

NEUE WASSERSTOFF-TECHNOLOGIEN

CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Dank der Vielseitigkeit des Elements Wasserstoff existieren diverse Erfolg versprechende Wasserstofftechnologien mit einem breiten potenziellen Anwendungsbereich. So zum Beispiel die Einspeisung von Wasserstoff ins öffentliche Gasnetz und seine anschliessende Verwendung als Brennstoff. Der Brand- und Explosionsschutz wird hierbei zur Herausforderung, da bei derartigen Innovationen breit anerkannte Sicherheitsstandards noch weitgehend fehlen. Andererseits eröffnen sich auch Chancen für eine ingenieurmässige Sicherheitsplanung.

Elia Tosolini, Basler & Hofmann AG*

Matthias Wegmann, Basler & Hofmann AG

RÉSUMÉ

OPPORTUNITÉS ET RISQUES DES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'HYDROGÈNE

L'hydrogène est non seulement adapté au stockage des excédents énergétiques ou à l'alimentation des piles à combustion d'hydrogène, mais il peut également être mélangé à des niveaux de concentration différents dans le réseau de gaz existant pour être ensuite distribué et utilisé comme combustible. Des études réalisées montrent qu'il est possible de mélanger jusqu'à 20 vol.-% d'hydrogène dans des appareils au gaz et réseaux de gaz correctement entretenus sans compromettre la sécurité. En revanche, l'augmentation de la concentration d'hydrogène dans le réseau de gaz pourrait provoquer des risques d'incendie et d'explosion qui n'ont pas encore été pleinement étudiés et qui doivent être évalués selon l'objet lors de la planification de sécurité en tenant compte des conditions d'exploitation prévues. À cet égard, les méthodes d'ingénierie peuvent apporter leur aide. Cette approche permet une analyse et une planification sur mesure, en particulier lorsque des technologies en cours de développement sont utilisées et que de nouveaux scénarios de libération et de propagation peuvent apparaître. Les résultats d'une analyse montrent que dans le cas étudié, les risques d'incendie et d'explosion suite à des fuites d'hydrogène étaient similaires aux risques encourus avec le méthane.

WASSERSTOFF: EIN VIELSEITIGER ENERGIETRÄGER

Die Verwendung von Wasserstoff als Energieträger und alternativer Brennstoff gewinnt in verschiedenen Anwendungsbereichen zunehmend an Bedeutung. Wasserstoff ist kohlenwasserstofffrei und die Produkte seines Verbrennungsprozesses sind Wärme und Wasserdampf. Dadurch kann Wasserstoff wesentlich dazu beitragen, die Konzentration klimabelastenden Kohlenstoffdioxids (CO₂), die bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (z. B. Erdgas, Öl) ausgestossen werden, zu reduzieren, und damit einen wichtigen Beitrag leisten, um politisch vereinbarte Treibhausgasemissionsziele bis 2050 zu erreichen. Als Energieträger ist Wasserstoff auch zur Speicherung von Energieüberschüssen aus erneuerbaren Energiequellen geeignet. Dieses ungiftige und umweltfreundliche Gas kann aber auch im Grossmassstab verwendet werden und beispielsweise ins bestehende Erdgasnetz in verschiedenen Konzentrationen zugemischt und verteilt werden. Das Wasserstoff-Erdgasgemisch kann als Brennstoff gebraucht werden, wobei der CO₂-Ausstoss bei der Verbrennung geringer ist als bei reinem Erdgas. Aus technischer Sicht ist es möglich, bei verbreiteten Anwendungstechnologien, etwa bei Kochherden oder wärmetechnischen Anlagen, dem Erdgas ohne Sicherheitseinbusse bis zu 20 Vol.-% Wasserstoff beizumischen.

* Kontakt: elia.tosolini@baslerhofmann.ch

(©malp/123RF.com)

schen [1]. Allerdings gilt diese Konzentrationsgrenze nur für gut unterhaltene Gasnetze und -geräte. Um Unsicherheiten bei der Qualität und dem Typ der Anwendungstechnologie zu berücksichtigen und ohne eine spezifische Überprüfung des Gasnetzes und der angeschlossenen Anwendungstechnologien durchzuführen, empfehlen *Altfield und Pinchbeck* [2], die maximale Wasserstoffkonzentration von 10 Vol.-% im Gasnetz nicht zu überschreiten. Vorausgesetzt dabei wird, dass keine CNG-Tankstellen, Gasturbinen oder Gasmotoren direkt durch das Netz versorgt werden. Soll dem Erdgasnetz mehr als 20 Vol.-% Wasserstoff zugemischt werden, ist höchstwahrscheinlich eine Modernisierung von Gasnetz und Anwendungstechnologien erforderlich.

Die Möglichkeit einer Einspeisung von Wasserstoff in ein Wasserstoff-Gasnetz könnte ebenfalls vorteilhaft sein. Einerseits wäre Wasserstoff für die lokale Produktion von Strom mit Wasserstoffbrennstoffzellen oder für die Versorgung von Wasserstofftankstellen direkt beim Verbraucher verfügbar. Andererseits könnte er als umweltfreundlicher Brennstoff eingesetzt werden. Das zweite Szenario wird derzeit in Nordengland im Projekt *H21* erforscht. Dieses Projekt startete 2015, be-

reits 2016 wurde die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes der Stadt Leeds auf 100% Wasserstoff zum Heizen von Wohn- und Bürogebäuden und zur Dekarbonisierung der Stadt bestätigt [3]. Dieses Jahr werden die Ergebnisse der Sicherheitsnachweise erwartet, die aufzeigen sollen, dass reiner Wasserstoff sicher ins Netz eingespeist werden kann, und dass die Risiken aus der Anwendung von Wasserstoff ähnlich wie jene von Erdgas sind. Dafür werden Experimente in einem Einfamilienhaus sowie in einem Teil des bestehenden Gasnetzes durchgeführt.

WASSERSTOFFSICHERHEIT

HERAUSFORDERUNG FÜR PLANER UND BETREIBER

Die Einführung von Wasserstoff in Bereichen, in denen traditionell Erdgas verwendet wird, eröffnet alternative Einsatzmöglichkeiten, wirft aber auch Fragen zur Sicherheit auf – zum Beispiel, ob das derzeitige Wissen ausreicht, um den Wasserstoff in einem neuen Anwendungsfeld sicher einsetzen zu können. Aufgrund seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften ist Wasserstoff flüchtiger bei Leckagen und tendenziell

anfälliger für Entzündung als übliche Kohlenwasserstoffgase. Solche Gefahren sind aus der Öl-, Gas- und Chemieindustrie bekannt und werden dort erfolgreich kontrolliert. Die sichere Verwendung von Wasserstoff wurde auch in Bezug auf Wasserstoffbrennstoffzellen als Stromquelle für Elektromotoren in Fahrzeugen umfangreich erforscht. Eine wesentliche Schlussfolgerung der verschiedenen Studien in diesem Fachgebiet ist es, dass die Brand- und Explosionsgefahr von Wasserstoff ähnlich zu anderen gebräuchlichen brennbaren Gasen und Treibstoffen ist. Voraussetzung ist allerdings, dass anwendungsspezifische wissenschaftliche Grundlagen bei der Verwendung von Wasserstoff und korrekte Dimensionierungsverfahren eingesetzt werden [4]. Dies ist erforderlich, da man nicht a priori eindeutig bestimmen kann, ob Wasserstoff im spezifischen Anwendungsfall sicherer oder gefährlicher als traditionelle Kohlenwasserstoffgase ist. Die Brand- und Explosionsgefahr hängt vielmehr von physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gase, deren Einsatzbedingungen und der möglichen Freisetzungsort ab. In *Tabelle 1* wird dies anhand einer vergleichenden Gegenüberstellung sicherheitsrelevanter Eigenschaften von Wasserstoff und Methan (stellvertretend für Erdgas) qualitativ beurteilt. Die *blauen* Werte zeigen die Eigenschaften, welche die Brand- und Explosionsgefahr negativ beeinflussen können.

Gemäss *Tabelle 1* geht von Wasserstoff eine grössere Brand- und Explosionsgefahr aus als von Methan, dies aufgrund des breiteren Entflammbarkeitsbereichs, der geringeren Zündenergie und der höheren Verbrennungsgeschwindigkeit. Ausserdem erhöht die kleine Molekülgrösse, die niedrige Viskosität und das hohe Diffusionsvermögen die Wahrscheinlichkeit, dass Wasserstoff an undichten Stellen oder bei kleinen Rissen aus Tanks oder aus dem Verteilsystem austritt. Andererseits breitet sich Wasserstoff rasch aus und verdünnt sich aufgrund seiner höheren Auftriebsgeschwindigkeit schneller mit der Umgebungsluft, hat einen geringeren volumetrischen Energiegehalt und eine höhere stöchiometrische Konzentration als Methan. Um ein ähnliches Explosionspotenzial wie Erdgas zu erreichen, muss daher eine grössere Menge Wasserstoff freigesetzt werden. Aufgrund dessen kann die Explosionsgefahr von Wasserstoff geringer als jene von Erdgas

| Eigenschaften | Wert | | Die Brand- und Explosionsgefahr erhöht sich, wenn der Wert... |
|----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------|
| | Wasserstoff | Methan | |
| Molmasse [g/mol] | 2,016 | 16,043 | – |
| Dichte [20 °C, 1 bar] [kg/m³] | 0,084 | 0,668 | – |
| Diffusivität in Luft [20 °C, 1 bar] [m²/s] | 6,1×10 ⁻⁵ | 1,6×10 ⁻⁵ | sinkt |
| Viskosität [20 °C, 1 bar] [kg/m/s] | 8,8×10 ⁻⁶ | 1,1×10 ⁻⁵ | – |
| Auftriebsgeschwindigkeit in Luft [20 °C, 1 bar] [m/s] | 1,2–9,0 | 0,8–6,0 | sinkt |
| Heizwert (unterer/oberer) | | | steigt |
| MJ/kg | 119,9/141,8 | 50/55,5 | |
| MJ/m³ [20 °C, 1 bar] | 10,1/11,9 | 33,4/37,0 | |
| Zündgrenzen UEG/OEG in Luft [20 °C, 1 bar] [vol./vol.] | 0,04/0,75 | 0,053/0,15 | sinkt/steigt |
| Stöchiometrische Konzentration in Luft [vol./vol.] | 0,295 | 0,095 | sinkt |
| Mindestzündenergie in Luft [mJ] | 0,017 | 0,29 | sinkt |
| Grenzpaltweite in Luft [20 °C, 1 bar] [mm] | 0,08 | 1,2 | sinkt |
| Zündtemperatur [°C] | 585 | 540 | sinkt |
| Adiabate Flammentemperatur [°C] | 2,045 | 1,875 | steigt |
| Sauerstoffgrenzkonzentration [vol./vol.] | 0,05 | 0,121 | sinkt |
| Verbrennungsgeschwindigkeit in Luft [20 °C, 1 bar] [m/s] | 2,65–3,25 | 0,37–0,45 | steigt |
| Maximaler Explosionsdruck [bar] | 6,8 | 7,1 | steigt |

Tab. 1 Vergleich der sicherheitsrelevanten Eigenschaften von Wasserstoff und Methan.

(Quelle: [5] und [6])

sein, vor allem, wenn sich Wasserstoff im Freiem ausbreitet. Bei einer Freisetzung in einem geschlossenen Raum (z. B. in einem Aufstellraum für Wasserstoff-Anwendungstechnologien) ist die Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr komplexer, da diese stark vom Ausbreitungsverhalten des Gases abhängt. Wesentliche Einflussfaktoren bei der Freisetzung von Wasserstoff in Räumen sind die

Grösse und Position der Leckage, die Geometrie und Abmessungen des Raums und die Belüftungsbedingungen. Dies wurde in einer Studie von Wang *et al.* kürzlich bestätigt, welche die Wasserstoffkonzentration in einem Raum in Abhängigkeit zum Freisetzungsort aufzeigt. Die Autoren stellten fest, dass bei derselben Leckagerate die maximale Wasserstoffkonzentration im Raum 1,6 bis 2,5 Mal

so hoch ist, wenn sich das Leck bei einer Wand bzw. in einer Ecke und nicht in der Mitte des Raumes befindet [7]. Derartige Konzentrationsunterschiede können in Abhängigkeit der Zündverzögerung, der Wasserstoffkonzentration und des Dichtheitsgrades eines Raumes zu einer Verpuffung, einer Deflagration oder einer Detonation führen. Für die Beurteilung und Festlegung von Gefahrenzonen sind derartige Unterschiede ebenfalls relevant, insbesondere für die Bestimmung des Volumens von entzündbaren Gaswolken mit vernachlässigbarer Ausdehnung «NE» sowie für die Planung der geeigneten Explosionsschutzmassnahmen.

Aufgrund der Komplexität stellt sich die Frage, ob die Sicherheitsplanung bei neuen Anwendungsgebieten und Technologien alleine anhand vorhandener Richtlinien und Regelwerke erfolgen kann. Diese basieren auf anerkannten Regeln der Technik und sind *per definitionem* nicht auf dem aktuellsten Stand von Wissenschaft und Technik eines Fachgebietes und können deshalb nicht alle möglichen Fälle abdecken. Dies ist insbesondere zu beachten, wenn neue oder sich entwickelnde Technologien eingesetzt werden und neue Freisetzung- und Ausbreitungsszenarien entstehen können, die noch nicht vollständig untersucht wurden und auf welche die vorhandenen Kenntnisse aus anderen Fachgebieten nicht direkt übertragen werden können. In diesem Fall wäre für Planer und Betreiber der Ansatz der Ingenieurmethoden der Wasserstoffsicherheit (*Hydrogen Safety Engineering, H2SE*) ein praktikabler Weg, der die gleiche Prinzipien der etablierten Ingenieurmethoden des Brandschutzes anwendet [8]. Damit wird eine massgeschneiderte Planung aufgrund der tatsächlich vorhandenen Brand- und Explosionsgefahren möglich, wodurch über-, aber auch unterdimensionierte Sicherheitsmassnahmen vermieden werden können. Im Zentrum dieses Ansatzes steht die objektspezifische Sicherheitsanalyse mit der Anwendung von Planungszielen, Leistungskriterien und Freisetzungsszenarien. Die Notwendigkeit von Kompensationsmassnahmen kann auch aufgrund eines Vergleichs von akzeptierten mit neuen Risiken evaluiert werden. Ein Beispiel hierfür ist der Vergleich von analogen Wasserstoff- und Erdgasleckagen und die Beurteilung der daraus resultierenden Brand- und Explosionsrisiken. Sind die von Wasserstoff ausgehenden Risiken in derselben Grös-

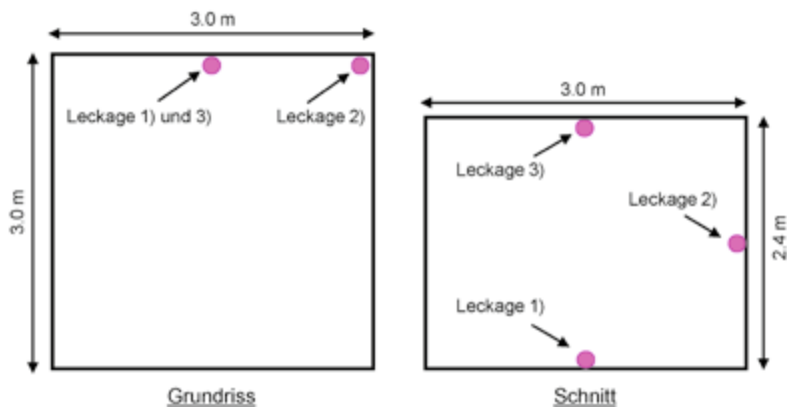


Fig. 1 Schematische Darstellung der analysierten Leckagen. Die gleichen Standorte wurden für die Wasserstoff- und Methanleckagen verwendet.

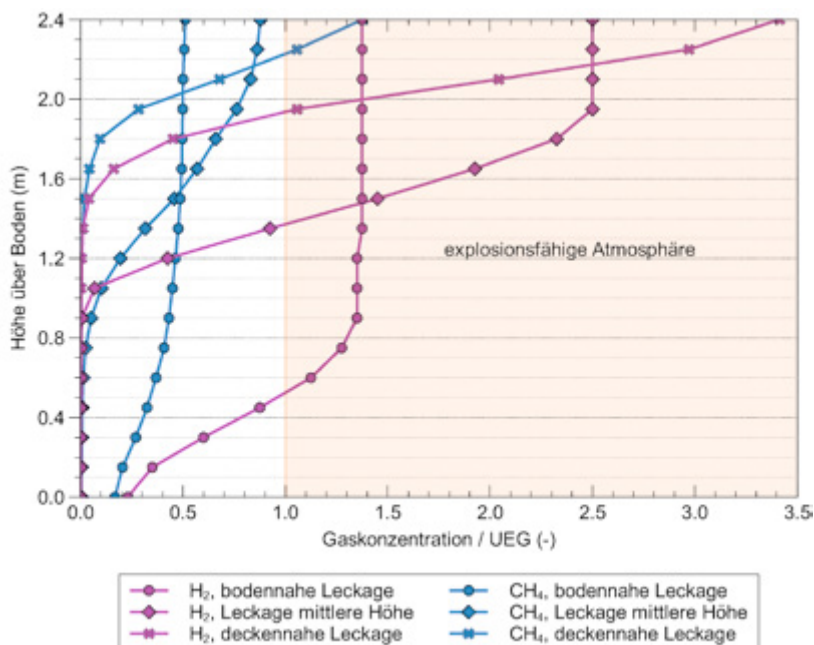


Fig. 2 Vertikale Konzentrationsverteilung von Wasserstoff (H_2 , magenta Kurven) und Methan (CH_4 , blaue Kurven) der analysierten Leckagen (Leckagerate: 3,9 kW). Der orange schraffierte Bereich stellt eine Konzentration über die untere Explosionsgrenze (UEG) dar. Die Gaskonzentrationen wurden nach der UEG des jeweiligen Gases (H_2 : 4,0 Vol.-%; CH_4 : 5,3 Vol.-%.) normiert. (Figur aus [9])

senordnung wie die akzeptierten Risiken von Erdgas, dann ist die sichere Anwendung von Wasserstoff nachgewiesen. Das englische Projekt *H21* verfolgt diese Art der Nachweisführung.

INGENIEURMETHODEN ERLAUBEN EINE SICHERE H₂-VERWENDUNG

Die Ergebnisse einer nach diesem Ansatz durchgeführten Analyse werden nachfolgend aufgezeigt. Im Rahmen dieser Analyse wurden die vertikalen Konzentrationsverteilungen von Wasserstoff- und Methanleckagen in einem Raum mithilfe numerischer Strömungssimulationen untersucht und verglichen. Die Gase wurden in einem geschlossenen, undichten Raum (angenommene Undichtheit: 3 m³/h/m²) mit einem Volumen von 22 m³ freigesetzt. Die angewendete Leckagerate ist 3,9 kW, was etwa 1175 l/h reinem Wasserstoff bzw. 380 l/h reinem Methan entspricht. Bei der Bestimmung der Leckagerate wurden ein Betriebsdruck für Niederdruck-Gasleitungen von 20 mbar und repräsentative Lecks im Verteilungssystem angewendet. Drei verschiedene Freisetzungsorte wurden im Raum analysiert (s. *Fig. 1*):

- 1) bodennahe Leckage in der Nähe einer Wand
- 2) Leckage auf mittlerer Höhe an einer Ecke
- 3) deckennahe Leckage in der Nähe einer Wand

Die Analyse der Konzentrationsverteilung im Raum liefert Informationen, die für die Sicherheitsplanung von Bedeutung sind (*Fig. 2*). Die untere Explosionsgrenze (UEG) von Wasserstoff (4,0 Vol.-%, orange schraffierter Bereich in *Fig. 2*) wird bei allen Wasserstoffleckagen überschritten, jedoch verteilt sich Wasserstoff sehr unterschiedlich in Abhängigkeit der Freisetzungshöhe. Dieses Verhalten ist massgebend für die Bestimmung der Gefahrenzonen im Raum. Bei einer bodennahen Freisetzung wird die UEG schon 0,5 m über Boden erreicht. Je höher der Freisetzungsort ist, desto höher liegt der Bereich mit einer explosionsfähigen Atmosphäre. Bei Leckagen unter der Decke entsteht dieser Bereich erst ab 1,9 Meter über Boden. Allerdings erhöht sich in diesem Fall auch die maximale Wasserstoffkonzentration im Raum. Da für bodennahe Leckagen die über der UEG liegende durchschnittliche Konzentration 5,3 Vol.-%

und für deckennahe Leckagen 9,6 Vol.-% beträgt, könnte man daraus schliessen, dass Leckagen im oberen Teil des Raumes gefährlicher als bodennahe sind. Eine derartige Beurteilung vernachlässigt allerdings die Auswirkungen einer Entzündung der entflammaren Mischung. Diese Effekte können beispielsweise anhand des Planungsziels «Maximaler Explosionsdruck im Raum» und einem Soll-Wert für das Leistungskriterium von 0,1 barg, der die Akzeptabilität für Auswirkungen einer Explosion auf Personen und Bauwerke festlegt, beurteilt werden. Eine Abschätzung des zu erwartenden Überdrucks im Raum zeigt, dass dieser bei der bodennahen Leckage 1,3 barg und jener der deckennahe Leckage 0,3 barg beträgt. Beide Werte liegen über dem Schwellenwert der Akzeptabilität, aber derjenige der deckennahen Leckage ist trotz höherer Wasserstoffkonzentration deutlich tiefer. Im Falle von Methan besteht eine Explosionsgefahr lediglich bei einer Leckage unter der Decke, wobei die maximale erreichte Konzentration 6,3 Vol.-% beträgt. Da diese nahe zur stöchiometrischen Konzentration liegt, ist eine reaktivere Mischung zu erwarten. Dies wird durch den berechneten Überdruck von 0,2 barg bestätigt, der vergleichbar

zum tieferen Überdruck der Wasserstoffleckagen ist.

Dieses Beispiel zeigt, dass die zu erwartenden Folgen einer Entzündung von Methan und Wasserstoff unter gewissen Bedingungen vergleichbar sind und dass die Brand- und Explosionsgefahr der Wasserstoffleckagen ähnlich wie diejenige von Methan ist. Dabei ist zu erwähnen, dass die Auswirkungen der Wärmestrahlung auf Personen und Bauwerk hierbei nicht berücksichtigt wurden.

Eine Möglichkeit zur Minderung der Brand- und Explosionsgefahr ist die Belüftung des Raumes. Diese Massnahme entspricht dem Stand der Technik und deren Umsetzung ist auch für bestehende Erdgasanwendungstechnologien erforderlich. *Figur 3* vergleicht die Wasserstoffkonzentration im geschlossenen Raum und im Raum mit zwei Öffnungen für eine natürliche Querlüftung, die nach *Suva*-Vorgaben dimensioniert wurden. Mit dieser einfachen Massnahme wird die Wasserstoffkonzentration im Raum markant reduziert (der höchste Überdruck beträgt für die deckennahe Leckage 0,15 barg) und der Explosionsgefahr für die bodennahe Freisetzung vorgebeugt. Aus diesem Beispiel ergeben sich klare Empfehlungen für die Planung

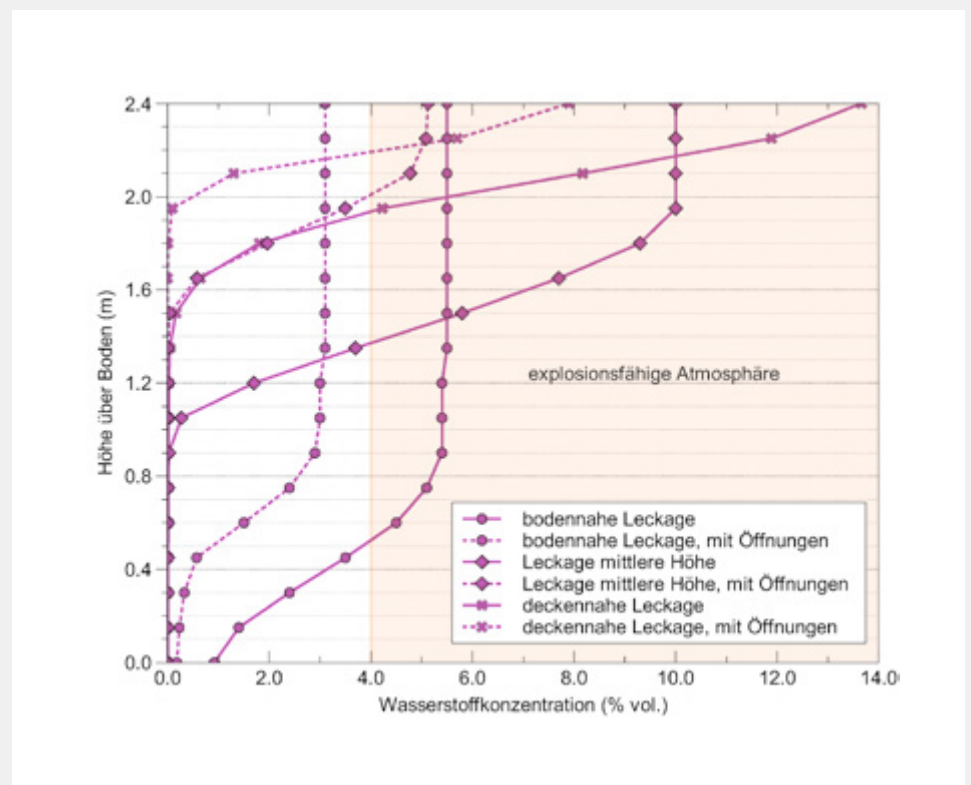


Fig. 3 Konzentrationsverteilung für die Wasserstoffleckagen im geschlossenen Raum (durchgehende Linien) und im Raum mit den Öffnungen für die Querlüftung (gestrichelte Linien). Bei einer bodennahen Leckage mit Öffnungen wird die UEG nicht erreicht. (Figur aus [9])

eines Aufstellraumes für Wasserstoffanwendungstechnologien: Mit Apparaten und Verrohrungen im unteren Bereich des Raumes sowie der Anordnung von Öffnungen zur Sicherstellung einer Querverlüftung ist die Brand- und Explosionsgefahr von Wasserstoff vergleichbar mit jener von Methan. Zu erwähnen ist, dass in der oben durchgeführten Analyse nur eine Leckagerate untersucht wurde. Auch die Auswirkungen der Gasausbreitung in Abhängigkeit von Temperaturunterschieden zwischen Raum und Aussenbereich, Wind und Hindernissen im Raum wurden nicht berücksichtigt. Diese Faktoren könnten zu einem anderen Gefährdungsbild führen und sollten bei der Planung von Kompensationsmassnahmen spezifisch analysiert werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz von Wasserstoff in neuen Anwendungsbereichen führt nicht unbedingt zu höheren Brand- und Explosionsgefahren als jene von Erdgas. Gemäss

den durchgeführten Studien kann das derzeit akzeptierte Sicherheitsniveau mit der Einführung von Wasserstoff bis zu einer Konzentration von 20 Vol.-% ins bestehende Gasnetz aufrechterhalten werden. Mit einer höheren Wasserstoffkonzentration im Gasnetz könnten bisher noch unbekannte Gefahren entstehen. Unter Berücksichtigung der vorgesehenen betrieblichen Bedingungen sollten diese objektspezifisch beurteilt werden. Dies kann nicht nur experimentell, sondern auch mit ingenieurbasierten Ansätzen erfolgen.

Fazit: Qualifizierten Planern und Betreibern stehen viele Möglichkeiten offen, um Wasserstoff sicher zu verwenden und zugleich Innovation und neue Technologien zu fördern.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Hodges, J. et al. (2015): *Injecting hydrogen into the gas network – a literature search*. HSE, Report Nr. RR1047
- [2] Altfeld, K.; Pinchbeck, D. (2013): *Admissible hydrogen concentrations in natural gas systems*. Gas Energy, Vol. 2103, Nr. 03
- [3] H21 (2020): <https://www.h21.green/>. (Zugriff am 31. August 2020)
- [4] Molkov, V. (2012): *Fundamentals of Hydrogen Safety Engineering*. bookboon.com
- [5] Rigas, F.; Amyotte, P. (2013): *Hydrogen Safety*. CRC Press, Boca Raton
- [6] Pacific Northwest National Laboratory (2020): *H2 HydrogenTools*. <https://h2tools.org/>. (Zugriff am 31. Juli 2020)
- [7] Wang, Q. et al. (2020): *Analytical and numerical predictions of hydrogen gas flow induced by wall and corner leakages in confined space*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 45, Nr. 11, S. 6848-6862, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.12.219>
- [8] Saffers, J. B.; Molkov, V. V. (2014): *Hydrogen safety engineering framework and elementary design safety tools*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 39, Nr. 11, S. 6268-6285, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.06.060>
- [9] Tosolini, E. (2020): *Hydrogen release in domestic premises: analysis of different accident scenarios*. MSc Thesis in Fire and Explosion Engineering. School of Chemical and Process Engineering, University of Leeds

AQUA
SUISSE

SCHWEIZER FACHMESSE FÜR
WASSER, ABWASSER UND GAS

10. – 11. Februar 2021 - Messe Zürich



The Safest Place To Meet. Mit Coronaschutzkonzept sicher besuchen!

Registrieren Sie sich jetzt* kostenlos: www.aqua-suisse-zuerich.ch

PARALLEL VERANSTALTUNGEN:



by EASYFAIRS

EINLADUNGS-
CODE*
EXH5998

Informationsveranstaltung zur Richtlinie F2 für Fernkälte- und Anergienetze

 TEAMS Webinar

26. November 2020 | 15.00 bis 17.00 Uhr
16. Dezember 2020 | 15.00 bis 17.00 Uhr



Inhalt

Der SVGW begleitet die Inkraftsetzung der Richtlinie F2 mit einem Webinar. Diese befasst sich mit der Verteilung von kalter Fernwärme mit $< 30^\circ$ Vorlauftemperatur. Die Richtlinie F2 wurde im Sommer 2020 in Kraft gesetzt. Das Dokument wendet sich an Betreiber von Anergienetzen, beratende Ingenieure und an Behörden. Darin werden Vorgaben behandelt, die bei der Planung und Projektierung, bei Bau und Qualitätssicherung, sowie beim Betrieb und der Instandhaltung von Fernkälte- und Anergienetzen zu beachten sind.

Programm

- **SVGW Richtlinie F2: Aufbau und Inhalt** | *Stefan Güpfer, SVGW, Andreas Peter, SVGW*
- **Anergienetze: Rahmenbedingungen und Planung** | *Matthias Mast, Amstein + Walthert*
- **Energieverbund Circulago der WWZ in Zug** | *Patrick Fässler, WWZ*

Durchführung und Kosten

Das Webinar wird am 26.11.20 und am 16.12.20 durchgeführt. Die Teilnahme ist kostenlos.

Anmeldung

Ihre Anmeldungen senden Sie per e-Mail an: fernwaerme@svgw.ch