

■ Freie Fahrt für Feinstaubfilter

Um die Feinstaub-Belastung durch den Straßenverkehr zu reduzieren, fahren Diesel-Fahrzeuge zunehmend mit Partikelfiltern, die für eine bessere Luftqualität sorgen.

1) Noch dürfen alle Autos mit Plakette in die Umweltzonen, ab 2010 müssen Autos mit roter Plakette draußen bleiben.

2) Die Funktionsweise des Filters zeigt: www.city-filter.de/main03.php

Über ein Jahr ist es her, seit in Deutschland im Kampf gegen Luftverschmutzung und Feinstaubemissionen die ersten Umweltzonen eingerichtet wurden. Dort herrscht Fahrverbot für Autos ohne Katalysator und für ältere Dieselpkw und -Lkw, die als Feinstaubschleudern gelten. Nur Fahrzeuge, die pro gefahrenem Kilometer höchstens 25 Milligramm an Partikeln ausstoßen, erhalten die grüne Plakette und damit freie Fahrt in den Umweltzonen.¹⁾ Dort können die Menschen wieder durchatmen, denn die Feinstaubbelastung stieg nicht mehr über die geforderten Grenzwerte. Dass die Luft in den Umweltzonen weniger Feinstaub enthält, liegt vor allem daran, dass dort im Vergleich zum Bundesdurchschnitt deutlich mehr Neuwagen zugelassen und viele ältere Pkws mit Feinstaubfiltern nachgerüstet wurden.

Als Feinstaub bezeichnet man die im Gesamtstaub enthaltenen Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als $10\ \mu\text{m}$. Für diese gilt ein zulässiger Jahresmittelwert von $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Feinstaub kann schwere gesundheitliche Schäden hervorrufen. Denn je kleiner die Partikel sind, umso tiefer können sie beim Einatmen in die Lunge eindringen und von dort aus bis in die Blutbahn und damit in andere Organe ge-



Deutsche Umwelthilfe e. V.

In Berlin und vielen anderen Städten dürfen Autos seit Anfang 2008 nur noch

mit aufgeklebter Feinstaubplakette in der Umweltzone unterwegs sein.

langen. Daraus können Lungenbeschwerden und Krebserkrankungen resultieren.

Besonders Dieselfahrzeuge waren bei der Diskussion um den Feinstaub in die Kritik geraten. Bei ihnen entsteht aufgrund der chemischen Zusammensetzung des Kraftstoffs verglichen mit dem Benzin mehr Partikelmasse, die zusammen mit dem Abgas in die Luft gelangt. Die Größe der Partikel im Abgas variiert von wenigen Nanometern bis zu einigen Mikrometern, die meisten Partikel haben einen Durchmesser von $100\ \text{nm}$.

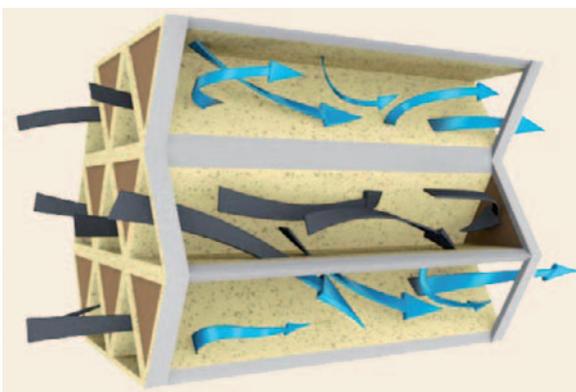
Dieselpartikelfilter dienen dazu, den Ausstoß von Feinstaub zu reduzieren. Bevorzugte Materialien dafür sind poröse Keramiken oder Sintermetalle. Letztere presst man aus Metallkügelchen, deren Durchmesser die Porengröße bestimmt. Grundsätzlich lassen sich diese porösen Filter in Oberflächen- und Tiefbettfilter unterscheiden. Bei der Oberflächenfiltration sind die Poren im Material kleiner als die Partikel, sodass die gasförmigen Komponenten den Filter ungehindert durchströmen, während die Partikel wie in einem Sieb stecken bleiben. Beim Tiefbettfilter sind die

Poren größer als die Partikel. Die Partikel diffundieren daher aufgrund der Brownschen Molekularbewegung tiefer in das Filtermaterial hinein, wo sie durch Adhäsion in den Poren haften bleiben.

Der Filter der Wahl

Weit verbreitet und vor allem in Neuwagen zu finden ist der sog. Wandstromfilter, der als Monolith aus einer porösen Keramik wie Siliziumcarbid oder Cordierit gefertigt ist. Das Innere des Filters besteht aus Kanälen, die in einer Wabenstruktur angeordnet und wechselseitig verschlossen sind (Abb. 1). Strömt das Abgas in die engen Kanäle, wird es daher gezwungen, durch die porösen Wände in einen Nachbarkanal zu strömen. Die Partikel werden über die Tiefenfiltration abgeschieden und bilden mit der Zeit auf der Oberfläche eine weitere Filterschicht, die kleinere Partikel auffängt.

Bei der Nachrüstung älterer Pkw kommen dagegen häufig Partikelfilter auf Sintermetall-Basis zum Einsatz.²⁾ Eine Variante besteht z. B. aus etwa siebenzig konzentrisch angeordneten porösen Filtertaschen. Durch diese strömt das Abgas,



HUS Umwelttechnik

Abb. 1 Im geschlossenen Partikelfilter mit seinen wechselseitig verschlossenen Kanälen wird das Abgas gezwungen, die porösen Kanalwände zu durchdringen.

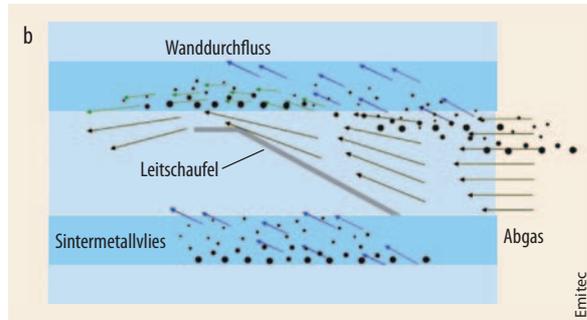
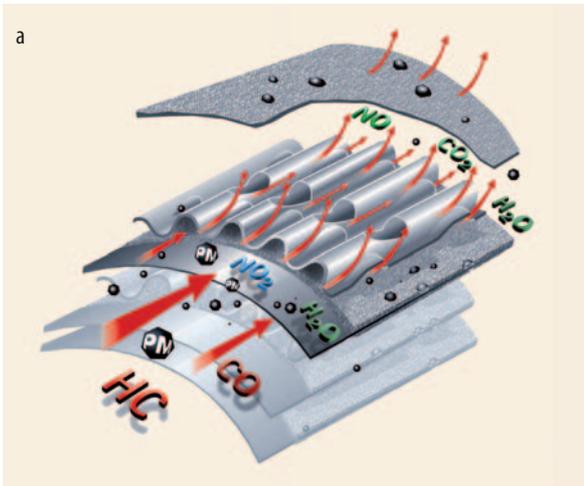


Abb. 2 Im Filter strömt das Abgas durch verschiedene Kanäle (a). Die Rußpartikel (PM) bleiben dabei im Vlies haften. Stößt der Abgasstrom (b, schwarze Pfeile) auf eine Leitschaukel, teilt er sich auf: Ein Teil durchströmt die Filterschicht schräg und gelangt in einen Nebkanal (blaue Pfeile), der andere Teil durchströmt den Filter in Längsrichtung (grüne Pfeile).³⁾

3) Die Funktionsweise des Filters zeigt www.emitec.de/index.php?lang=de&mid=d4&doc=95

wobei die Partikel im Tiefbettfilter haften bleiben.

Ein anderer zur Nachrüstung geeigneter Filtertyp besteht aus Stahlfolien mit durchgängigen Kanälen, die mit vielen schaufelähnlichen Durchbrüchen versehen und durch Vlies-Lagen aus feinen Sintermetalldrähten voneinander getrennt sind (Abb. 2a). Strömt das Abgas durch die Kanäle, wird ein Teil direkt durch das Vlies, das größere Partikel herausfiltert, in einen Nebkanal gelenkt. Der andere Teil strömt in Längsrichtung durch das Vlies, das in diesem Fall als Tiefbettfilter wirkt (Abb. 2b). Durch die nacheinander angeordneten Schaufeln und die bis zu zehn Filterschichten ist die Rückhaltung sehr wirkungsvoll: Bei Dieselmotoren im Pkw lassen sich damit 30 bis 70 Prozent der Partikel herausfiltern, im Lkw sogar über 80 Prozent. Die vom Gesetzgeber geforderten Werte liegen bei nur 30 Prozent.

Gegen die Verstopfung

Wie ein Staubsaugerbeutel kann auch ein Partikelfilter verstopfen und ist daher regelmäßig zu reinigen. Mit der Zeit baut sich sonst ein Gegendruck im Abgassystem auf. Nachrüstbare Filtersysteme werden bei Abgastemperaturen um 200 Grad Celsius kontinuierlich regeneriert: Diesen Prozess leitet das im Oxidationskatalysator gebildete Stickstoffdioxid NO_2 ein, das zusammen mit dem Abgas in den Partikelfilter strömt. Anschließend wird NO_2 zu NO reduziert und Kohlenstoff zu CO_2 verbrannt. Diese Gase verlassen zusammen mit dem Abgas den Filter.

Ein Differenzdrucksensor, der den Abgasdruck vor und hinter dem Filter vergleicht und mit der Motorelektronik gekoppelt ist, leitet die Regeneration des Keramikfilters im Neuwagen ein. Dazu wird im Anschluss an die Hauptverbrennung eine geringe Menge Kraftstoff eingespritzt, welche die Abgastem-

peratur kurzfristig erhöht, bis die Verbrennung der Rußpartikel im Filter starten kann. Alle paar hundert Kilometer findet – vom Fahrer unbemerkt – diese Reinigung statt, bei der vor allem kleine Mengen Wasser und CO_2 entstehen. Die Keramikfilter erreichen mit mehr als 95 Prozent eine sehr hohe Abscheidungsrate. Allerdings ist es erforderlich, sie etwa alle 100 000 km zu warten und zu reinigen.

Aus dem Staub gemacht

Feinstaub entsteht nicht nur bei der Verbrennung von Dieselmotoren, sondern in geringerem Maße auch bei den Benzinern und vor allem durch den Brems- und Reifenabrieb. Damit die berühmte Berliner Luft ihrem Namen noch lange alle Ehre machen kann und dort tatsächlich nur selten etwas verpufft, sollten die Bewohner der Hauptstadt diesen holden Duft daher am besten auf dem Rad genießen.

Katja Bammel

Dr. Katja Bammel,
science & more
redaktionsbüro,
kb@science-and-
more.de