



# Dieselmotoren und Feinstaub

Seit mehreren Jahren unterliegen die Hersteller zunehmend verschärften Abgasnormen. Diese Normen limitieren – insbesondere seit «Stage V» – nicht mehr nur die Partikelmasse, sondern auch die Anzahl der freigesetzten Partikel.

Um die immer strengeren Anforderungen zu erfüllen, mussten die Hersteller ihre Bemühungen weiter verstärken. Im Mittelpunkt standen dabei die Qualität der Dieselerzeugung und die Form der Brennkammern, um eine optimale Kraftstoffverdampfung zu erreichen und so die Anzahl und die Masse der Feinstaubpartikel zu reduzieren. Zusätzlich zu den Optimierungen des Motors mussten die Hersteller auch an den Abgasreinigungsanlagen Hand anlegen. Die Mehrzahl der Hersteller bauten Partikelfilter ein.

## Austauschintervall

Der Partikelfilter besteht aus einer Vielzahl von parallelen Kanälen, die an ihren Enden verschlossen sind, so dass der Abgasstrom zwangsläufig durch eine poröse Keramikwand ge-

leitet wird, die nur die Abgase und die kleinsten Partikel durchlässt. Der Grossteil der Partikel wird also an diesen porösen Wänden zurückgehalten. Heute enthalten die Abgase häufig weniger Feinstaub als die Umgebungsluft. Da der Filter sich allmählich verstopft, muss die Motorsteuerung regelmässig Regenerationszyklen durchführen, damit die Russpartikel oxidiert werden und die freigesetzten Gase die porösen Wände durchdringen können. Ein geringer Teil jedes Partikels kann nicht oxidiert werden und verwandelt sich in Asche. Dies führt mit der Zeit dazu, dass die porösen Wände verstopfen und der Partikelfilter nicht mehr funktioniert. Dann wird der Abgasdruck vor dem Filter zu gross und kann nicht mehr effizient arbeiten. Diese Problematik ist seit langem bekannt. Einige Her-

steller haben deshalb ein festes Austauschintervall für den Partikelfilter festgelegt, während andere spezielle Motoröle einsetzen, um das Problem zu verringern. Nicht bekannt war bis vor einigen Jahren die Tatsache, dass die Kanäle Risse bekommen können. Dieser Defekt betrifft 10–20% der Partikelfilter und hat zur Folge, dass ein Teil der ungefilterten Abgase, die noch eine enorme Menge an Feinstaub enthalten, entweicht. Dadurch steigen die Anzahl und Masse der durch den Auspuff ausgestossenen Partikel erheblich an und die geltenden Abgasnormen werden nicht eingehalten.

## Partikelanzahl-Messung

In mehreren Ländern, darunter auch in der Schweiz, wurde aus diesem Grund die Messung der Feinstaub-

emissionen pro  $\text{cm}^3$  Abgas eingeführt. Diese Messungen können von den Strassenverkehrsämtern bei den periodischen Fahrzeugprüfungen oder auch von der Polizei bei Verkehrskontrollen vorgenommen werden. Die Messung der Anzahl der Feinstaubemissionen wird in einer Verordnung erläutert und unterliegt strengen Auflagen. Es gibt zwei verschiedene Verfahren. Das erste Verfahren wird als «vereinfachte» Messung bezeichnet. Darin werden drei Messungen vorgeschrieben, bei denen sich das Fahrzeug im Stand und im Leerlauf befindet. Unter diesen Bedingungen darf der Mittelwert von drei aufeinander folgenden Messungen im Abstand von 15 Sekunden 100 000 Partikel pro  $\text{cm}^3$  nicht überschreiten. Besteht das Fahrzeug diesen ersten Test, wird der Partikelfilter als funktionstüchtig erklärt. Liegt der Messwert darüber, muss bei dieser offiziellen Prüfung eine zweite Messung durchgeführt werden, diesmal mit dem vollständigen Verfahren. Die Drehzahl muss auf die Abregeldrehzahl oder, wenn dies aus technischen Gründen nicht möglich ist, auf eine wiederholbare Drehzahl zwischen Leerlauf- und Abregeldrehzahl angehoben werden, wie in Punkt 3a.2.2.1 der Verordnung SR741.437 festgelegt (2000 U/min für Fahrzeuge der Kategorie M und N). Sobald die Messgeschwindigkeit erreicht ist, werden erneut drei Messungen durchgeführt. Diesmal darf der Mittelwert der Messungen 250 000 Partikel/ $\text{cm}^3$  nicht überschreiten. Liegt er jedoch über dem vorgegebenen Grenzwert, wird der Filter als defekt erklärt und muss repariert werden. Nach diesen kostspieligen Massnahmen muss das Fahrzeug erneut beim Strassenverkehrsamt zur Prüfung vorgeführt werden.

#### Welche Herausforderungen bringt diese Regelung für Werkstätten mit sich?

- Grundsätzlich sind Traktoren, Nutzfahrzeuge und Motorkarren, die in etwa ab 2018–2019 zugelassen wurden und der Abgasnorm «Stage V» unterliegen (mit F05 im Fahrzeugausweis vermerkt) von dieser Regelung betroffen. Auch Fahrzeuge mit einem Code 924 im Fahrzeugaus-

weis, der auf den nachträglichen Einbau eines Partikelfilters hinweist, sind davon betroffen. Dies bedeutet, dass sich der Anteil am Bestand an Traktoren und Motorkarren in der Schweiz und auch an den Gebrauchtwagenverkäufen der nächsten Jahre erhöht.

- Defekte Partikelfilter, die ausgetauscht werden müssen, sind kostspielig und haben einen hohen Malus beim Eintausch eines Traktors zur Folge. Daher ist es wichtig, den Zustand des Partikelfilters vor dem Eintausch oder dem Verkauf eines Fahrzeugs zu prüfen, um später Probleme zu vermeiden.
- Man geht heute davon aus, dass mindestens 10 bis 20% der Filter defekt sind. Eine frühzeitige Messung in der Werkstatt leitet auch das Gespräch mit dem Kunden über einen eventuellen Austausch ein und kann somit zusätzliche Arbeit in die Werkstatt bringen.
- Bei den Vorbereitungsarbeiten für die Motorfahrzeugkontrolle wird damit sichergestellt, dass das Fahrzeug später ordnungsgemäss angemeldet wird und nicht tagelang abgestellt werden muss, um das Problem nach einer nicht bestandenen Kontrolle zu beheben.

#### Entbindet diese Kontrolle von der gesetzlich geforderten Messung der Gastrübung?

Die Trübungsmessung ist nicht mit der Partikelzahlmessung gleichzusetzen. Landwirtschaftliche Arbeitskarren sind daher weiterhin von der regelmässigen Abgasprüfung für Selbstzündungsmotoren betroffen. Eine bestandene Trübungsmessung stellt nämlich nicht sicher, dass das Fahrzeug nicht mehr als 250 000 Partikel/ $\text{cm}^3$  ausstösst.

#### Wie wird die Partikelanzahl geprüft?

Die am häufigsten verwendete Technologie ist das sogenannte DC-Verfahren, d.h. «Diffusion Charging». Diese Technologie eignet sich am besten für Messgeräte in Werkstätten. Die Abgase werden durch eine Sonde gesaugt, deren Rohr beheizt wird, damit der Wasserdampf nicht kondensiert und die Partikel, die zur Messzelle gelangen würden, redu-

ziert werden. Anschliessend durchläuft das Gas einen Prozess, bei dem es ionisiert wird. Die elektrisch geladenen Teilchen bleiben an einem «Filter» haften und entladen sich an diesem. Dadurch lässt sich ein Strom messen, der proportional zur Partikelanzahl im Gas ist. So kann die Partikelanzahl mittels der Analyse des Stroms bestimmt werden.

#### Welche Kriterien sind beim Kauf zu beachten?

Die Preise der Geräte variieren stark je nach Modell. Das wichtigste Kriterium ist, ein vom Institut «METAS» anerkanntes Gerät zu wählen, das die Qualität der Messung sowie eine regelmässige Kalibrierung garantiert. Bei der Gerätewahl müssen jedoch auch andere Faktoren berücksichtigt werden, wie beispielsweise:

- Regelmässige Wartung der Filter und Kosten, die durch deren Austausch entstehen
- Einfache Bedienung der Menüs und Tasten
- Dauer der Inbetriebnahme (variiert je nach Gerätetyp zwischen 5 und 30 Minuten)
- Möglichkeit, die Tests auszudrucken
- Möglichkeit, das Gerät ohne ein zusätzliches Tablet oder einen Computer zu verwenden
- Befestigungen der Sondenanschlüsse sowohl im Gerät als auch im Auspuff
- Länge der Sonde
- Helligkeit des Bildschirms, sodass er gut ablesbar ist
- Verfügbarkeit des Kundendienstes

Die Wahl eines Geräts sollte daher sorgfältig überlegt werden. Dabei ist es wichtig, nicht nur den Preis, sondern auch die Benutzerfreundlichkeit des Geräts sowie die durch die Nutzung entstandenen Kosten zu berücksichtigen. Je nach Zeitaufwand und Wartungskosten können sich die Preisunterschiede zwischen den Geräten schnell amortisieren. ■

*Damien Jaquet*

Agrotec Suisse hat mehrere Geräte getestet. Das erste ist das Modell DITEST COUNTER von AVL, das zwar teurer und etwas weniger kompakt ist, dafür aber den Vorteil einer schnellen Inbetriebnahme und einer beheizten 4-Meter-Messsonde bietet. Das zweite ist das Messgerät TEXA np01, das ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis, geringen Wartungsaufwand und eine sehr kompakte Bauweise aufweist. Ein wichtiges Merkmal des np01 von TEXA ist die Verwendung einer unbeheizten Sonde mit einer Länge von maximal 2 Metern.

Bei Interesse können Sie sich bei den Lieferanten Schenk AG ([francois.schoch@schenk-systeme.ch](mailto:francois.schoch@schenk-systeme.ch)) für das AVL-Gerät oder Kramp GmbH ([info@kramp.com](mailto:info@kramp.com)) und GRANIT PARTS AGRITEC GRIESSER GmbH ([sales.ch@granit-parts.com](mailto:sales.ch@granit-parts.com)) für das TEXA-Gerät in Verbindung setzen. Wir empfehlen Ihnen, das Produkt vor einem Kauf entsprechend Ihrer Nutzung ausführlich zu testen.