

## BAUTEILSCHÄDIGUNGEN DURCH WASSERSTOFFDIFFUSION

Im Zuge der wachsenden Bedeutung von Power-to-Gas und Brennstoffzellenanwendungen müssen oftmals metallische Bauteile vor Wasserstoffversprödung geschützt werden. Beispiele sind Bipolarplatten in SOFC- Brennstoffzellen, die korrosiven Sauer- und Wasserstoffatmosphären ausgesetzt sind, sowie wasserstoffinduzierte, lebensdauerbegrenzende »white etching cracks« in Lagern von Windkraftturbinen. Eine Möglichkeit, um Strukturbauteile vor Wasserstoff zu schützen, ist die derartige Applikation dünner Schichten auf PVD-Basis. Um im Zuge der Schichtentwicklung deren Barriereigenschaften messen und vergleichend bewerten zu können, wurde ein Gaspermeationsprüfstand aufgebaut.

### Erforschung geeigneter Schichtmaterialien

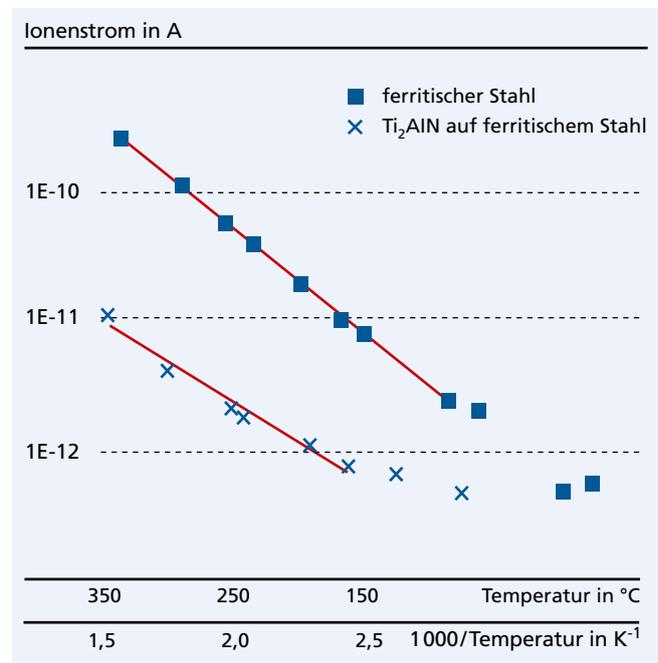
Anhand von Recherchen und atomistischen Simulationen wurden nanolaminare, ternäre Nitride als potenzielle Materialien mit guten Barriereigenschaften identifiziert. Bei diesen »MAX-Phasen«-Materialien wechseln sich atomare Metall- mit Nitrid-Lagen ab. Sie vereinen metallische mit keramischen Eigenschaften und kombinieren gute chemische Beständigkeit mit hoher mechanischer Schadenstoleranz. Ein Vertreter ist  $Ti_2AlN$ , zu dessen Abscheidung ein reaktiver Sputterprozess erarbeitet wurde, mit dem sehr phasenreine MAX-Phasen mit kristallografischer Vorzugsorientierung erzeugt werden können.

### Aufbau des Permeationsprüfstands

Das zu prüfende Blech wird vakuumdicht als »Membran« zwischen zwei Kammern eingespannt. Auf der Hochdruckseite wird das zu detektierende Gas (Wasserstoff beziehungsweise Deuterium) eingelassen, auf der Niederdruckseite ( $10^{-8}$  mbar) werden durch das Blech hindurchdiffundierte Gasmoleküle massenspektrometrisch detektiert. Über einen Heizstrahler kann

die Temperatur des Blechs von Raumtemperatur bis 300 °C variiert werden. Durch die Analyse der Ionenströme werden Rückhalteraten bestimmt (in Abbildung 1 zirka 1,5 Größenordnungen). Damit können Barriereigenschaften von Schichten gegen Wasserstoffdiffusion quantifiziert werden und gezielte Schichtentwicklungen erfolgen.

Dr. Frank Burmeister, Lukas Gröner



1 Gemessene Diffusionsströme von Deuterium: Vergleich der Diffusion durch ein blankes Blech (geschlossene Symbole) mit einem MAX-Phasen-beschichtetem Blech (offene Symbole).