

Bleifreie Installationswerkstoffe und Wasserstoff

Bleifreie Installationswerkstoffe und Wasserstoff

Moderne bleifreie Kupferlegierungen bieten eine zukunfts-sichere Perspektive bei sehr guter Bearbeitbarkeit. Aber wie vertragen sich diese Legierungen mit Wasserstoff? Zu dieser Frage haben die Mitglieder des Kupferverbands mit dem Institut für Werkstoffe – Lehrgebiet Werkstoffprüfung der Ruhr-Universität Bochum eine zweite Testserie durchgeführt. Die Ergebnisse sind hervorragend. Die getesteten Werkstoffe lassen sich problemlos in Wasserstoffanwendungen einsetzen.

Zukünftiger Einsatz

Heutzutage gelten wasserstoffbeständige Stähle als Mittel der Wahl für den Einsatz in Wasserstoffanwendungen. Dabei erreichen moderne bleifreie Kupferlegierungen in Wasserstoff häufig gleiche oder bessere Performance als verwendbare Stähle bei deutlich besserer Zerspanbarkeit.



Moderne bleifreie Kupferlegierungen sind sehr gut bearbeitbar.¹

Materialverträglichkeit

Werkstoffe im Kontakt mit Wasserstoff müssen ihre mechanischen Eigenschaften zuverlässig behalten. Je nach Werkstoff kann Wasserstoff aufgenommen werden und Schädigungsmechanismen aktivieren; etwa Versprödung. Für Konstruktion und Auslegung ist deshalb entscheidend, wie sich ein Werkstoff im Wasserstoffkontakt verhält.

Aus normativer Sicht gibt es keine grundsätzliche Einschränkung für den Einsatz von Kupferwerkstoffen im Wasserstoffkontakt (z. B. ASME B31.12-2011 oder EIGA

IGC Doc 121/14). Um das Potenzial moderner Kupferlegierungen in Wasserstoffanwendungen umfassend nutzen zu können, ist jedoch eine weiter wachsende Datengrundlage erforderlich.



Bleifreie Installationswerkstoffe in typischen Anwendungen der Gebäudetechnik als mögliche Komponenten für Wasserstoffinfrastruktur.²

Versuchsprogramm

Die Untersuchungen wurden am Institut für Werkstoffe – Lehrgebiet Werkstoffprüfung der Ruhr-Universität Bochum durchgeführt. Grundlage ist das in Abbildung 1 dargestellte Prüfprogramm: Zugproben werden im Ausgangszustand charakterisiert, anschließend unter Druckwasserstoff beladen (275 bar H₂ bei 200 °C über 23 Tage). Parallel werden Proben bei 200 °C über 23 Tage ausgelagert. Der Wasserstoffgehalt wird jeweils im Ausgangszustand und nach der Beladung bestimmt; die mechanische Bewertung erfolgt über Langsam-Zugversuche (SSRT).



Abb. 1: Ausgewählte bleifreie Installationswerkstoffe und Testparameter.

Bewertungsgrundlage

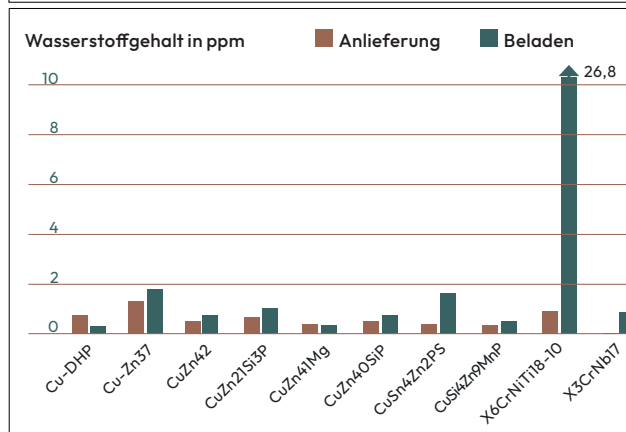
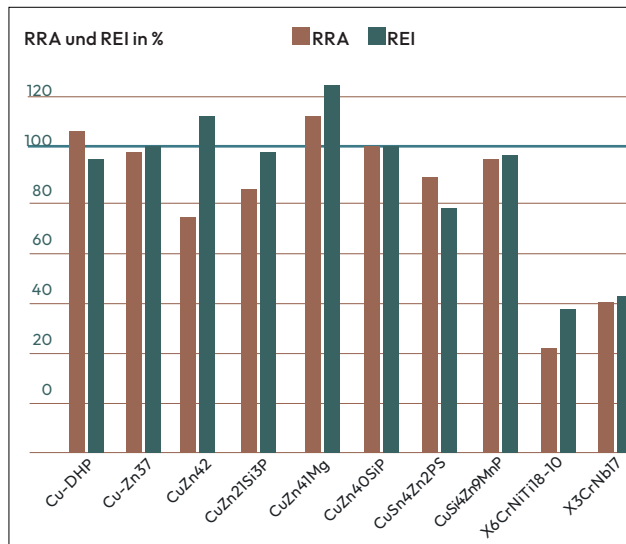
Die Wasserstoffresistenz wird über Versprödungsparameter beschrieben (HEI). Dazu werden Bruchdehnung A (REI) und Brucheinschnürung Z (RRA) der wasserstoffbeladenen Proben den entsprechenden Referenzproben ohne Wasserstoff gegenübergestellt. Die Prüfung erfolgt im Langsam-Zugversuch (SSRT), damit möglicher aufgenommener Wasserstoff seine Wirkung im Werkstoff zeigen kann.

$$RRA = \frac{Z_{\text{beladen}}}{Z_{\text{unbeladen}}} \quad REI = \frac{A_{\text{beladen}}}{A_{\text{unbeladen}}}$$

Ein stark versprödeter Werkstoff würde sehr niedrige RRA- und REI-Werte nahe Null aufweisen; ein unbeeinflusstes Material Werte nahe 100 %. Die Eignung für Wasserstoffanwendungen zeigt sich damit daran, wie nahe die Werte an diesem Ideal liegen. ³

Ergebnisse

Die untersuchten bleifreien Installationswerkstoffe zeigen im Vergleich von Ausgangszustand und wasserstoffbeladenen Proben ein sehr ähnliches mechanisches Verhalten. Exemplarisch ist dies für CuZn21Si3P dargestellt: Ausgangszustand und beladene Proben verhalten sich im Zugversuch vergleichbar.

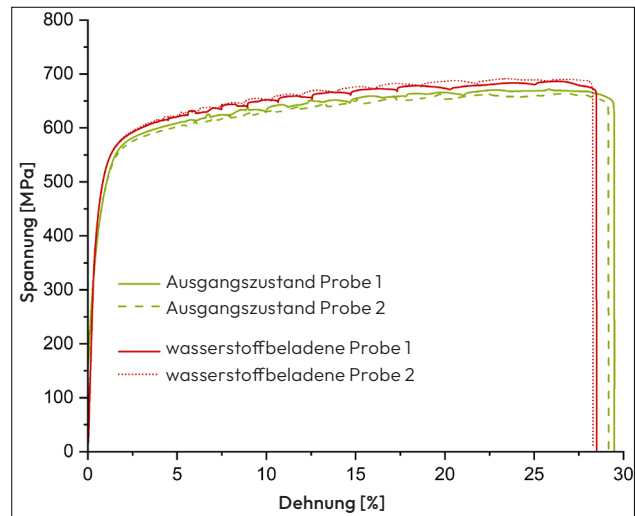


RRA und REI, sowie Wasserstoffaufnahme im Vergleich zu zwei Stahlwerkstoffen nach ³ bei vergleichbarem Testprogramm. Wasserstoffgehalt von X6CrNiTi18-10 bei 26,8 ppm (außerhalb der Skala).

Die in der Übersicht dargestellten RRA- und REI-Werte liegen für die geprüften Werkstoffe insgesamt nahe dem Ideal von 100 %. Zusätzlich nehmen die untersuchten Werkstoffe fast keinen Wasserstoff auf.

Fazit

Auch die hier untersuchten bleifreien Installationswerkstoffe zeigen unter dem Einfluss von Druckwasserstoff sehr gute Ergebnisse. In Verbindung mit ihrer guten Bearbeitbarkeit stellen die geprüften Werkstoffe eine hervorragende Option für Wasserstoffanwendungen dar.



Beispiel CuZn21Si3P. Ausgangszustand und wasserstoffbeladene Proben zeigen im Zugversuch ein vergleichbares Verhalten.

Literatur & Bildquellen

- ¹ Bild: BEYERMetall
- ² Bild: Canva
- ³ Jürgensen, J.; Frehn, A.; Ohla, K.; Stolz, S.; Pohl, M. Effect of Hydrogen Charging on the Mechanical Properties of High-Strength Copper-Base Alloys, Austenitic Stainless Steel AISI 321, Inconel 625 and Ferritic Steel 1.4511. Metals 2024, 14, 588. <https://www.mdpi.com/2075-4701/14/5/588>
- Titelbild: EWE Armaturen
- weitere Quelle: www.kupfer.de

kupfer

Kupferverband e. V.
 Emanuel-Leutze-Str. 11 • 40547 Düsseldorf
 Tel.: +49 211 239469-0 • Fax: +49 211 239469-10
 info@kupfer.de • kupfer.de