

Errichtung, Umstellung und Betrieb von Gasleitungen aus Stahl für Wasserstoff: von der Werkstoffprüfung bis zur Genehmigung

Grundvoraussetzung für den Wasserstoffhochlauf ist, dass **der Energieträger in ausreichendem Maße zur Verfügung** steht – und zwar dort, wo er gebraucht wird. Hierfür ist ein Wasserstoffkernnetz als Bindeglied zwischen Wasserstoffeinspeisern und -verbrauchern erforderlich. Der **Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur** erfolgt nicht nur durch einen Neubau, sondern insbesondere auch durch die Umstellung bereits bestehender Gasinfrastrukturen [1]. Diese bieten für die Einspeisung, **Verteilung sowie Speicherung von Wasserstoff ein großes Potenzial**. Dabei kann Wasserstoff entweder in Reinform transportiert oder dem Erdgasstrom zugemischt werden.

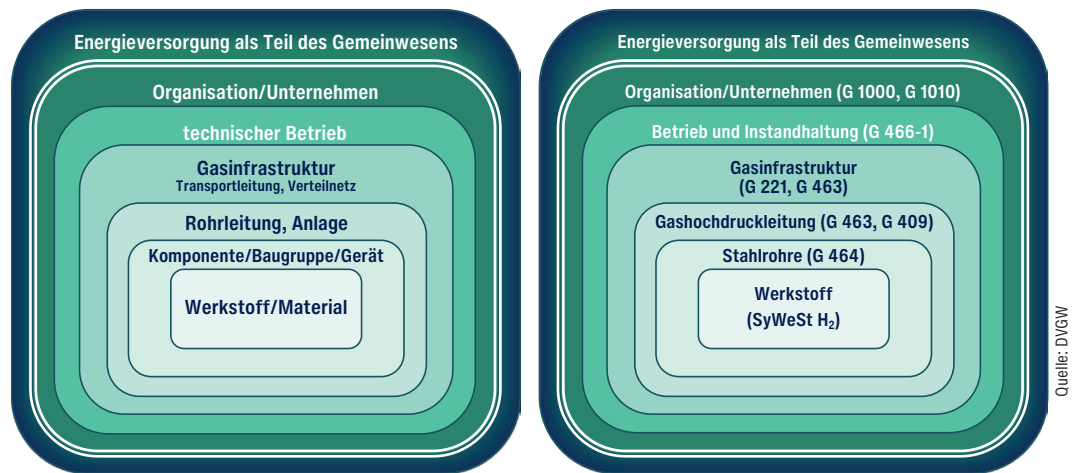
von: Agnes Schwigon (DVGW e. V.) & Dr. Michael Steiner (Open Grid Europe GmbH)



Gasinfrastrukturen aus der Vogelperspektive: Bestehende Gasleitungen spielen zukünftig für die Einspeisung, Verteilung und Speicherung von Wasserstoff eine große Rolle.

Quelle: kalyakan/stock.adobe.com

Abb. 1: Ebenen zur Anwendung des Begriffs „H₂-ready“: allgemeine Darstellung nach [3] (links), Darstellung für Gashochdruckleitungen (rechts)



Den Startschuss für eine rechtliche Grundlage bietet die Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) (Juli 2021) mit der Ergänzung von Wasserstoff zugunsten des DVGW-Regelwerks für Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und

Abgabe von Wasserstoff [2]. Somit gilt die Vermutungsregelung bezüglich der Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik für Wasserstoffnetze zur leitungsgebundenen Energieversorgung der Allgemeinheit. Mit dem auf Wasserstoffanwendungen aktualisierten DVGW-Regelwerk können nun Gasleitungen für Verteilung und Transport von Wasserstoff errichtet, umgestellt und betrieben werden. Abhängig vom betrachteten Gegenstand, sind hierzu unterschiedliche technische und rechtliche Bewertungsgrundlagen zu berücksichtigen. Um eine Infrastruktur für Wasserstoff im Sinne des EnWG sicher betreiben zu können, müssen darüber hinaus weitere organisatorische, rechtliche und wirtschaftliche Voraussetzungen gegeben sein. Für Gasleitungen für die Verteilung und den Transport von Wasserstoff wird nachfolgend ein Überblick gegeben.

Bewertung von Gasleitungen für Wasserstoffanwendungen

Die Bewertungskriterien für neu zu errichtende oder umzustellende Gasleitungen werden in diversen DVGW-Regelwerken vorgegeben. Mit dem in der **Abbildung 1** (links) dargestellten Schalenmodell nach der DVGW-Information GAS Nr. 29 [3] lassen sich die unterschiedlichen Ebenen der Bewertung gut verdeutlichen. Hier werden die einzelnen Ebenen zur Anwendung des Begriffs „H₂-ready“ von der Bewertung des Werkstoffs über die Stahlrohre, die Gashochdruckleitung bis zu Vorgaben für den technischen Betrieb zu einer ganzheit-

lichen Bewertung zusammengeführt. Die Unterteilung in die unterschiedlichen Ebenen ermöglicht eine differenzierte Darstellung der jeweils relevanten Anforderungen, die als Grundlage für die jeweilige Bewertung heranzuziehen sind. Die Grundlage hierfür bilden die im DVGW-Merkblatt G 221 [4] beschriebenen Anforderungen. Nur wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, ist die H₂-Readiness umfassend gegeben und ein Betrieb mit Wasserstoff möglich. H₂-ready bedeutet in diesem Zusammenhang, dass eine Gasleitung für den Betrieb mit bzw. die Anwendung von Wasserstoff vorbereitet ist, wobei ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind, die erst zum Zeitpunkt einer Umstellung auf Wasserstoff umgesetzt werden können. Die jeweilige Ebene ist nur dann H₂-ready, wenn die jeweils eingeschlossenen Ebenen ebenfalls als H₂-ready bewertet wurden.

Für eine grundsätzliche Eignung des Werkstoffes eines Bauteils für den Einsatz zum Betrieb mit Wasserstoff sind die konkrete Ausführung des Bauteils, die jeweiligen Betriebsbedingungen und – bei in Betrieb befindlichen Systemen – der aktuelle Zustand (Integrität) zu kennen. Für die Bewertung von Gasleitungen für Wasserstoffanwendungen sind die Vorgaben der Bewertungsebenen in unterschiedlichen DVGW-Regelwerken beschrieben. Diese Regelwerke für die Bewertung von Gasleitungen werden im Folgenden skizziert und sind für Gashochdruckleitungen in **Abbildung 1** (rechts) zusammengefasst. ▶



Basis für die Bewertung der im Bestand vorhandenen Bauteile ist eine aussagekräftige Netz- und Anlagendokumentation des Betreibers. Die Eignung ist vom Betreiber für die jeweilige Anwendung festzustellen und nachzuweisen.

Werkstoff/Material

Werkstoffe, Materialien und die daraus gefertigten elementaren Bauteile (z. B. Rohre und Formteile der inneren Ebene des Modells) sind für den Betrieb mit Wasserstoff dann einsatzbereit, wenn sie so gewählt, ausgeführt, betrieben und instandgehalten werden, dass die Anforderungen an die Integrität und Dichtheit über die gesamte Lebensdauer erfüllt sind. Auch wenn Gasleitungen in der Regel vorwiegend ruhend beansprucht sind und damit nur ein vernachlässigbares Wachstum von Fehlern eintritt, kann beim Betrieb einer Gashochdruckleitung mit dem Medium Wasserstoff ein potenzielles Risswachstum im Vergleich zum Medium Erdgas größer sein. Daher ist die Wasserstofftauglichkeit der Gasleitung für die vorgesehene Betriebszeit nachzuweisen und für Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar im DVGW-Merkblatt G 464 eine bruchmechanische Bewertung gefordert [5]. Bei der bruchmechanischen Bewertung bildet neben dem Sicherheitskonzept das DVGW-Forschungsprojekt G 202006 „H₂-Tauglichkeit von Stählen – SyWeSt H₂“ [6] die Basis. Hier wurden umfangreiche bruchmechanische Werkstoff-Untersuchungen von allen typischen, in Deutschland verwendeten Leitungsstählen unter dem Medium Wasserstoff bis zu 100 bar Prüfdruck durchgeführt. Die Prüfergebnisse zeigen, dass die verwendeten Stähle grundsätzlich für Wasserstoff entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 tauglich sind. Bei der Bewertung typischer Gashochdruckleitungen mit vorwiegend ruhender Beanspruchung nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 464 ergibt sich hier in der Regel eine ausreichend hohe zulässige Betriebsdauer.

Weitere Anforderungen an andere Materialien sowie Bauteile und Komponenten für Gasleitungen zum Transport, Verteilung sowie Einspeisung von Was-

serstoff sind in den DVGW-Arbeitsblättern G 462 [7], G 463 [8], G 265-3 [9] sowie dem DVGW-Merkblatt G 221 [4] gegeben.

Die Wasserstofftauglichkeit einzelner Bauteile kann der verifHy-Datenbank [10] des DVGW entnommen werden, in die u. a. die Inhalte der H₂-Kompendien des DBI aufgenommen werden. Die Datenbank wird durch Erkenntnisse aus Forschung und Wissenschaft als auch durch Informationen der Hersteller ergänzt und kontinuierlich weiterentwickelt.

Rohrleitungen für die Gasinfrastruktur

Die Errichtung der Wasserstoffinfrastruktur mit Gasleitungen aus Stahl erfolgt auf Grundlage des entsprechenden DVGW-Regelwerks, das die funktionalen Anforderungen an das jeweils zu betrachtende System (z. B. Gasleitungen für die Gasverteilung, den Gastransport oder für die Anlage) festlegt. Hierbei sind die DVGW-Arbeitsblätter G 462, G 463 oder G 265-3 sowie das DVGW-Merkblatt G 221 anzuwenden. Darüber hinaus sind hinsichtlich der Explosionsicherheit, insbesondere für die Errichtung und den Betrieb der dem Leitungsbetrieb dienenden Anlagen, die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [11] und der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [12] und des zugehörigen technischen Regelwerks zu beachten.

Qualifikationsanforderungen an Bauunternehmen für Rohrleitungen für Wasserstoff werden im DVGW-Arbeitsblatt GW 301 [13] vorgegeben, für die Errichtung von Wasserstoffanlagen bildet das DVGW-Arbeitsblatt G 493-1 [14] die Grundlage.

Grundvoraussetzung für den Einsatz von Wasserstoff in der bestehenden Gasinfrastruktur ist die technische Eignung des Systems. Hierbei gilt es, insbesondere die durch Wasserstoff möglichen Veränderungen gesondert zu betrachten. Vor allem der Einfluss auf den Rohrleitungswerkstoff erfordert eine präzise Prüfung und Bewertung

und stellt die Grundlage für die Umstellung einer Gasleitung auf den Transport von Wasserstoff dar. Für die Umstellung von Gasleitungen auf Wasserstoff gelten die DVGW-Merkblätter G 407 (Gasverteilung) [15] sowie G 409 (Gastransport) [16]. Entsprechend den Vorgaben des zugrunde liegenden DVGW-Regelwerks kann eine Umstellung auf den Betrieb mit Wasserstoff eine wesentliche Änderung sein. In diesem Fall sind zur Nachweisführung die entsprechenden Prüfungen durch Sachverständige, Sachkundige oder zur Prüfung befähigte Personen durchzuführen und zu bescheinigen.

Als Gesamtsystem von Gasinfrastrukturen aus Transportleitungen und Verteilnetzen sind deren Schnittstellen zu den verbundenen Systemen zu betrachten. So sind Transportleitungen bzw. Verteilnetze 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 Anschlussnutzer auf eine Umstellung vorbereitet sind. 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 [4].

Technischer Betrieb

Die Organisation und Ausstattung des technischen Betriebs für Betrieb und Instandhaltung bei Wasserstoffanwendungen, beinhaltet u. a.

- 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 Beschäf-

tigten und entsprechende Unterweisung der Mitarbeitenden sowie

- Organisationssicherheit — Technisches Sicherheitsmanagement (TSM).

Vorgaben hierfür sind u. a. in den DVGW-Arbeitsblättern G 465-1 [17], G 466-1 [18] sowie dem DVGW-Merkblatt G 221 zu finden.

Die Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Unternehmen für den Betrieb von Leitungen und Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff sind im Rahmen des Technischen Sicherheitsmanagements in den DVGW-Arbeitsblättern G 1000 und G 1010 beschrieben [19, 20].

Die Qualifikationsanforderungen an Sachkundige der Gasinfrastruktur sind in den DVGW-Arbeits- und Merkblättern der Reihe G 102 [21] eingearbeitet und in die Schulungen und Weiterbildungen aufgenommen.

Zusammenfassung

Mit der Neufestlegung der 2. und 5. Gasfamilie im DVGW-Arbeitsblatt G 260 (2021-09) „Gasbeschaffenheit“ sind die Randbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff im DVGW-Regelwerk verankert. Hierfür passt der DVGW sein Regelwerk Gas entsprechend an. DVGW-Regelwerksdokumente werden nunmehr mit „H₂-ready“ gekennzeichnet, wenn sie für Gase der 2. und/oder der 5. Gasfamilie nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 [22] anwendbar sind.

In Anlehnung an die Erläuterungen des Begriffes „H₂-ready“ der DVGW-Information GAS Nr. 29 wurden in diesem

Beitrag die Aspekte für Gasleitungen näher erläutert, um die Komplexität und gleichwohl einen durchführbaren Weg aufzuzeigen.

Im Rahmen von DVGW-Forschungsvorhaben werden laufend weitere Erkenntnisse über die Eignung z. B. von Baugruppen und Produkten für den Betrieb mit Wasserstoff erarbeitet und entsprechend in das Regelwerk eingearbeitet. ■

Literatur

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): Fortschreibung der nationalen Wasserstoffstrategie, Berlin 2023.
- [2] Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG)
- [3] DVGW-Information GAS Nr. 29: Erläuterungen zum Begriff „H₂-ready“ für Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk.
- [4] DVGW-Merkblatt G 221: Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.
- [5] DVGW-Merkblatt G 464: Bruchmechanisches Bewertungskonzept für Gasleitungen aus Stahl mit einem Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff.
- [6] DVGW-Forschungsprojekt G 202006: H₂-Tauglichkeit von Stählen – SyWeSt H₂.
- [7] DVGW-Arbeitsblatt G 462: Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung.
- [8] DVGW-Arbeitsblatt G 463: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Errichtung.
- [9] DVGW-Arbeitsblatt G 265-3: Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze: Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb.
- [10] VerifHy-Datenbank. Online unter www.verifyhy.de, abgerufen am 25. Oktober 2023.
- [11] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV).
- [12] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV).
- [13] DVGW-Arbeitsblatt GW 301: Unternehmen zur Errichtung, Instandsetzung und Einbindung von Rohrleitungen – Anforderungen und Prüfungen.
- [14] DVGW-Arbeitsblatt G 493-1: Qualifikationskriterien für Planer und Hersteller von Gasanlagen.
- [15] DVGW-Merkblatt G 407: Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff.
- [16] DVGW-Merkblatt G 409: Umstellung von Gas-

hochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff.

- [17] DVGW-Arbeitsblatt G 465-1: Überprüfung von Gasrohrnetzen mit einem Betriebsdruck bis 16 bar.
- [18] DVGW-Arbeitsblatt G 466-1: Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Betrieb und Instandhaltung.
- [19] 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.
- [20] DVGW-Arbeitsblatt G 1010: Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation zum Betrieb von Gasanlagen auf Werksgebäude.
- [21] DVGW-Arbeitsblätter G 102: Qualifikationsanforderungen an Sachkundige der Gasinfrastruktur.
- [22] DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit.

Die Autoren

Agnes Schwigon ist Referentin für Gasinfrastrukturen in der DVGW-Hauptgeschäftsstelle in Bonn.

Dr. Michael Steiner ist Leiter des Technischen Komitees für Gastransportleitungen.

Kontakt:

Agnes Schwigon

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V.

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Str. 1-3

53121 Bonn

Tel.: 0228 9188-925

E-Mail: agnes.schwigon@dvgw.de

Internet: www.dvgw.de

Dr. Michael Steiner

Open Grid Europe GmbH

Gladbecker Str. 404

45326 Essen

Tel.: 0201 3642-18290

E-Mail: michael.steiner@oge.net

Internet: www.oge.net