

White

— päper.

Praxisempfehlungen im Gasverteilnetz

Bastian Gillessen (umlaut), Dieter Drews (TÜV Rheinland),
Mario Reibold (TÜV Rheinland), Martin Robinius (umlaut)

Inhalt

| | |
|---|---|
| Ausgangslage | 3 |
| Elektrifizierung und Wasserstoff als Option der Wärmeversorgung | 4 |
| Gasverteilnetze im Detail | 5 |
| Regulatorik und Sicherheit | 8 |

Ausgangslage

Die Energiewende verändert die Gasverteilnetze

Deutschland soll gemäß Klimaschutzgesetz 2021 bereits im Jahr 2045 klimaneutral sein¹. Das bedeutet, dass die Wärmebereitstellung über fossiles Erdgas spätestens in 24 Jahren vollständig eingestellt sein wird und das Geschäftsmodell der Gasnetzbetreiber in heutiger Form entfällt. Zusätzlicher Druck ergibt sich aus den sektoralen Zwischenzielen, nach denen die Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors bis zum Jahr 2030 um 68 % und die des Industriesektors um 58 % gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden sollen. Vor dem Hintergrund von typischen Heizungsnutzungsdauern von über 20 Jahren ist in den nächsten Jahren mit bedeutenden Markteingriffen zur Senkung des fossilen Gasabsatzes zu rechnen, um die Erreichung der gesetzten Ziele zu sichern. Für die 704 Gasverteilnetzbetreiber mit ihren 14,5 Mio. angeschlossenen Letztverbrauchern (davon 12,8 Mio. Haushaltskunden) in Deutschland² bedeutet dies neben einer langfristig unsicheren Zukunft eine schon in naher Zukunft stetig sinkende Gasmenge, auf die die Fixkosten des Netzbetriebs in Form von Netzentgelten umgelegt werden können. Steigen dadurch die Netzentgelte, erhöht sich der Gaspreis, was die Nachfrage zusätzlich senkt und einen sich selbst verstärkenden Effekt nach sich ziehen kann.

¹ Bundes-Klimaschutzgesetz 2021

² BNetzA (2021): Monitoringbericht 2020.

Elektrifizierung und Wasserstoff als Option der Wärmeversorgung

Die Wärmeversorgung der Zukunft wird auf klimaneutralen Heizlösungen basieren. Aktuelle Studien³⁴⁵⁶⁷ gestalten in Ihren Szenarien ein Zukunftsbild der Wärmeversorgung auf Basis von Fern- und Nahwärmenetzen, elektrischen Wärmepumpen, Pellet- und Holzhackschnitzelkesseln sowie auch Wasserstoffbrennwertthermen und Brennstoffzellen. Die Wärmebereitstellung in den Fern- und Nahwärmenetzen soll in der Zukunft auf Großwärmepumpen, auf Biomasse oder auf Wasserstoff basieren. Bei detaillierter Betrachtung der erforderlichen Wasserstoffmenge zur klimaneutralen Beheizung von Gebäuden in Deutschland fällt auf, dass der Bedarf dabei zwischen 0 TWh in eher elektrisch fokussierenden und 180 TWh in Wasserstoff fokussierenden Szenarien deutlich schwankt. Unter dem Strich werden die Wasserstoffbedarfe in den Studien jedoch eher bei direkt an die Transportnetze angeschlossenen Abnehmern, wie Kraftwerken und großen Industriekunden gesehen.

An die Gasverteilnetze sind häufig eher Haushalts- und Gewerbekunden mit geringeren Energiebedarfen angeschlossen, die Gas weniger zur Erzeugung von Prozesswärme hoher Temperatur einsetzen, sondern eher zur Gebäudeheizung. Für diese Kunden gilt es in Zukunft zwischen Wasserstoff und Alternativen abzuwägen. Da ein Großteil der Wärmeleistung von Wärmepumpen aus Umgebungswärme besteht und diese kostenlos zur Verfügung steht, sind Wärmepumpen für viele energetisch effiziente Gebäude aus den letzten Jahren und auch für modernisierte Altbauten regelmäßig eine besonders günstige Option. Damit eine Brennwerttherme mit Wasserstoff wirtschaftlich attraktiv ist, muss der Wasserstoff zu einem sehr günstigen Preis zur Verfügung stehen. Solch ein geringer Preis lässt sich am ehesten dort erreichen, wo wiederum große Mengen Wasserstoff abgenommen werden. Das bedeutet, dass Wasserstoff aus heutiger Sicht insbesondere in Verteilnetzen zur Verfügung steht, wo industrielle und gewerbliche Abnehmer mit größerer Wasserstoffabnahme eine Grundauslastung der Netze sicherstellen.

³ Kopernikus Projekte (2021) – Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität.

⁴ DENA (2021) – dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität (2020)

⁵ Agora Energiewende – Klimaneutrales Deutschland

⁶ Forschungszentrum Jülich (2021/2022) – Neue Ziele auf alten Wegen? Strategien für eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis zum Jahr 2045

⁷ BMWi (2021/2022) – Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland

Gasverteilnetze im Detail

Wasserstoffverträglichkeit Verteilnetz

Viele Gasverteilernetze sind bereits heute für die Beimischung von Wasserstoff gerüstet. Die derzeit üblichen Zumischquoten liegen je nach Kundenstruktur im betrachteten Gasverteilernetz zwischen 1 und 10 Vol-%. Sind Erdgastankstellen am Verteilernetz angeschlossen, beträgt der Grenzwert z.B. 2 Vol-%.

Allerdings weist das DVGW-Regelwerk im Arbeitsblatt G260 ausdrücklich darauf hin, dass aufgrund möglicher Restriktionen in der Gasinfrastruktur bzw. in der Gasqualität die Festlegung eines einheitlichen Grenzwertes für die Zumischung von Wasserstoff derzeit nicht möglich ist.

Aus technischer Perspektive liegt die Wasserstofftoleranz für viele Komponenten der Gasverteilernetze sogar deutlich höher. Die Toleranz von Gasströmungswächtern kann durch technische Anpassungen und Modifikationen von 15 Vol-% auf bis zu 50 Vol-% gesteigert werden.

Für Stahl als Rohrleitungswerkstoff von sowohl Transport- als auch Verteilerleitungen, Odorieranlagen, Armaturen und auch Hausinstallationen ist eine Zumischung von bis zu 10 Vol-% heute bereits gemäß DVGW-Regelwerk möglich. In Abhängigkeit von netzabschnittsspezifischen Untersuchungen zur Wasserstofftauglichkeit sind höhere Zusatzgasbeimischungen technisch machbar. Zum Umfang dieser Tauglichkeitsuntersuchungen gehören immer Materialbewertungen zur H₂-Verträglichkeit vorhandener Komponenten und Bauteile, eine Funktionsbewertung der vorhandenen Ausrüstungen (z. B. die Eignung von Armaturen inkl. Schmiermitteln), eine Zustandsbewertung vorhandener Anlagen und Komponenten sowie eine Prognose bzgl. künftiger Betriebsweisen. Die Erarbeitung des spezifischen Merkblattes G 407 „Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren für die Verteilung von wasserstoffhaltigen, methanreichen Gasen und Wasserstoff bis 16 bar Betriebsdruck“ wird im Januar 2022 aufgenommen.

Sofern dennoch letzte Unsicherheiten bei der Tauglichkeitsbewertung verbleiben, kann eine probabilistische Risikoanalyse diese durch Auswahl passgenauer Schutzmaßnahmen beseitigen.

Für verschiedene Komponenten existiert bisher kaum normativ untersetztes Tauglichkeitswissen, wie z. B. für eingesetzte Dichtungen sowie Steck-, Schraub- und Pressverbindungen. Deren zulässige Wasserstoffzumischung liegt derzeit bei ca. 30 Vol-%. Für höhere Zumischungsraten besteht Forschungs- und Untersuchungsbedarf. Gemäß ersten Erkenntnissen scheint eine Zumischung im Verteilernetz unter Berücksichtigung technischer Anpassungen und Modifikationen von bis zu 70 Vol-% möglich. Insbesondere

PE-Leitungen zeichnen sich durch ihre hohe Wasserstofftoleranz aus.⁸⁹¹⁰¹¹ Der Verband der Kunststoffrohrhersteller¹² hat in einer Stellungnahme hier bereits für die in der Gasbranche überwiegend zum Einsatz kommenden Kunststoffe die grundsätzliche Eignung bestätigt. Jedoch muss für die dort nicht genannten – aber im Gebrauch befindlichen – Kunststoffe zunächst eine entsprechende Tauglichkeitsbewertung erfolgen. Näheres dazu wird in Kürze durch den DVGW in seinem Merkblatt G 408 „Umstellung von Gasleitungen aus Kunststoffrohren für die Verteilung von wasserstoffhaltigen, methanreichen Gasen und Wasserstoff bis 16 bar Betriebsdruck“ veröffentlicht.

Wasserstofftauglichkeit von Endanwendungen

Bei der Wasserstofftauglichkeit ist zum einen zwischen der Materialverträglichkeit und zum anderen der Funktionalität der zu untersuchenden Komponente zu unterscheiden. Sollen bestehende Anlagen weiter genutzt oder umgestellt werden, kommt zusätzlich auch eine Zustandsbewertung hinzu.

Die Wasserstoffverträglichkeit der Endanwendungen beim Letztverbraucher hängt entscheidend vom Einsatzgebiet ab. Wird das Wasserstoff-Gasgemisch z.B. in Kesselfeuerungen zur Wärmeerzeugung in der Papier- oder Lebensmittelindustrie eingesetzt, so ist dies, nach entsprechenden Anpassungsmaßnahmen unkritisch (z. B. Anpassung des tertiären Explosionsschutz und der Flammenüberwachung). Ähnliches gilt für die Wärmebereitstellung der Holzindustrie, der Recyclingbranche, der (Petro-)Chemie, der Pharmabranche und Schutzgase in der Stahlerzeugung. In anderen Industriezweigen sind teils deutlich niedrigere Toleranzen einzuhalten. In der Glasbranche werden üblicherweise 0,1 Vol-% Wasserstoffzumischung als maximal zulässiger Wert betrachtet, da sehr hohe Anforderungen an die Feuerungstechnik bestehen. Eine höhere Zumischung oder gar ein gänzlicher Einsatz von Wasserstoff ist jedoch Gegenstand von Forschungsvorhaben¹³.

Für die stoffliche Nutzung in der chemischen Industrie werden 1 Vol-% als Obergrenze erwartet, da sich die Massen- bzw. Volumenströme der hoch integrierten Anlagen verändern und technische Anpassungen sowie Modifikationen erforderlich werden können. Auch bei Einsatz des Wasserstoff-Gasgemischs in Erdgasfahrzeugen ist eine Obergrenze von ca. 2 Vol-% einzuhalten, da der Wasserstoff im Gas die Fahrzeugtanks versprödet. Durch Anpassungen der Tanks sind hier in der Zukunft auch höhere Toleranzen möglich. Individuelle Betrachtungen sind für den Einsatz von Wasserstoff-Gasgemischen in den Branchen Nichteisenmetalle und bei der Wärmebehandlung von Stahl erforderlich, wo das Produktgefüge mit möglichen Wasserstoffresten wechselwirken könnte. Gleiches gilt für den Einsatz in der Keramik- und Baubranche.

⁸ Deutscher Bundestag (2019); Sachstand, Grenzwerte für Wasserstoff (H₂) in der Erdgasinfrastruktur

⁹ Lubenau U., Dr. Baumann D. (2020); Wasserstoffqualitätsanforderungen; DBI

¹⁰ Bundesnetzagentur (2020); Regulierung von Wasserstoffnetzen

¹¹ DVGW (2013); Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz

¹² Kunststoffrohrverband e.V. (2020); Stellungnahme zur Wasserstoffintegrität von Kunststoffrohren und Formteilen.

¹³ <https://www.bvglas.de/dekarbonisierung/hyglass-wasserstoffeinsatz-in-der-glasindustrie/>

Randbedingungen des Verteilnetzbetriebs

Zentrale Aufgabe des Verteilnetzbetriebs ist die Verteilung von Wasserstoff bzw. von Wasserstoff-Erdgas-Gemischen bis zum Abnehmer bzw. seinen assoziierten Anlagen, wie z. B. Trocknungsanlagen, Schmelzwannen, Großwasserraumkesseln, Brennstoffzellen, Gasmotoren.

Neu ist künftig, dass in Gasverteilnetzen sogenannte „Netzzellen mit Einspeisung erneuerbarer Gase“ vorhanden sein werden. Innerhalb dieser Netzzellen erfolgt die Einspeisung von (erneuerbaren) Zusatzgas. Dieses Zusatzgas wird in den Netzzellen dann vollständig verbraucht da eine Rückspeisung nicht vorgesehen ist. Eine Besonderheit von Netzzellen ist, dass das hier eingespeiste Zusatzgas nicht allen Anforderungen der Gase der jeweiligen Gasfamilie entsprechen muss. Dies setzt verschiedene Bedingungen voraus (siehe DVGW-G 260 Abschnitt 5.5).

Aufgrund des im Vergleich zu Erdgas H niedrigeren WOBBE-Indexes von Wasserstoff ist eine höhere Strömungsgeschwindigkeit erforderlich, um die gleiche Energiemenge pro Zeit der Endanwendung zuzuführen. Eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit wiederum hat Auswirkungen auf die Funktionalität von Armaturen und Sicherheitseinrichtungen, wie z. B. Sicherheitsabsperrentile (SAV). Darüber hinaus sind bei der Wasserstoffnutzung als Brenngas durch höhere Verbrennungstemperaturen auch höhere Luftschadstoffemissionen (z. B. thermische Stickoxide NO_x) zu erwarten.

Hier ist durch den Betreiber zu überprüfen, ob insbesondere die Funktionalität der vorhandenen technischen Komponenten, inkl. dem Ansprechverhalten von Sicherheitseinrichtungen (wie SAV's), weiterhin gegeben ist. Auch Fragen zur eichrechtlich geforderten Gasmesstechnik oder zur veränderten Instandhaltungsstrategie sind zu beantworten. Solche Fragen sind u. a.: Müssen andere Werkzeuge beschafft werden? Wie muss die Gebrauchstauglichkeitsprüfung bei Gasinstallationen künftig angepasst werden? Es ist sicher auch zu erwarten, dass es Abnehmer geben wird, die womöglich keinen Wasserstoff – auch nicht im Gasgemisch – abnehmen wollen. Hier wäre dann auch technisch zu klären, wie man den Wasserstoff aus einem Gasgemisch effektiv abtrennen kann und was mit dem abgetrennten Wasserstoff geschehen kann.

Regulatorik und Sicherheit

Rechtliche Einordnung und anzuwendendes Regelwerk

Für die erforderlichen Transport- und Verteilungsaufgaben der künftigen Wasserstoffwirtschaft stehen in Deutschland die Rohrleitungen der öffentlichen Gasversorgung zur Verfügung. Deren prinzipielle technische Eignung und ökonomische Vorrangstellung ist bereits vielfach untersucht worden. Rechtlich ordnen sich die Pipelines in das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) ein. Verbunden damit ist die Anwendung des DVGW-Regelwerks vom Deutschen Verband des Gas- und Wasserfaches e.V. Der Ferntransport von Wasserstoff in der nicht-öffentlichen Gasversorgung unterliegt darüber hinaus der Rohrfernleitungsverordnung und den damit verbundenen Technischen Regeln für Rohrfernleitungen (TRFL). Für industrielle wasserstoffführende Rohrleitungen – ohne Ferntransportaufgaben – auf dem Werksgelände sind die bestehenden europäisch harmonisierten technischen Regeln der Reihe DIN EN 13480 ff.¹⁴ anwendbar.

Für bestimmte Anlagen sind ferner weitergehende rechtliche Vorgaben einschlägig. So müssen z. B. Elektrolyseure oder auch Methanisierungsanlagen nach dem BImSchG und dessen untergesetzliche Regelungen (z. B. 4. BImSchV) genehmigt werden. Hier ist weiterhin zu beachten, dass gesetzliche Vorgaben aus dem Arbeitsschutz-/Produktsicherheitsrechtsbereich einschlägig sind (ÜAnIG / GefStoffV / BetrSichV).

Die drei Säulen der Regelwerksetzung umfassen neben dem staatlichen Regelwerk (Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS, Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS) sowie berufsgenossenschaftlichen Regelwerk (BG-Vorschriften, BG-Regeln) auch die Regelwerksetzung von einschlägig benannten Verbänden. Im Bereich von Anlagen, die der öffentlichen Energie- und insbesondere der Gasversorgung dienen, sind dies die genannten Regeln des DVGW.

Der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger ist in der Praxis z. T. erprobt und bereits zu einem Anteil von 10 Volumenprozent im Erdgasnetz zulässig. Um die Wasserstoff-Beimischungsgrenze schrittweise zu erhöhen, Gasinfrastrukturen umzustellen oder auch den Neubau von Wasserstoffinfrastrukturen zu ermöglichen, muss das bestehende [Regelwerk](#) der öffentlichen Gasversorgung für den Einsatz von bis zu 100 Prozent Wasserstoff weiterentwickelt werden. Man kann ohne Übertreibung sagen, dass die derzeit durch den DVGW initiierten Arbeiten am eigenen Regelwerk bzgl. dessen „H₂-Readiness“ hochdynamisch sind. Dennoch wird es voraussichtlich nicht gelingen unmittelbar alle relevanten Merk- und Arbeitsblätter zu aktualisieren.

Um dieses Defizit von Anfang an im Griff zu halten und den Verantwortlichen eine Handlungsanleitung für die Praxis zu geben, werden „Leitfäden“ für die Gasinfrastruktur (G221) und auch für Gasanwendungen (G655) erarbeitet bzw. liegen vor. Hier werden u.a. auch dezidiert Hinweise auf die erforderlichen fachlichen Qualifikationen von Mitarbeitern, ausführenden Betrieben und Sachverständigen gegeben. Grundsätzlich sind

¹⁴ – Die Belange des Wasserstoffs sollen in einem neuen Teil 11 einfließen.

fachliche Inhalte dieser DVGW-Merk-/Arbeitsblätter bei gegebenem Analogieschluss auch außerhalb der öffentlichen Gasversorgung anwendbar.

Daneben existiert bereits seit vielen Jahren im Bereich der Industriegase ein wasserstoffspezifisches Regelwerk (EIGA/IGC). Auch bestehende staatliche Regelwerke, wie die Technischen Regeln für Rohrfernleitungsanlagen (TRFL) und anlagenbezogene Technische Regeln für die Betriebssicherheit (TRBS 3151/TRBS 3146) sowie berufsgenossenschaftliche Regeln (M 055/DGUV 113-001 u.a.) enthalten bereits wasserstoffspezifischen Anforderungen.

Bei produktspezifischen Zertifizierungsvorgaben, z. B. für Dichtungen oder Inlinern, existieren derzeit noch signifikante Defizite, d. h. der Hersteller muss hier selbst die Eignung für den gegebenen Einsatzfall erklären.

Pilotversuche am konkreten Verteilnetz

Um herauszufinden, wie sich Wasserstoff oder Wasserstoff-Erdgas-Gemische in der vorhandenen Infrastruktur verhalten, eignen sich besonders Erprobungen in Pilotversuchen mit repräsentativen Anlagen, um eine gute Erkenntnisgrundlage zu liefern. Die Erprobung einer bestehenden Netzkonfiguration („Netzzelle“ i.S. DVGW-G 260 Abschnitt 5.5), also der Leitungen und Gasverbrauchseinrichtungen, führt zu einer differenzierten Beurteilung von Materialien und Kundenlagen und erlaubt damit eine Aussage zur allgemeinen Praxistauglichkeit. Zielsetzung eines solchen Pilotversuches soll sein, herauszufinden, welche Struktur eines Verteilnetzes am besten für welche realistischen Wasserstoff-Beimischungsmengen geeignet ist.

Als Umsetzungsstrategie kann ein fünf phasiges Modell helfen, diese Netze Schritt für Schritt zu analysieren, zu erproben und anschließend zu bewerten. Nach jetzigem Kenntnisstand dauert ein solches Vorhaben ein bis zwei Jahre.

Dabei dient Phase I der Projektinitiierung bzw. der Übernahme bereits vorhandener Daten des bestehenden Gasverteilnetzes. Hierbei wird zunächst ein vorläufiger Projektplan erstellt und eine Erhebung aller Marktlokationen und Messlokationen durchgeführt. Diese werden mit den vorhandenen Daten abgeglichen. Eine Gefährdungsbeurteilung zur Feststellung des Ist-Zustandes des Verteilnetzes und aller Lokationen mit deren Gasverbrauchseinrichtungen wird angefertigt.

Die Phase II sieht Vor-Ort-Termine zur Besichtigung oberirdischer Anlagenteile und Bewertungen der vorgelegten Unterlagen und Nachweise vor. Hierbei findet eine erste Prüfung der Wasserstoffeignung der Komponenten statt. Die Gefährdungsbeurteilung in Bezug auf die Gasverbrauchseinrichtungen und Geräte muss zu diesem Zeitpunkt Aufschluss über mögliche Fehlerquellen an den Geräten liefern können, denn diese müssen bei der Durchführung der in situ Messungen berücksichtigt werden. Je nach vorhandenem Erdgas, also H oder L-Gas müssen die H₂-Prüfgase entsprechend gewählt werden. Bestehen Gaskomponenten neben CH₄, wie N₂ oder CO₂ etc., müssen diese bei der Wahl der Prüfgase berücksichtigt werden. Phase II liefert am Ende das Ergebnis der Eignungsprüfung der Gasverbrauchseinrichtungen und Leitungen für den Betrieb mit Wasserstoff bzw. mit einem Wasserstoff-Erdgas-Gemisch.

In Phase III wird nach erfolgreicher Umsetzung der Phasen I+II das Wasserstoff–Erdgas–Gemisch eingespeist und in Phase IV das Verteilnetz nach Vorgaben des Projektplanes überwacht. Phase IV endet mit dem Projektabschlussbericht.

Die optionale Phase V sieht den Rückbau der H₂–Einspeisestation im Falle einer temporären Versuchsanlage vor. Eine Besonderheit stellen Industrie– oder Gewerbeanwendungen dar. Die Umstellung solcher Anlagen erfordert eine Einzelbetreuung über einen längeren Zeitraum – mit entsprechend hohem Aufwand und auch Sensibilität im Umgang mit einer wichtigen Kundengruppe. Es ergibt sich eine deutlich höhere Komplexität durch Sondergeräte und Prozessanwendungen durch erforderliche, geräteseitige Umstellungen von Fachunternehmen und Kunden, die eine effiziente Umstellung erwarten. Die Prüfung von Kostenvoranschlägen bzw. –positionen ist vielfältig und erfordert ggfs. fachkundige Unterstützung. Nicht zuletzt sind ein entsprechendes Vertragsmanagement und Absicherungen erforderlich.



umlaut energy GmbH
Am Kraftversorgungsturm 3
52070 Aachen
Germany

www.umlaut.com
beyond@umlaut.com
Veröffentlicht am 21.12.2021