

Dieserußfilter: Bayreuth Engine Research Center stellt neues Verfahren zur Beladungserkennung vor

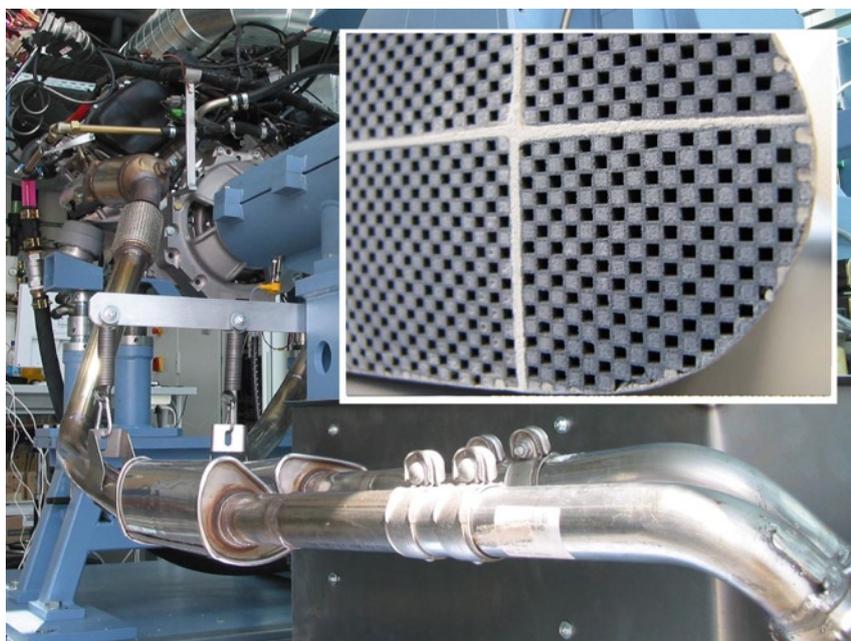
Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren müssen mit Diesel-Partikel-Filtern (DPF) ausgerüstet werden, damit sie umweltverträglich sind und keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen haben. Die Erkennung der Rußbeladung dieser Filter stellt bis heute eine technische Herausforderung dar. Auf dem Weg zu einer Lösung sind Ingenieurwissenschaftler der Universität Bayreuth jetzt einen wichtigen Schritt vorangekommen. Die entscheidende Forschungsidee: Mit Hilfe von Mikrowellen lässt sich der Grad der Rußbeladung in den Filtersystemen exakt bestimmen.

Sowohl auf europäischer wie auf nationaler Ebene gibt es heute strenge Rechtsnormen zum Emissionsschutz, die nach derzeitigem Stand der Technik eine Ausrüstung von Dieselmotoren mit Diesel-Partikel-Filtern erforderlich machen. Denn Dieselabgase enthalten winzige Rußpartikel in Verbindung mit Kohlenwasserstoffen, Wasser und Aschen. Diese Partikel haben einen Durchmesser von weniger als 100 Nanometern. Sie dringen infolge ihrer geringen Größe bis in das Lungengewebe ein und können so die menschliche Gesundheit erheblich schädigen. Der Ausstoß von Rußpartikeln kann aber durch hochwertige Diesel-Partikel-Filter erheblich reduziert werden. Diese Filter bestehen aus keramischen Werkstoffen mit einem System winziger Poren, in denen sich die Rußpartikel festsetzen. Je mehr Partikel sie zurückhalten, umso weniger durchlässig werden sie. Dies hat zur Folge, dass der Filter im Laufe des Fahrbetriebs verstopft. Daher werden die Filter in regelmäßigen Abständen regeneriert, d.h. von den zurückgehaltenen Rußpartikeln befreit.

Kraftstoffverbrauch und Materialkosten: Herausforderungen bei der Regeneration von Diesel-Partikel-Filtern

Für die Reinigung von Diesel-Partikel-Filtern sind in den Entwicklungsabteilungen der Automobilhersteller bereits verschiedenartige Verfahren entwickelt worden. Diese haben jedoch – bei allen Unterschieden in den technischen Details – einen gemeinsamen Nachteil: Jede Regeneration führt zu einem erheblichen Mehrverbrauch an Kraftstoff; deutlich mehr, als wenn der Dieselmotor sich während der gleichen Zeit im normalen Fahrbetrieb befinden würde. Daher sind sowohl die Automobilhersteller als auch ihre Kunden daran interessiert, diesen Kraftstoffverbrauch bei der Regeneration der DPF so weit wie möglich zu senken.

Die Regeneration der Diesel-Partikel-Filter lässt sich mit umso weniger Kraftstoff durchführen, je präziser man weiß, (a) wie groß die Menge der im Filter zurückgehaltenen Rußpartikel ist und (b) wie sich diese Partikel im Kanalsystem des Filters verteilen. Diese



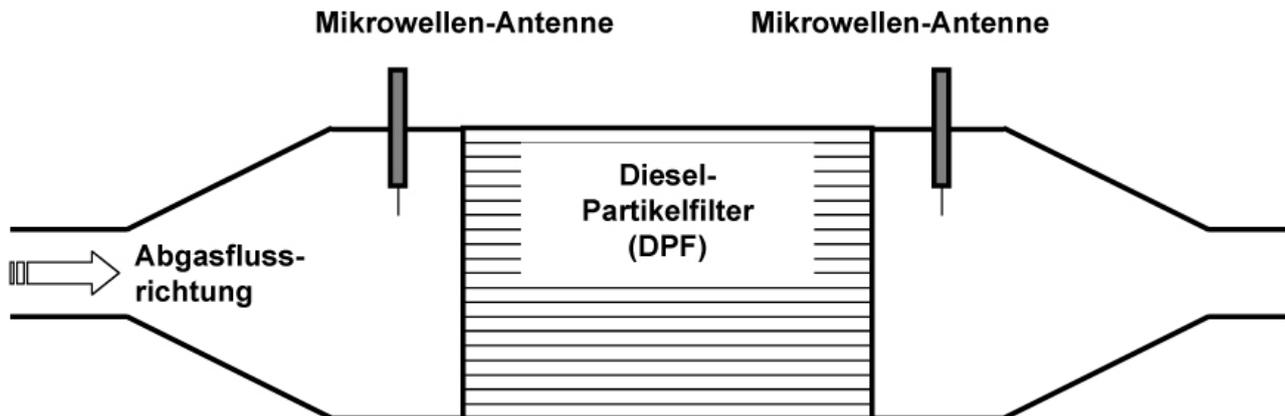
Diesel-Partikel-Filter
und Motorprüfstand am
Bayreuth Engine Research
Center (BERC)

Informationen ermöglichen über den geringeren Kraftstoffverbrauch hinaus noch in einer weiteren Hinsicht eine Kostensenkung: Derzeit werden in den Diesel-Partikel-Filtern teure Siliziumkarbide als Filtermaterialien verwendet. Denn nur sie sind in der Lage, einer Überhitzung standzuhalten, die bei der Regeneration eines Filters entstehen kann, wenn sich allzu viel Ruß im Filter angesammelt hat. Falls diese Rußbelastung aber exakt gemessen werden kann, lassen sich die Filter rechtzeitig vom Ruß befreien, und die Gefahr einer Überhitzung entfällt. Folglich können statt der kostspieligen Siliziumkarbide preisgünstigere keramische Filterwerkstoffe eingesetzt werden.

Messungen von Rußbelastungen durch Mikrowellentechnologie: Auf dem Weg zur kostengünstigen Regeneration von Diesel-Partikel-Filtern

Wie können die Rußablagerungen im Inneren der Filter aufgespürt und gemessen werden? Die bisher entwickelten Verfahren beruhen auf der Messung des Abgasgedrucks und sind fehleranfällig. Jetzt aber hat ein Team von Ingenieurwissenschaftlern am Bayreuth Engine Research Center (BERC), das zur Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften (FAN) der Universität Bayreuth gehört, ein neues vielversprechendes Verfahren entwickelt. Es bietet präzise Informationen über die im Diesel-Filter angelagerten Rußrückstände. Das Team um die Professoren Gerhard Fischerauer und Ralf Moos hat dieses Verfahren kürzlich in der Zeitschrift „Measurement Science and Technology“ vorgestellt.

Der Schlüssel zu dieser Erkundungsreise in das Innere der Diesel-Partikel-Filter ist die Mikrowellentechnologie. Bereits seit mehreren Jahrzehnten werden für Materialuntersuchungen sogenannte Hohlraumresonatoren eingesetzt. Ein solcher Resonator ist ein



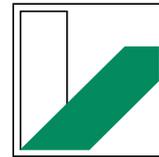
Mikrowellen ermöglichen eine exakte Erkennung der Rußbelastung von Diesel-Partikel-Filtern.
Das Gehäuse des DPF bildet den Resonanzraum.

Hohlkörper, dessen Innenwände aus einem sehr leitfähigen Metall bestehen. Werden Mikrowellen in diesen Hohlkörper geleitet, entstehen elektromagnetische Resonanzen. Entscheidend ist nun, dass Materialproben, die in den Hohlraumresonator eingebracht werden, das Resonanzverhalten verändern: und zwar so, dass diese Änderungen präzise Rückschlüsse auf die elektrischen Eigenschaften der Materialproben erlauben.

Dieses Prinzip haben die Bayreuther Ingenieurwissenschaftler auf die Untersuchung von Diesel-Partikel-Filtern angewendet. Ein solcher Filter befindet sich in einem verbreiterten Abschnitt des Auspuffrohrs. Dieser Teil fungiert daher als Hohlraumresonator, während der Filter sozusagen die Materialprobe darstellt. Wie das Forscherteam der FAN nachweisen konnte, hängen die Resonanzeigenschaften des Systems signifikant davon ab, in welchen Mengen und an welchen Stellen sich Rußpartikel darin angesammelt haben. So hat sich beispielsweise herausgestellt, dass sich die Resonanzfrequenzen eindeutig – und zwar nahezu linear – mit der Rußbelastung des Diesel-Partikel-Filters verändern. Professor Moos ist daher im Hinblick auf die weitere Entwicklung zuversichtlich: „Unsere Forschungsergebnisse öffnen den Weg für kostengünstige Verfahren zur Regenerierung von Rußfiltern. Sowohl die Hersteller von dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen als auch die Kunden werden davon profitieren können.“

Titelaufnahme:

Gerhard Fischerauer, Martin Förster and Ralf Moos:
Sensing the soot load in automotive diesel particulate filters by microwave methods,
in: Measurement Science and Technology, 21 (2010), 035108
DOI-Bookmark: <http://dx.doi.org/10.1088/0957-0233/21/3/035108>



Kontaktadresse für weitere Informationen:

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Fischerauer
- Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik -
Universität Bayreuth
Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften (FAN)
95440 Bayreuth
Telefon: +49 (0) 921 - 55 - 7231
Telefax: +49 (0) 921 - 55 - 7235
E-Mail: gerhard.fischerauer@uni-bayreuth.de



Prof. Dr.-Ing. Ralf Moos
- Lehrstuhl für Funktionsmaterialien -
Universität Bayreuth
Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften (FAN)
95440 Bayreuth
Telefon: +49 (0) 921 - 55 - 7401
Telefax: +49 (0) 921 - 55 - 7405
E-Mail: ralf.moos@uni-bayreuth.de



Weitere Informationen zum Bayreuth Engine Research Center:
www.berc.uni-bayreuth.de

Text und Redaktion: Christian Wißler

Abbildungen:

Quelle: Bayreuth Engine Research Center. Bilder zur Veröffentlichung frei.
Bilder zum Download: www.uni-bayreuth.de/blick-in-die-forschung/04-2010-Bilder