

# Wasserstoff in der Gebäudetechnik

Mit bestehender Infrastruktur und modernen Geräten verträglich

Wasserstoff kann die Speicherprobleme verringern, die mit einem stärkeren Einsatz von erneuerbaren Energien einhergehen und durch die Substitution von Erdgas den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck senken. Auch wenn das Gas nicht in reiner Form verwendet wird, sondern nur als Beimischung im Erdgas auftritt, ist zunächst fraglich, ob sich die seit Jahren genutzten Rohre, Gaskessel und andere Hausgeräte in der Praxis für dieses Gemisch eignen.

In Deutschland gibt es etwa 14 Millionen Gas-Heizkessel. Wenn sie mit Wasserstoff laufen würden, könnte dies eine effiziente Möglichkeit sein, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern. Erste Antworten auf die Frage nach der Verträglichkeit von Wasserstoff mit der bestehenden Gasnetz-Infrastruktur und heute in Haushalten verwendeten Geräten gab es bei einem Fachpressgespräch, das der Kupferverband zusammen mit der Gütegemeinschaft Kupferrohr im Januar durchgeführt hat. Drei Referenten lieferten dabei Einblicke in unterschiedliche Aspekte der Wasserstofftechnologie

## Chancen für das Handwerk

Andreas Braun, Vertreter des Zentralverbands Sanitär Heizung Klima (ZVSHK), betonte die Bedeutung der Wasserstoffintegration im Handwerk: „Die Nutzung von Wasserstoff in der häuslichen Gasversorgung eröffnet dem Handwerk vielfältige Chancen. Wir stehen jedoch auch vor Herausforderungen, die es gemeinsam zu bewältigen gilt. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Handwerk ist dabei entscheidend.“ Wasserstoff kann über das bestehende Gasverteilnetz direkt in eine Gasheizung eingespeist werden. Dabei ist in der Wasserstoffstrategie der Bundesregierung die ausschließliche Verwendung von Grünem Wasserstoff vorgesehen. Bislang ist in Deutschland eine Beimischung von zehn Prozent Wasserstoff im Erdgasnetz zugelassen. Laut DVGW würde eine Erhöhung des Wasserstoffanteils von zehn Prozent auf 20 Prozent eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 6,5 Millionen Tonnen be-

wirken. Eine Erhöhung auf 20 Prozent wird derzeit in verschiedenen Feldtests untersucht. Gas-Brennwertgeräte der neuesten Generation sind bereits heute dafür zertifiziert. Sogar eine Nutzung von 100 Prozent Wasserstoff für die Wärmeversorgung ist möglich. Erste 100 Prozent-Wasserstoff-Heizgeräte befinden sich derzeit in der Testphase. Um diese Geräte einzusetzen, müssen jedoch Gasnetze für reinen Wasserstoff zur Verfügung stehen. Das ist aktuell nicht der Fall. „Bei uns laufen bereits eine Vielzahl von Projekten zum Wasserstoffeinsatz. Eine Umrüstung auf Wasserstoff ist danach im Gasverteilnetz betriebssicher möglich. Eine Vielzahl weiterer innovativer Projekte für klimaneutrale Wärme ist auf dem Weg“, so Andreas Braun.

## Vertieftes Verständnis der Wasserstoffeffekte nötig

„Einer von vielen Aspekten zur erfolgreichen Umsetzung der nationalen Wasserstoff-Strategie ist die Sicherstellung der Materialverträglichkeit entlang der gesamten Gas-Kontakt-Infrastruktur“, gab Dr. Klaus Ockenfeld vom Kupferverband zu bedenken. Zu berücksichtigen seien dabei neben Neubauten auch Bestandsanlagen im Bereich von Gasherstellung, -bevorzugung, -transport und -verbrennung. Denn Reinwasserstoff und Gasgemische interagieren unter Umständen unterschiedlich mit den verwendeten Werkstoffen in Industriebetrieben, aber auch Wohngebäuden. Zur Beurteilung des Materialverhaltens unter Wasserstoffeinfluss ist es laut Kupferverband deshalb unumgänglich, die grundlegenden Mechanismen der Wasserstoffaufnahme, die Wirkung von Wasserstoff auf die mechanischen Eigenschaften sowie die dedizierte Wasserstoffanalyse und wasserstoff spezifische Werkstoffprüfung zu verstehen und anzuwenden.



Kupfer-Probe im Zugversuch: Wasserstoff ist für Kupferwerkstoffe kein Problem.

Bild: RUB

Jens Jürgensen von der Ruhr-Universität Bochum konnte dazu aktuelle Forschungsergebnisse liefern: „Die Anwendung von Wasserstoff in metallischen Strukturen erfordert ein vertieftes Verständnis der Schädigungsmechanismen. Unsere aktuellen Forschungsergebnisse zeigen, dass eine anwendungsgerechte mechanische Prüfung entscheidend ist, um die Sicherheit und Langlebigkeit dieser Strukturen zu gewährleisten.“ Dies liegt darin begründet, dass Wasserstoff in Metallen verspröden wirken und somit die mechanischen Eigenschaften in kritischem Maße beeinträchtigen kann. Dies betrifft viele Bereiche der Technik, die vor der Herausforderung stehen, wasserstoffresistente Bauteile und Komponenten zu konstruieren.

### Kupferwerkstoffe zeigen vielversprechende Eigenschaften

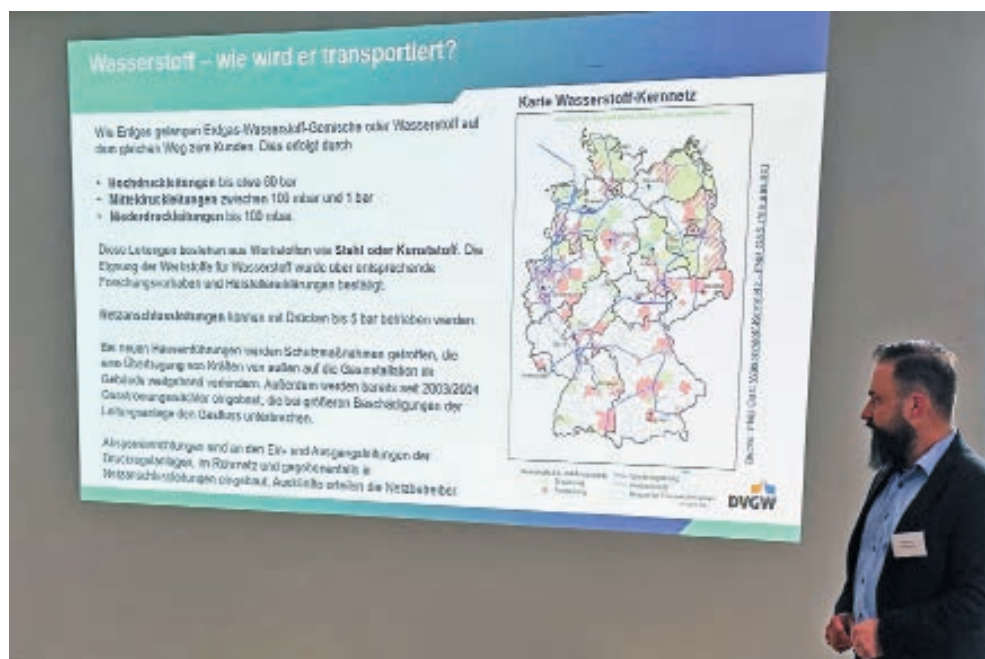
Um den Einfluss von Wasserstoff auf Kupferwerkstoffe zu untersuchen, hat der Kupferverband in Kooperation mit der Ruhr-Universität Bochum (RUB), Lehrgebiet Werkstoffprüfung, speziell für Kupferlegierungen ein umfangreiches Testprogramm entwickelt, das an unterschiedlichen Kupferlegierungen durchgeführt wurde. Danach können ausscheidungshärtende Kupferlegierungen Festigkeiten erreichen, die mit hochfesten Stählen vergleichbar sind, aber so gut wie keine Versprödungseffekte bei Wasserstoff-Exposition zeigen. Auch die Gasdichtheit eines Werkstoffs muss im Hinblick auf den Einsatz von Wasserstoff betrachtet werden, da die Wasserstoffmoleküle sich im Prinzip an metallischen Oberflächen aufspalten (dissoziieren) können und als Wasserstoff-Atome dank ihrer dann äußerst geringen Größe durch Rohr- oder Gefäßwände zur Außenseite wandern und damit Leckagen verursachen könnten. Im Gegensatz zu Gusseisen, das um Größenordnungen permeabler ist als Kupfer, muss das Risiko eines derartigen Gasverlusts oder einer dadurch in engen Räumen hervorgerufenen Explosionsgefahr jedoch mit Kupferwerkstoffen kaum befürchtet werden, wie der RUB-Wissenschaftler ausführte. „Kupferwerkstoffe bieten damit Möglichkeiten als Konstruktionswerkstoffe mit hoher Festigkeit sowie als Funktionswerkstoffe mit den kup-

„Eine Umrüstung auf Wasserstoff ist im Gasverteilnetz betriebssicher möglich“, so der ZVSHK-Experte Andreas Braun.  
Bild: SHT/  
K. Klotz

## WASSERSTOFF IN INDUSTRIELLEN ANWENDUNGEN

Wasserstoffanwendungen in der Industrie (und auch im Verkehr) sind häufig mit hohem Druck verbunden: in Pipelines etwa 70 – 100 bar, in Druckspeichern bis zu 1.000 bar. Zusätzlich können hohe Temperaturen auftreten, in Brennkammern von Gasturbinen beispielsweise bis zu 1.000 °C. Bei derartigen Bedingungen kommen viele Werkstoffen an ihre Belastungsgrenze, da der Mechanismus der Wasserstoffversprödung die mechanischen Kennwerte so stark beeinflussen kann, dass das Risiko eines vorzeitigen Bauteilversagens besteht. Je nach Werkstoff reichen bereits sehr geringe Wasserstoffgehalte im Bereich weniger ppm (parts per million), um zu einer signifikanten Verschlechterung der mechanischen Kennwerte zu führen.

„Dabei sind die zugrunde liegenden metallphysikalischen Effekte noch immer Gegenstand der Forschung“, betont Jens Jürgensen von der Ruhr-Universität Bochum (RUB). Die Untersuchung der Effekte von Wasserstoff in Metallen erfordert spezifische Methoden und welcher Werkstoff für welche Anwendung am besten geeignet ist, müssen jeweils die Ingenieure entscheiden. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass verschiedene Kupferwerkstoffe, Nickellegierungen und auch austenitische Stähle (insbesondere die Sorte 1.4435) gegenüber Wasserstoff nur wenig empfindlich sind. Der Aufbau einer flächendeckenden Wasserstoffwirtschaft werde jedenfalls nicht an mangelnden Werkstoffen scheitern, so das Fazit der RUB-Wissenschaftler.



ferspezifischen Eigenschaften der hohen Korrosionsbeständigkeit, hohen Leitfähigkeit, Nichtmagnetisierbarkeit etc. für Wasserstoffanwendungen genutzt zu werden“, fasste Jens Jürgensen seine Resultate zusammen, die sogar unter den für industrielle Anwendungen typischen extremen Druck- und Temperaturverhältnissen (siehe Kasten) gewonnen wurden.

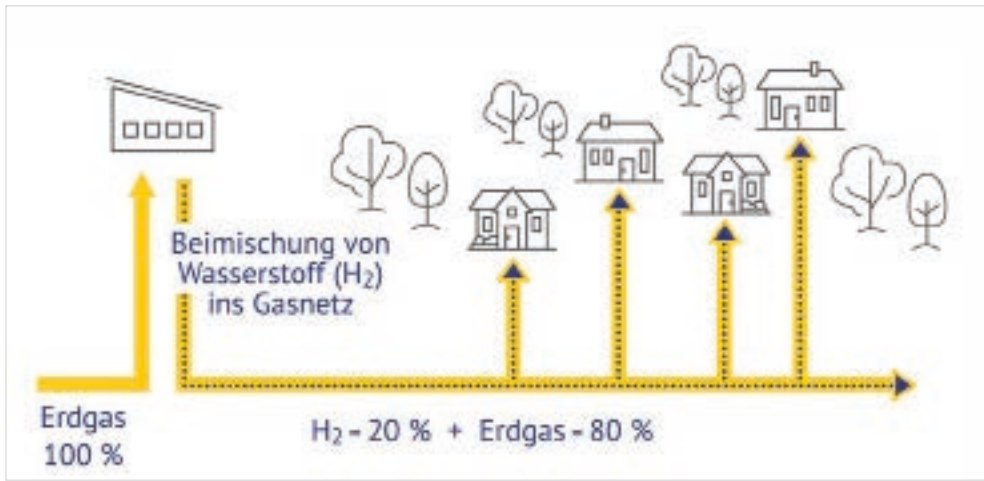
### H<sub>2</sub>-Beimischung: Praxistest in bestehenden Netzen

Die fehlenden Gasnetze für reinen Wasserstoff waren auch ein Thema beim „H<sub>2</sub>-Mix Projekt“ in Ertfstadt,

in dem die GVG Rhein-Erft und Rheinische Netzgesellschaft (RNG) gemeinsam mit dem TÜV Rheinland erstmals Wasserstoff zur Wärmeversorgung eingesetzt hat. Bei diesem Pilotprojekt wurden 20 Prozent Wasserstoff in bestehende Gasnetze eingespeist. Das Wasserstoff-Erdgas-Gemisch wurde sowohl in Privathaushalten als auch im Gewerbe in zwei Heizperioden zur Wärmeversorgung eingesetzt.

„Alle beteiligten 100 Kundenanlagen sind mit der Wasserstoffbeimischung im vollautomatischen Betrieb einwandfrei gelaufen“, erläuterte

Mario Reimbold von der TÜV Rheinland Energy berichtete über das Projekt H2-Mix.  
Bild: SHT/  
K. Klotz



Im Projekt H2-Mix wurden 20 Prozent Wasserstoff in ein bestehendes Gasnetz eingespeist.  
Bild: TÜV Rheinland Energy

Mario Reimbold von der TÜV Rheinland Energy GmbH fasst das positive Ergebnis des Feldversuchs zusammen. Es habe weder Probleme bei der Verbrennung noch Undichtigkeiten in den Leitungen oder den Armaturen gegeben. „Da Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas rückstandslos verbrennt, haben sich außerdem die Abgaswerte (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>) der Kundenanlagen deutlich verbessert.“ Die bereits existierende Gasleitungsinfrastruktur kann also ohne große Anpassungen für den Transport von Wasserstoff genutzt werden und somit einen Beitrag zur Erreichung der Energiewende- und Klimaziele leisten. „In Ertstadt haben wir wertvolle Erfahrungen gesammelt, die uns wichtige Erkenntnisse für die Umsetzung von Wasserstoffprojekten liefern“, bewertet Mario Reimbold das Projekt. Die enge Zusammenarbeit mit lokalen Gemeinden und Industriepartnern sei jedoch essenziell, um

nachhaltige und sichere Lösungen zu entwickeln. Ein ähnliches Ergebnis hatte auch eine im Dezember veröffentlichte Studie von Avacon und dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) bereits geliefert, in der in einem Gasverteilnetz in Sachsen-Anhalt über zwei Heizperioden hinweg die Beimischung von Wasserstoff stufenweise auf 20 Prozent erhöht worden war. An den 352 Haushaltsgeräten von 30 Herstellern wurde die Geräteeinstellung nicht verändert; fünf Geräte wurden vor dem Start der Beimischung auf Wunsch der Hersteller getauscht, hätten jedoch laut Laboruntersuchungen im Erdgasnetz verbleiben können, ohne Sicherheitsprobleme hervorzurufen. „Die rasche Aufnahme großer Mengen Wasserstoff im Erdgasnetz ist möglich und sollte in der kommunalen Wärmeplanung Berücksichtigung finden“, lautete damals das Fazit. „Dies

im Laufe des Jahres 2024 zu implementieren.

### Quo vadis, Wasserstoff?

Ein massiver Einsatz von Wasserstoff zur Energieversorgung in naher Zukunft scheint jedoch noch unrealistisch. So wurde auch das Ertstadt-Projekt mangels grünem Wasserstoff nicht fortgesetzt. „Unter den aktuellen Bedingungen ist das Projekt leider nicht wirtschaftlich und auch nicht klimaschonend“, führt Mario Reimbold aus. „Für den Test wurde regelmäßig sogenannter ‚grauer‘ Wasserstoff, ein Abfallprodukt des benachbarten Chemieparks Hürth-Knapsack, in Wasserstoff-Flaschen per Lkw nach Ertstadt gebracht und dort mittels der Anlage in das Gasnetz eingespeist“, so der TÜV-Experte. Ohne den Einsatz von grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Energien über ein Wasserstoffverteilnetz ergebe die Umstellung keinen Sinn, auch weil ein sehr hoher Bedarf an Wasserstoff zugrunde liegt und gleichzeitig die Energiebilanz im Vergleich zur Wärmepumpe schlechter sei. Auch nach Angaben der Bundesnetzagentur ist eine Beimischung von Wasserstoff im Gasnetz im großen Stil derzeit unwahrscheinlich. Ein Ausbau der Gasnetze für den Wasserstofftransport in Wohngebieten erscheint danach wirtschaftlich weniger sinnvoll als die Modernisierung des Stromnetzes. Einig waren sich die Experten beim Fachpressegespräch des Kupferverbandes auf jeden Fall darüber, dass sowohl das Handwerk als auch Energieversorger und die Kupferbranche auf den Einsatz von Wasserstoff gut vorbereitet wären. (kk)

