

Wie tief dringt Wasserstoff in Oberflächen ein?

Wasserstoff (H₂) wird in Zukunft verstärkt als Energieträger eingesetzt. Dafür muss er hergestellt, transportiert und gelagert werden. Es ist bekannt, dass H₂ in die Materialien von Leitungen und Tanks eindringt und es dadurch z. B. bei Stählen zur Wasserstoffversprödung bis hin zum Bruch kommen kann. Mögliche Lösungen sind die Beschichtung von Oberflächen oder die Wahl spezieller Stahlsorten, die die Eindiffusion des Wasserstoffs reduzieren oder verhindern. Um das zu überprüfen, hat das Fraunhofer IST ein Verfahren entwickelt, welches die Eindringtiefe und Eindringintensität des Wasserstoffs messen kann.



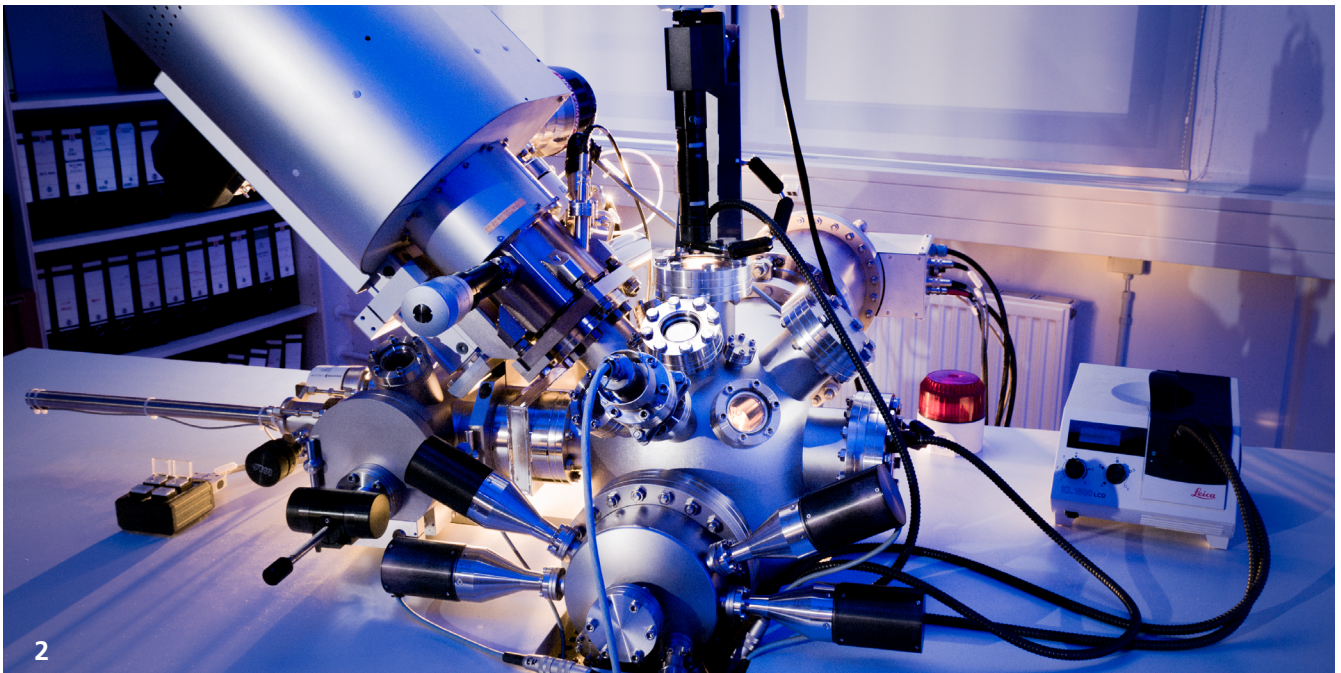
Deuteriumreaktor zur kontrollierten Beladung von Proben mit Wasserstoff oder Deuteriumgas mit Drücken bis 200 bar und Temperaturen bis 300 °C.

SIMS-Tiefenprofilanalyse der Eindiffusion von Wasserstoff

Für die Messung des Wasserstoffs in der Oberfläche von Materialien wird die Sekundärionen-Massenspektroskopie (SIMS) verwendet. Dabei wird das Material im Vakuum mit Hilfe eines Ionenstrahls Schicht für Schicht abgetragen und die Anzahl der austretenden Wasserstoffionen mittels eines Massenspektrometers sehr empfindlich detektiert. Auf diese Weise kann ein Tiefenprofil der Wasserstoffverteilung in der Oberfläche erstellt werden. Problematisch dabei ist, dass Wasserstoff z. B. in Form von Wasser oder organischen Verunreinigungen praktisch auf allen Oberflächen vorhanden ist.

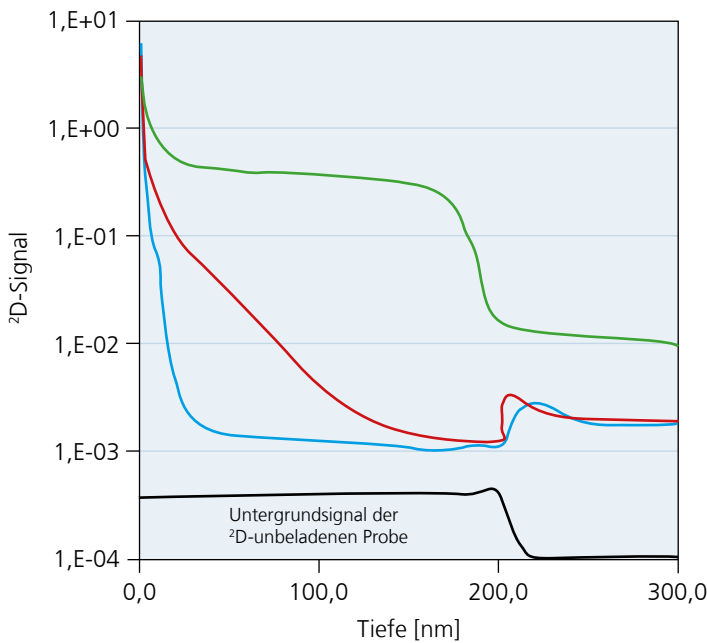
Deuterium statt Wasserstoff: Probenbeladung im Hochdruckreaktor

Um Oberflächen kontrolliert mit Wasserstoff zu beladen, wurde am Fraunhofer IST jetzt ein Hochdruckreaktor aufgebaut, in dem Proben bei Drücken bis zu 200 bar und Temperaturen bis zu 300 °C einer Wasserstoffatmosphäre ausgesetzt werden können. Der hohe Druck simuliert dabei die Bedingungen in Tanks oder Leitungen, die hohen Temperaturen beschleunigen die Diffusionsvorgänge und reduzieren damit die Prüfzeiten von Wochen auf Stunden. Damit dieser Wasserstoff aber von dem allgegenwärtigen Wasser u. ä. unterschieden werden kann, wird statt normalem der sogenannte schwere Wasserstoff, d. h. Deuteriumgas, verwendet. Dieses ist mit dem regulären Wasserstoff chemisch identisch, kann aber im Massenspektrometer über seine höhere Masse eindeutig erkannt werden.



UHV-Anlage zur Sekundärionen-Massenspektroskopie von Wasserstoff bzw. Deuterium in Oberflächen.

Relative Deuterium-Verteilung



Tiefenverteilung des Deuteriums in drei verschiedenen Wasserstoff-Barriereschichten.

Vorteile des Verfahrens

Im Unterschied zu anderen Verfahren, bei denen der aufgenommene Wasserstoff oft durch Austreiben nur integral erfasst wird, kann hier die Tiefenverteilung gemessen und damit die Barrierewirkung von z. B. unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen direkt miteinander verglichen werden. Durch den neuen Reaktor kann sowohl die Behandlung der Proben mit Wasserstoff als auch die Analyse aus einer Hand angeboten werden. Darüber hinaus können die beladenen Proben neben der Untersuchung mittels SIMS auch für Gefügeanalysen oder mechanische Prüfungen verwendet werden.

Das neue Verfahren wird zum einen für Projekte im Rahmen des Wasserstoff Campus Salzgitter eingesetzt, zum anderen aber auch als Dienstleistung anderen Unternehmen oder Instituten angeboten.



Kontakt

Dr. Kirsten Schiffmann
 Telefon +49 531 2155-577
 kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de