

Auszug aus dem Jahresbericht 2015
Zur aktuellen Website: www.ist.fraunhofer.de

PD-GASTRENNMEMBRANEN FÜR DIE WASSERSTOFFSEPARATION

Die Nachfrage nach sauberer und grüner Energie hat den Verbrauch von Wasserstoff in den letzten Jahren kontinuierlich steigen lassen. Eine wirtschaftliche Produktion von kleinen und mittleren Wasserstoffmengen kann mit Hilfe von dünnen Palladium-Membranen erreicht werden, die auf porösen Rohroberflächen aufgebracht werden. Die Pd-Membranen sind selektiv wasserstoffdurchlässig und ermöglichen somit eine effiziente Separation von Wasserstoff aus einem Gasgemisch. Im Rahmen einer Kooperation arbeitet das Fraunhofer IST mit den Unternehmen Plansee SE und Linde AG auf diesem Gebiet zusammen.

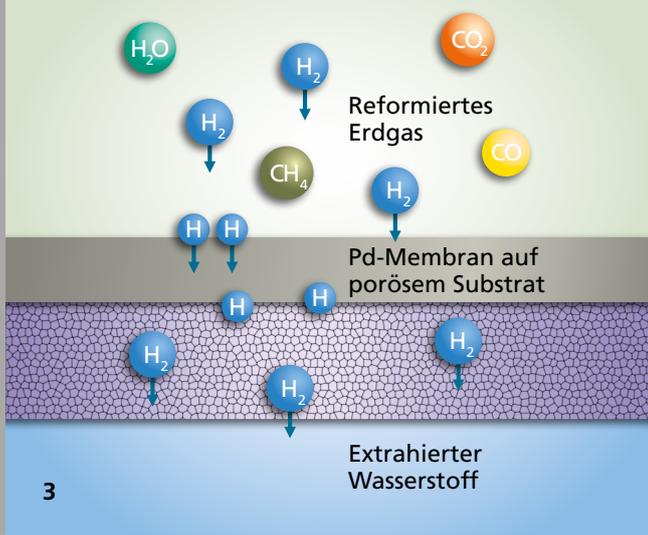
Prinzip der Wasserstoffseparation

In einigen Elementen wie z. B. Palladium, Vanadium, Nickel oder Eisen und in Legierungen wie beispielsweise Pd-Ag, Zr-Ni zeigt Wasserstoff eine hohe Löslichkeit und ein hohes Diffusionsvermögen bei erhöhten Temperaturen. Ist die metallische Membranstruktur ausreichend dicht und damit nur für Wasserstoffatome durchlässig, kann ein solches System für die Abtrennung von H_2 aus einem Gasgemisch verwendet werden. Um Korrosion zu vermeiden, werden vorzugsweise Membranstrukturen aus edlen Elementen wie Palladium genutzt. In Anbetracht der hohen Kosten von reinem Palladium und aufgrund der Tatsache, dass der Wasserstofffluss antiproportional zur Dicke der Membran ist, werden nur sehr dünne Pd-Membrane von ca. 10 μm Dicke verwendet, die auf ein mit ca. 1 mm vergleichsweise dickes poröses Trägermaterial aufgebracht werden.

Wasserstoff kann über eine Dampfreformierung von Erdgas hergestellt werden. Hierbei wird Erdgas mit Wasserdampf versetzt und diese Mischung über Katalysatorteilchen geleitet, wobei in einer endothermen Reaktion bei Betriebstemperaturen von ca. 600 °C Wasserstoffmoleküle und Kohlenstoffoxide erzeugt werden. Wenn diese Gasmischung auf eine Palladiumoberfläche trifft, diffundiert der Wasserstoff durch das Metall und kann auf der anderen Seite für eine Weiterverarbeitung extrahiert werden.

Gastrennmembran-Röhrchen

Vom Kooperationspartner Plansee SE werden unter dem Handelsnamen ITM dünne Röhrchen aus einer Fe-Cr-Legierung pulvermetallurgisch hergestellt. Diese sind mit einer Porosität von ca. 40 Vol.-% hochgradig gasdurchlässig und bilden das Trägermaterial für die dünnen Pd-Membranen, die vom



Fraunhofer IST mittels eines PVD-Verfahrens aufgebracht werden. Zwischen den ITM-Röhrchen und der Pd-Membran befindet sich zusätzlich eine poröse keramische Diffusionsbarriere aus Zirconiumoxid (ZrO_2), das mit Yttriumoxid (Y_2O_3) stabilisiert wurde. Diese Schicht verhindert eine Pd-Diffusion in das Fe-Cr-Substrat und sorgt so für eine Langzeitbeständigkeit der Beschichtung. Die Leckrate der Pd-Membran bestimmt wesentlich die Leistungsfähigkeit des Systems und sollte möglichst gering sein. Die dünnen Pd-Schichten weisen jedoch nodulare Defekte auf. Dadurch wird die Dichtigkeit der Membran verringert, sodass neben H_2 auch andere Moleküle durch sie hindurchdiffundieren können. Um dies zu verhindern, werden die Defekte durch eine zweite galvanisch aufgebraute Pd-Schicht versiegelt.

1 Gastrennmembran-Röhrchen mit einer PVD-Palladium-Oberfläche.

2 Schematische Darstellung der Dampfreformierung und der Wasserstoffseparation mit einzelnen Röhrchen.

3 Schematische Darstellung der Wasserstoffdiffusion durch die Pd-Membran in die Röhrchen.

KONTAKT

Dr. Kai Ortner
 Telefon +49 531 2155-637
 kai.ortner@ist.fraunhofer.de