

# Ressourcenschonende Konzepte für Gasdiffusionslagen (GDL) in PEM-Brennstoffzellen

Robert Alink<sup>1</sup>, Ulf Groos<sup>1</sup>, Volkmar von Arnim<sup>2</sup>, Thomas Stegmaier<sup>2</sup>, Robert Gerberich<sup>3</sup>, Tanja Jaich<sup>4</sup>, Michael Ketzer<sup>5</sup>, Klaus Gleich<sup>5</sup>, Ulrike Möller<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg, Germany, Phone +49 (0)761/4588-5184, robert.alink@ise.fraunhofer.de

<sup>2</sup> Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf, Körsthalstraße 26, 73770 Denkendorf, Phone +49 (0)711/9340-237, volkmar.arnim@ditf.de

<sup>3</sup> NuCellSys GmbH, 73230 Nabern, <sup>4</sup> CHT Germany GmbH, 72072 Tübingen, <sup>5</sup> Johns Manville, 97877 Wertheim, <sup>6</sup> AFBW e.V., 70182 Stuttgart

## Motivation

PEM-Brennstoffzellen gelten als vielversprechende Technologie für eine umweltfreundliche Mobilität. Durch die hocheffiziente Umsetzung von Luftsauerstoff mit Wasserstoff entsteht elektrische Energie und als einziges Abgasprodukt Wasser. Trotzdem werden Materialien eingesetzt, welche umweltproblematisch sind.

Ressourcenschonender Ansatz:

- Substitution energieintensiver Graphitfaser-Papiere durch Glasfaservliese
- Substitution von PTFE durch fluorfreie, wasserabweisende Materialien

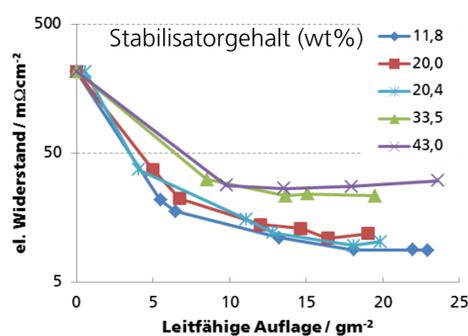
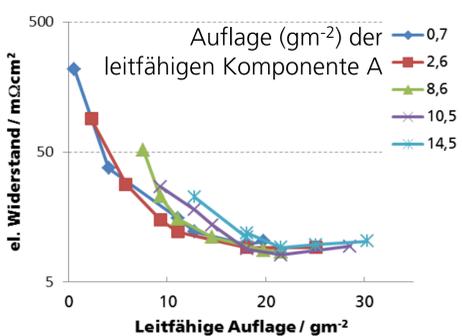
Zielfunktionen der GDL:

- Ressourcenschonender Materialaufbau
- Hohe elektrische Leitfähigkeit
- Gute Diffusionswerte für Reaktionsgase
- Hohe Biegesteifigkeit
- Hohe Wasserabweisung
- Kostengünstige Herstellung

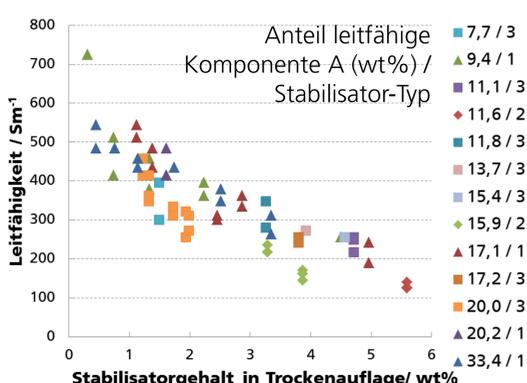
## Optimierung der elektrischen Leitfähigkeit

Glasfasern sind elektrische Isolatoren. Hohe elektrische Leitfähigkeiten werden durch optimierte Kohlenstoffbeschichtungen erreicht. Nichtleitfähige Komponenten werden zur Stabilisierung und Wasserabweisung in die Beschichtung eingebracht.

- Bei höheren Leitpartikelauflagen konvergiert die Leitfähigkeit auf einen vom verwendeten Kohlenstoff unabhängigen Wert
- Die maximal erreichbare Leitfähigkeit hängt stark vom Stabilisatorgehalt ab



Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von der Leitpartikelauflage: Unterschiedliche Mischverhältnisse der Leitfähigkeitskomponenten (links) und Stabilisatorgehalte (rechts)

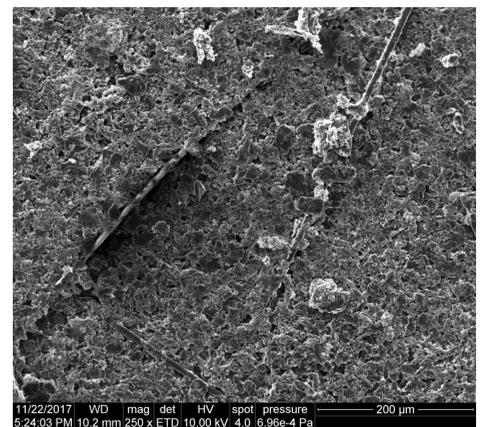


Maximale Leitfähigkeit verschiedener Rußanteile (wt%) und Bindersysteme (1-3)

- Die elektrische Leitfähigkeit ist relativ unabhängig von der Art des Stabilisators und der Kombination verschiedener Leitpartikel
- Die notwendige Leitfähigkeit >200 Sm<sup>-1</sup> wird bei niedrigem Stabilisatorgehalt erreicht

## Optimierter Ansatz

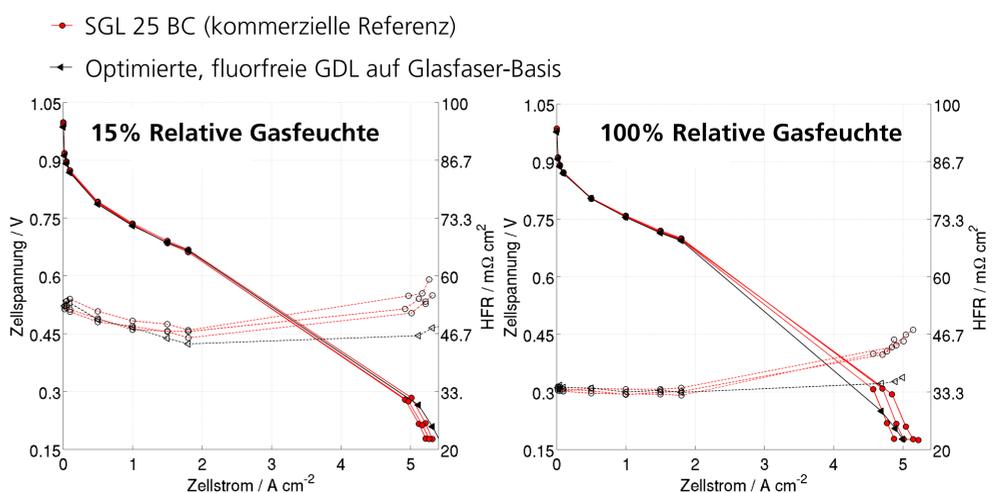
- Hohe Beschichtungs-/Füllgrade sind notwendig, um die Zielwerte der elektrischen Leitfähigkeit und Biegesteifigkeit zu erreichen
- Die Diffusionseigenschaften für die Reaktionsgase bleiben bei geeigneter Kombination aus verschiedenen Kohlenstoffen trotzdem in einem akzeptablen Bereich



## In-situ Leistungscharakteristik der optimierten GDL

Sowohl bei Zufuhr von trockenen als auch überbefeuchteten Reaktionsgasen wurde die Leistungsfähigkeit kommerzieller Materialien erreicht durch:

- Leitfähige Beschichtung bzw. Füllung von Glasfaservliesen
- Verwendung angepasster Partikelgrößen
- Hohe Füllgrade
- Fluorfreie Hydrophobierung durch ECOPERL von CHT



Strom/Spannungskennlinie sowie Hochfrequenzwiderstand (HFR, gestrichelt) bei 15% (links) und 100% Gas-Einlassfeuchte (rechts). Zelltemperatur: 80°C, Luft/Wasserstoff bei 2 bar<sub>abs</sub>, 6/4 nl/min, 12 cm<sup>2</sup> aktive Zellfläche. CCM mit 0,4/0,1 mg<sub>Pt</sub>cm<sup>-2</sup>, Membran 18 μm

## Fazit und Ausblick

- Das Leistungspotential von fluorfreien Gasdiffusionsschichten auf Glasfaserbasis wurde nachgewiesen
- Signifikante Kostenersparnis durch niedrigere Material- und Produktionskosten möglich
- Die funktionale Stabilität, insbesondere bei niedrigem Stabilisatorgehalt, konnte in der Projektlaufzeit nicht untersucht werden