

Kernbotschaften des DVGW-Forschungsprojekts

H₂-Tauglichkeit von Stählen (SyWeSt H2)

Projekt

Projektlaufzeit

September 2020 – Januar 2023

Projektname

Stichprobenhafte Überprüfung von Stahlwerkstoffen für Gasleitungen und Anlagen zur Bewertung auf Wasserstofftauglichkeit – Systematische Werkstoffuntersuchung Stahl (SyWeSt H2)

Förderkennzeichen

G 202006

Ziele

- Bruchmechanische Untersuchungen an einem repräsentativen Querschnitt typischer Pipeline- und Rohrleitungsstähle
- Vergleich mit amerikanischem Standard ASME B31.12
- Bewertung der H₂-Tauglichkeit der untersuchten Stahlsorten

Innovationsprogramm Wasserstoff des DVGW:
www.dvgw.de/stoffwech2el

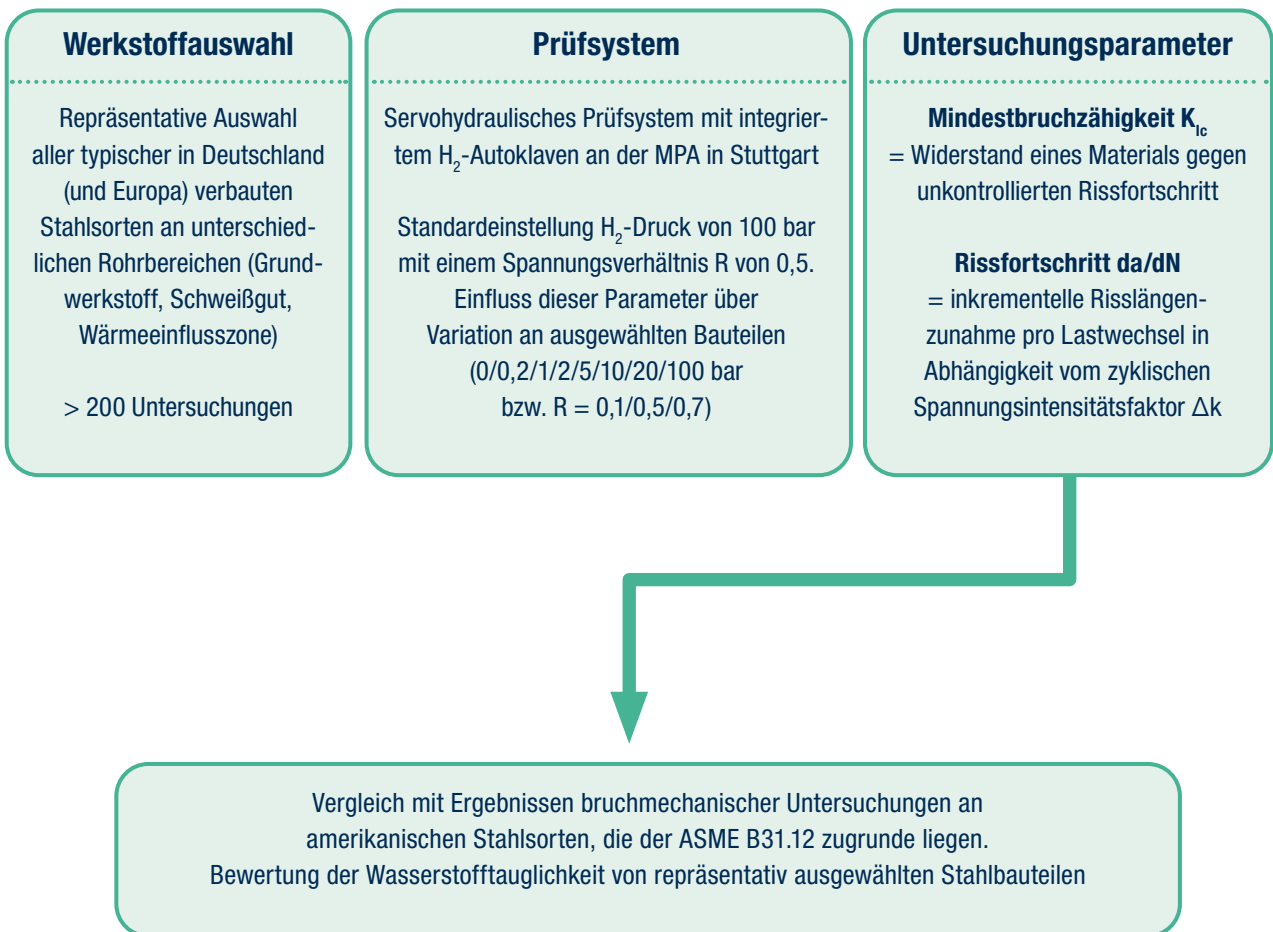
Mehr Infos zur Studie:
www.dvgw.de/h2-stahl

Hintergrund der Untersuchungen

Zur Erreichung der nationalen und europäischen Klimaziele und zur Dekarbonisierung weiter Teile der heutigen CO₂-Emittenten kann auf den Energieträger Wasserstoff nicht verzichtet werden. Da Erzeugung und Verbrauch in der Regel räumlich getrennt ablaufen, ist ein Transport innerhalb Deutschlands zu den jeweiligen Verbrauchern, aber auch über die Grenzen nach Deutschland notwendig, so wie es heute auch bereits mit Erdgas geschieht. Ein Eignungsnachweis für die im deutschen (und europäischen) Gasnetz verbauten Stahlbauteile für die Verwendung mit Wasserstoff unter realen Betriebsbedingungen – wie sie in der Gaswirtschaft üblich sind – ist daher elementar wichtig zur Sicherheits- und Tauglichkeitsbeurteilung

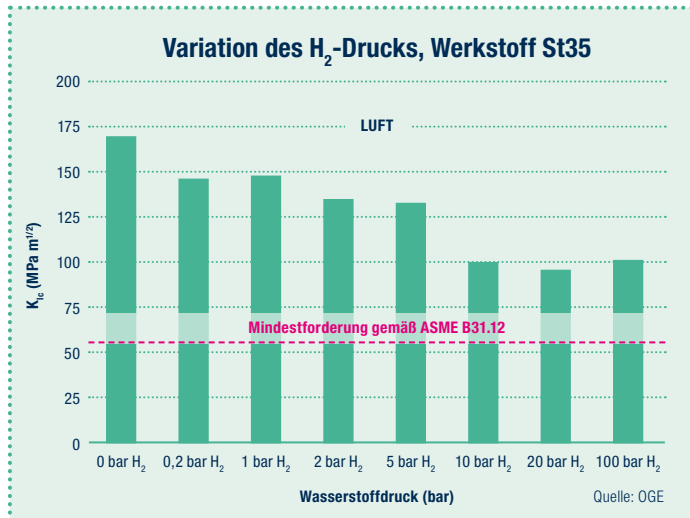
einer Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff. Dies ist notwendig, weil Wasserstoffatome aufgrund ihrer geringen Größe bei hohen Spannungen durch hohe Betriebsdrücke sowie häufige Betriebsdruckwechsel in Fehler an der Werkstoffoberfläche diffundieren und dort zu beschleunigter Rissbildung führen können. Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs stehen mit dem DVGW-Merkblatt G 409 und dem DVGW-Arbeitsblatt G 463 technische Regeln sowohl für die Umstellung von Leitungen auf Wasserstoff als auch für den Neubau zur Verfügung, die neben der geforderten üblichen Dimensionierung ggf. zusätzlich eine bruchmechanische Untersuchung der Leitungen und Leitungsbauteile vorsehen.

Methodik



Ausgewählte Ergebnisse und Fazit

Einfluss des H₂-Partialdrucks

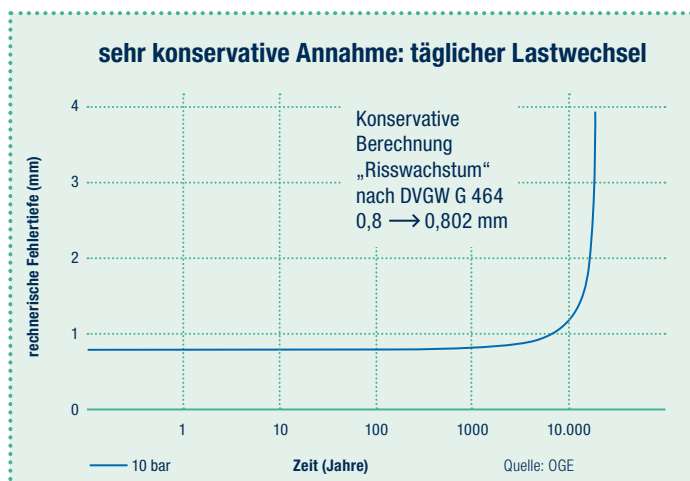


Zunehmender H₂-Partialdruck führt zu leicht absinkender Bruchzähigkeit K_{1c}. Anschließend Sättigung.

Alle Ergebnisse sind deutlich höher als geforderter Grenzwert von 55 MPa m^{1/2} (ASME B31.12)

Beispielrechnung

Konservative Annahmen mit einem Stahlrohr (DN 600, DP 67,5, L 415, Wanddicke 8 mm) und def. Fehler (50 mm lang & 0,8 mm tief)



Bei täglichen Lastwechseln von 10 bar (sehr konservative Annahme) wird der Riss nach >10.000 Jahren sprunghaft größer und versagt.

Alternative Interpretation: nach 100 Jahren tritt ein Risswachstum von 0,002 mm auf.

✓ 100% H₂-Tauglichkeit aller in Deutschland (und Europa) typischerweise verwendeten Stahlwerkstoffe nachgewiesen

✓ Keine relevante Streuung der Prüfergebnisse für alle getesteten Rohrwerkstoffe, -arten und Prüforte.

✓ Anpassung des DVGW-Regelwerks für Hochdruckleitungen unter Wasserstoff

✓ Nachweis der 100% H₂-Tauglichkeit von Gasleitungen aus Stahl bei üblichem Betrieb nach bruchmechanischen Berechnungen gemäß DVGW G 464 möglich

✓ Bestätigung der Ergebnisse aus ASME B31.12 und Ergänzung um ein bilineares und konservatives Modell

✓ Ergebnisse übertragbar auf Verteilnetze und Beimischungen