

ADSORPTION

Filtermedium für molekulare Kathodenluftreinigung in Brennstoffzellen

Stefan Kämper, Timur Zeytin

Wasserstoff-Brennstoffzellen versprechen emissionsfreie Mobilität – insbesondere in anspruchsvollen Anwendungen mit großen Reichweiten. Luftschadstoffe stellen jedoch nach wie vor eine große Gefahr für die Langlebigkeit des Systems dar. Die Talamon GmbH begegnet dieser Herausforderung mit maßgeschneiderten Adsorptionsfiltern, die empfindliche Kathodenkomponenten vor molekularen Schadstoffen schützen.

Herausforderungen bei Brennstoffzellen und Luftreinheit

Die Brennstoffzellentechnologie gilt als ein zentraler Baustein für die emissionsfreie Mobilität der Zukunft – sowohl



Effektive Luftfilterung

Selbst geringste Verunreinigungen der Luft können zu dauerhaften Schäden an Brennstoffzellen führen, weshalb spezielle Filtermedien erforderlich sind.

im Automotive-Bereich als auch in der Luftfahrtindustrie. Insbesondere dort, wo hohe Reichweiten und kurze Betankungszeiten gefragt sind, bietet die Wasserstoff-Brennstoffzelle entscheidende Vorteile gegenüber batterieelektrischen Antrieben. Doch der Weg zur breiten industriellen Anwendung stellt Entwickler vor erhebliche technologische Herausforderungen.

Eine der größten Anforderungen liegt in der angestrebten Lebensdauer: Für den Einsatz in Fahrzeugen werden Standzeiten von mindestens 25.000 Betriebsstunden gefordert – im Aerospace-Bereich teilweise sogar noch mehr. Um diese Zielvorgaben zu erreichen, muss die Brennstoffzelle nicht nur mechanisch robust sein und thermisch effizient arbeiten, sondern auch zuverlässig gegen äußere Einflüsse geschützt sein. Insbesondere

die Qualität der Zuluft spielt dabei eine kritische Rolle.

Schon Spuren von Luftschadstoffen im ppb-Bereich können zu irreversiblen Leistungsverlusten führen und die empfindlichen Katalysatoren der Kathode sowie die Membran dauerhaft schädigen. Daher ist eine effektive Luftfiltration unerlässlich, um die

Tabelle 1: Internes Anforderungsprofil der Entwicklungsmedien für die Kathodenluftfiltration

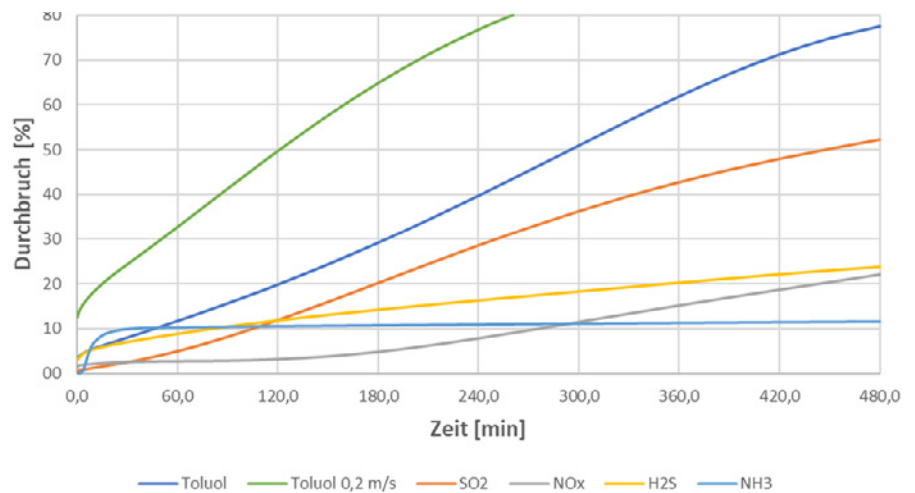
	Eingang	Max. Ausgang
NH ₃	50 - 500 ppb	3 - 10 ppb
SO ₂	20 - 300 ppb	1 - 10 ppb
H ₂ S	100 - 500 ppb	40 ppb
NO _x	150 - 1.500 ppb	10 - 50 ppb
Toluol	bis zu 300 ppm	10 ppb

Funktion und Lebensdauer der Brennstoffzelle langfristig zu sichern. Die Entwicklung spezialisierter Filtermedien, die auch unter realen Betriebsbedingungen feinste bzw. molekulare Verunreinigungen zuverlässig zurückhalten, ist somit ein Schlüsselthema für den erfolgreichen Einsatz dieser Technologie im Mobilitätssektor.

Entwicklung des Filtermediums

Um die empfindlichen Komponenten der Brennstoffzelle wirksam vor Schadstoffen zu schützen, hat Talamon zwei adsorptive Filtermedien entwickelt, die auf die Anforderungen in Kathodenluftfiltern abgestimmt sind. **Tabelle 1** zeigt das intern gesetzte Anforderungsprofil, das in zukünftigen Entwicklungsstadien erfüllt werden soll.

Die Filtermedien basieren auf speziell modifizierter Aktivkohle und zeichnen sich durch einen mehrschichtigen, funktional abgestimmten Aufbau aus. Durch gezielte chemische Modifikationen der Oberfläche konnten die Adsorptionseigenschaften gegenüber kritischen Schadstoffen wie Schwefeldioxid (SO₂), Schwefelwasserstoff (H₂S) und Stickoxiden (NO_x) deutlich verbessert werden. Die Leistungsbewertung erfolgte unter praxisnahen Bedingungen: Die Prüfungen wurden jeweils über 8 Stunden bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte und mit Schadgaskonzentrationen im niedrigen ppm-Bereich durchgeführt, um Rückschlüsse auf die Wirksamkeit



	Toluol	SO ₂	NO _x	H ₂ S	NH ₃
Konzentration Eingang [ppm]	8	3	3 ppm NO ₂	3	3
Anfangsdurchbruch [%]	3,3	0,4	1,5	3,0	0
Kapazität/ Probenfläche [g/m ²]	51,2	17,7	14,5	10,3	5,5

Bild 1: Zeitliches Durchbruchverhalten verschiedener Luftschadstoffe bei 23 °C, 50 % r.F. und einer Anströmgeschwindigkeit von 0,1 m/s mit Δp von 16 Pa (und Δp von 34 Pa bei 0,2 m/s) auf Medium 109875

bei realen Expositionsszenarien im ppb-Bereich ziehen zu können. Das zeitliche Durchbruchverhalten der verschiedenen Schadgase ist in den **Bildern 1** und **2** grafisch aufgetragen. Aufgrund der katalytischen Umsetzung des eingesetzten NO₂ zu NO sind beide Komponenten unter NO_x zusammengefasst.

Materialentwicklung und -optimierung

Das Medium 109875 bildete die erste Entwicklungsstufe und zeigte eine beson-

ders langanhaltende Leistung gegenüber Ammoniak und Stickstoffdioxid. Anhand der Toluol-Kurve wird zudem deutlich, dass höhere Anströmgeschwindigkeiten das Durchbruchverhalten negativ beeinflussen. In der zweiten Entwicklungsstufe lag der Fokus auf einer verbesserten Wirksamkeit gegenüber den besonders kritischen Schwefelkomponenten sowie Toluol. Diese Leistungssteigerung wurde im Medium 109888 mit einem reduzierten Druckverlust realisiert. Gleichzeitig wurde eine geringere Kapazität für Ammoniak festgestellt und

LEHVOSS Filtration – Ihr Experte für Filtration und Separation

Dead-End
und Cross-Flow
Filtration

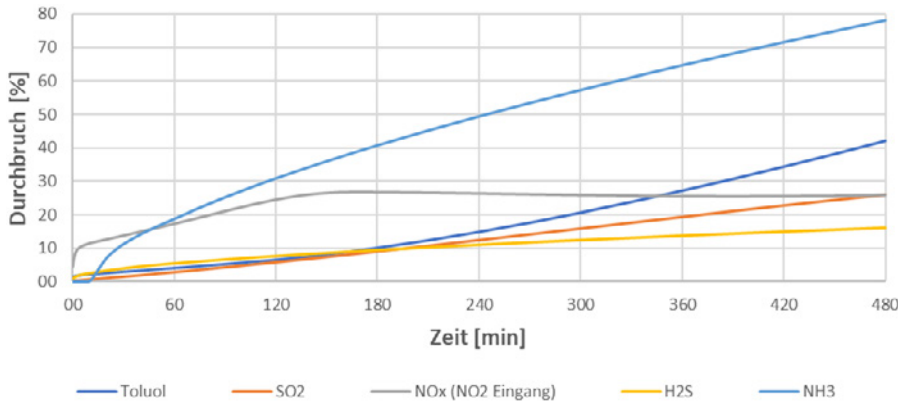


Herzlich Willkommen
auf der **drinktec 2025**
in München.

15.-19. September
Halle C3, Stand 679
New Beverage Concept



Lehmann&Voss&Co.
LEHVOSS Group



	Toluol	SO ₂	NO _x	H ₂ S	NH ₃
Konzentration Eingang [ppm]	8	3	3 ppm NO ₂	3	3
Anfangsdurchbruch [%]	1,3	0,2	4,6	0,9	0
Kapazität / Probenfläche [g/m ²]	71,3	19,8	12,1	10,9	3,3

Bild 2: Zeitliches Durchbruchverhalten verschiedener Luftschadstoffe bei 23 °C, 50 % r.F. und einer Anströmgeschwindigkeit von 0,1 m/s mit Δp von 8 Pa auf Medium 109888

der Durchbruch an Stickoxiden fiel höher aus, was auf eine verstärkte Bildung von Stickstoffmonoxid im Filtermedium zurückgeführt wird.

Im nächsten Entwicklungsschritt wird der Fokus auf die gezielte Kombination und Weiterentwicklung der vorhandenen Materialsysteme gelegt. Ziel ist es, die jeweiligen Vorteile wie hohe Bela-

dungskapazitäten, geringe Druckverluste und besonders selektive Schadstoffbindung in neuen Mediengenerationen noch gezielter auszunutzen.

Dank flexibler Fertigungstechnologien ist es Talamon möglich, auch kleinere Produktionsmengen wirtschaftlich umzusetzen. Dies erlaubt es, komplexe Medienaufbauten in enger Abstimmung

mit den spezifischen Anforderungen der Kunden zu realisieren.

Insbesondere für Pilotprojekte, Nischenanwendungen oder frühe Entwicklungsphasen stellen maßgeschneiderte Lösungen einen entscheidenden Mehrwert dar. Durch die enge Zusammenarbeit mit Forschungspartnern und Anwendern können neue Anforderungen frühzeitig in die Entwicklung integriert werden, was einen wichtigen Beitrag zur technologischen Reife und Praxistauglichkeit der Brennstoffzellentechnologie leistet. Eine Auswahl aktueller Entwicklungen präsentiert das Talamon-Team auf der Filtech 2026.

Autoren

Stefan Kämper
Product Manager

Timur Zeytin
Senior Product Manager

Talamon GmbH
Arthur-Wilke-Straße 1
14727 Premnitz

stefan.kaemper@talamon.de

▼ **Inserentenverzeichnis**

CFF GmbH & Co. KG, Ilmenau OT Gehren	17	Roth Composite Machinery GmbH, Burgwald	11
FILTECH 2025, Köln	4. Umschlagseite	SEFAR AG, Heiden, Schweiz	9
Flottweg SE, Vilsbiburg	37	Toray Membrane Europe GmbH, Münchenstein	35
Haver & Boecker oHG, Oelde	7		
JCEM GmbH, Fuluibach, Schweiz	41	Marktführer Filtrieren & Separieren	49 – 64
Lehmann&Voss&Co. KG, Hamburg	21		
Paul GmbH & Co. KG PACO, Steinau an der Straße	Titelseite, 3		
Pro-beam GmbH & Co. KGaA, Gilching	5	Beilage	
J. Rettenmaier & Söhne GmbH + Co KG, Rosenberg	19	16. Aachener Tagung Wassertechnologie 2025, Aachen	