

# DIESELPARTIKELFILTER MIT OPTIMIERTER DRUCKVERLUST- UND FILTRATIONSEFFIZIENZ

Dr. Uwe Petasch, Dipl.-Krist. Jörg Adler

Dieselpartikel sind krebserregend und damit besonders kritisch für Mensch und Umwelt. Partikelfilter, die heute weit verbreitet sind, reduzieren den Feinstaub von dieselmotorischen Abgasen sicher und effektiv. Dabei werden an die Filter folgende grundlegende Anforderungen gestellt:

- Hohe Filtrationswirkung zur effizienten Abscheidung von Rußpartikeln aus dem Abgas
- Geringer Gegendruck im unbeladenen Zustand und bei der Rußbelastung im Filterbetrieb
- Sehr gute thermische Beständigkeit zur Bewältigung der bei der Regeneration auftretenden hohen Temperaturen und Temperaturgradienten

Keramische Wall-flow-Filter zur Rußpartikelfiltration haben in den zurückliegenden Jahren bereits einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Die fortschreitende Verschärfung der Emissionsgrenzwerte und die Forderung nach energieeffizienteren Fahrzeugen machen aber auch zukünftig Weiterentwicklungen notwendig, die insbesondere auf Verringerungen des Gegendrucks und Verbesserungen der Abscheideleistung von Partikelfiltern ausgerichtet sind.

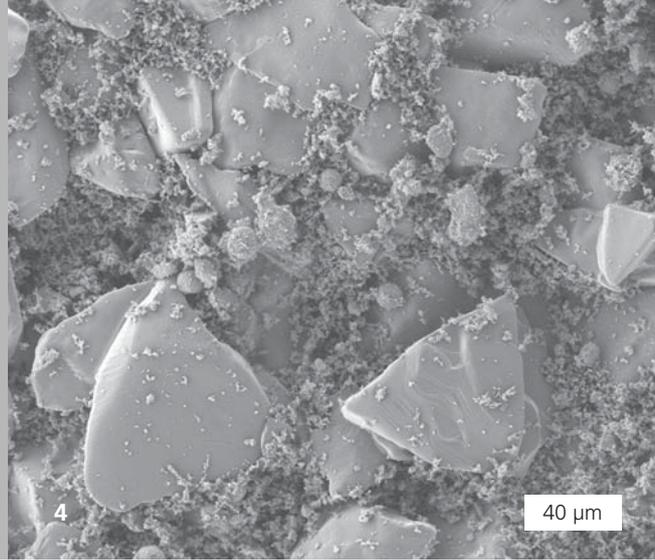
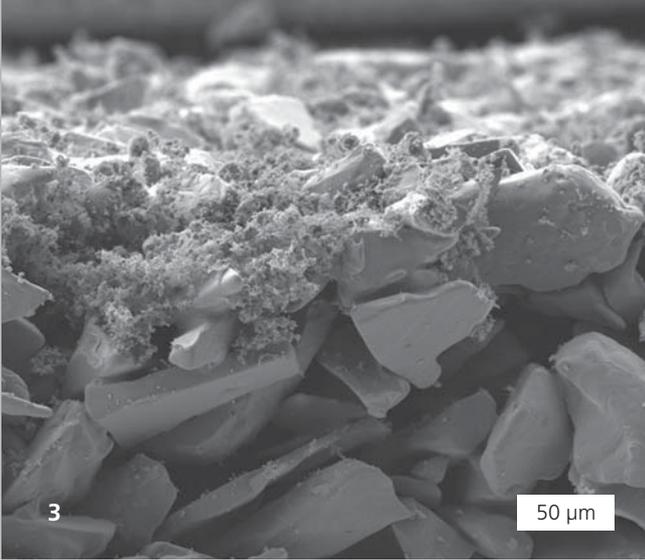
Am Fraunhofer IKTS wurde poröses flüssigphasengesintertes Siliziumcarbid (liquid phase sintered silicon carbide, LPS-SiC) als Material für die Anwendung in der Rußpartikelfiltration entwickelt und für die industrielle Serienfertigung von Partikelfiltern, hauptsächlich für Off-Road-Anwendungen, qualifiziert.

Neben den sehr guten thermischen Eigenschaften liegt der Vorteil dieses Materials in der reproduzierbaren Einstellung der Porengröße über das eingesetzte SiC-Korn. Mit dem Ziel einer

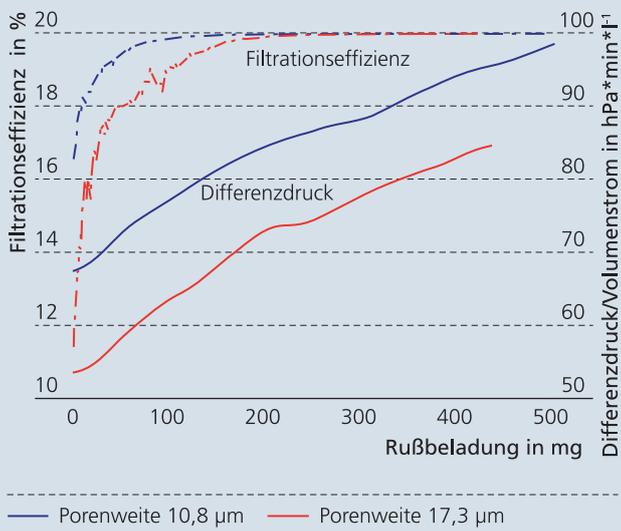
weiteren Optimierung der Druckverlust- und Filtrationseigenschaften wurde im Rahmen einer experimentellen Studie der Einfluss der Porosität auf die Filtrationseffizienz und das Gegendruckverhalten von Partikelfiltern untersucht. Dabei konnten sowohl Eigenschaftsänderungen des porösen Filtermaterials bei Abstufung der Porengröße zwischen 10 und 20 µm als auch das Verhalten realer Filterstrukturen bei Änderung der Materialeigenschaften getrennt betrachtet werden. Dafür werden einerseits scheibenförmige Proben und andererseits extrudierte Wabensegmente an einem speziellen Labor-teststand (Bild 1) unter reproduzierbaren Bedingungen mit synthetischem Ruß beladen und dabei der Gegendruck und die Abscheideleistung (auf Basis der Partikelanzahl) gemessen.

Alle getesteten Materialien zeigten unabhängig von der Porosität ein für Wall-flow-Dieselpartikelfilter (DPF) typisches zwei-stufiges Filtrationsverhalten mit einer anfänglichen Tiefen-einlagerung von Ruß in der Filterwand und einer nachgelager-ten Filtration durch den sich aufbauenden Rußkuchen (Bild 3). Der Partikelabscheidegrad in der Tiefenfiltrationsphase startet in Abhängigkeit von der Porenweite zwischen 60 % und 85 % und erreicht nach Ausbildung einer Rußschicht auf der Filter-wand mehr als 99,5 %.

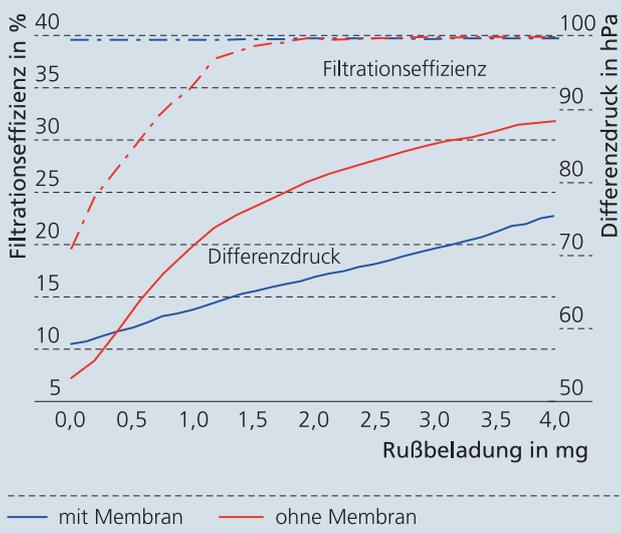
Eine Steigerung der Porenweite wirkt sich bei den Filterseg-menten vorteilhaft auf den Ausgangsgegen-druck sowie den Gegendruck bei der Rußbelastung aus. Dagegen zeigen Parti-kelfilter mit geringerer Porenweite eine höhere Filtereffizienz, da bei ihnen die relativ ineffiziente Tiefenfiltrationsphase weni-ger stark ausgeprägt ist.



### Gegendruck und Filtrationseffizienz für Wall-flow-DPF unterschiedlicher Porenweite



### Optimierte Druckverlust- und Filtrationseffizienz für DPF mit Filtrationsmembran



Eine weitere Effizienzsteigerung ist durch den Aufbau einer zusätzlichen feinporösen Filtrationsmembran auf der Filterwand möglich. Dabei wird neben der Filtrationseffizienz aber auch das Gegendruckverhalten der Filter durch die Membran

beeinflusst. Zur Entwicklung optimierter Materialien wurden in einer Kooperation mit dem Fraunhofer ITWM Mikrostruktursimulationen angewendet, die auf den experimentell und analytisch gewonnenen Ergebnissen zur Partikelabscheidung an porösem LPS-SiC aufbauen. Damit konnten detaillierte Vorschläge für den Aufbau der Filtrationsmembran erarbeitet werden, die im Anschluss experimentell auf die Filtermaterialien umgesetzt wurden. Ein Optimum hinsichtlich Filtrationseffizienz und Druckverlust bilden Filtermaterialien, bei denen die oberste Porenlage mit einer feinporösen keramischen Füllung versehen ist (Bild 4). Bei einer derartigen Filtrationsmembran wird der Anfangsgegendruck des unbeladenen Filtermaterials nur geringfügig beeinträchtigt. Dagegen lässt sich die Tiefenfiltration der Rußpartikel vollständig unterbinden, womit der Gegendruck bei der Rußbelastung deutlich unter dem von Filtermaterialien mit herkömmlicher Porosität liegt und trotzdem eine Abscheideleistung von ca. 99 % schon für das unbeladene Filtermedium erreicht wird.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Auslegung, Entwicklung und Optimierung von Dieselpartikelfiltern
- Anwendungsbezogene Charakterisierung von Filtereigenschaften

- 1 *Berußungs- und Gegendruckprüfstand.*
- 2 *Wall-flow-Dieselpartikelfilter.*
- 3 *Bruchfläche DPF-Filterwand nach Rußbelastung.*
- 4 *Filtrationsmembran auf DPF für optimiertes Druckverlust- und Filtrationsverhalten.*