

## NEUE EXPERIMENTELLE METHODEN ZUR UNTERSUCHUNG VON WASSERSTOFFTRANSPORT, -VERTEILUNG UND -SCHÄDIGUNG

### ELEKTROCHEMISCHE UND PLASMA-WASSERSTOFFAUFLADUNG

Der Übergang zu einer klimaneutralen Wirtschaft führt zwangsläufig zu Veränderungen im Energiesektor, in dem Wasserstoff (H) einer der vielversprechendsten Energieträger mit null Treibhausgasemissionen sein dürfte.

Die Wechselwirkung von Wasserstoff mit den meisten bekannten Werkstoffen führt zu deren Zersetzung und Versagen, auch bekannt als Wasserstoffversprödung (HE). Die zugrundeliegenden Mechanismen hängen nicht nur stark vom Material ab, sondern auch von den Bedingungen, unter denen Wasserstoff in das Material eindringt. Diese Aspekte stellen bestimmte Anforderungen an die experimentellen Untersuchungen, die mit den Standardmethoden nicht leicht zu erfüllen sind, und es werden neue Ansätze benötigt, um die

grundlegenden Aspekte dieses Phänomens zu beleuchten.

Eine Kombination aus elektrochemischer Aufladung und mikromechanischer Prüfung auf der Mikroskala ermöglicht am MCL einen direkten Einblick in die lokale mechanische Reaktion eines Materials auf die H-Aufladung in verschiedenen Umgebungen, wie in Abbildung 1 dargestellt. Der neu eingerichtete elektrochemische Aufladungsaufbau für einen Nanoindenter eröffnet neue Horizonte für die Untersuchung der Auswirkung von H auf die lokalen mechanischen Eigenschaften verschiedener metallischer Legierungen und eine Möglichkeit zur eingehenden Analyse der H-Mikrostruktur-Wechselwirkung in Systemen, die schweren H-haltigen Umgebungen ausgesetzt sind.

## SUCCESS STORY

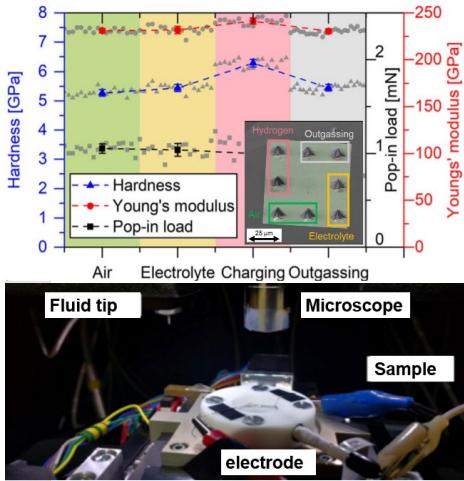


Abbildung 1: Elektrochemische H-Aufladezelle (unten), konzipiert für Nanoindentationsversuche (oben), Bild: MCL

Die Fähigkeit von H, dem leichtesten Element im Periodensystem, aus dem Material zu entweichen macht in-situ-Untersuchungen von HE zu einer wichtigen aber auch äußerst schwierigen Aufgabe in den meisten verfügbaren Materialien. Eine mögliche Lösung für dieses Problem bietet die Kombination einer H-Plasma-Ladetechnik mit einer mechanischen Prüfeinrichtung in der Kammer des Rasterelektronenmikroskops (REM). Diese neu entwickelte Methodik ermöglicht die direkte Beobachtung des Materialbruchs im REM während der H-Aufladung. Erste Ergebnisse, die mit dem Versuchsaufbau erzielt wurden, sind in Abbildung 2 dargestellt, wobei die

H-Prüfung parallel zur REM-Beobachtung der Rissöffnung und -ausbreitung durchgeführt wurde.

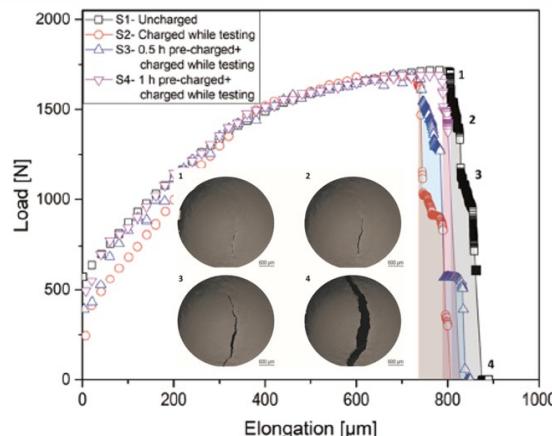


Abbildung 2: Ergebnisse der H-Plasmaladung: In-situ-Bilder der Alloy 718 S1-Probe, die den in der Last-Dehnungs-Kurve markierten Punkten entsprechen, Bild: MCL

## Wirkungen und Effekte

Die entwickelten experimentellen Methoden zur Untersuchung von Wasserstoff sind ein wichtiger und notwendiger Schritt zum Verständnis des Phänomens auf der Mikrostrukturskala. Es wird erwartet, dass die Methoden einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung und Bewertung neuer Materialien für die Wasserstoffwirtschaft leisten werden.

## Projektkoordination (Story)

Dr. Vsevolod Razumovskiy  
Key Scientist Computational Materials Design  
Materials Center Leoben Forschung GmbH  
T +43 (0) 3842 45922-69  
vsevolod.razumovskiy@mcl.at

## Projektpartner

- Montanuniversität Leoben, Österreich
- Österreichische Akademie der Wissenschaften, Österreich
- Max-Planck-Institut für Plasma Physik, Deutschland

**IC-MPPE / COMET-Zentrum**  
**Materials Center Leoben Forschung GmbH**  
Roseggerstrasse 12  
8700 Leoben  
T +43 (0) 3842 45922-0  
mclburo@mcl.at  
www.mcl.at

- voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG, Österreich

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung auf der FFG Website freigegeben. Das COMET-Zentrum IC-MPPE wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMK, BMDW, und die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: [www.ffg.at/comet](http://www.ffg.at/comet)