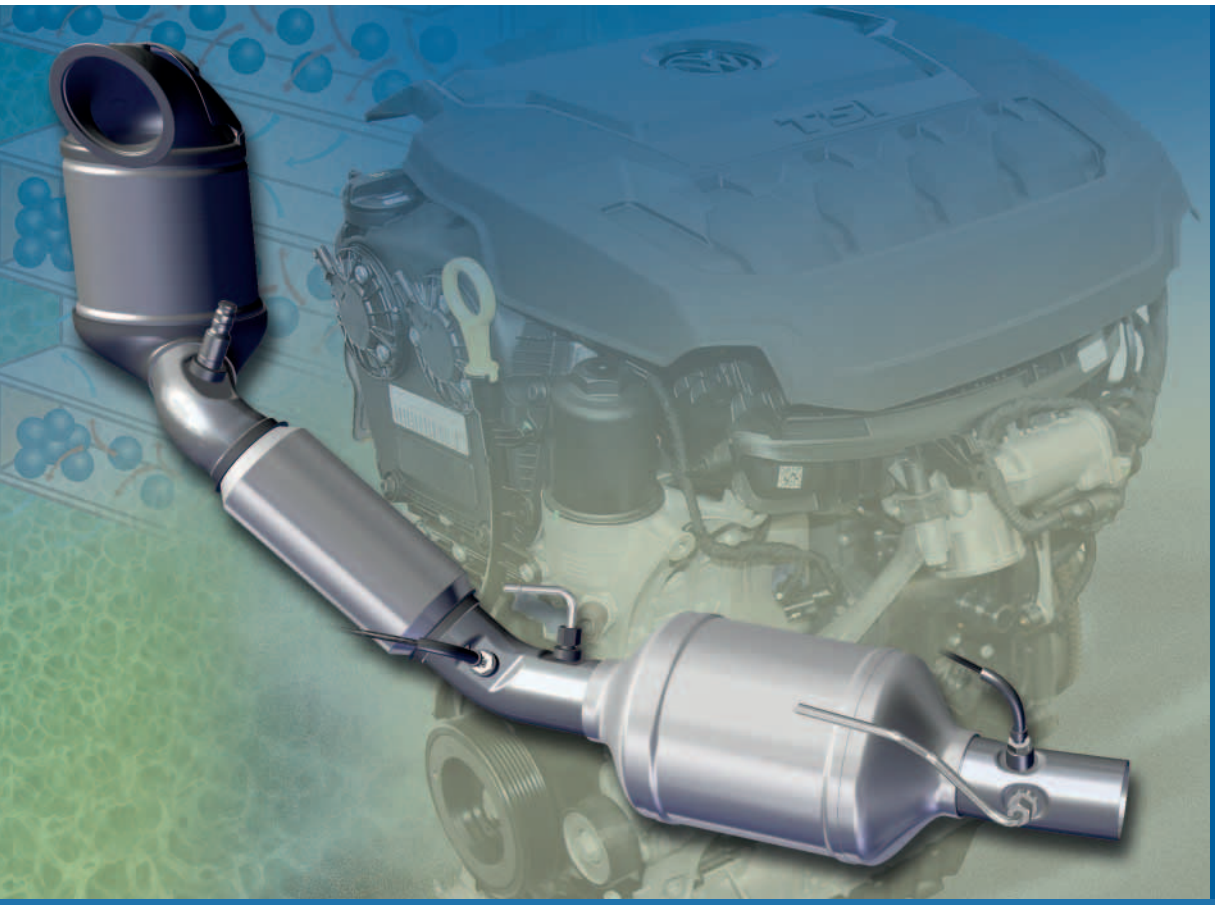
Service Training

Volkswagen

Selbststudienprogramm 590

Der Unterboden-Ottopartikelfilter

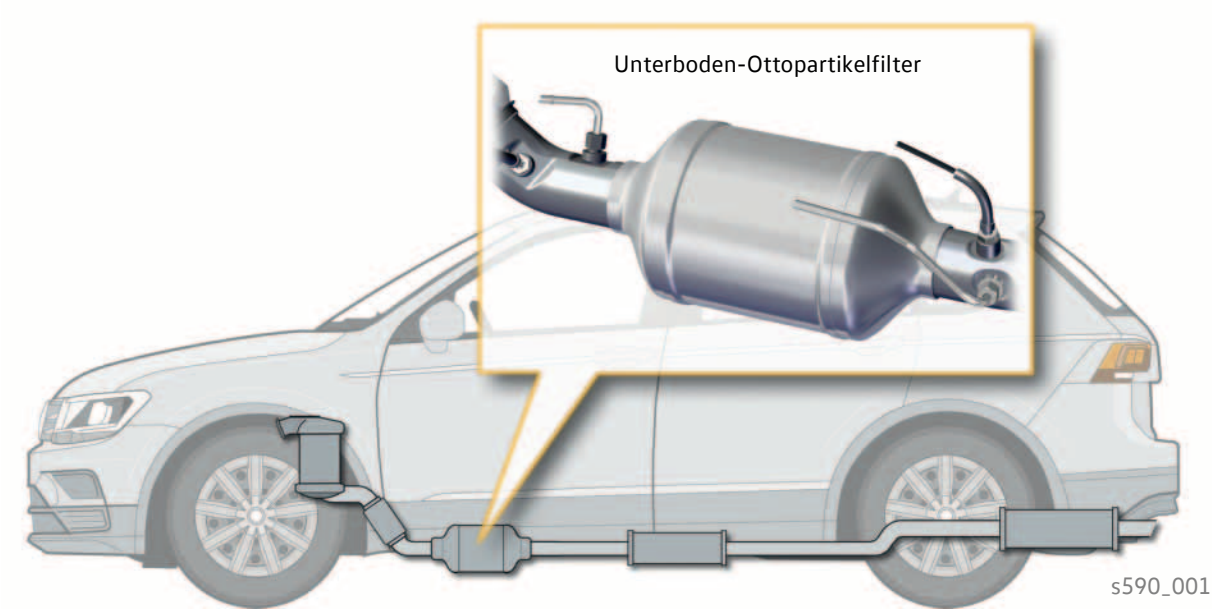
Konstruktion und Funktion



Im Jahr 2017 kam der erste Ottomotor mit Partikelfilter von Volkswagen auf den Markt. Es handelte sich um einen sogenannten „motornahen Ottopartikelfilter", der direkt an den Abgasturbolader angebaut ist. Da der Partikelfilter hier schnell die zur Regenerierung nötige Temperatur von ca. 600 °C erreicht, hat er eigentlich den idealen Einbauort.

Andere Platzverhältnisse im Motorraum bei größeren Motoren können es nötig machen, einen Einbauort zu verwenden, der weiter hinten in der Abgasanlage platziert ist. Aufgrund seiner Einbaulage wird er als Unterboden-Ottopartikelfilter bezeichnet.
Diese Einbaulage erfordert, speziell bei Kurzstrecken oder ständig sehr niedrigen Geschwindigkeiten andere Regenerationsstrategien und Überwachungen. Dafür sind weitere Bauteile nötig, die in diesem Selbststudienprogramm vorgestellt werden.

Die Variante des Unterboden-Ottopartikelfilters wird speziell in Fahrzeugen mit 2,0l-TSI-Motoren der Baureihe EA888, z. B. im Polo, Passat, Golf und Tiguan und auch im Passat GTE (Plug-in-Hybrid) mit 1,4l-TSI-Motor eingebaut.





Im Selbststudienprogramm Nr. 558 werden Konstruktion und Funktion des „motornahen Ottopartikelfilters" beschrieben. Weiterhin wird hier auch Basiswissen über Ruß- oder Asche-Partikel sowie über passive und aktive Regenerationen vermittelt.



Achtung Hinweis

**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.

Auf einen Blick

Systemaufbau 4
Die Abgasanlage mit Partikelfilter 4

Sensoren 6
Der Differenzdruckgeber für Partikelfilter G1037 6
Der Temperaturgeber vor Partikelfilter G506 und Temperaturgeber nach Partikelfilter G527 9

Partikelfilter-Regeneration 13
Die Erkennung des Beladungszustandes 13
Die Regenerationsstufen 14
Die Besonderheiten 15

Zusammenfassung 16
Die Ottopartikelfilter im Vergleich 16

Prüfen Sie Ihr Wissen 18

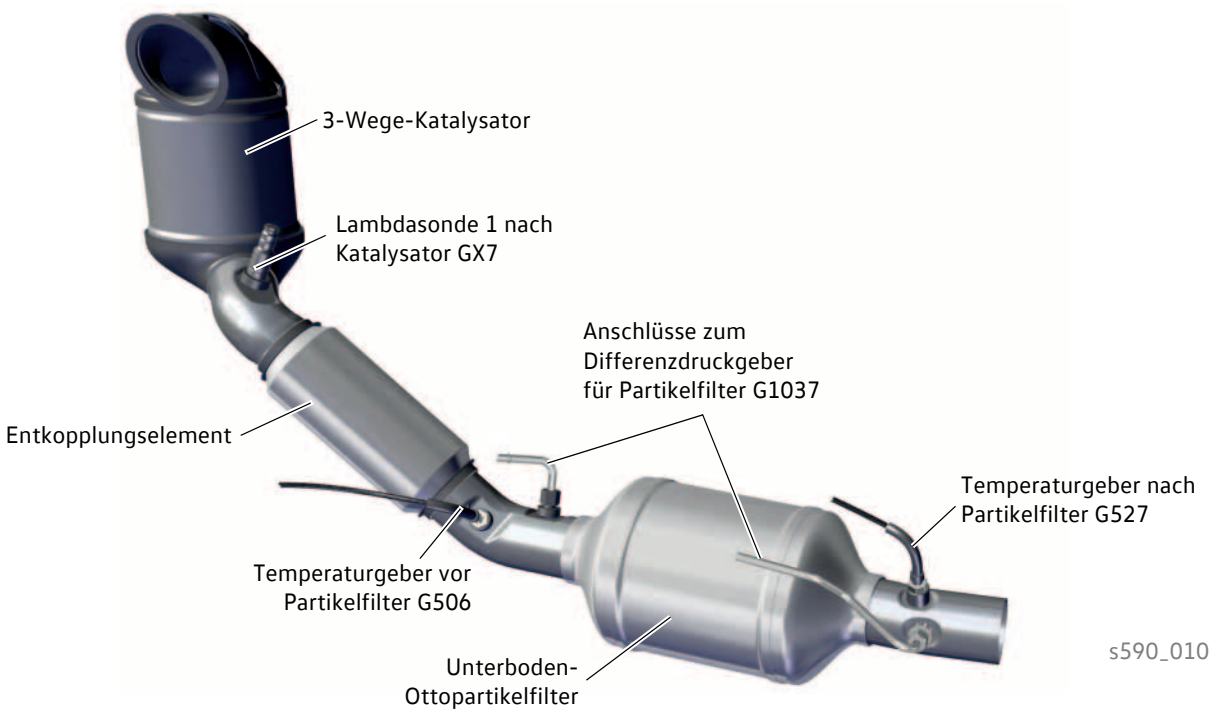
Die Abgasanlage mit Partikelfilter

Folgende Bauteile gehören zum Partikelfilter-System:
- Ottopartikelfilter
- Differenzdruckgeber für Partikelfilter G1037
- zwei Temperaturgeber (Temperaturgeber vor Partikelfilter G506 und Temperaturgeber nach Partikelfilter G527)

Direkt am Abgasturbolader ist ein 3-Wege-Katalysator angeflanscht. Das hat den Vorteil, dass er so am schnellsten seine katalytische Wirkung erreicht. Aufgrund der Bauraumverhältnisse ist es nicht möglich, diesen 3-Wege-Katalysator mit dem Ottopartikelfilter zu kombinieren. Deshalb wurde der Ottopartikelfilter am Unterboden angeordnet.

Frontantrieb

Bei Fahrzeugen mit Frontantrieb ist ein Ottopartikelfilter in die Abgasanlage am Unterboden eingebaut.

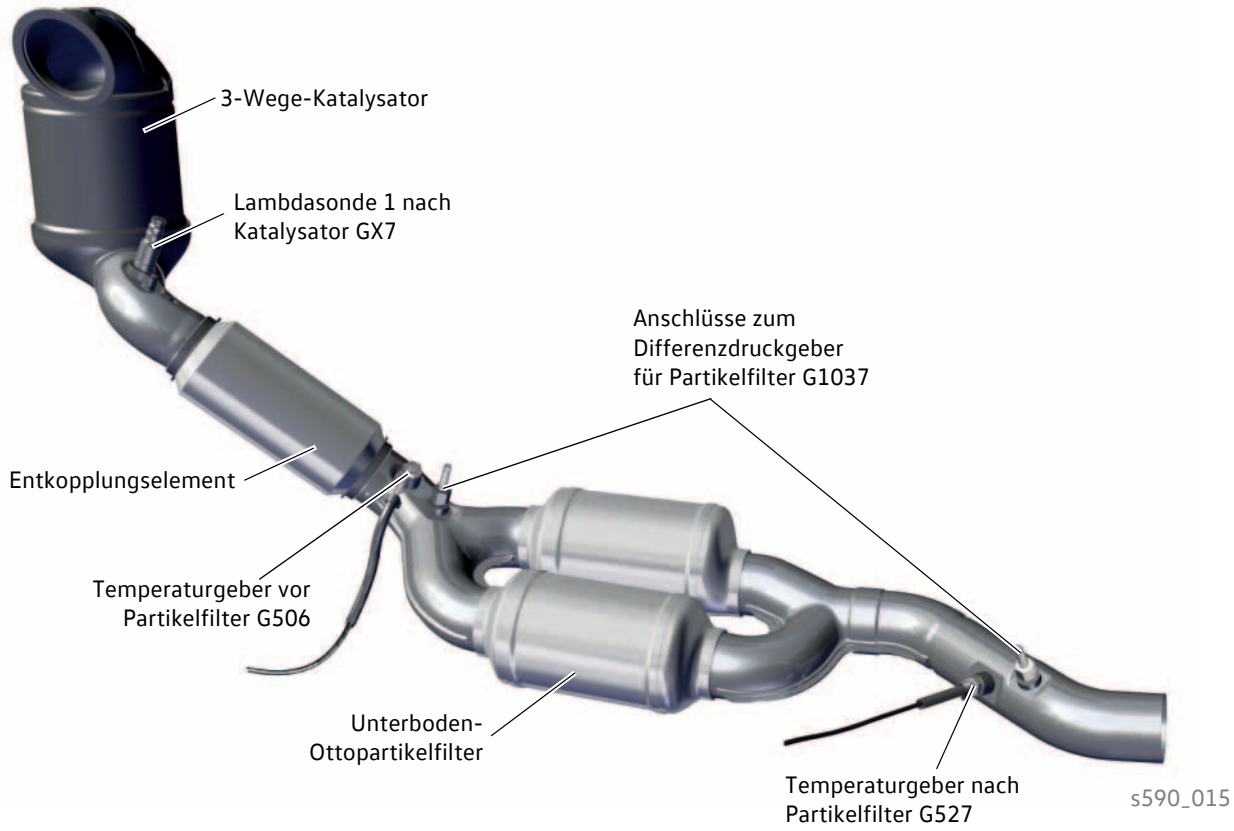


Ist der Unterboden-Ottopartikelfilter im Passat GTE verbaut, wird er zusätzlich katalytisch beschichtet.
Es wird keine zusätzliche Lambdasonde nach dem Partikelfilter mit integriertem Katalysator verbaut, da:
- der motornahe 3-Wege-Katalysator die Hauptkonvertierungsarbeit leistet und
- der Partikelfilter mit integriertem Katalysator weiter entfernt vom Motor verbaut ist. Er „altert" nicht so schnell, wie der motornahe Katalysator. Deswegen muss die katalytische Funktion des Partikelfilters nicht überwacht werden.

Allradantrieb

Bei Fahrzeugen mit Allradantrieb beeinflusst insbesondere die Kardanwelle den Verlauf der Abgasanlage. Aus Platzgründen werden dann zwei parallel angeordnete, kleinere Unterboden-Ottopartikelfilter in die Abgasanlage eingebaut.

Die parallele Anordnung des Ottopartikelfilters hat keinen Einfluss auf die Anzahl oder die Aufgaben der Sensoren im Vergleich zur einteiligen Variante beim Frontantrieb.



Der Differenzdruckgeber für Partikelfilter G1037

Einbauort

Der Differenzdruckgeber für Partikelfilter befindet sich hinten rechts im Motorraum.

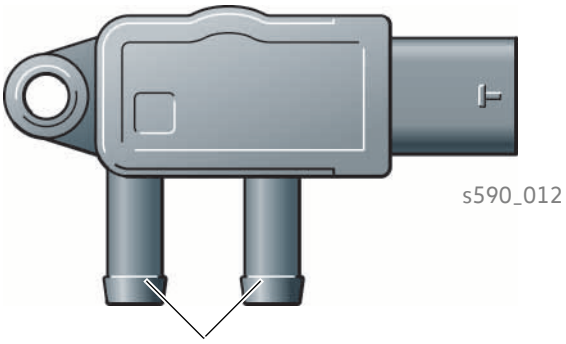


Aufgabe

Er hat die Aufgabe, die Druckdifferenz zwischen dem Abgasdruck vor und nach dem Partikelfilter zu messen.

Pneumatische Anbindung

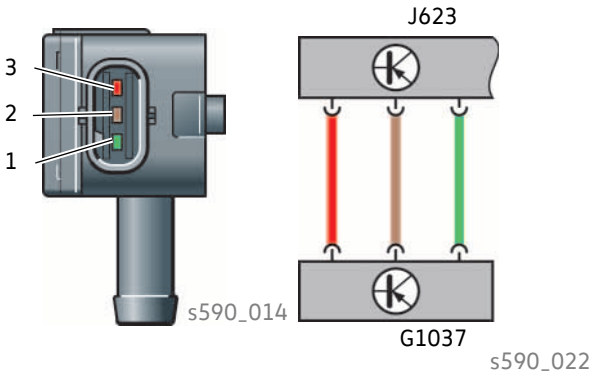
Der Differenzdruckgeber für Partikelfilter verfügt über zwei pneumatische Anschlüsse. Über diese ist er durch Rohre und Schläuche mit den Anschlüssen am Partikelfilter verbunden.



Elektrische Anbindung

Der Geber G1037 ist über eine dreipolige Leitung mit dem Motorsteuergerät J623 verbunden.
Der dreipolige elektrische Anschluss des Gebers verfügt über folgende Pinbelegung:

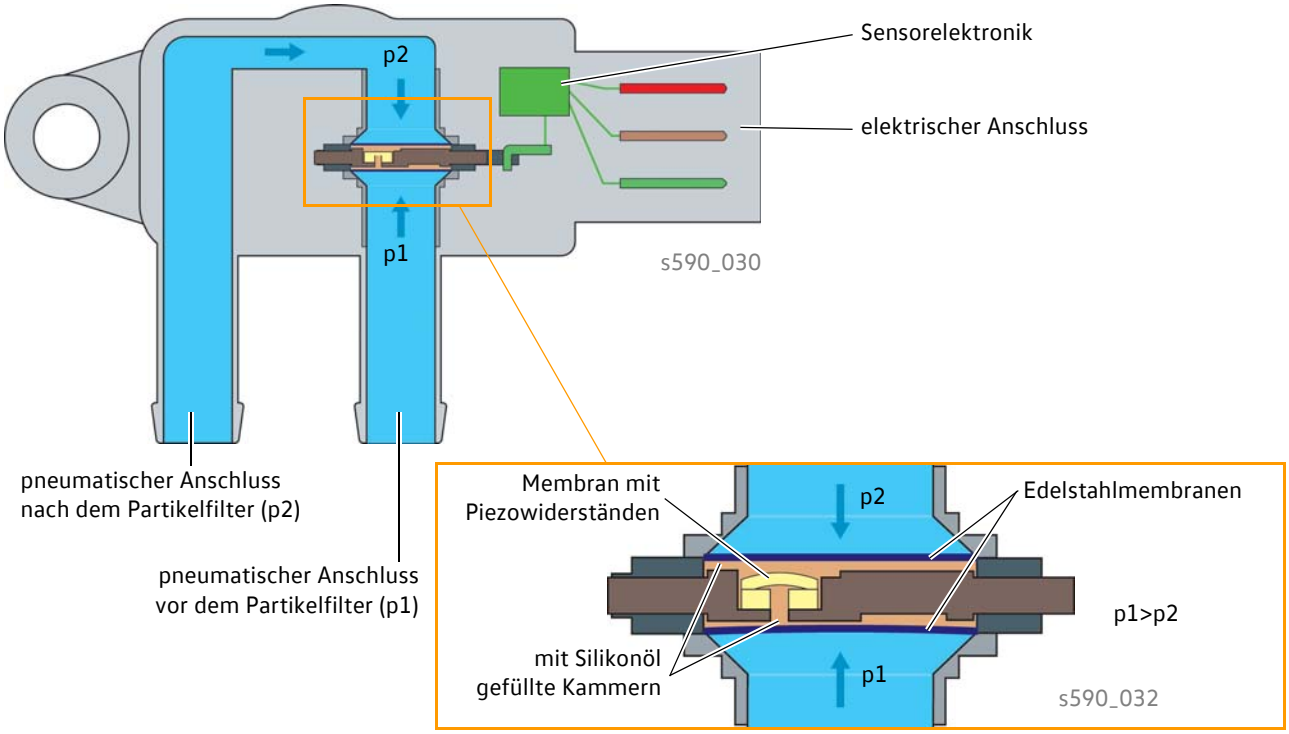
- Pin 1: SENT-Signal
- Pin 2: Masseversorgung
- Pin 3: +5 Volt



Aufbau

An dem Differenzdruckgeber für Partikelfilter G1037 befinden sich zwei Druckanschlüsse. Von einem führt eine Druckleitung zum Abgasstrom vor dem Partikelfilter (p1) und vom anderen zum Abgasstrom hinter dem Partikelfilter (p2).

Zwei Edelstahlmembranen, auf die die jeweiligen Abgasdrücke wirken, bilden die Trennmembranen zwischen den Abgasströmen und den mit Silikonöl gefüllten Kammern. Zwischen den Kammern befindet sich eine druckempfindliche Membran mit Piezowiderständen.



Funktion

Bei einem Partikelfilter mit sehr geringer Partikelbeladung ist der Druck vor und hinter dem Filter nahezu gleich. Die Membran mit den Piezo-Elementen befindet sich in Ruhelage.

Hat sich Ruß im Partikelfilter angesammelt, steigt der Abgasdruck vor dem Filter. Dieser Druck wirkt auf die Membran mit Piezowiderständen.

Dadurch wird die Membran mit den Piezowiderständen verformt. Die Spannung an den Widerständen wird durch die Sensorelektronik aufbereitet und als SENT-Signal dem Motorsteuergerät gesendet.



Im Passat GTE und zukünftig auch in anderen Fahrzeugen ist die Funktionsweise unterschiedlich. Dort wird zusätzlich der Atmosphärendruck gemessen.

Sensoren

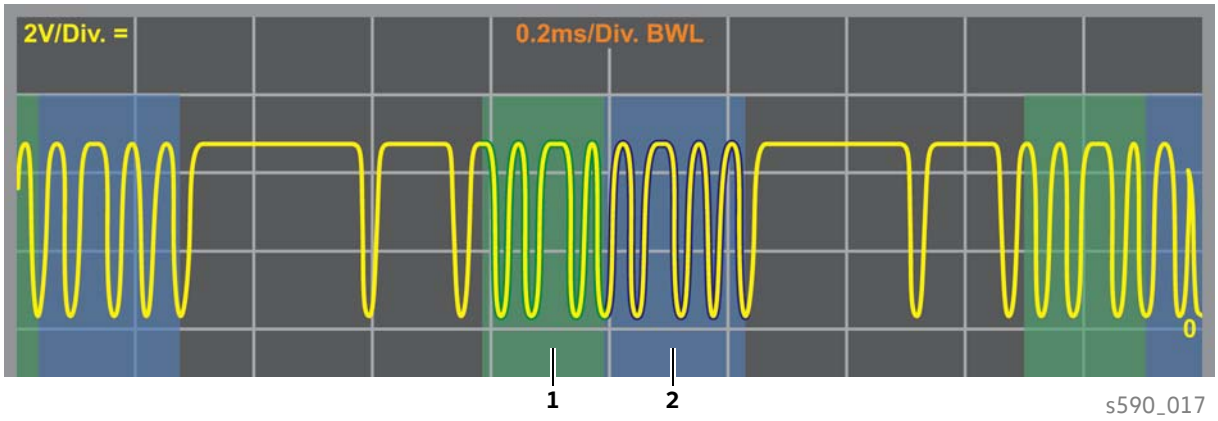
Signalverwendung

Der Differenzdruckgeber misst den Abgasdruck vor und hinter dem Partikelfilter. Dadurch wird der Differenzdruck gemessen und an das Motorsteuergerät durch ein SENT-Signal übermittelt. Durch dieses Signal ermittelt das Motorsteuergerät den Beladungszustand des Partikelfilters und leitet die gegebenenfalls erforderliche Regenerationsstufe ein.

Weiterhin werden im Motorsteuergerät die Signale auf Plausibilität geprüft und damit wird der Partikelfilter überwacht, ob er einen Abgasgegendruck erzeugt.

SENT-Signal

SENT (**S**ingle **E**dge **N**ibbel **T**ransmission) ist ein Standard für die Kommunikation von Sensoren und Steuergeräten, das ein Datenprotokoll beschreibt. Dieses SENT-Protokoll besteht aus verschiedenen Abschnitten. Die Botschaft des Sensors wird über die Signal-1-Sequenz bzw. Signal-2-Sequenz übertragen.



Legende

1 Signal-1-Sequenz – für den Differenzdruck vor und hinter dem Partikelfilter

2 Signal-2-Sequenz – Counter (Zähler)



Weitere Informationen zum SENT-Signal finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 547.

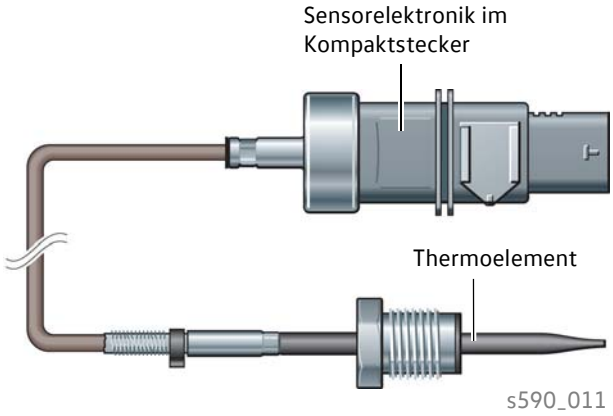
Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Sensors oder einem unplausiblen Signal wird ein entsprechender Ereignisspeichereintrag generiert. Zusätzlich wird nach dem dritten Motorstart die Abgaswarnleuchte K83 (MIL) und die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 eingeschaltet. Eine aktive Regenerierung wird eingeleitet.

Der Temperaturgeber vor Partikelfilter G506 und Temperaturgeber nach Partikelfilter G527

Einbauort und Aufgabe

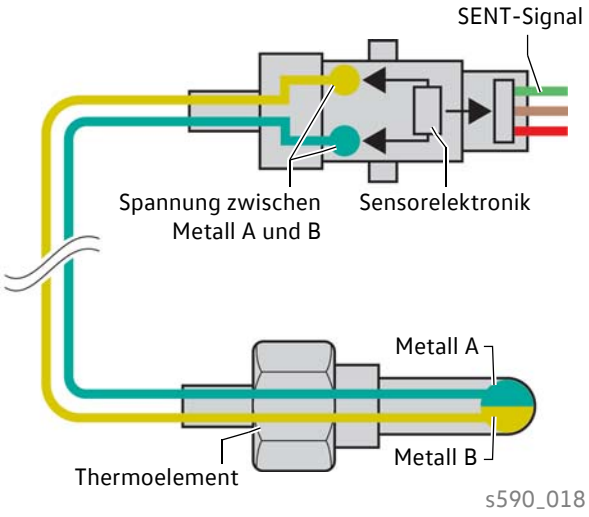
Der Temperaturgeber G506 befindet sich im Abgasstrang vor dem Partikelfilter und der Temperaturgeber G527 befindet sich nach dem Partikelfilter. Beide erfassen dort die jeweilige Temperatur des Abgases.



Aufbau und Funktion

Der Aufbau und die Funktion der beiden Temperaturgeber ist identisch. Sie bestehen jeweils aus einem Thermoelement und einer Sensorelektronik. Damit die Sensorelektronik nicht den hohen Temperaturen des Abgases ausgesetzt wird, sind die Sensorelektronik und das Thermoelement voneinander getrennt angeordnet.

Der Temperaturgeber funktioniert nach dem sogenannten Seebeck-Effekt – benannt nach dem deutschen Physiker August Seebeck.



Seebeck-Effekt

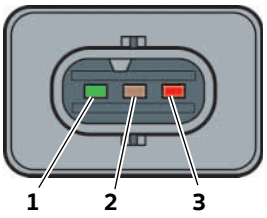
Bei diesem Effekt sind zwei Metallstreifen aus unterschiedlichen Nickellegierungen im Thermoelement verbaut, die sich an ihren Enden berühren. Bei sehr hohen Temperaturen wird so eine geringe Spannung im Mikrovolt- bis Millivolt-Bereich erzeugt. Je höher die Temperatur ist, umso höher ist die Spannung. Da diese Spannung so gering ist, ist sie als Signal an das Motorsteuergerät schwer übertragbar. Deshalb ist im Kompaktstecker eine Sensorelektronik eingebaut. Diese Elektronik wird mit 5 Volt Spannung versorgt und gibt als Signal ein SENT-Signal ab.

Sensoren

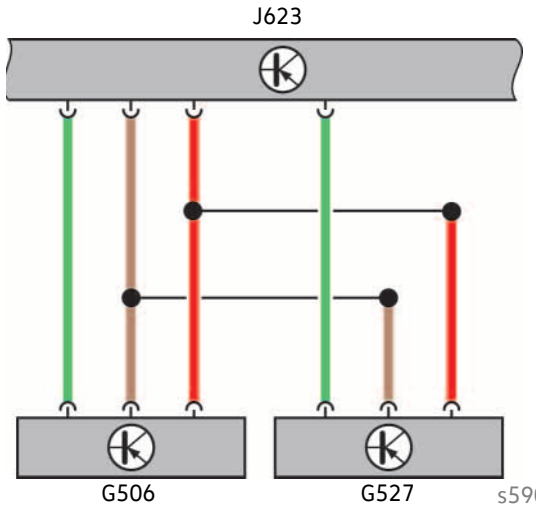
Elektrische Anbindung

Beide Temperaturgeber G506/G527 verfügen jeweils über einen Kompaktstecker mit Sensorelektronik. Dieser Stecker ist über eine dreipolige Leitung mit dem Motorsteuergerät J623 verbunden.
Der dreipolige elektrische Anschluss des Gebers verfügt über folgende Pinbelegung:

- Pin 1: SENT-Signal
- Pin 2: Masseversorgung
- Pin 3: +5 Volt

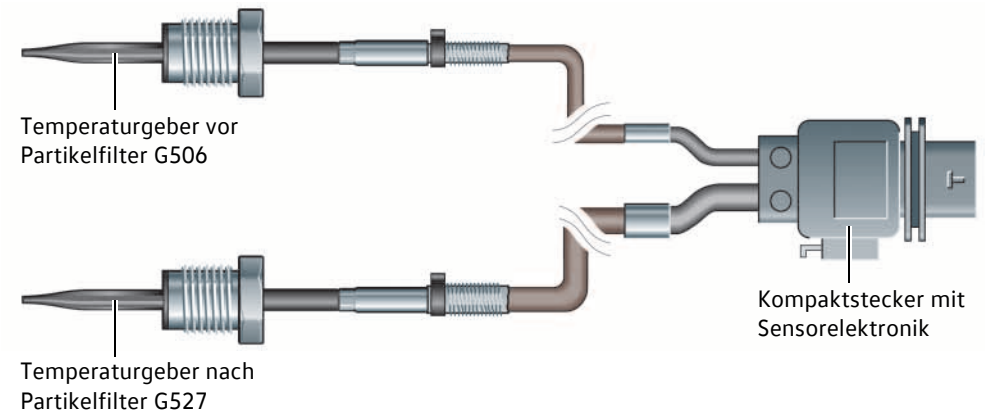


s590_024



s590_026

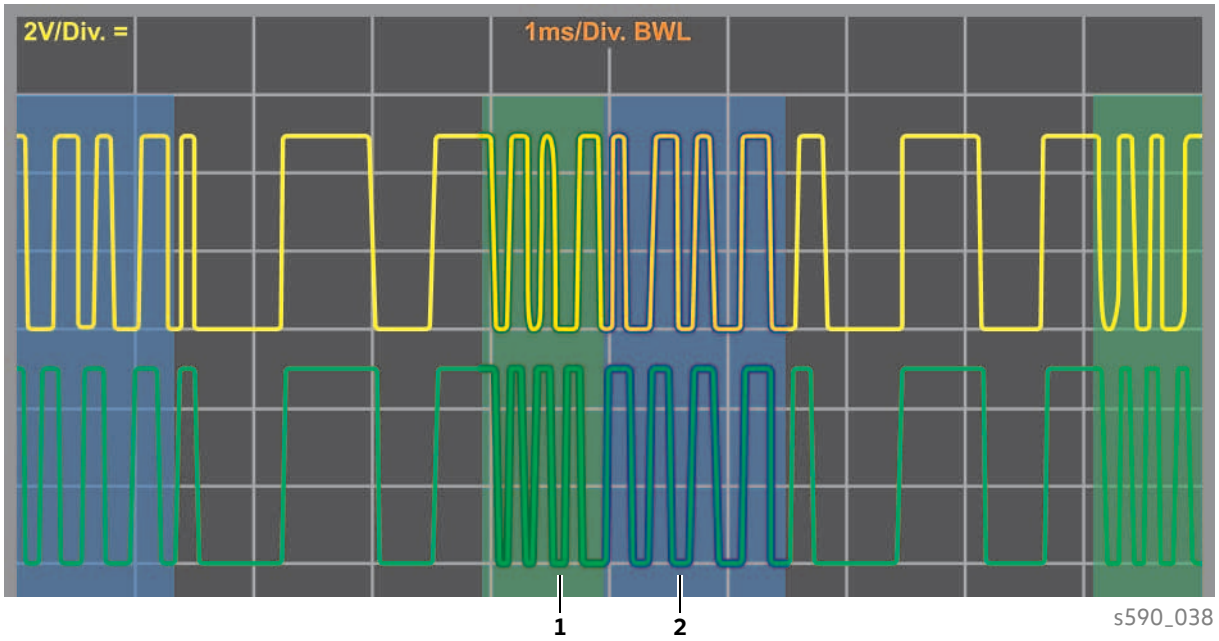
Bei einer weiteren Variante verfügen beide Temperatursensoren über einen gemeinsamen Kompaktstecker mit Sensorelektronik. Dieser Stecker ist auch über eine dreipolige Leitung mit dem Motorsteuergerät J623 verbunden.



s590_028

SENT-Signal

Wie auf der nachfolgenden Grafik dargestellt, senden beide Temperaturgeber ein SENT-Signal an das Motorsteuergerät.



Legende

1	Signal-1-Sequenz – für die jeweilige Abgastemperatur vor und hinter dem Partikelfilter	Signal des Temperaturgebers vor Partikelfilter G506
2	Signal-2-Sequenz – Counter (Zähler)	Signal des Temperaturgebers nach Partikelfilter G527

Auch hier wird die Botschaft der Temperaturgeber über die Signal-1-Sequenz bzw. Signal-2-Sequenz übertragen. Über die Signal-1-Sequenz wird jeweils die Abgastemperatur übertragen. Die Signal-2-Sequenz ist ein sogenannter Counter (Zähler) und wird vom Motorsteuergerät nicht ausgewertet.

Ist die Variante verbaut, bei der beide Temperatursensoren über einen gemeinsamen Kompaktstecker mit Sensorelektronik verfügen, dann wird über die Signal-1-Sequenz die Abgastemperatur des Temperaturgebers vor Partikelfilter G506 und über die Signal-2-Sequenz die Abgastemperatur des Temperaturgebers nach Partikelfilter G527 an das Motorsteuergerät übertragen.



Bei der Einstellung des Oszilloskops zur Auslesung der Temperatursignale muss eine andere Zeiteinstellung vorgenommen werden, da das Signal des Temperaturgebers gegenüber dem Signal des Differenzdruckgebers langsamer ist.

Sensoren

Signalverwendung des G506

Der Temperaturgeber G506 misst die Temperatur vor dem Partikelfilter und sendet diese Information an das Motorsteuergerät durch ein SENT-Signal. Diese Information benötigt das Motorsteuergerät für die Berechnung der Rußbeladung des Partikelfilters.

Für diese Berechnung benötigt das Motorsteuergerät weitere Informationen wie:

- Motorlast
- Motordrehzahl
- Kühlmitteltemperatur
- Lambdawert

Mit diesen Informationen errechnet das Motorsteuergerät, wie stark der Partikelfilter mit Ruß beladen ist. Man spricht auch vom Ruß-Beladungsmodell.
Der Partikelfilter regeneriert erst ab ca. 600 °C. Durch die Information der Temperaturgeber erkennt das Motorsteuergerät, ob und wie lange schon regeneriert wurde. Man spricht auch vom Ruß-Austragsmodell.
Insgesamt kann das Motorsteuergerät so berechnen, wie viel Ruß in den Partikelfilter hinein gekommen und wie viel Ruß wieder ausgetragen wurde.

Zusätzlich wird das Signal als Bauteilschutz verwendet, um den Partikelfilter vor zu hohen Abgastemperaturen zu schützen.

Signalverwendung des G527

Der Temperaturgeber G527 misst die Temperatur nach dem Partikelfilter und übermittelt diese Information an das Motorsteuergerät durch ein SENT-Signal. Durch die motorferne Anordnung des Unterboden-Partikelfilters, ist dieser stärker den Umwelteinflüssen ausgesetzt als ein motornaher Partikelfilter. Dadurch ist eine Berechnung der Temperatur des Partikelfilters zu ungenau. Deswegen ist es für das Ruß-Austragsmodell nötig, die Temperatur auch nach dem Partikelfilter zu messen.

Auch das Signal des Temperaturgebers nach Partikelfilter wird als Bauteilschutz verwendet, um den Partikelfilter vor zu hohen Abgastemperaturen zu schützen.

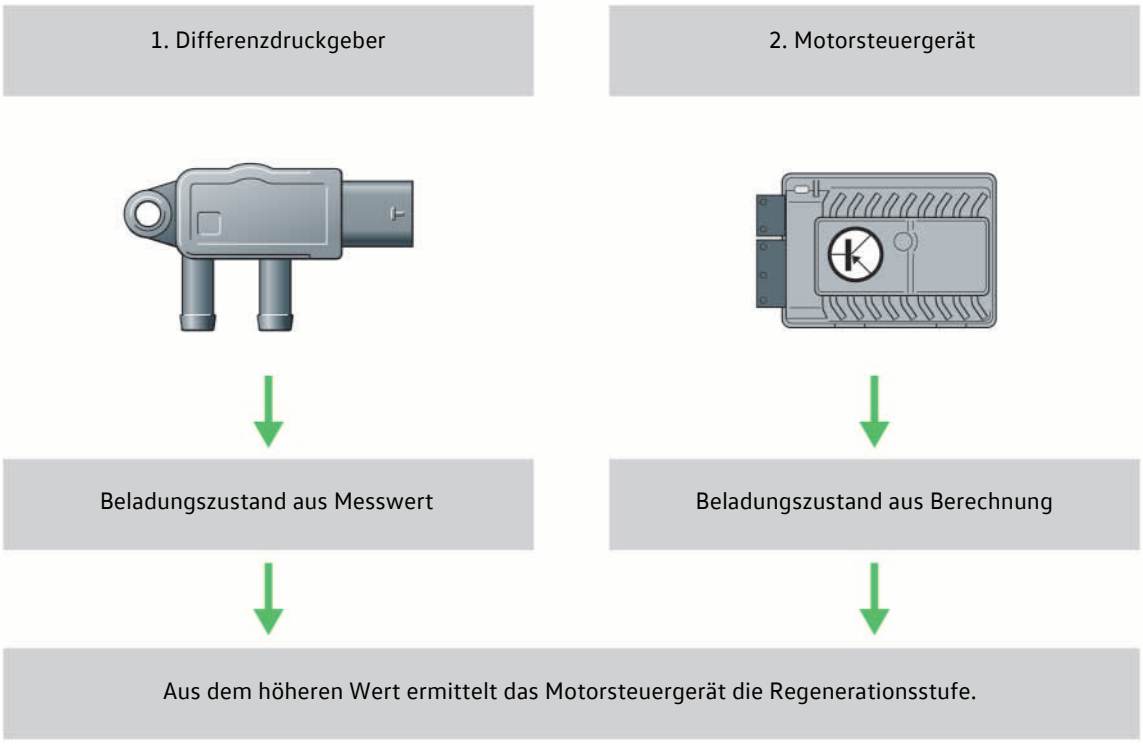
Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall eines Temperaturgebers oder einem unplausiblen Signal wird ein entsprechender Ereignisspeichereintrag generiert.
Zusätzlich wird nach dem dritten Motorstart die Abgaswarnleuchte K83 (MIL) und die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 eingeschaltet. Eine aktive Regenerierung wird eingeleitet.

Die Erkennung des Beladungszustandes

Die Erkennung der Beladung des Unterboden-Ottopartikelfilters erfolgt parallel über zwei verschiedene Informationsquellen:

1. Über das Signal des Differenzdruckgebers wird auf den Beladungszustand des Partikelfilters geschlossen.
2. Es wird ein im Motorsteuergerät abgelegtes Beladungs- bzw. Rechenmodell herangezogen, mit dem der Beladungszustand ermittelt wird. Dabei greift das Motorsteuergerät auf Kennfelder zurück.

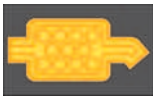


s590_020

Partikelfilter-Regeneration

Die Regenerationsstufen

Ähnlich wie beim motornahen Ottopartikelfilter gibt es beim Unterboden-Ottopartikelfilter je nach Beladung verschiedene Regenerationsstufen. Die entsprechenden Kennfelder für die Regenerationsstufen sind je nach Fahrzeugmodell bzw. Motorvariante unterschiedlich. Der Rußabbrand erfolgt bedarfsgerecht aufgrund der gemessenen oder berechneten Rußmenge.

Beladung*	**Maßnahmen**
niedrige Beladung	• keine Maßnahmen aktiv • Er erfolgt eine **passive** Regeneration durch den „normalen" Motorlauf.
mittlere Beladung	• weiterhin passive Regeneration • Zusätzlich kann durch folgende Maßnahmen **aktiv** regeneriert werden: - Abschaltung der Segelfunktion (Erläuterung der Funktion siehe Selbststudienprogramm Nr. 555) - Abschaltung Start/Stopp - Leerlaufdrehzahl erhöht - Schaltdrehzahl angepasst - Erhöhung der Abgastemperatur
erhöhte Beladung	• Die Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 leuchtet. • Eintrag in den Ereignisspeicher, der auf die leuchtende Kontrollleuchte hindeutet. • Regenerationsfahrt durch den Fahrer erforderlich 
hohe Beladung	• Es leuchten jetzt zusätzlich zur K331 die Fehlerlampe für elektrische Gasbetätigung K132 und die Abgaswarnleuchte K83 (MIL)** . • Eintrag in den Ereignisspeicher, der auf die zu hohe Beladung des Partikelfilters hindeutet. • Werkstattregeneration erforderlich • Maßnahmen zum Abbrand des Rußes werden ab dieser Stufe abgeschaltet.  **
Grenzbeladung erreicht	• Eintrag in den Ereignisspeicher, der auf die zu hohe Beladung des Partikelfilters hindeutet. • Werkstattregeneration ist nicht mehr möglich. Der Partikelfilter muss erneuert werden.  **

* Die Beladung kann über einen Messwert in der Eigendiagnose ausgelesen werden.

** Die Abgaswarnleuchte K83 (MIL) leuchtet nicht bei allen Varianten.

Die Besonderheiten

Werkstattregeneration bei Motoren ab 169 kW

Bei einem Unterboden-Ottopartikelfilter in Verbindung mit einem Ottomotor der Baureihe EA 888 ab 169 kW ist zurzeit keine Werkstattregeneration möglich. Hier besteht die Gefahr, dass speziell der Abgasturbolader bei der Werkstattregeneration zu heiß wird. In diesem Fall muss der Partikelfilter erneuert werden.



Bitte informieren Sie sich dazu immer aktuell in der Werkstattliteratur bzw. in der Geführten Fehlersuche.

Werkstattregeneration bei Motoren unter 169 kW

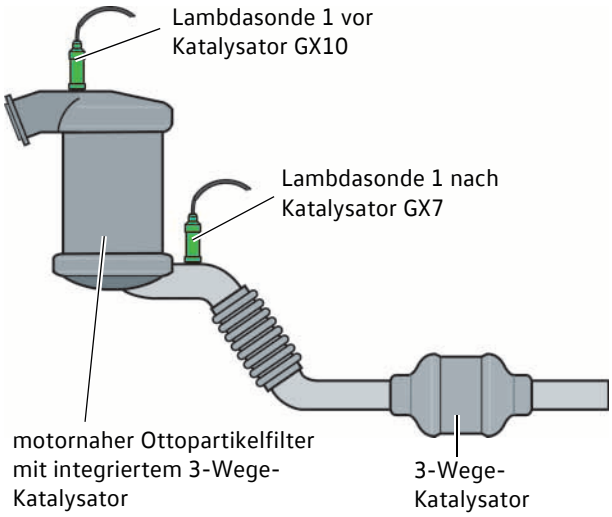
Die Werkstattregeneration wird mithilfe der Geführten Fehlersuche durchgeführt. Bei Fahrzeugen mit einem Ottomotor unter 169 kW gibt es folgende Änderungen im Ablauf der Geführten Fehlersuche:

- Bei einigen Varianten gibt es Vorab-Prüfungen, ob z. B. die Motorhaube geschlossen ist.
- Die Werkstattregeneration wird bei Erreichen von kritischen Temperaturen ab 115 °C im Kühlmittel abgebrochen.
- Am Ende erfolgt eine Abkühlungsphase.

Zusammenfassung

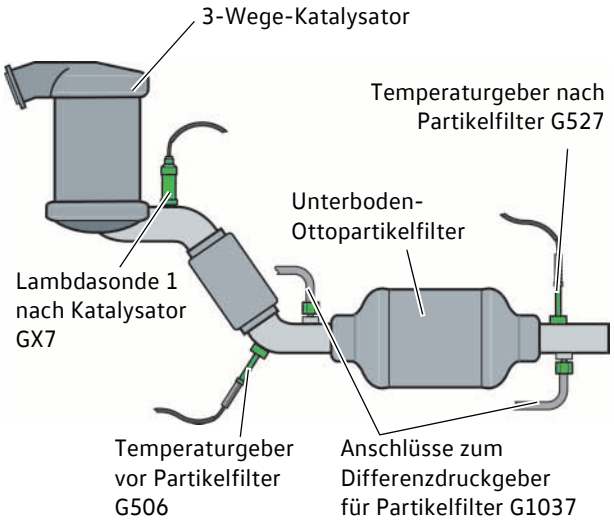
Die Ottopartikelfilter im Vergleich

Abgasstrang mit motornahem Ottopartikelfilter



s590_034

Abgasstrang mit Unterboden-Ottopartikelfilter



s590_036

Gemeinsamkeiten

- Beide Partikelfilter-Systeme verfügen über ähnliche Regenerationsstrategien.
- Bei beiden Systemen ist eine Kontrollleuchte für Partikelfilter K331 verbaut. Wenn sie leuchtet, wird dem Fahrer damit empfohlen, eine Regenerationsfahrt vorzunehmen.
- Beide Systeme werden insbesondere in Verbindung mit direkteinspritzenden Ottomotoren hauptsächlich für den Kaltstart und die ersten ein bis zwei Minuten danach benötigt.
- Bei beiden Systemen sind abwechselnd die Kanäle des Partikelfilters durch einen Stopfen verschlossen. (siehe Selbststudienprogramm Nr. 558)
- Bei beiden Systemen wird der Abgasdruck über einen Sensor erfasst.

Unterschiede

- Der Einbauort des Partikelfilters ist unterschiedlich. Der motornahe Ottopartikelfilter ist direkt an den Abgasturbolader angeflanscht. Der Unterboden-Ottopartikelfilter ist am Unterboden eingebaut.

- Beim Unterboden-Ottopartikelfilter wird die Beladung durch das SENT-Signal des Differenzdruckgebers G1037 erkannt und parallel vom Motorsteuergerät berechnet. Beim motornahen Ottopartikelfilter wird die Beladung ausschließlich berechnet. Das analoge Signal des Drucksensors 1 für Abgas G450 dient der Verstopfungserkennung.

- Beim Unterboden-Ottopartikelfilter erfassen zwei Temperaturgeber die Abgastemperatur vor und nach dem Partikelfilter. Beim motornahen Ottopartikelfilter wird die Abgastemperatur berechnet.

- Der motornahe Ottopartikelfilter mit integriertem 3-Wege-Katalysator wird indirekt mit zwei Lambdasonden überwacht. Der Unterboden-Ottopartikelfilter wird durch den Differenzdruckgeber und die zwei Temperaturgeber überwacht.

- Beim Unterboden-Ottopartikelfilter gibt es einige Varianten, bei denen zurzeit keine Werkstattregeneration möglich ist.

Prüfen Sie Ihr Wissen

Welche Antwort ist richtig?

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

1. Welche Sensoren werden zusätzlich für das System des Unterboden-Ottopartikelfilters verbaut?

❒ a) Temperaturgeber vor Partikelfilter G506

❒ b) Temperaturgeber nach Partikelfilter G527

❒ c) Differenzdruckgeber für Partikelfilter G1037

❒ d) Luftmassenmesser G70

2. Warum gibt es dieses zusätzliche Konzept des Unterboden-Ottopartikelfilters im Vergleich zum motornahen Ottopartikelfilter?

❒ a) Durch die Einbaulage am Unterboden kann der Partikelfilter besser regeneriert werden.

❒ b) Wenn größere Motoren verbaut werden, reichen die Platzverhältnisse im Motorraum nicht aus.

❒ c) Bei dem Einbauort am Unterboden kann auf Temperaturgeber, die die Abgastemperatur erfassen, verzichtet werden.

3. Welche Signale senden die beiden Temperaturgeber G506/G527 und der Differenzdruckgeber G1037 an das Motorsteuergerät?

❒ a) analoge Spannungssignale

❒ b) pulsweitenmodulierte Signale (PWM)

❒ c) frequenzmodulierte Signale

❒ d) ein LIN-Datenprotokoll (Local Interconnect Network)

❒ e) ein SENT-Signal (Single Edge Nibble Transmission)

4. Wo ist bei beiden Temperaturgebern G506/G527 die Sensorelektronik verbaut?

❒ a) im Thermoelement

❒ b) im Kompaktstecker

❒ c) im Motorsteuergerät

❒ d) im Bordnetzsteuergerät

5. Wie wird bestimmt, ob eine aktive Regenerierung des Unterboden-Ottopartikelfilters eingeleitet werden muss?

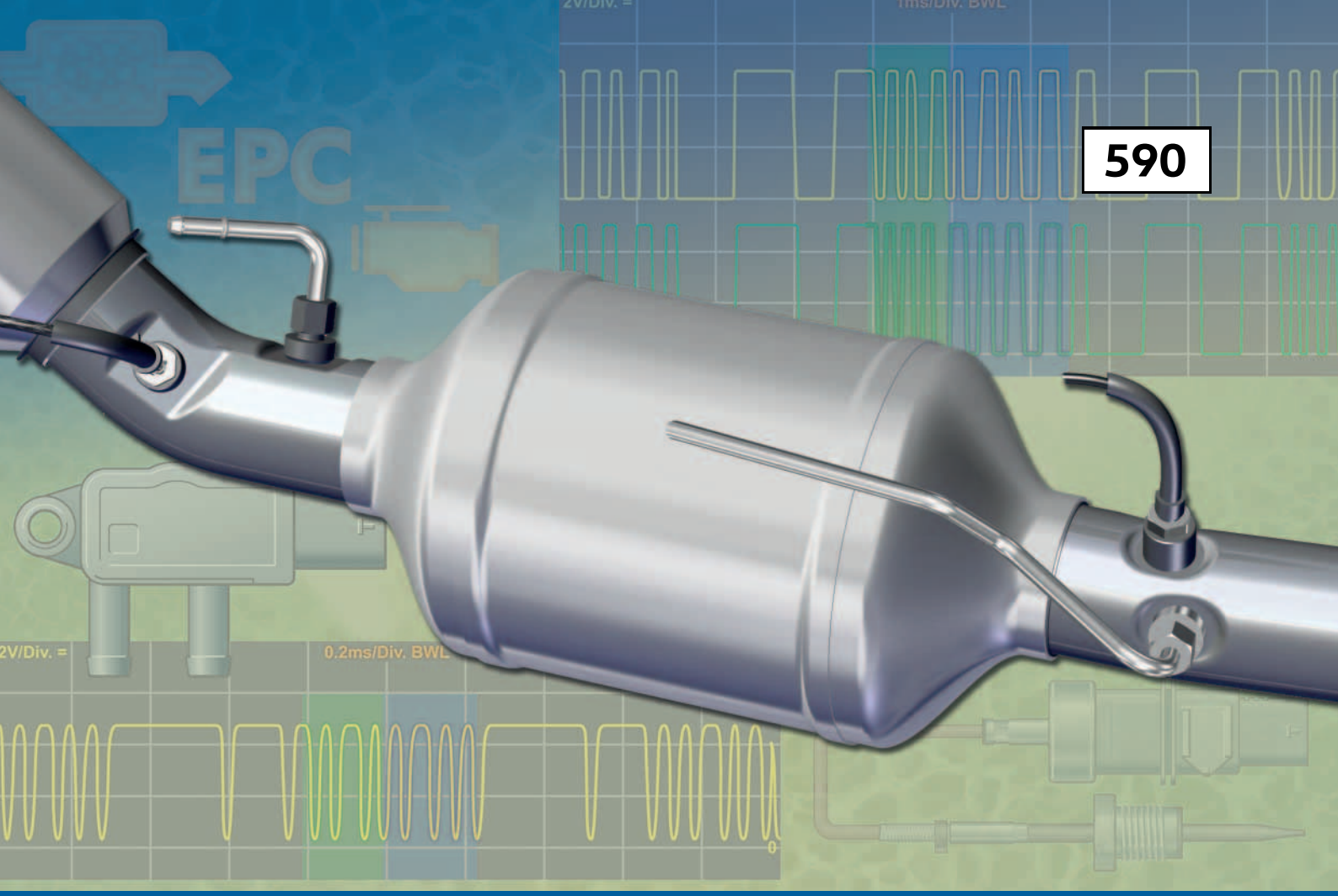
❒ a) Der Beladungszustand wird von einem Differenzdruckgeber G1037 erfasst und parallel vom Motorsteuergerät J623 berechnet. Beide Werte werden verglichen.
Aus dem höheren Wert ermittelt das Motorsteuergerät die Regenerationsstufe.

❒ b) Die Regenerationsstufe leitet das Motorsteuergerät aus der Differenz der Signale der beiden Temperaturgeber G506 und G527 ab.

❒ c) Wenn das analoge Signal des Differenzdruckgebers für Partikelfilter G1037 bestimmte Spannungswerte übersteigt, wird die entsprechende Regenerationsstufe eingeleitet.

❒ d) Der Beladungszustand wird ausschließlich durch ein Rechenmodell im Motorsteuergerät ermittelt.

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



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
000.2813.47.00 Technischer Stand 03/2019

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

Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.