

## Pressemeldung

12. Februar 2026

### Edelstahl für die Wasserstoffwirtschaft

Neues Legierungsdesign überwindet Korrosion und Wasserstoffversprödung

#### Auf den Punkt gebracht:

- **Herausforderung:** Bis jetzt ist Edelstahl anfällig für Korrosion und Versprödung beim Transport und der Speicherung von Wasserstoff
- **Strategie:** Atomare Passivierung von Korngrenzen mit Stickstoff
- **Ergebnis:** neuer Edelstahl mit 3,8-fach höherer Korrosionsbeständigkeit und 1,35-fach höherer Beständigkeit gegen Wasserstoffversprödung im Vergleich zu 316L Stahl
- **Relevanz:** Neuer Edelstahl ist kosteneffizient und mit etablierten Prozessen herstellbar und ermöglicht den sicheren Transport und die Speicherung von Wasserstoff

Wasserstoff ist ein zentraler Baustein zukünftiger klimaneutraler Energiesysteme. Doch die sichere Speicherung und der Transport von Wasserstoff stellen weiterhin eine große materialwissenschaftliche Herausforderung dar. Edelstähle gelten als vielversprechende Werkstoffe, da sie robust, kostengünstig und weit verbreitet sind. Jedoch sind selbst moderne Edelstahlsorten anfällig für Korrosion und Wasserstoffversprödung – ein Prozess, bei dem Wasserstoff in das Metall eindringt, innere Bindungen schwächt und im Extremfall zu plötzlichem Materialversagen führt.

In einer neuen Studie hat ein internationales Forschungsteam unter der Leitung der University of Science and Technology Beijing und des Max-Planck-Instituts für Nachhaltige Materialien (MPI-SusMat) einen neuartigen austenitischen Edelstahl entwickelt, der beide Probleme gleichzeitig adressiert. Die Ergebnisse wurden nun in der Fachzeitschrift Science Advances veröffentlicht.

#### Stickstoff schützt die Korngrenzen

Korngrenzen zählen zu den anfälligsten Defekten in Metallen. Sie sind schnelle Diffusionspfade für Wasserstoff und bevorzugte Orte für elektrochemische Korrosionsreaktionen. Wasserstoffversprödung entsteht, wenn sich mobiler Wasserstoff an diesen Grenzflächen anreichert und lokale Spannungen verursacht, die zur Schwächung der Mikrostruktur und Rissbildung führen können. Korrosion hingegen ist das Ergebnis elektrochemischer Wechselwirkungen zwischen der Mikrostruktur des Materials und seiner Umgebung.

„Die Herausforderung bestand darin, einen neuen Industrie-tauglichen Edelstahl zu entwickeln, der unter Wasserstoffbelastung mechanisch zuverlässig bleibt und gleichzeitig eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweist“, erklärt Professor Dierk Raabe, Direktor am MPI-SusMat und korrespondierender Autor der Studie. „Zudem musste das Material kosteneffizient sein und sich mit etablierten industriellen Herstellungsverfahren verarbeiten lassen. Da Korngrenzen, also planare atomare Defekte in Metallen, die kritischsten Schwachstellen für Wasserstoffversprödung sind, haben wir gezielt dort angesetzt, um das Eindringen von Wasserstoff durch die Belegung dieser Regionen durch atomar fein verteilten Stickstoff zu verhindern. Es geht hier also um die Nutzung einer atomaren Schutzschicht auf den Korngrenzen - das ist Engineering auf atomarer Ebene.“

### **Atomare Passivierung sorgt für dauerhaften Schutz**

Anstatt sich ausschließlich auf eine konventionelle Oxidschicht an der Oberfläche zu verlassen, integrierte das Forschungsteam Stickstoffatome direkt in die Korngrenzen des Stahls. Auf diese Weise wird das Eindringen von Wasserstoff blockiert, noch bevor Schäden entstehen können.

Die neu entwickelte Legierung (Fe-20Cr-9Ni-2.5Mn-1.6Mo-1Cu-0.2N) zeigt dadurch eine 3,8-fach höhere Korrosionsbeständigkeit sowie eine 1,35-fach verbesserte Widerstandsfähigkeit gegen Wasserstoffversprödung im Vergleich zu kommerziellem 316L-Edelstahl.

### **Eine skalierbare und nachhaltige Lösung**

Im Gegensatz zu Ansätzen, bei denen Wasserstoff in Ausscheidungen gebunden wird, die sich schnell sättigen, bietet die Passivierung der Korngrenzen einen langfristigen Schutz.

Der neue Werkstoff ist kosteneffizient, mit etablierten industriellen Prozessen kompatibel und weist einen geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck auf als viele Hochleistungsalternativen. Durch die Kombination aus Korrosionsbeständigkeit, Wasserstofftoleranz und Wirtschaftlichkeit eröffnet der entwickelte Edelstahl realistische Perspektiven für sicherere Rohrleitungen, Tanks und Komponenten in der Wasserstoffinfrastruktur.

Der nächste Schritt ist diese atomare Designstrategie auch auf andere Legierungen zu übertragen und neue Möglichkeiten für langlebige Materialien in Energie-, Chemie- und Infrastrukturanwendungen zu schaffen.



## Original-Publikation:

H. Cheng, H. Luo, Y. Li, Z. Rao, Q. Zhao, Z. Pan, Q. Kong, X. Li, D. Raabe: Segregation passivation makes cost-effective stainless steel resistant to corrosion and hydrogen embrittlement. In: Science Advances 12 (2026) eadz1833

Am Max-Planck-Institut für Nachhaltige Materialien (MPI-SusMat) entwickeln wir neue Wege, Materialien für eine klimaneutrale Zukunft zu gestalten, herzustellen und zu recyceln. Von grünem Stahl und recycelbarem Aluminium bis hin zu langlebigen Batterien – unsere Forschung adressiert zentrale Herausforderungen in den Bereichen Energie, Mobilität, Infrastruktur und Ressourceneffizienz. Durch die Kombination von Materialwissenschaft und Künstlicher Intelligenz treiben wir nachhaltige Innovationen voran. Bis 2024 war das Institut unter dem Namen Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH tätig.

Mehr Neuigkeiten aus dem MPI-SusMat gibt es bei [LinkedIn](#) und [YouTube](#).

### Kontakt:

Yasmin Ahmed Salem, M.A.  
Referentin für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
E-Mail: [y.ahmedsalem@mpie.de](mailto:y.ahmedsalem@mpie.de)  
Tel.: +49 (0) 211 6792 722  
<https://www.mpi-susmat.de>

