-ready, wenn sie am Aufstellort auf Wasserstoff umrüstbar sind oder als

Gasgeräte für Wasserstoff in Verkehr gebracht wurden. Wird der Begriff verwendet, um die Voraussetzungen für die Beimischung einer bestimmten Menge an Wasserstoff zu beschreiben, sollte dies konkret angegeben werden, z. B. „H₂-ready 20 Vol.-%“.

Der Begriff „H₂-ready“ wird oft auf eine rein technische Betrachtung reduziert. Bereits auf der technischen Ebene sind jedoch, abhängig vom betrachteten Gegenstand, unterschiedliche technische und rechtliche Bewertungsgrundlagen zu berücksichtigen. Um eine Infrastruktur für Wasserstoff, einschließlich der angeschlossenen Anwendungen, im Sinne des EnWG sicher betreiben zu können, müssen darüber hinaus weitere organisatorische, rechtliche und wirtschaftliche Voraussetzungen gegeben sein.

Vor dem Hintergrund der vielfältigen Voraussetzungen, die zu erfüllen sind, damit Gasinfrastrukturen und Gasanwendungen als H₂-ready bezeichnet werden können, schlägt der DVGW in seiner DVGW-Information GAS Nr. 29 [2] ein Modell zur Anwendung des Begriffs H₂-ready vor.

In **Abbildung 1** sind die einzelnen Ebenen zur Anwendung des Begriffs „H₂-ready“ im Zusammenhang mit der Infrastruktur zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit und der angeschlossenen Anwendungen dargestellt und zu einer ganzheitlichen Bewertung zusammengeführt. Die Unterteilung in die unterschiedlichen Ebenen ermöglicht eine differenzierte

Darstellung der jeweils relevanten Anforderungen, die als Grundlage für die Bewertung heranzuziehen sind. Nur wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, ist die H₂-Readiness umfassend gegeben und ein Betrieb mit Wasserstoff möglich.

Die diesbezüglichen technischen und organisatorischen Anforderungen sowie Anforderungen an die Qualifikation von Personen und Unternehmen sind im DVGW-Regelwerk und den zugehörigen technischen Normen festgelegt.

Werkstoff/Material

Materialien, Werkstoffe und die daraus gefertigten elementaren Bauteile – z. B. Rohre, Formteile – sind einsatzbereit für den Betrieb mit Wasserstoff, wenn sie so gewählt, ausgeführt, betrieben und instand gehalten werden, dass die Anforderungen an die Integrität und Dichtheit über die gesamte Lebensdauer erfüllt sind.

Eine grundsätzliche Eignung des Werkstoffes eines Bauteils für den Einsatz zum Betrieb mit Wasserstoff kann nicht angegeben werden, ohne die konkrete Ausführung des Bauteils und die jeweiligen Betriebsbedingungen, und, bei in Betrieb befindlichen Systemen, den aktuellen Zustand (Integrität) zu kennen.

Für alle typischerweise eingesetzten Stahlwerkstoffe kann unter entsprechenden Bedingungen eine Versprödung des Werkstoffes unter Wasserstoff nachgewiesen werden. Dies führt in Be- ▶

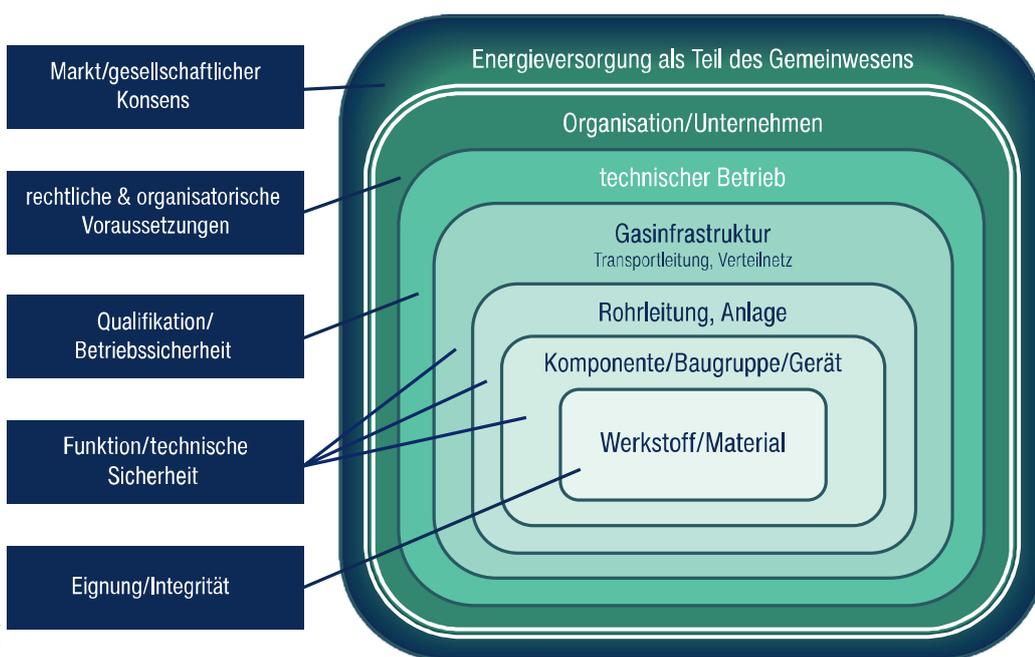


Abb. 1: Ebenen zur Anwendung des Begriffs „H₂-ready“

Quelle: DVGW

zug auf die Festigkeit nicht zu Einschränkungen, kann aber die Wachstumsgeschwindigkeit eventuell vorhandener Risse im Material steigern. Im DVGW-Forschungsprojekt G 202006 „H₂-Tauglichkeit von Stählen“ [3] wurde die Eignung der eingesetzten Stahlwerkstoffe unter den für Gastransportleitungen typischen Betriebsbedingungen nachgewiesen.

Die Anforderungen an die zugrunde liegende bruchmechanische Bewertung von Stahlwerkstoffen wurden in das DVGW-Regelwerk [4] überführt. Die Eignung weiterer Werkstoffe – Kunststoffe, Elastomere – wurde in Forschungsvorhaben untersucht bzw. von den Herstellern nachgewiesen. Die Wasserstofftauglichkeit einzelner Bauteile kann der verifHy-Datenbank [5] des DVGW entnommen werden. Die Datenbank wird durch Informationen der Hersteller ergänzt und kontinuierlich weiterentwickelt.

Komponenten, Baugruppen und Geräte

Komponenten, Baugruppen und Geräte, die als Funktionseinheiten Bestandteil der Rohrleitungen und Anlagen sind, fallen in den Geltungsbereich europäischer Richtlinien und Verordnungen des freien Warenverkehrs.

Komponenten, Geräte und Baugruppen sind einsatzbereit für den Betrieb mit Wasserstoff, wenn sie so gewählt, ausgeführt und eingebaut sind, dass die Anforderungen an die Integrität, Dichtheit und die bestimmungsgemäße Funktion bei Instandhaltung nach den Vorgaben der Hersteller und des jeweils gültigen DVGW-Regelwerks über die gesamte Lebensdauer erfüllt sind und die Konformität mit den relevanten Richtlinien und Verordnungen auch für den jeweiligen Wasserstoffgehalt nachgewiesen und den Anforderungen entsprechend bescheinigt ist.

Komponenten, Baugruppen und Geräte im Bestand wurden in der Regel für den Einsatz mit Erdgas spezifiziert. Die entsprechenden Bescheinigungen der Hersteller gelten für den Einsatz mit Was-

serstoff nur, sofern dies bei der Konformitätsbewertung bereits berücksichtigt und in der Bescheinigung entsprechend dokumentiert ist.

Sofern die Beschaffenheit des Betriebsgases, z. B. durch Erhöhung des Wasserstoffgehaltes, von den in der Herstellerbescheinigung enthaltenen Angaben abweicht, erlischt die Gültigkeit der Bescheinigung und damit auch die Verantwortung des Herstellers im Rahmen der Produkthaftung. Der Betreiber muss für Komponenten, Baugruppen und Geräte in seinem Bestand eine Bewertung durchführen und die Eignung für Wasserstoff feststellen. Dies kann u. a. auf Grundlage verfügbarer Herstellerbescheinigungen erfolgen. Die rechtlichen Anforderungen an die entsprechende Nachweisführung sind dabei einzuhalten.

Rohrleitungen und Anlagen

Eine Rohrleitung oder Anlage ist einsatzbereit für den Betrieb mit Wasserstoff, wenn sie so ausgeführt ist, dass die Anforderungen an die Integrität, Dichtheit und die bestimmungsgemäße Funktion unter Berücksichtigung der entsprechenden Anforderungen für Betrieb und Instandhaltung über die gesamte Lebensdauer erfüllt sind und die relevanten Prüfbescheinigungen für den Betrieb mit dem jeweiligen Wasserstoffgehalt vorliegen.

Die Eignung des Systems einer Transport- bzw. Verteilung, einer dem Betrieb dienenden Anlage oder einer häuslichen oder industriellen Leitungsanlage des Kunden für den Betrieb mit Wasserstoff umfasst neben den Anforderungen an die technische Sicherheit insbesondere die bestimmungsgemäße Funktion und ggf. Auswirkungen auf die Umwelt, z. B. Schallemissionen, unter den festgelegten Betriebsbedingungen.

Die Bewertung erfolgt auf Grundlage des entsprechenden DVGW-Regelwerks, das die funktionalen Anforderungen an das jeweils zu betrachtende System, z. B. Gasverteilung, Transportleitung, Gas-Druckregelanlage, festlegt, ggf. unter Berücksichtigung der zusätzlichen

Anforderungen des DVGW-Merkblattes G 221 [6]. Darüber hinaus sind hinsichtlich der Explosionsicherheit die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung und der Betriebssicherheitsverordnung und des zugehörigen technischen Regelwerks zu beachten. Für häusliche oder industrielle Leitungsanlagen des Kunden sind die entsprechenden Anforderungen dem DVGW-Merkblatt G 655 [7] zu entnehmen.

Entsprechend den Vorgaben des zugrunde liegenden DVGW-Regelwerks kann eine Umstellung auf den Betrieb mit Wasserstoff eine wesentliche Änderung und im Sinne der BetrSichV eine prüfpflichtige Änderung sein. In diesem Fall sind zur Nachweisführung die entsprechenden Prüfungen durch Sachverständige [8], Sachkundige oder zur Prüfung befähigte Personen durchzuführen und zu bescheinigen.

Für die Errichtung, die Umstellung und den Betrieb von Gasleitungen aus Stahl für Wasserstoff ist in [9] eine detaillierte Übersicht von der Werkstoffprüfung bis zur Genehmigung angegeben.

Für eichpflichtige Gasmessanlagen und die darin enthaltenen Messsysteme sind die Anforderungen des Mess- und Eichgesetzes einzuhalten. Die metrologischen Anforderungen für wasserstoffhaltige Gase oder Wasserstoff sind in der Technischen Richtlinie der Physikalisch Technischen Bundesanstalt TR-G 19 [10] beschrieben. Prüfungen zur Wasserstofftauglichkeit können von entsprechend qualifizierten Sachverständigen und DVGW-Sachkundigen durchgeführt und bescheinigt werden.

Gasinfrastruktur

Auf dieser Ebene werden Gasinfrastrukturen – Transportleitungen, Verteilnetze – als Gesamtsystem, einschließlich ihrer Schnittstellen zu den verbundenen Systemen, betrachtet. Eine Transportleitung bzw. ein Verteilnetz ist für eine Umstellung auf den Betrieb mit Wasserstoff vorbereitet, wenn neben Leitungen und Anlagen des Netzes auch die Anlagen und Einrichtungen der verbundenen Netze und der angeschlossenen An-

schlussnutzer auf eine Umstellung vorbereitet sind bzw., sofern diese Voraussetzungen nicht vorliegen, vom Netz getrennt werden können.

Der Netzbetreiber benötigt hierzu die genaue Kenntnis über alle Ein- und Ausspeisepunkte seines Netzes sowie eine entsprechende Planung für die Umstellung. Zum Zeitpunkt der Umstellung müssen alle nach rechtlichen Vorgaben bzw. DVGW-Regelwerk erforderlichen Prüfbescheinigungen vorliegen.

Für die Gasverteilnetze wird die entsprechende Transformationsplanung im Rahmen der Erstellung des Gasnetzgebietstransformationsplans (GTP) [11] durch die teilnehmenden Netzbetreiber der Initiative H2vorOrt durchgeführt. Die Fernleitungsnetzbetreiber haben entsprechend den Vorgaben des EnWG ihre Planung für die Wasserstoffnetze bei der Bundesnetzagentur eingereicht.

Betriebssicherheit, Arbeitsschutz

Diese Ebene der H₂-Readiness umfasst die Organisation und Ausstattung des technischen Betriebs für die Errichtung, den Betrieb und die Instandhaltung. Hierzu gehören die

- Qualifikation der Fachkräfte und der eingesetzten Dienstleister,

- Anpassung der technischen Prozesse, einschließlich der Betriebs- und Instandhaltungsstrategien, unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes,
- Anpassung der Ausrüstung und Betriebsmittel,
- Anpassung der Gefährdungsbeurteilungen und der festgelegten Schutzmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten und entsprechende Unterweisung der Mitarbeitenden,
- Organisationssicherheit – Technisches Sicherheitsmanagement (TSM).

Die Bewertung, dass die betriebliche Organisation H₂-ready ist, muss von den Unternehmen, d. h. den Gasnetzbetreibern und den Dienstleistungsunternehmen, erbracht werden.

Die entsprechenden Anforderungen sind von Betreibern gewerblicher und industrieller Leitungsanlagen und Gasanwendungen sowie Vertragsinstallationsunternehmen sinngemäß umzusetzen.

Die betriebliche Organisation ist einsatzbereit für den Betrieb mit Wasserstoff, wenn die Arbeitsprozesse für Betrieb und Instandhaltung angepasst und dokumentiert, die betriebliche Ausstattung für das neue Betriebsmedium beschafft und alle Mitarbeiter, einschließlich Dienstleister und externer Einsatzkräfte (z. B. Feuerwehr, ...) für das neue Betriebsmedium qualifiziert und unterwiesen wurden.

Weitere organisatorische und rechtliche Voraussetzungen

Neben den vorgenannten technischen Voraussetzungen müssen für die H₂-Readiness des Unternehmens auch organisatorische und rechtliche Voraussetzungen erfüllt sein. Hierzu gehören unter anderem:

- Netzentwicklungsplanung im Sinne des EnWG,
- Anzeigeverfahren, Betriebsgenehmigungen, Wegerechte,
- Ein- und Ausspeiseverträge mit angepasster Gasbeschaffenheit,
- Verträge über zu transportierende Liefermengen,
- Einhaltung der Vorschriften zur Regulierung von Wasserstoffnetzen,
- Darstellung der Organisationssicherheit im Sinne eines Technischen Sicherheitsmanagements.

Im Juli 2021 wurden die Wasserstoffnetze zusätzlich zu den Gasversorgungsnetzen in das EnWG aufgenommen. Ziel der Änderung des EnWG war es, die Errichtung und den Betrieb von neuen Wasserstoffnetzen zur Versorgung der Allgemeinheit und die Umstellung von Gasversorgungsleitungen auf Wasserstoff im Rechtsrahmen des EnWG zu ermöglichen, die Wasserstoffnetze aber regulatorisch getrennt von den Gasversorgungsnetzen zu behandeln. ▶

Fahrzeuggestützte Überprüfung erdverlegter Gasleitungen

mit dem **LaserGasPatroller LGP 800**



In der Initiative H2vorOrt werden auch die vorgenannten Anforderungen im Rahmen der Erstellung der Gasnetzgebietstransformationsplanung behandelt. Vom FNB GAS, dem Zusammenschluss der überregionalen Gastransportunternehmen in Deutschland, wurde ein Bericht zum Ausbaustand des H₂-Netzes und zur Entwicklung einer zukünftigen H₂-Netzplanung [12] veröffentlicht. Mit Anpassung des europäischen Rechtsrahmens werden ggf. auch die nationalen Regelungen angepasst.

DVGW-Regelwerk

Mit Aufnahme der Wasserstoffnetze zur leitungsgebundenen Energieversorgung der Allgemeinheit in das Energiewirtschaftsgesetz im Juli 2021 gilt die in § 49 Abs. 2 EnWG enthaltene Vermutungsregelung bezüglich der Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zugunsten des DVGW-Regelwerks auch für Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Wasserstoff.

Bereits heute wird für die Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen auf Grundlage des DVGW-Regelwerks ein sicherer Betrieb mit dem Gefahrstoff Erdgas gewährleistet. Wird ein Erdgasnetz in ein Wasserstoffnetz überführt, kann die gleiche Sicherheit gewährleistet werden, wenn – unberührt weiterer gesetzlicher Vorgaben – das für Wasserstoff anwendbare DVGW-Regelwerk berücksichtigt wird.

Mit der Ausgabe 2021 des DVGW-Arbeitsblattes G 260 [13] liegen mit der Neufestlegung der 2. und 5. Gasfamilie die Bezugsgrößen für die Bewertung der Eignung von Infrastruktur und Anwendung für Wasserstoff und wasserstoffhaltige methanreiche Gase fest.

Die Veröffentlichung der H₂-Leitfäden DVGW-Merkblatt G 221 für die Gasinfrastruktur und DVGW-Merkblatt G 655 für die Gasanwendung erweitert den Anwendungsbereich des noch nicht angepassten DVGW-Regelwerks auf die 2. und 5. Gasfamilie nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 und sichert somit den Einsatz von bis zu 100 Prozent Wasserstoff für entsprechende Anlagen, Leitungen und Geräte nach DVGW-Regelwerk ab.

Im Rahmen seiner Innovationsinitiative Wasserstoff passt der DVGW sein Regelwerk Gas, einschließlich der zugehörigen DIN-Normen, soweit sich die Anforderungen auf die Beschaffenheit des Betriebsmediums beziehen, für die Anwendung mit Wasserstoff an. DVGW-Regelwerksdokumente werden mit „H₂-ready“ gekennzeichnet,

wenn sie für Gase der 2. und/oder 5. Gasfamilie anwendbar sind. Eine aktuelle Übersicht ist auf der DVGW-Homepage unter www.h2-dvgw.de verfügbar.

Anmerkung des Verfassers

Bei den vorliegenden Ausführungen handelt es sich um einen Auszug aus der DVGW-Information GAS Nr. 29, die weitergehende Erläuterungen zum Sachstand und entsprechende Bezüge zum DVGW-Regelwerk enthält. ■

Literatur

- [1] Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt: Monitoringbericht 2021, Februar 2022.
- [2] DVGW-Information GAS Nr. 29: Erläuterungen zum Begriff „H₂-ready“ für Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk, Januar 2023.
- [3] DVGW-Projekt SyWeSt H2: Stichprobenhafte Überprüfung von Stahlwerkstoffen für Gasleitungen und Anlagen zur Bewertung auf Wasserstofftauglichkeit, Januar 2023.
- [4] DVGW-Merkblatt G 46: Bruchmechanisches Bewertungskonzept für Gasleitungen aus Stahl mit einem Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff, März 2023.
- [5] verifHy-Datenbank, online unter: www.verifhy.de.
- [6] DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff, Dezember 2022.
- [7] DVGW-Merkblatt G 655: Leitfaden H₂-Readiness Gasanwendungen, September 2021.
- [8] Winkler, M., Schrader, A., Wening, B., Stucht, M.: Die Bedeutung des DVGW-Sachverständigenwesens für die technische Selbstverwaltung der Betreiber von Energienetzen der Gas- und Wasserstoffversorgung, in: DVGW energie | wasser-praxis, Ausgabe 12/2021, S. 102–108.
- [9] Steiner, M., Schwigon, A.: Errichtung, Umstellung und Betrieb von Gasleitungen aus Stahl für Wasserstoff – von der Werkstoffprüfung bis zur Genehmigung, in: DVGW energie | wasser-praxis Ausgabe 12/2023.
- [10] PTB TR-G 19, Messgeräte für Gas: Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz, Februar 2023.
- [11] H2vorOrt: Der Gasnetzgebietstransformationsplan, Ergebnisbericht 2023, online unter: <https://www.h2vorort.de>.
- [12] FNB Gas: Bericht zum aktuellen Ausbaustand des Wasserstoffnetzes und zur Entwicklung einer zukünftigen Netzplanung Wasserstoff, 2022.
- [13] DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit, September 2021.

Der Autor

Andreas Schrader ist Leiter Gasinfrastruktur in der DVGW-Hauptgeschäftsstelle in Bonn.

Kontakt:

Andreas Schrader
Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Str. 1-3
53123 Bonn
Tel.: 0228 9188-982
E-Mail: andreas.schrader@dvgw.de
Internet: www.dvgw.de