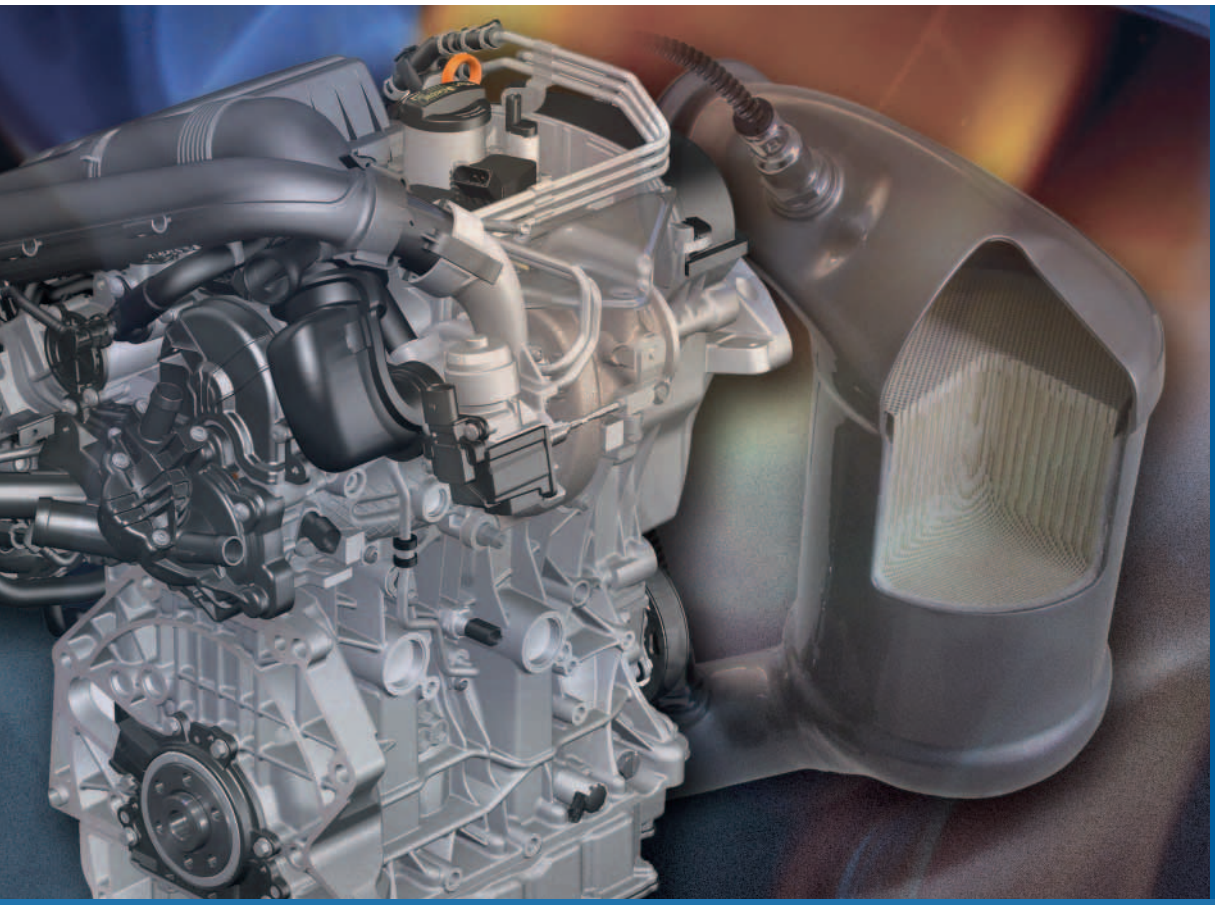
Service Training

Volkswagen

Selbststudienprogramm 558

Der motornahe Ottopartikelfilter

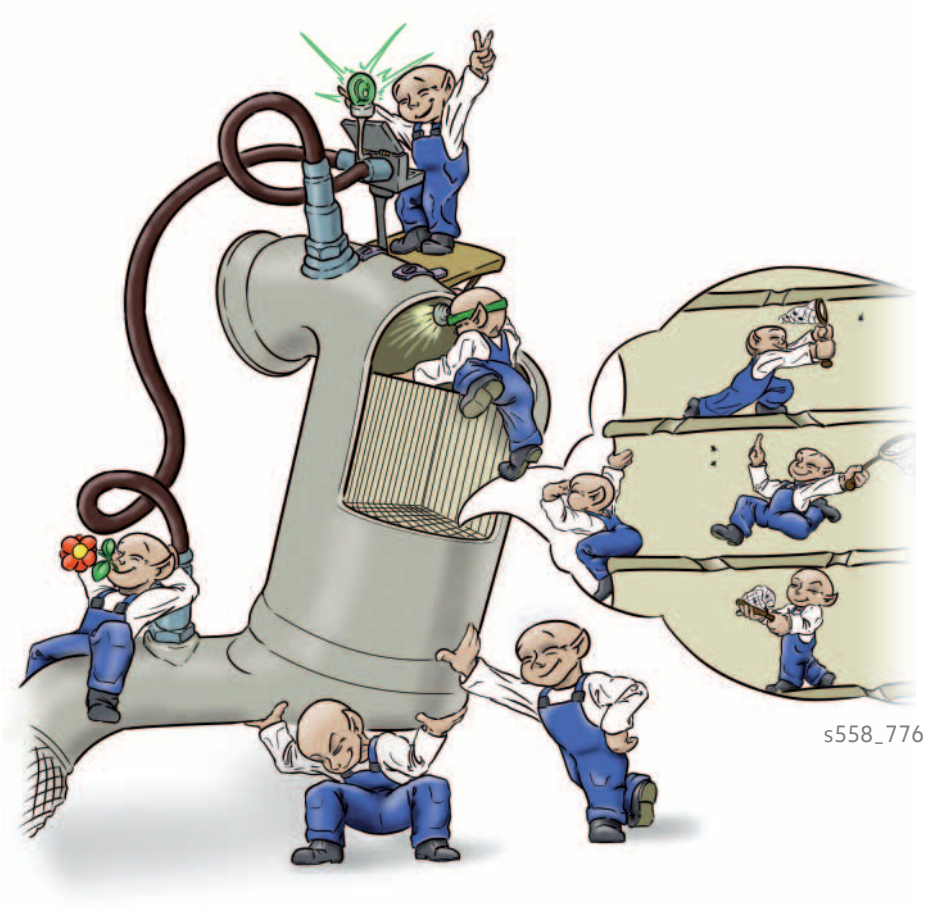
Konstruktion und Funktion



Partikelfilter sind für Fahrzeuge mit Dieselmotoren schon länger Standard. Dabei ist es gleichgültig, ob das Fahrzeug ein Personenkraftwagen, ein Lastkraftwagen, ein Omnibus oder gar ein Traktor ist.
Bereits in den 1970er Jahren wurden die ersten im Bergbau oder in Hallen eingesetzten Dieselmotoren mit Partikelfilter ausgerüstet. Der erste PKW mit Partikelfilter wurde 1985 ausschließlich für den amerikanischen Markt hergestellt.

Volkswagen produzierte sein erstes Dieselfahrzeug mit Partikelfilter für den Europäischen Markt im Jahr 2004.
Am 01.09.2017 werden in der EU für die Typzulassungen von Fahrzeugen mit direkteinspritzenden Ottomotoren die Emissionsgrenzen für die Partikelanzahl herabgesetzt. Für bereits typgeprüfte Neufahrzeuge gilt eine Übergangsfrist von einem Jahr.

Dennoch setzt Volkswagen schon jetzt ein Zeichen und verbaut im Tiguan einen 1,4l-110kW-TSI-Ottomotor mit Partikelfilter. Dieses Fahrzeug stellt mit diesem Motor die Speerspitze der neuen Entwicklung im Bereich der Ottomotoren dar.



**Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und Funktion von Neuentwicklungen dar!
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.**

Aktuelle Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen Service-Literatur.

Achtung Hinweis

Auf einen Blick

Einleitung 4
Die Partikelfilter für Ottomotoren 4
Gut zu Wissen für die Praxis 5
Hinweise zur Abgasgesetzgebung 6

Basiswissen Abgas 8
Die Bestandteile des Abgases bei Ottomotoren 8
Die Entstehung von Partikeln 9

Maßnahmen am Motor 12
Die innermotorischen Maßnahmen 12
Die außermotorische Maßnahme 13

Maßnahmen an der Abgasanlage 14
Der Ottopartikelfilter 14

Motormanagement 16
Die Sensoren 16
Die Partikelfilter-Regeneration 20

Zusammenfassung 24
Die Partikelfilter von Benzin- und Dieselmotoren im Vergleich 24

Prüfen Sie Ihr Wissen 26

Die Partikelfilter für Ottomotoren

Über Partikelfilter für Dieselmotoren sind bereits viele Informationen verfügbar.
Die Funktionsweise von Dieselpartikelfiltern (DPF) und Ottopartikelfiltern (OPF) ist ähnlich.
Warum wird dann jetzt noch ein Selbststudienprogramm zu diesem Thema angeboten?
Ganz einfach:
Für Ottomotoren ist diese Technik neu und es gibt einige wissenswerte Unterschiede zwischen Dieselpartikelfilter und Ottopartikelfilter.

Ottomotoren galten lange Zeit als völlig unproblematisch hinsichtlich der Emissionen von Partikeln. Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei der Verbrennung in Ottomotoren ebenfalls sehr feine Partikel entstehen können. Zurückzuführen ist das insbesondere auf die Einführung der Benzindirekteinspritzung. Deshalb gelten für Fahrzeuge mit Direkteinspritzung beispielsweise seit der Euronorm 5a zusätzliche Abgasgrenzwerte für die Partikelmasse.

Der Ottopartikelfilter



s558_024



Informationen zu Dieselpartikelfiltern finden Sie unter anderem in den Selbststudienprogrammen
336 „Der katalytisch beschichtete Dieselpartikelfilter" und
403 „Der 2,0l-TDI-Motor mit Common-Rail-Einspritzsystem".

Gut zu Wissen für die Praxis

Ein Partikelfilter dient dem Schutz der Umwelt und der Gesundheit.
Die Grenzwerte für Partikelmasse und Partikelanzahl werden mit einem Partikelfilter weit unterschritten.

Das Abgassystem mit Ottopartikelfilter (OPF) ist auf die Lebensdauer des Fahrzeuges ausgelegt.
Bei „normalem" Fahrverhalten muss der Fahrer während der Fahrt also nicht auf das Partikelfiltersystem achten oder aktiv eingreifen.

Das bedeutet, die Kontrollleuchte für Partikelfilter wird bei normaler Nutzung des Fahrzeuges nicht aufleuchten.
Sofern die Kontrollleuchte für Partikelfilter dennoch aufleuchtet, muss eine Regenerationsfahrt durchgeführt werden (detaillierte Informationen finden Sie hierzu ab Seite 20).
Bei einer Regenerationsfahrt ist es möglich, dass der Motor mit leicht erhöhter Leerlaufdrehzahl läuft.
Dabei kann das Motorgeräusch rauer klingen, als gewohnt.

Fazit
Der Kunde fährt mit den Modellen mit Ottopartikelfilter von Volkswagen umweltbewusster.





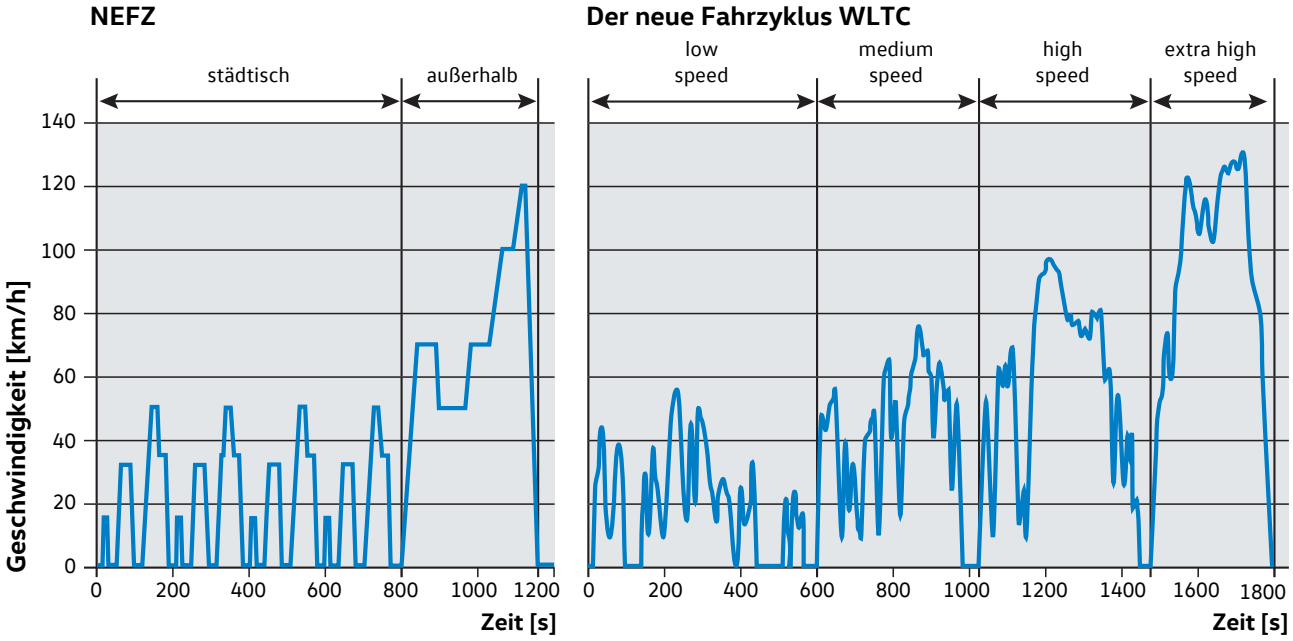
Generell dürfen nur Motoröle nach der entsprechenden Volkswagen Norm verwendet werden. Bei Motoren mit Partikelfilter sorgen diese Öle für eine geringere Aschebeladung des Partikelfilters.
Weitere Informationen dazu finden Sie auf Seite 11.

Hinweise zur Abgasgesetzgebung

Die Abgasgesetzgebung wird sich in den kommenden Jahren in der EU weiter verschärfen.
Neue Abgasprüfverfahren, niedrigere Schadstoff-Grenzwerte und neue Messsysteme stellen neue und höhere Anforderungen an die Motorenentwicklung.

Neue Abgasprüfverfahren

Der bisherige „Neue Europäische Fahrzyklus" (NEFZ) wird für Typzulassungen am 01.09.2017 durch den „Worldwide Harmonized Light Duty Vehicles Test Cycle" (WLTC) abgelöst.
Der neue Test ist dynamischer und damit praxisnäher.

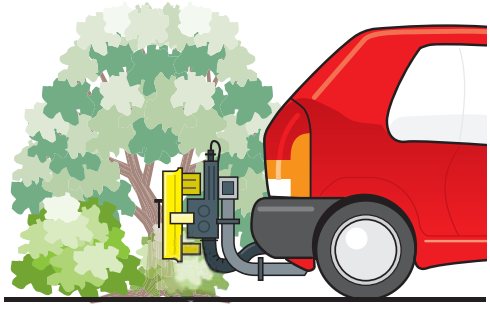


s558_035

Unter anderem steigt die maximale Geschwindigkeit von ca. 120 km/h auf ca. 131 km/h und die Gesamtdauer des Fahrzyklus.

Real Driving Emissions (RDE)

Zusätzlich zum WLTC auf dem Prüfstand wird ein weiterer Prüfzyklus auf der Straße gefahren.
Dazu wird an das Fahrzeug ein transportables Emissions-Mess-System angebaut.


s558_036

Emissions-Kennungen und Emissions-Normen

Zugelassen werden Fahrzeuge nach Emissions-Kennungen, zum Beispiel EU6W.
Die Emissions-Kennung beinhaltet unter anderem die Abgasprüfverfahren und eine der Emissions-Normen.
In der Emissions-Norm werden die Grenzwerte für Abgasemissionen festgelegt.

Mit der Emissions-Norm Euro 5a sind für Ottomotoren mit Direkteinspritzung Grenzwerte für Partikelmasse (PM) hinzugekommen. Wie sich die Grenzwerte für Partikelmasse (PM) und Partikelanzahl (PN) verändert haben, macht die folgende Tabelle deutlich:

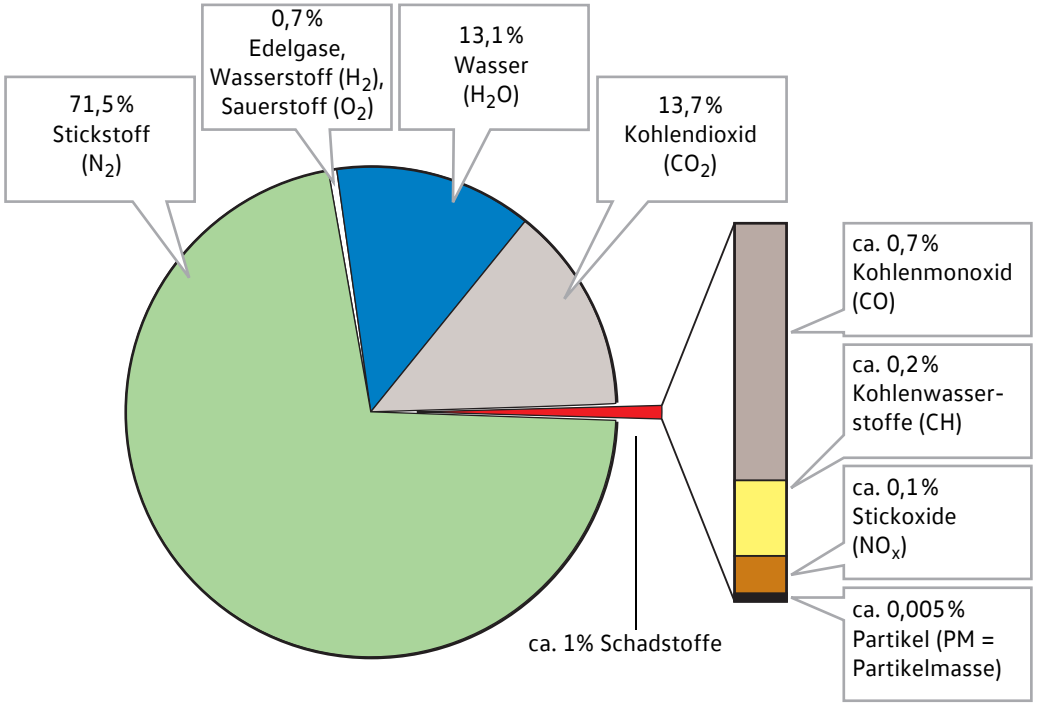
Emissions-Norm	**Für Typprüfungen ab**	**Veränderung**
Euro 5a	01.09.2009	- Grenzwert für Partikelmasse (PM) hinzugekommen 0,05 g/km
Euro 6b	01.09.2014	- Grenzwert für Partikelmasse (PM) gesenkt auf 0,045 g/km - Grenzwert für Partikelanzahl (PN) hinzugekommen $6x10^{12}$ pro Kilometer
Euro 6c und 6d	01.09.2017	- Grenzwert für Partikelanzahl (PN) gesenkt auf $6x10^{11}$ pro Kilometer

Hinweis: Die Emissions-Norm Euro 6a gilt nicht für Ottomotoren.



Detaillierte Informationen zur Abgasgesetzgebung finden Sie in dem Selbststudienprogramm 573 „Die Kfz-Abgasgesetzgebung 2017".

Die Bestandteile des Abgases bei Ottomotoren



Nur ca. 1% der Abgase werden als Schadstoffe eingestuft. Dies sind:
- ca. 0,7% Kohlenmonoxid (CO)
- ca. 0,2% Kohlenwasserstoffe (HC)
- ca. 0,1% Stickoxide (NO_x)
- ca. 0,005% Feststoffe (Partikel)

Bei Angaben zu der Zusammensetzung von Abgasen geht man von der Einhaltung von Lambda 1 aus.
Diese Festlegung bezieht sich auf ein optimales Verhältnis von Kraftstoffmasse und Luftmasse.
Zur vollständigen Verbrennung von 1kg Benzin werden ca. 14,7kg Luft benötigt, wobei ein Sauerstoffgehalt der Luft von 21% vorausgesetzt wird. Dieses optimale Verhältnis der Luft- und Kraftstoffmasse wird auch als stöchiometrisches Verhältnis bezeichnet. Dabei gelten folgende Regeln:
- Ist die tatsächlich vorhandene Luftmasse gleich groß wie der Luftbedarf, ist das Verhältnis gleich (Lambda=1).
- Ist die tatsächlich vorhandene Luftmasse größer, ist auch das Verhältnis größer und damit der Lambdawert größer 1.
- Ist die vorhandene Luftmasse geringer, ist entsprechend der Lambdawert kleiner als 1.

Ein Lambdawert größer als 1 steht also für ein mageres Kraftstoff-Luft-Gemisch und ein Lambdawert kleiner als 1 für ein fettes Kraftstoff-Luft-Gemisch. Für die Zusammensetzung des Abgases gilt hierbei:
- Ist das Gemisch leicht mager, steigt der Anteil an Stickoxiden (NOx) in den Abgasen.
- Ist das Gemisch fett, wird der Anteil an Kohlenwasserstoff (HC) und Kohlenmonoxid (CO) höher.

Die Entstehung von Partikeln

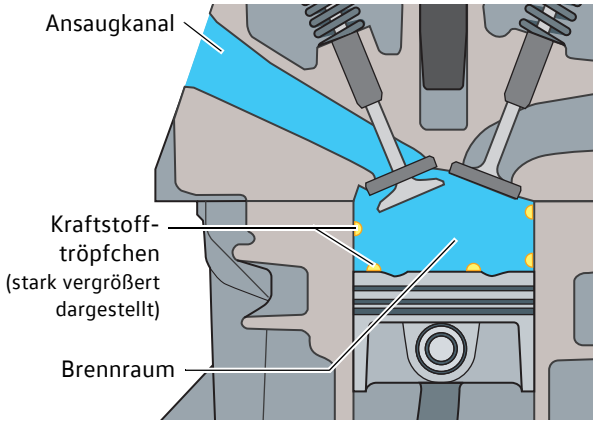
Um eine Aussage über die Entstehung von Partikeln bei Ottomotoren treffen zu können, wollen wir den folgenden Fragen nachgehen:

Stimmt der Mythos, dass nur bei Ottomotoren mit Direkteinspritzung Partikel beim Verbrennungsvorgang entstehen, bei Motoren mit Saugrohreinspritzung aber nicht?
Es ist tatsächlich so, dass ein Ottomotor mit Direkteinspritzung einen leicht höheren Partikelausstoß hat, als ein Ottomotor mit Saugrohreinspritzung. Das gilt aber nur für den Kaltstart und die ersten 1 - 2 Minuten danach.

Wie entstehen Rußpartikel bei Ottomotoren?

Bei Ottomotoren mit Direkteinspritzung ist es bei niedrigen Temperaturen schwierig die Kraftstofftröpfchen vor der Verbrennung komplett zu vergasen. Der Grund ist der kurze, direkte Weg vom Einspritzventil in den Brennraum.

Bei Motoren mit Saugrohreinspritzung ist der Weg länger. Durch den längeren Weg und der dabei auftretenden Verwirbelung verdampfen die kleinen Tröpfen fast vollständig.



s558_002



Innermotorische Maßnahmen zur Reduzierung von Rußpartikeln bei Motoren mit Direkteinspritzung finden sie auf Seite 12.

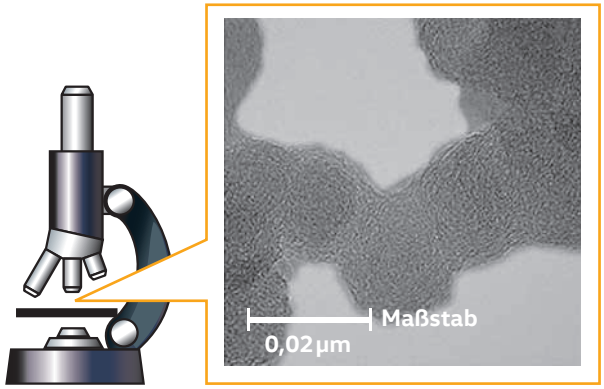
Die Vorteile der Direkteinspritzung überwiegen jedoch eindeutig. Dies sind:
- ein geringerer Kraftstoffverbrauch
- eine höhere Leistungseffizienz
- ein insgesamt geringerer Schadstoffausstoß

Ruß- und Aschepartikel

Im Zusammenhang mit der Diskussion um Partikel im Abgas müssen zwei Begriffe voneinander getrennt werden. Es handelt sich um zwei unterschiedliche Stoffe bzw. Stoffgemische, die unterschiedliche Ursachen besitzen: Rußpartikel und Aschepartikel.

Rußpartikel

Rußpartikel bestehen vorwiegend aus Kohlenstoff. Sie können jedoch durch andere Moleküle, wie unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Schwefelverbindungen, Metalloxide und Wasser, verunreinigt sein.
Ruß entsteht, wenn bei einer Zündung nicht genug Sauerstoff zur vollständigen Verbrennung des kohlenstoffhaltigen Kraftstoffes zur Verfügung steht oder wenn der Kraftstoff nicht fein genug zerstäubt ist. Die entstehenden Partikel haben beim Ottomotor, ähnlich wie beim Dieselmotor, eine Größe von etwas mehr als 0,05 Mikrometern (µm). Ein Mikrometer entspricht einem tausendstel Millimeter.
Nach dem Austritt aus dem Brennraum setzen sich Feststoffpartikel im Partikelfilter fest.
Flüchtige anhaftende Stoffe verdampfen sehr schnell und belasten den Partikelfilter nicht.



s558_014

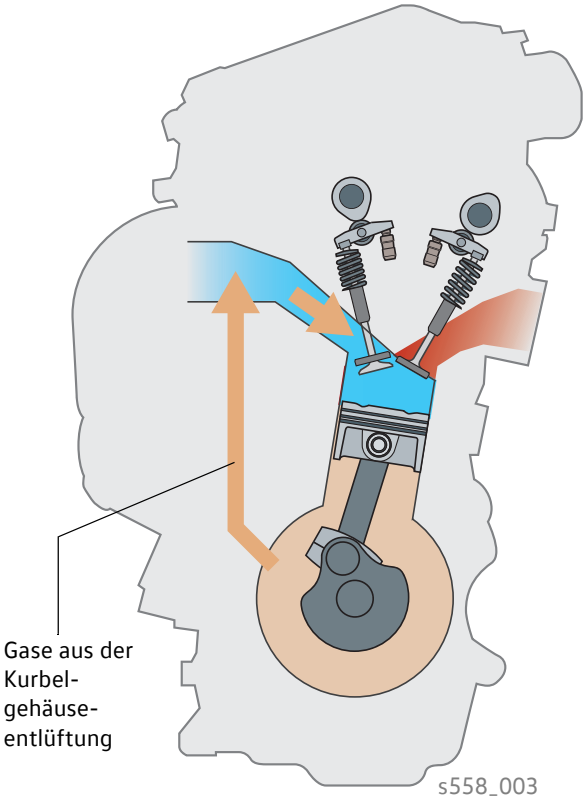
Erst bei sehr starker Vergrößerung zeigt sich die Struktur von Rußpartikeln.

Aschepartikel

Aschepartikel sind etwas größer als Rußpartikel. Sie können beim Ottomotor nur durch Zusätze im Motoröl entstehen.
Das Öl kann zum Beispiel über die Kurbelgehäuseentlüftung in den Brennraum gelangen und so zur Bildung von Aschepartikeln führen. Daher ist es im Service ausgesprochen wichtig, auf die für den jeweiligen Motor richtige Öl-Norm zu achten.



Aschepartikel werden im Gegensatz zu Rußpartikeln bei der Partikelfilter-Regeneration nicht verbrannt.



Die aktuellen Motoröle nach Volkswagen Norm sind Low-Ash-Öle (Öle mit geringer Aschebildung).
Sie beinhalten kaum Zusätze wie beispielsweise Schwefel, Zink, Calcium oder Phosphor. Werden diese Elemente verbrannt entstehen Aschepartikel.

Die innermotorischen Maßnahmen

Die Motorenbaureihe EA211 ist u. a. die Baureihe der 1,2l- und 1,4l-TSI-Motoren mit Zahnriemen. Diese Motorenbaureihe ist für den Modularen Querbaukasten (MQB) konzipiert. Bei der Entwicklung hat man bereits zu Beginn großen Wert auf die Verminderung der Partikel im Abgas gelegt.
Es wurden dabei innermotorische Maßnahmen getroffen.

Diese Maßnahmen sind zum Beispiel:

- Eine Erhöhung des Kraftstoffdruckes
  Die Vorgängermotorenbaureihe EA111 hat bei Direkteinspritzern mit einem Kraftstoffdruck von ca. 40bar bis 50bar im Leerlauf und als Maximaldruck mit ca. 130bar gearbeitet.
  Die EA211 Motoren erreichen je nach Variante bereits im Leerlauf einen Druck von ca. 140bar und als Maximaldruck bis ca. 350bar. Dadurch werden die Kraftstofftröpfchen kleiner und sie vergasen schneller.
- Modifizierter Brennraum sowie modifizierte Einspritzventile und Einspritzzeitpunkte
  Diese Maßnahmen reduzieren die Entstehung von Partikeln.

Die genannten Maßnahmen sind sehr wirksam, so dass die weiterentwickelten Motoren der Motorenbaureihe EA211 alle derzeitigen Abgasnormen erfüllen. Dennoch hat Volkswagen entschieden, schon jetzt einen Ottopartikelfilter einzuführen.



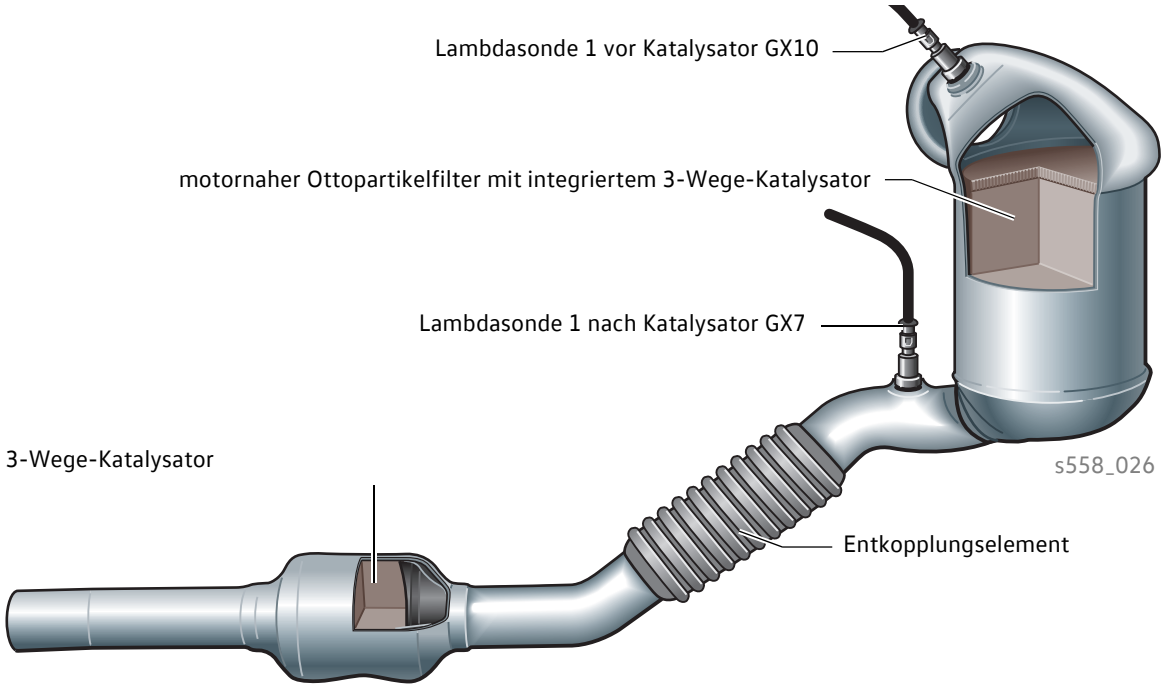


Weitere Informationen zu der Motorbaureihe EA211 finden Sie im Selbststudienprogramm 511 „Die neue Ottomotoren-Baureihe EA211".

Die außermotorische Maßnahme

Die außermotorische Maßnahme zur Reduzierung von Partikeln ist ein Partikelfilter.
In diesem Jahr liefert Volkswagen für den europäischen Markt die ersten Fahrzeuge mit einem katalytisch beschichteten, motornahen Ottopartikelfilter aus. Das erste Modell mit dieser Technologie ist der Tiguan mit dem 1,4l-110kW-TSI-Motor mit Frontantrieb und Schaltgetriebe.

Bei diesem Konzept ist der Ottopartikelfilter direkt an den Abgasturbolader angeflanscht. Im Ottopartikelfilter ist ein 3-Wege-Katalysator in Form einer Beschichtung integriert. Nach dem darauf folgenden Entkopplungselement ist noch ein weiterer 3-Wege-Katalysator im Abgasrohr verbaut.



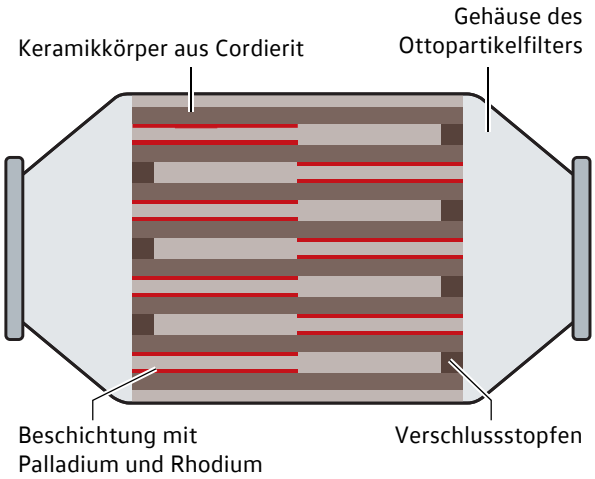


Da im motornahen Ottopartikelfilter eine katalytisch wirkende Beschichtung integriert ist, wird er auch als 4-Wege-Katalysator bezeichnet.

Der Ottopartikelfilter

Aufbau

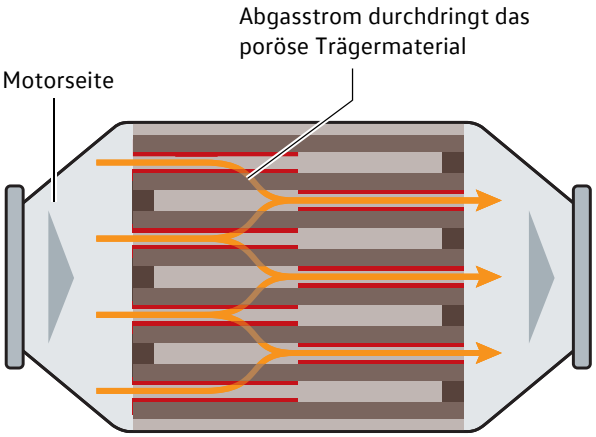
Der Ottopartikelfilter ist wie der 3-Wege-Katalysator mit beschichteten Kanälen versehen.
Das Trägermaterial ist ein Keramikmodul aus Cordierit. Dabei sind die Kanalenden des Keramikkörpers wechselseitig durch Stopfen verschlossen.
Das Material des Keramikkörpers ist porös und fungiert damit gleichzeitig als Filter.



s558_017

Funktionsweise

Durch diesen Aufbau muss das Abgas zusammen mit den Partikeln die Kanalwände durchdringen, um von der Motorseite des Keramikmoduls auf die motorabgewandte Seite zu gelangen. Obwohl die Partikel kleiner sind als die Poren des Keramikkörpers, werden sie trotzdem zuverlässig herausgefiltert. Die Ursache hierfür ist die Brownsche Molekularbewegung kleiner Teilchen.



s558_018

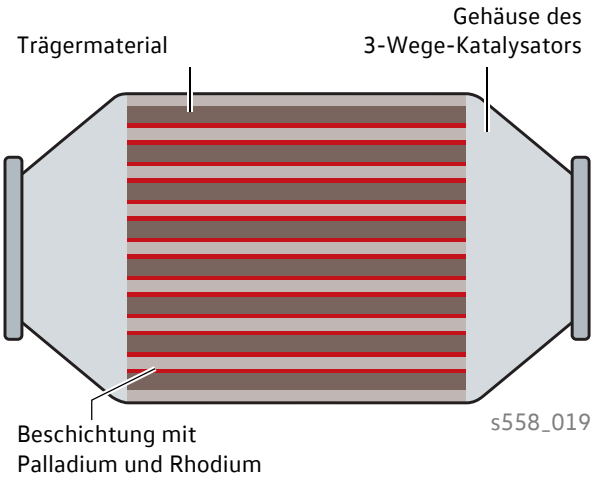
Die Brown'sche Molekularbewegung

Der schottische Botaniker Robert Brown beobachtete im Jahr 1827, dass sich winzige Partikel in Flüssigkeiten ruckartig und ungeordnet bewegen. Später fand man heraus, dass diese Bewegungen einem allgemeinen Prinzip folgen, das auch für Gase gilt. Die Ursache der Bewegung sind wärmeabhängige Kollisionen kleiner Teilchen.
Je wärmer das Medium ist, in dem sich die Teilchen bewegen, desto schneller und heftiger erfolgt die Brownsche Molekularbewegung.
Durch die fortwährenden Kollisionen zwischen den Partikeln, werden diese gegen die Wände der Poren geschleudert und bleiben dort haften. Auf diesem Vorgang basiert die Filterwirkung des Keramikkörpers.

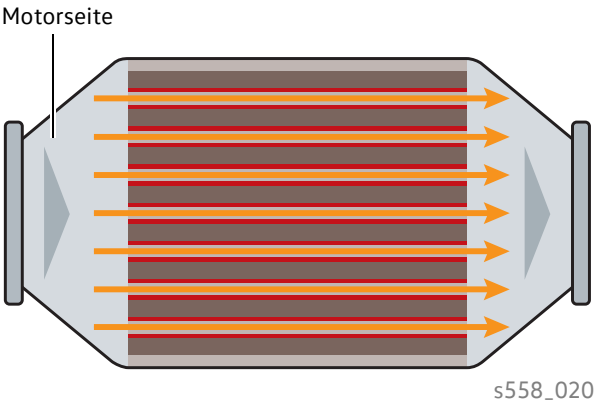
Vergleich mit dem 3-Wege-Katalysator

Per Definition ist ein Katalysator ein Stoff, der an einer chemischen Reaktion teilnimmt, ohne sich dabei selbst zu verändern. Der Körper des 3-Wege-Katalysators kann aus unterschiedlichen Materialien bestehen, wie beispielsweise Metall oder Keramik. Die Kanäle des 3-Wege-Katalysators sind mit einem katalytischen Material beschichtet und nicht verschlossen.

In diese Beschichtung sind Elemente wie Palladium und Rhodium, bei älteren Katalysatoren auch Platin eingebracht. Diese Katalysatormetalle bewirken, dass die Schadstoffe zu ungiftigen Verbindungen wie Stickstoff (N_2), Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) oxidiert bzw. reduziert werden.



Im Gegensatz zu dem Ottopartikelfilter strömen die Abgase durch die Kanäle des Katalysatorkörpers hindurch, ohne dessen Wände zu durchdringen.



Die Sensoren

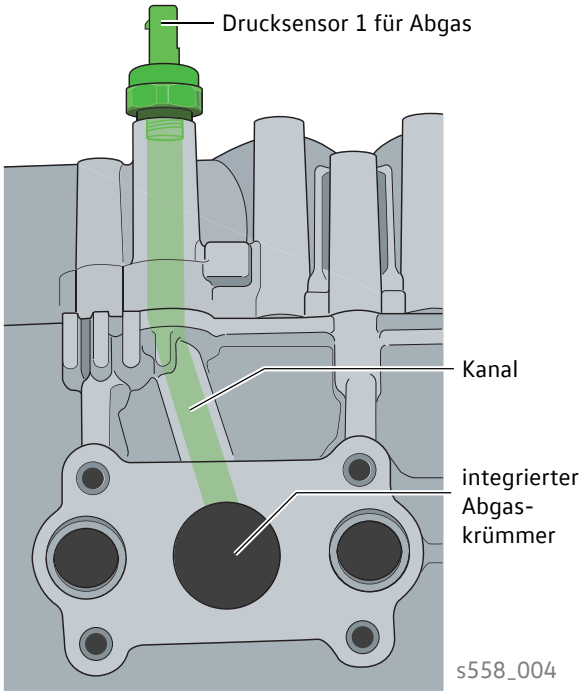
Der Drucksensor 1 für Abgas G450

Einbauort und Aufgabe

Der Drucksensor 1 für Abgas ist von oben in das Nockenwellengehäuse eingeschraubt.
Er hat die Aufgabe, den Abgasdruck vor dem Turbolader und damit auch vor dem Partikelfilter zu messen.
Durch einen Kanal im Nockenwellengehäuse und im Zylinderkopf ist er mit dem integrierten Abgaskrümmer verbunden.

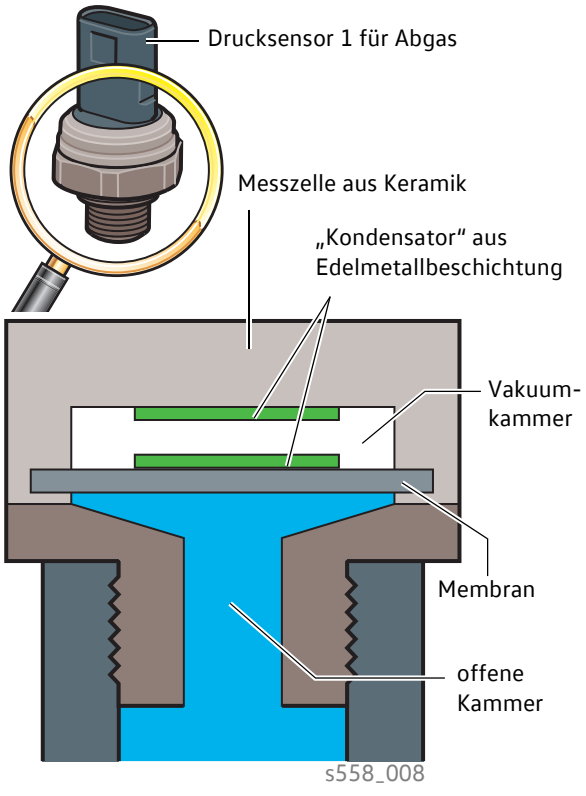


Da ein Dichtring am Drucksensor integriert ist, darf der Drucksensor nach dem Ausbau nicht wiederverwendet werden und muss ersetzt werden.



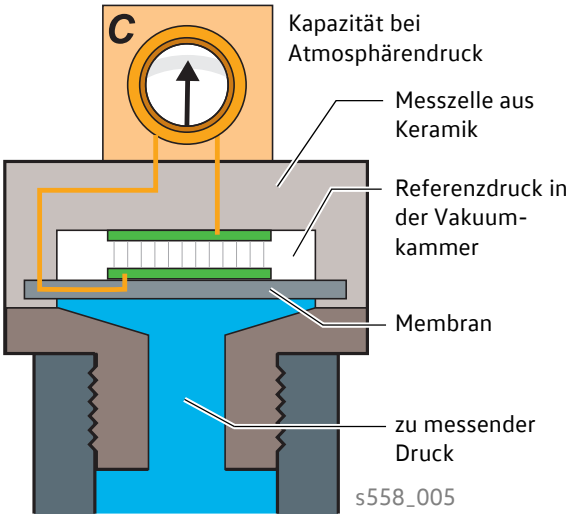
Aufbau

Dieser dreipolige Drucksensor mit Auswerteelektronik besteht im Wesentlichen aus einer Messzelle aus Keramik. Diese Messzelle wird durch eine dünne, edelmetallbeschichtete Membran in zwei Kammern geteilt. Die eine Kammer ist gegenüber dem äußeren Luftdruck abgeschlossen und beinhaltet ein Vakuum. Sie wird im Folgenden mit Vakuumkammer bezeichnet.
Die andere Kammer steht mit dem äußeren Luftdruck, in diesem Fall mit dem Abgasdruck vor dem Turbolader, in Verbindung (in der Grafik als „offene Kammer" bezeichnet).
Die Wand der Vakuumkammer gegenüber der Membran ist ebenfalls edelmetallbeschichtet. Die beiden gegenüberliegenden Beschichtungen in der Vakuumkammer bilden so einen Kondensator, dessen Kapazität von dem Abstand der beiden Beschichtungen zueinander abhängig ist.



Funktionsweise

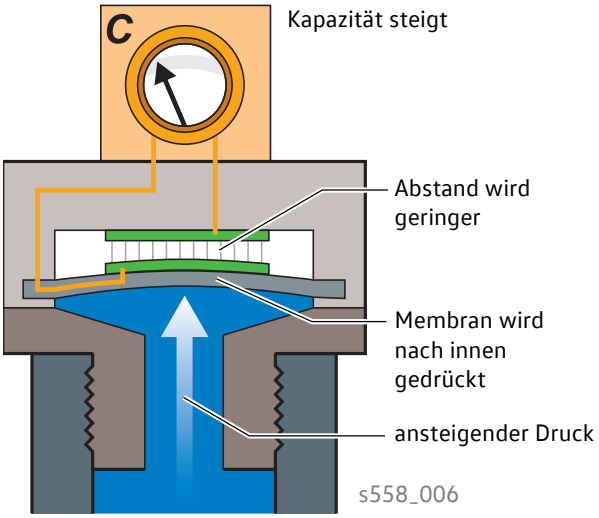
Der Drucksensor misst den Abgasdruck im Vergleich zu einem Vakuum als Referenzdruck. Durch dieses Verfahren werden Ungenauigkeiten durch Schwankungen des atmosphärischen Luftdruckes, die durch das Wetter oder wechselnde Höhenlagen verursacht werden, ausgeschlossen.
Das Vakuum als Referenzdruck ist, wie beschrieben, im Drucksensor innerhalb der Keramikmesszelle „eingebaut".



Verändert sich der Abgasdruck, wird die Membran der Keramikzelle verformt.
Steigt der Abgasdruck, wird die Membran in Richtung der gegenüberliegenden Beschichtung gedrückt. Der Abstand der beiden Beschichtungen verringert sich und die Kapazität steigt.

Wird der Abgasdruck kleiner, wird die Membran in die andere Richtung verformt. Der Abstand der Beschichtungen wird größer und die Kapazität sinkt. Auf diese Weise kann der Druck im Abgaskrümmer genau bestimmt und als analoges Spannungssignal übermittelt werden.

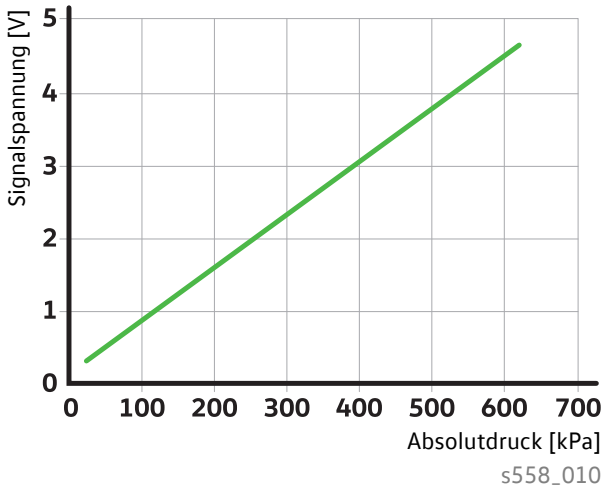
Die beschriebenen Änderungen der Kapazität sind sehr klein. Daher ist die Empfindlichkeit der Sensorelektronik entsprechend hoch ausgelegt.



Motormanagement

Signalverwendung

Aus dem analogen Spannungssignal des Gebers bestimmt das Motormanagement den Druck vor dem Partikelfilter. Eine linear steigende Spannung entspricht einem linear ansteigenden Druck.
Ein Druck von ca. 100 kPa
(100 Kilopascal = 1 bar) entspricht einer Signalspannung von etwa 0,8 V.
Die Druckeinheit Pascal ist die international gebräuchliche Maßeinheit für Druckangaben.
100 kPa sind 100.000 Pa.

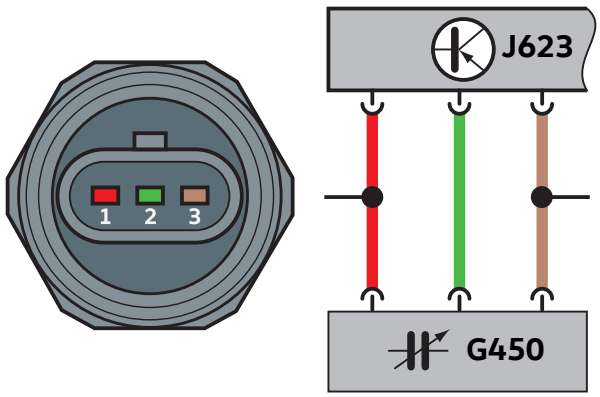


s558_010

Das Signal wird für die Verstopfungserkennung verwendet. Übersteigt der Druck ein im Motorsteuergerät abgelegtes Schwellwertmodell, geht das Steuergerät von einer Verstopfung im Abgasstrang aus.
Das Signal dient zusätzlich auch der Vorsteuerung der Ladedruckregelung.

Elektrische Anbindung

Der Geber G450 ist über eine dreipolige Leitung mit dem Motorsteuergerät J623 verbunden.



s558_011

Auswirkung bei Ausfall

Ein erkannter Defekt wird als Eintrag im Ereignisspeicher abgelegt.



Zur Ruß- und Aschebeladungserkennung wird ein im Motorsteuergerät J623 abgelegtes Beladungs- beziehungsweise Rechenmodell herangezogen.

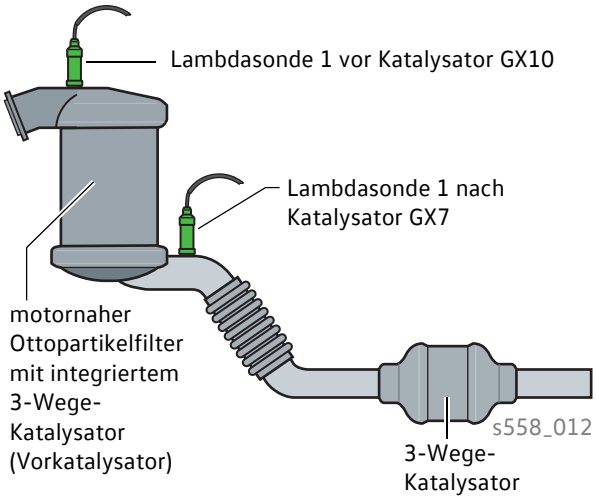
Ein Ereignisspeichereintrag durch die Verstopfungserkennung kann auch durch einen verstopften Schalldämpfer oder Katalysator verursacht werden.

Die Lambdasonden

Für die Abgasanlage mit Ottopartikelfilter kommen zwei Sprung-Lambdasonden zum Einsatz.
Die Lambdasonde vor Katalysator ist im Motorsteuergerät mit einem „stetigen Regler" verbunden.



Detailliertere Informationen zu Sprunglambdasonden mit stetigem Regler erfahren Sie im Selbststudienprogramm 539 „Der 1,0l-3 Zylinder-TSI-Motor".



Einbauort und Aufgabe
Die Lambdasonde vor Katalysator ist vor den beiden Katalysatoren verbaut, die Lambdasonde nach Katalysator zwischen den beiden Katalysatoren.
Der im Ottopartikelfilter integrierte 3-Wege-Katalysator leistet die Hauptkonvertierungsarbeit.
Das ist auch ein Grund für den Einbauort der Lambdasonde 1 nach Katalysator GX7.
Der Katalysator, der die Hauptkonvertierungsarbeit leistet, wird überwacht.

Signalverwendung
Das Signal der Lambdasonden wird für folgende Funktionen verwendet:
Lambdasonde 1 vor Katalysator GX10:
- Regelung des Kraftstoff-Luft-Gemisches

Lambdasonde 1 nach Katalysator GX7:
- Funktionsprüfung des Vorkatalysators und Adaption der Lambdasonde 1 vor Katalysator
- indirekte Überwachung einer Beschädigung des Ottopartikelfilters

Funktion der indirekten Überwachung einer Beschädigung des Ottopartikelfilters
Das Träger- und Filtermaterial des Partikelfilters ist hitzebeständiger als die Beschichtung des Katalysators. Bevor also der Partikelfilter durch eine zu hohe Temperatur beschädigt wird, büßt die katalytische Schicht ihre Funktionstüchtigkeit ein. Aus dem Signal der Nachkatalysatorsonde und einer Fehlfunktion des Vorkatalysators kann das Motorsteuergerät daher indirekt auf eine Beschädigung des Ottopartikelfilters schließen.
Die Abgaswarnleuchte K83 blinkt bei einem Defekt des Katalysators und es erfolgt ein Ereignisspeichereintrag.

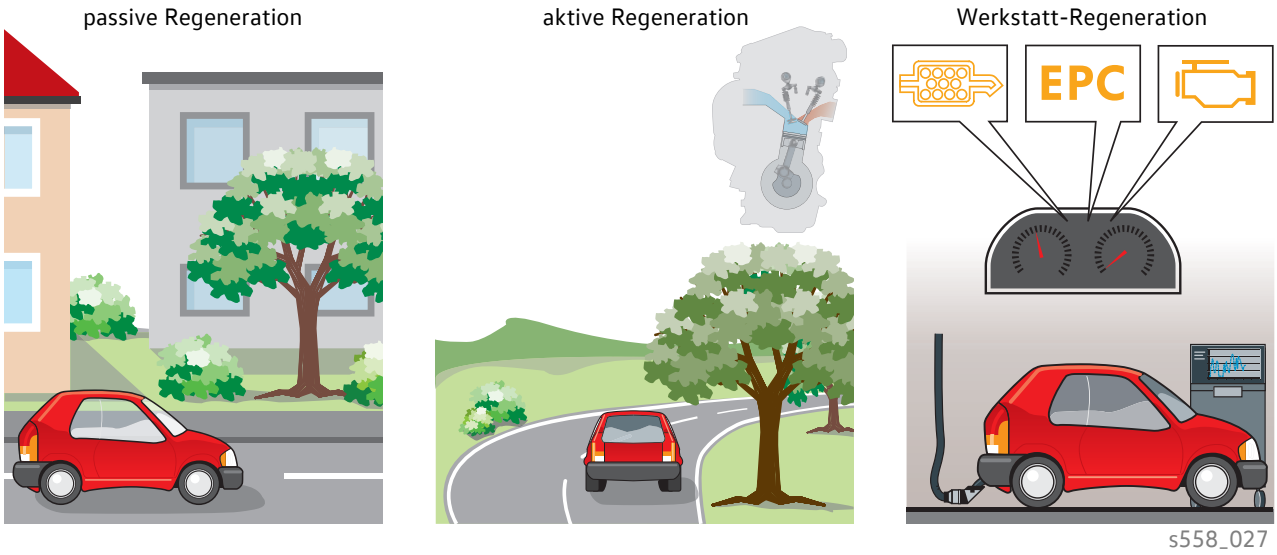
Auswirkungen bei Ausfall
Bei Ausfall der Lambdasonde 1 vor Katalysator GX10 wird von einer Lambda-Regelung auf eine Lambda-Steuerung umgeschaltet und die Abgaswarnleuchte K83 (MIL) leuchtet auf.
Bei Ausfall der Lambdasonde 1 nach Katalysator GX7 bleibt die Lambda-Regelung in Funktion. Es leuchtet die Abgaswarnleuchte K83 (MIL) auf.
In beiden Fällen erfolgt ein Eintrag in den Ereignisspeicher.

Die Partikelfilter-Regeneration

Dadurch, dass beim bei Motoren mit Benzindirekteinspritzung nur im und kurz nach dem Kaltstart Partikel erzeugt werden, muss eine Regeneration nur selten erfolgen. Die Häufigkeit und Dauer der Regenerationen richtet sich nach dem Beladungszustand und den Bedingungen zur Regeneration des Partikelfilters.
Es wird zwischen drei Arten der Regeneration unterschieden:

- der passiven Regeneration
- der aktiven Regeneration
- der Werkstatt-Regeneration

Zur Erkennung der Ruß- und Aschebeladung wird ein im Motorsteuergerät abgelegtes Beladungs- bzw. Rechenmodell herangezogen. Aus Ansaugluft- und Kühlmitteltemperatur, Motordrehzahl und Motorlast ermittelt das Motorsteuergerät die Beladungsänderungen des Partikelfilters.



Passive Regeneration
Die passive Regeneration findet im Fahrbetrieb fast ständig statt, ohne dass das Motorsteuergerät besondere Maßnahmen ergreift.
Voraussetzung ist, dass die Fahrt lange genug andauert, um die erforderliche Temperatur des Ottopartikelfilters von ca. 600 °C zu erreichen. Für die Regeneration des Partikelfilters wird Sauerstoff benötigt. Er wird besonders durch die Schubabschaltung zugeführt. Mithilfe dieses „zusätzlichen" Sauerstoffs erfolgt dann bei genügend hoher Betriebstemperatur die Verbrennung der Rußpartikel zu Kohlendioxid (CO_2).

Aktive Regeneration

Überschreitet die Beladung des Partikelfilters trotz der passiven Regeneration einen bestimmten Wert, werden Maßnahmen eingeleitet, welche die Regeneration unterstützen.
Wenn das Fahrverhalten des Fahrers für eine Regeneration nicht ausreicht, wird er durch die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 aufgefordert eine Regenerationsfahrt durchzuführen (siehe Tabelle auf der nächsten Seite).

Werkstatt-Regeneration

Übersteigt die Beladung des Partikelfilters einen festgelegten Grenzwert, weil zum Beispiel der Fahrer die Aufforderung zu einer Regenerationsfahrt ignoriert, reicht eine aktive Regeneration im Fahrbetrieb unter Umständen nicht mehr aus.
Das Motormanagement schaltet zusätzlich die Abgaswarnleuchte K83 (MIL) und die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 (EPC-Leuchte) ein und fordert den Fahrer über das Display auf, eine Werkstatt aufzusuchen.



Die Kontrollleuchten leuchten im Zusammenhang mit dem Partikelfilter gelb und blinken nicht. Das Partikelfiltersystem kann also niemals ein Grund dafür sein, den Kunden zum sofortigen Anhalten aufzufordern.

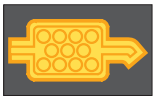
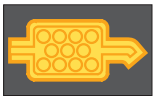
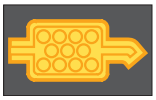
Die Werkstattregeneration wird mit Hilfe der Geführten Fehlersuche durchgeführt.
Die Abgas-Absauganlage in der Werkstatt muss dafür auf Temperaturen von mindestens 300° Celsius ausgelegt sein. Als Abgastrichter dürfen nur die Trichter VAS 5199 oder VAS 5199/12 verwendet werden.



Beachten Sie aktuelle Angaben in der Werkstattliteratur.

Beladungsstufen

In der folgenden Tabelle sehen Sie verschiedene Beladungsstufen mit den jeweiligen Maßnahmen. Bei normaler Fahrweise sollte die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 nicht aufleuchten. Der Grund ist, dass die passive Regeneration beim Ottomotor ab Temperaturen von 600°C im Partikelfilter ständig stattfindet. Zusätzliche aktive Maßnahmen sind also in der Regel nicht erforderlich.
Aus Sicherheitsgründen wird unabhängig von dem Beladungszustand zyklisch alle 2000 km aktiv regeneriert.

Beladung*	**Maßnahmen**
bis ca. 15%	- Keine Maßnahmen aktiv - Passive Regeneration durch den „normalen" Motorlauf
ab ca. 15%	Aktive Regeneration durch Maßnahmen, welche die Regeneration unterstützen.
ab ca. 55%	Aktive Regeneration durch Maßnahmen, welche die Regeneration unterstützen. Zusätzlich dazu: - Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 leuchtet - Eintrag in den Ereignisspeicher: „Partikelfilter Bank 1, Kontrollleuchte aktiv" - Regenerationsfahrt durch den Fahrer erforderlich 
ab ca. 70%	- Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 leuchtet - Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 leuchtet Bedeutung: Leistungsreduzierung - Abgaswarnleuchte K83 (MIL) leuchtet - Eintrag in den Ereignisspeicher: „Partikelfilter Einschränkung Rußbeladung Bank 1" - Werkstattregeneration erforderlich   
Grenzbeladung erreicht (100%)	- Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 leuchtet - Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 leuchtet Bedeutung: Leistungsreduzierung - Abgaswarnleuchte K83 (MIL) leuchtet - Eintrag in den Ereignisspeicher: „Partikelfiler Einschränkung Rußbeladung zu hoch Bank 1" - Werkstattregeneration nicht mehr möglich, Erneuerung des Ottopartikelfilters erforderlich   

* Die angegebenen Beladungsstufen in Prozentangaben sind nur näherungsweise Anhaltspunkte.

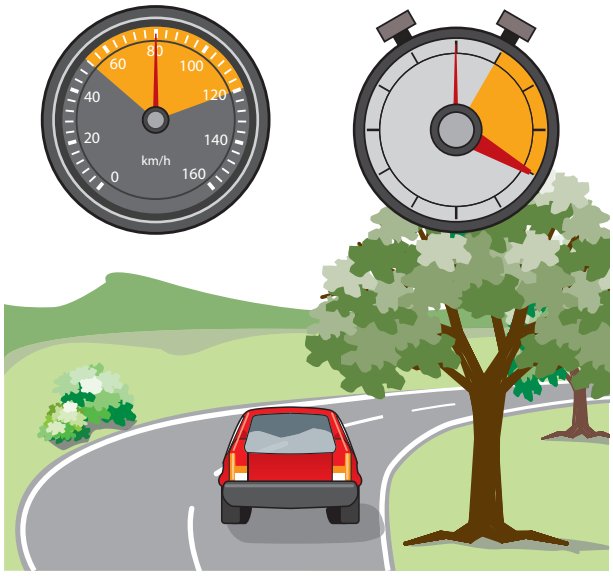
Zur besseren Nachvollziehbarkeit bleibt der Eintrag im Ereignisspeicher „Partikelfilter Bank 1, Kontrollleuchte aktiv“ nach Erlöschen der Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 noch mehrere Fahrzyklen erhalten!

Folgende Maßnahmen können während der aktiven Regeneration zusätzlich ergriffen werden:

- Das Aktive Zylindermanagement (ACT) und die Stopp/Start-Funktion können je nach Temperatur abgeschaltet werden.
- Die Leerlaufdrehzahl kann auf ca. 1000 min^{-1} erhöht werden. Sofern die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 leuchtet, sogar auf 1450 min^{-1}, um eine bessere Regeneration im Stand zu gewährleisten.

Regenerationsfahrt

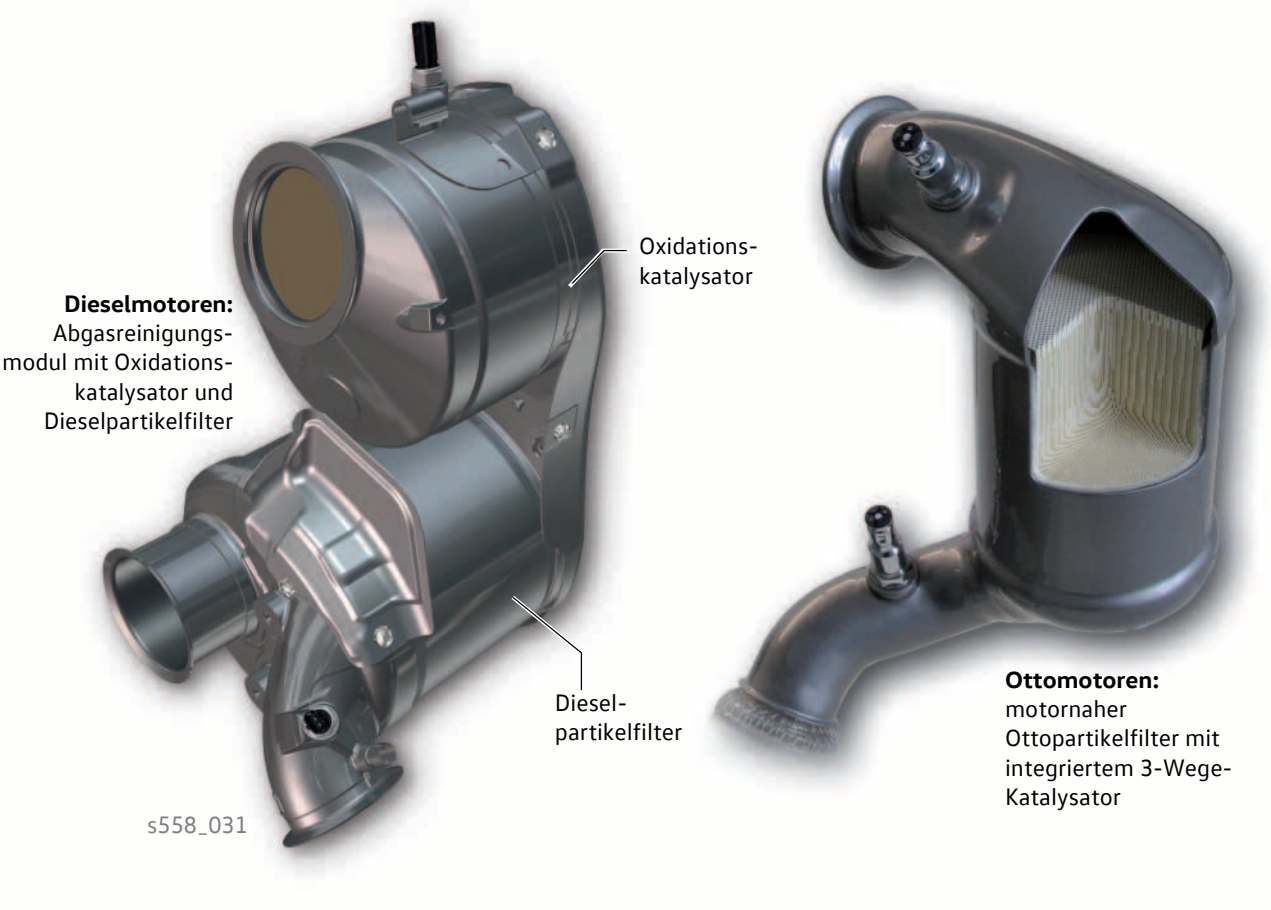
Dem Kunden wird in der Bedienungsanleitung empfohlen, eine Regenerationsfahrt durchzuführen, wenn die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 leuchtet. Fahrten mit Geschwindigkeiten zwischen 50 bis 120 km/h unterstützen die Regeneration. Dabei sind geltende Geschwindigkeitsbegrenzungen sowie Gangempfehlung zu beachten. Die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 erlischt automatisch, wenn sich der Filter regeneriert hat. Eine Regenerationsfahrt wird im allgemeinen ca. 5 bis 20 Minuten dauern.



s558_033

Auch andere Fahrweisen führen zu einer Regeneration, solange der Motor läuft.

Die Partikelfilter von Benzin- und Dieselmotoren im Vergleich



Dieselmotoren: Abgasreinigungsmodul mit Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter

Ottomotoren: motornaher Ottopartikelfilter mit integriertem 3-Wege-Katalysator

Was ist gleich?

- Beide Motorbauarten erzeugen bei der Verbrennung Ruß- und Aschepartikel.
- Bei beiden Motorbauarten sind die Partikel jeweils ungefähr gleich groß.
- Bei beiden Systemen werden die Partikelfilter passiv und aktiv regeneriert. Es werden dabei nur die Rußpartikel oxidiert, die Aschepartikel jedoch nicht.
- Beim Motoröl muss bei beiden Systemen zwingend auf die Verwendung von Low-Ash-Ölen geachtet werden.
- Beim Ottopartikelfilter gibt es, wie im beim Dieselpartikelfilter, eine im Motorsteuergerät programmierte Grenzbeladung des Filters. Ist ein gewisser Prozentsatz der Grenzbeladung erreicht, wird der Fahrer über die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 aufgefordert, eine Regenerationsfahrt durchzuführen.
- Der Text in der Bedienungsanleitung für die Regenerationsfahrt ist für beide Systeme vereinheitlicht worden.
- Wird keine Regenerationsfahrt durchgeführt und die Beladung steigt weiter, muss bei beiden Systemen eine Werkstattregeneration durchgeführt werden.

Was ist anders?

- Ein Dieselmotor erzeugt mehr Rußpartikel als ein Benzinmotor.
- Ein Benzinmotor mit Direkteinspritzung erzeugt Partikel vorwiegend im Kaltstart bei niedrigen Außentemperaturen und direkt nach dem Motorstart.
  Ein Dieselmotor erzeugt Partikel annährend während des gesamten Motorlaufes.
- Zur Regeneration des Partikelfilters ist es beim Dieselkonzept schwieriger als beim Ottomotor, die erforderliche Temperatur zu erreichen.
- Aufgrund des Brennverfahrens mit Luftüberschuss ist beim Dieselmotor immer genügend Sauerstoff für die Regeneration vorhanden, beim Ottomotor dagegen nicht.
- Bei vielen Partikelfilterkonzepten für Dieselmotoren wird bereits nach einer Fahrstrecke von 100 km die erste aktive Regeneration ausgeführt, bei Ottomotoren mit Partikelfilter nicht.
- Je nach Motorvariante soll bei Dieselmotoren mit Partikelfilter bei Inspektionen die Aschebeladung im Partikelfilter ausgelesen werden (zum ersten Mal bei zum Beispiel 180.000 km), bei Ottomotoren mit Partikelfilter nicht.

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antwort ist richtig?

Bei den vorgegebenen Antworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

1. Wie ist der motornahe Ottopartikelfilter im Tiguan beim 1,4l TSI-Motor aufgebaut?

❒ a) Er besteht wie ein herkömmlicher 3-Wege-Katalysator aus beschichteten Kanälen, deren Kanalenden aber immer wechselseitig verschlossen sind.

❒ b) Der Ottopartikelfilter ist ein separates Bauteil, dass dem motornahen 3-Wege-Katalysator vorgeschaltet ist.
Damit kann der Katalysator nicht durch Partikel beschädigt werden.

❒ c) Eine katalytisch wirkende Beschichtung ist im Partikelfilter integriert.

2. Welche Art von Signal gibt der Drucksensor 1 für Abgas G450 an das Motorsteuergerät J623?

❒ a) Ein SENT-Signal (SENT = Single-Edge-Nibble-Transmission)

❒ b) Ein Lin-Bus-Signal

❒ c) Ein analoges Spannungssignal

3. Welche innermotorischen Maßnahmen wurden beim EA211-Motor ergriffen, um die Entstehung von Partikeln zu vermeiden?

❒ a) Der Kraftstoffdruck wurde gesenkt, damit die Kraftstofftröpfchen nicht auf den Kolbenboden gespritzt werden.

❒ b) Der Kraftstoffdruck wurde erhöht.

❒ c) Brennraum und Einspritzventile wurden modifiziert.

4. Was wird dem Kunden empfohlen, wenn nur die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 während der Fahrt aufleuchtet?

❒ a) Er muss eine Werkstatt aufsuchen.

❒ b) Er sollte den Motor sofort abstellen.

❒ c) Er sollte eine Regenerationsfahrt durchführen.

5. In welchem Fall soll die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 blinken?

❒ a) Sie soll in gar keinem Fall blinken.

❒ b) Ab einer Rußbeladung des Partikelfilters von ca. 60%.

❒ c) Ab einer Rußbeladung des Partikelfilters von ca. 80%.

❒ d) Wenn der Kunde mit der richtigen Geschwindigkeit für die Regenerationsfahrt fährt.

Lösung:
1. a), c); 2. c); 3. b), c); 4. c); 5. a)



558

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2813.13.00 Technischer Stand 09/2017

Volkswagen AG
After Sales Qualifizierung
Service Training VSQ-2
Brieffach 1995
D-38436 Wolfsburg

Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.