

ABGASBEHANDLUNG IN BENZINMOTOREN

SSP NR. 170

SEAT

Technischer Stand 03.18. Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung des Kurses sind inhaltliche Änderungen vorbehalten.

Die vollständige oder teilweise Reproduktion dieses Heftes, Speicherung auf einem Datenträger, Übertragung in irgendeiner Form oder über ein Medium (elektronisch, mechanisch, als Fotokopie, Aufzeichnung oder anderweitig) ist ohne vorhergehende schriftliche Genehmigung seitens des Verfassers untersagt.

TITEL: SSP170 – Abgasbehandlung für Benzinmotoren
VERFASSER: After Sales Training
Autovía A-2, km 585 08760 – Martorell, Barcelona (Spanien)

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung 4

Abgaszusammensetzung 6

Gesetzgebung zu Schadstoffemissionen 8

Motorinterne Maßnahmen 15

Motorexterne Maßnahmen 16

Wartung und Reparatur 34

Hinweis: Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen können auf einer Technologie basieren, die von den Marken des VW-Konzerns gemeinsam genutzt wird. In diesem Fall sind die gemeinsamen Spezifikationen durch die jeweiligen Marken-Logos, auf die sie sich beziehen, gekennzeichnet. Merkmale, die nicht mit Mehrmarken-Logos gekennzeichnet sind, gehören ausschließlich SEAT S.A.

EINLEITUNG

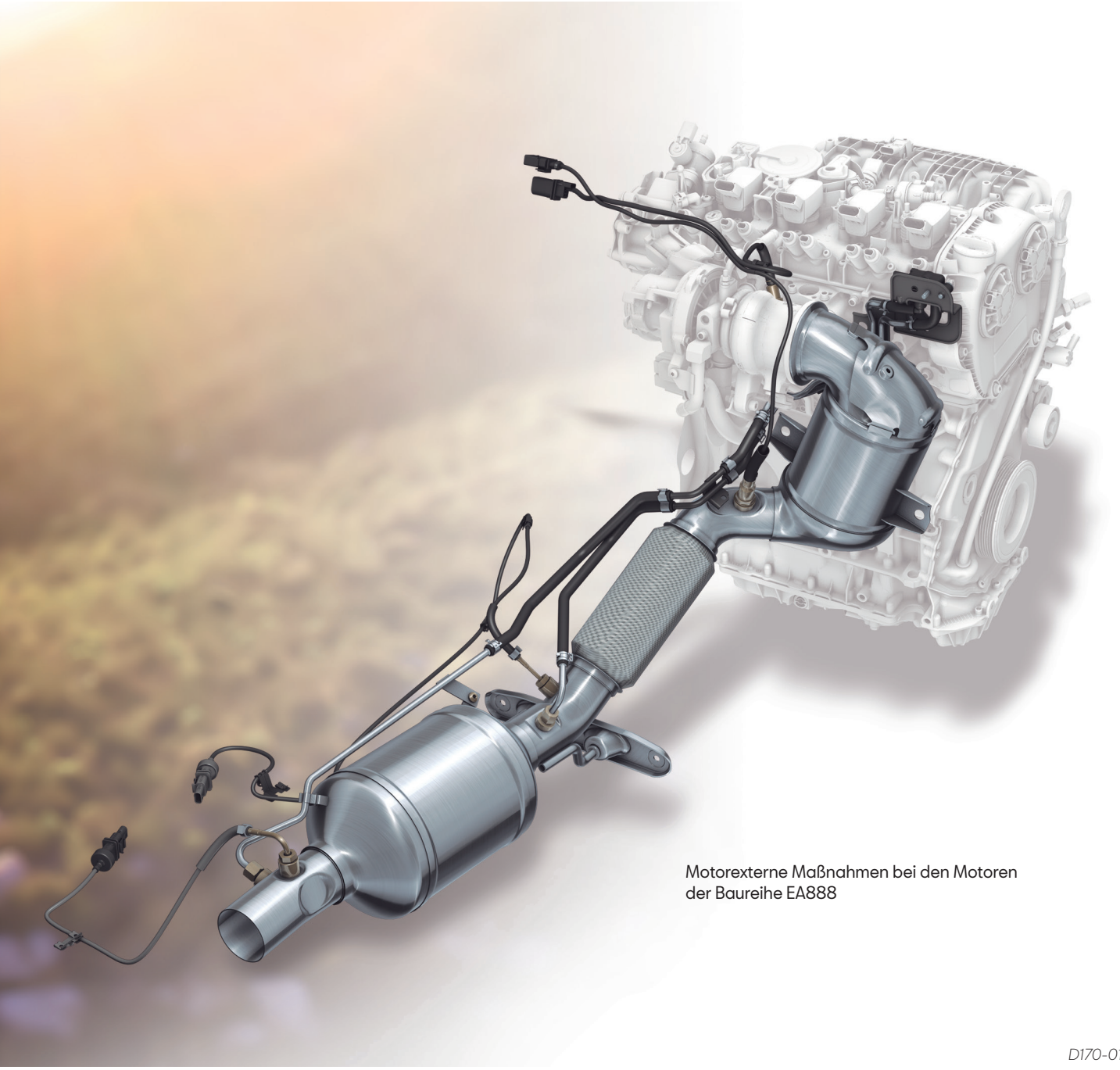


Abgasen von Bezinmotoren in der Atmosphäre sind nur 1 % Schadstoffemissionen. Obwohl es sich um einen eigentlich niedrigen Wert handelt, verlangt das Gesetz, dass diese Werte immer niedriger werden.

Die Gesetze, die seit Anfang der 90er-Jahre die Schadstoffemissionen regeln, sind die Abgasnormen. Dank ihnen ist die Luft in der Europäischen Union heute um 70 % sauberer als bei ihrer Einführung.

Im Laufe der Zeit wurden die Abgasnormen an die Erfordernisse der Umwelt angepasst und immer strenger.

Das Engagement von SEAT für die Umwelt hat dazu geführt, dass das Unternehmen seine Antriebsaggregate an die Abgasnormen angepasst hat.



Motorexterne Maßnahmen bei den Motoren der Baureihe EA888

D170-01

Es gibt zwei Arten von Technologien zur Verringerung der Schadstoffemissionen: die motorinternen und die motorexternen Maßnahmen.

Die **motorinternen Maßnahmen** werden direkt auf die Motoren angewendet und zielen darauf ab, die Erzeugung von Schadstoffemissionen zu reduzieren.

Die **motorexternen Maßnahmen** werden außerhalb der Motoren angewendet und sind dazu bestimmt, die Abgase zu reinigen, die den Motor durch die Abgasanlage verlassen. Die wichtigste Neuerung bei den motorexternen Maßnahmen ist der Einbau des 4-Wege-Katalysators bei den Benzinmotoren.

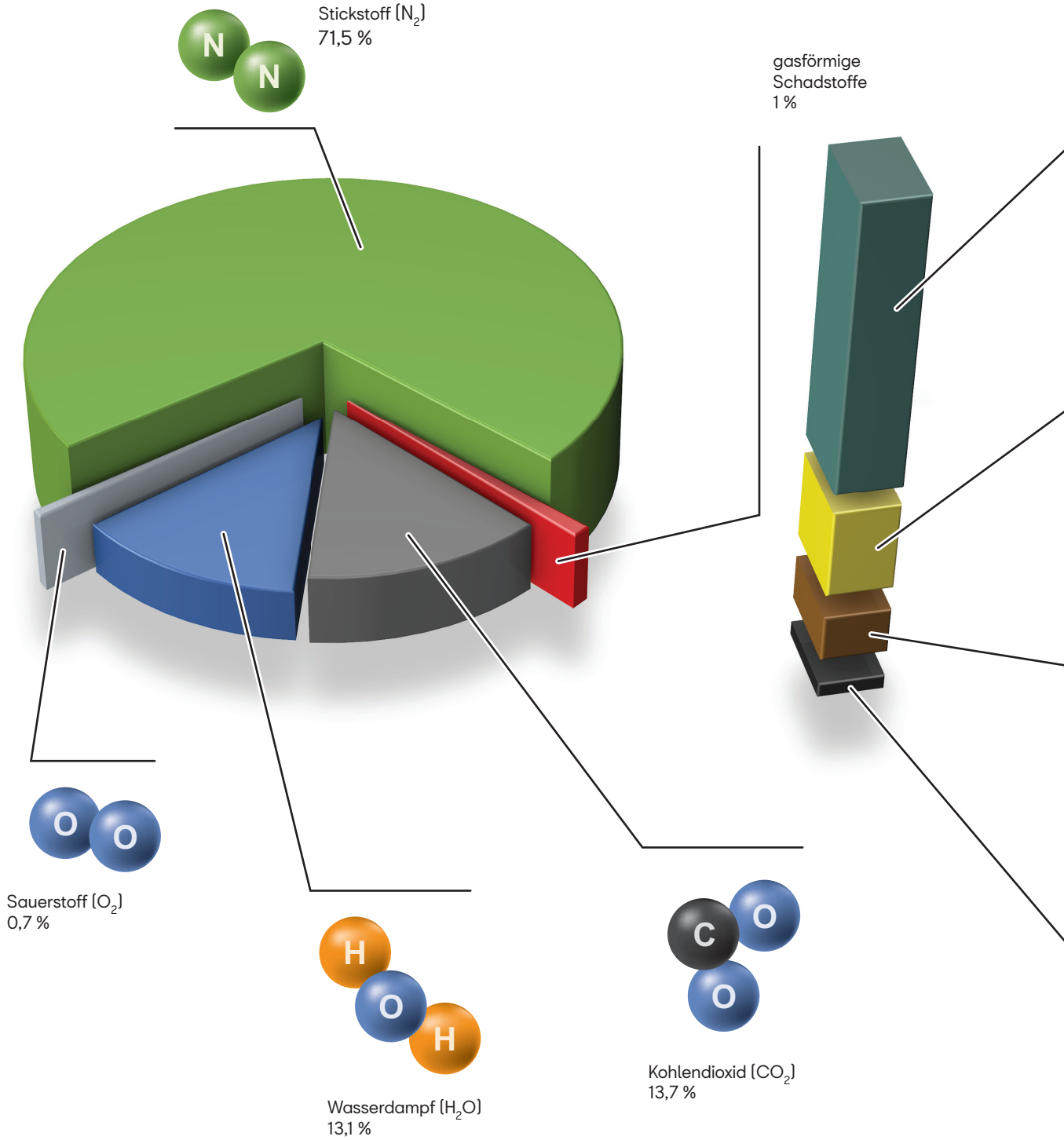
Dieses SSP-Dokument erläutert die Zusammensetzung der Abgase von Benzinmotoren, die aktuelle Gesetzgebung zu Schadstoffemissionen und die Technologien, die SEAT einsetzt, um die strengen Umweltanforderungen für Abgase zu erfüllen.

ABGASZUSAMMENSETZUNG

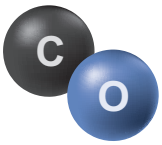
Bei Benzinmotoren sind die erzeugten Abgase zu **99% sicher**. Dieser Prozentsatz umfasst die Erzeugung folgender Gase:

- 71,5 % Stickstoff (N_2)
- 13,7 % Kohlendioxid (CO_2)
- 13,1 % Wasserdampf (H_2O)
- 0,7 % Sauerstoff (O_2)

Nur die restlichen 1 % entsprechen den gasförmigen Schadstoffen.



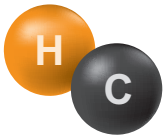
Gasförmige Schadstoffe sind Kohlenmonoxid, unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Stickoxide und Partikel.



KOHLENMONOXID

Kohlenmonoxid (CO) macht 0,7 % der Abgase aus und ist das Ergebnis einer **unvollständigen Verbrennung** aufgrund unzureichender Luft.

Dieses Gas ist geruchlos, farblos und hochgiftig. Einmal eingeatmet, neutralisiert es das Hämoglobin und reduziert den Sauerstoffgehalt im Blut.



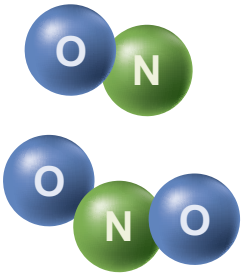
KOHLENWASSERSTOFFE

Kohlenwasserstoffe machen 0,2 % der Abgase aus und werden durch **teilweise Oxidation des Brennstoffs** verursacht.

Dabei handelt es sich um zwei verschiedene Arten von Kohlenwasserstoffketten mit unterschiedlicher Länge:

- Methan- oder nichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (HC).
- Nicht-Methan- oder flüchtige Kohlenwasserstoffe (NMHC).

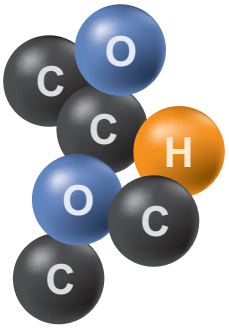
Diese Verbindungen sind sehr gesundheitsschädlich, da sie Krebs verursachen können.



STICKOXIDE

Stickoxide (NO_x) machen 0,1 % der Abgase aus. Sie werden durch den **hohen Druck und die hohe Temperatur** im Verbrennungsraum verursacht, die die Verbindung von freiem Sauerstoff mit dem vom Motor angesaugten Stickstoff bewirkt.

Stickoxide (NO_x) bestehen aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2). Beide Verbindungen sind für den so genannten *photochemischen Smog* verantwortlich, einen braunen Nebel, der die Atemwege reizt und die Bäume schädigt.



PARTIKEL

Partikel machen 0,005 % der Abgase aus und sind komplexe Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Während sie in der Luft schweben, verursachen sie Reizungen der Atemwege, insbesondere der Nase. Wenn sie sich auf Pflanzen ablagern, beeinflussen sie die Photosynthese.

Die Partikel werden in Ruß- und Aschepartikel unterteilt.

Rußpartikel entstehen vor allem in Direkteinspritzmotoren in kalten Motorphasen. In diesen Situationen verdampft das Benzin nicht vollständig und es wird kein perfektes Gemisch erreicht.

Die in die Atmosphäre ausgestoßenen Rußpartikel werden durch die motorexternen Maßnahmen reduziert.

Die **Aschepartikel** entstehen ausschließlich aus den Additiven im Öl. Ihre Entstehung wird durch die Verwendung des richtigen Motoröls verhindert.

D170-02

GESETZGEBUNG ZU SCHADSTOFFEMISSIONEN



Um Fahrzeuge vermarkten zu können, müssen die Hersteller die Abgasnormen einhalten.

Die Abgasnormen enthalten 2 entscheidende Informationen:

- Die Grenzwerte für die Schadstoffemissionen, die Fahrzeuge in die Atmosphäre abgeben dürfen.
- Die Tests, denen die Fahrzeuge unterzogen werden müssen, um die Einhaltung der Normen zu überprüfen.

Diese Tests haben sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt und es gibt zwei Arten von Tests: auf einem Rollenprüfstand und im normalen Straßenverkehr.



D170-03

SEAT verwendet für die Zulassung seiner Fahrzeuge die Euro-Abgasnorm. Diese Normen schreiben 3 Tests vor: NEFZ, WLTC und RDE.

Um festzustellen, welche Abgasnorm ein bestimmtes Fahrzeug neben dem für die Zulassung verwendeten Test erfüllt, verwendet SEAT die Schadstoffklassen.

Auf den folgenden Seiten werden die Tests, die Grenzwerte der Euro-Normen und die Schadstoffklassen erläutert.

GESETZGEBUNG ZU SCHADSTOFFEMISSIONEN

Seitdem die Schadstoffemissionen reguliert werden, haben sich die Tests im Laufe der Zeit verändert.

NEFZ-TEST

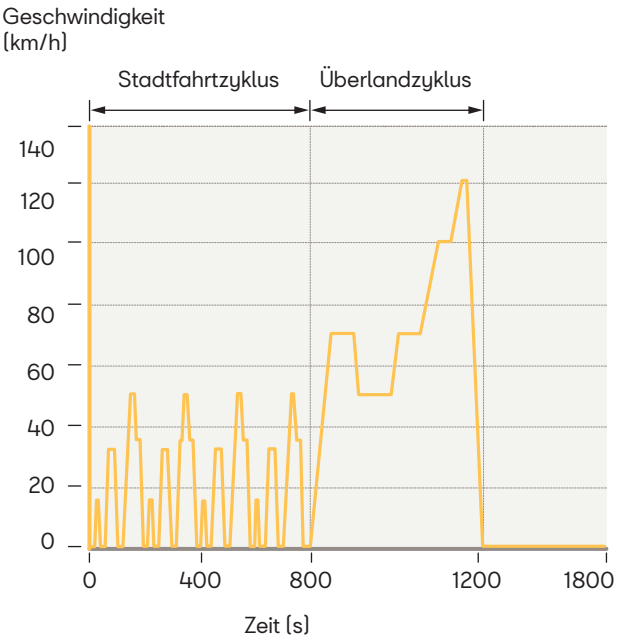
NEFZ, das Akronym für *Neuer Europäischer Fahrzyklus*, ist der seit 1992 in Europa angewandte Test zur Bestimmung der Schadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen.

Dieser Test, der auf einem **Rollenprüfstand** durchgeführt wird, hat folgende Eigenschaften:

- Zurückgelegter Weg: 11 km.
- Maximale Geschwindigkeit: 120 km/h.
- Mittlere Geschwindigkeit: 34 km/h.
- Stillstandszeit: 25 % des Tests.
- Gangwechsel je nach Geschwindigkeit.

Bis 2000 wurde der NEFZ mit 40 Sekunden Aufwärmzeit durchgeführt. Das bedeutet, dass der Motor gestartet und eine Aufwärmzeit von 40 Sekunden abgewartet wurde. Anfangs des Jahres 2000 wurde diese Aufwärmzeit durch die europäische Norm aufgehoben, so dass die Messung nun ab dem Start des Motors erfolgt.

Der NEFZ ist auch in seiner englischen Version bekannt: NEDC bzw. *New European Driving Cycle*.



D170-04

WLTC-TEST

WLTC, das Akronym für *Worldwide Harmonized Light-duty Vehicle Test Cycle*, ist der Abgas- und Verbrauchstest, der den NEFZ im September 2017 abgelöst hat.

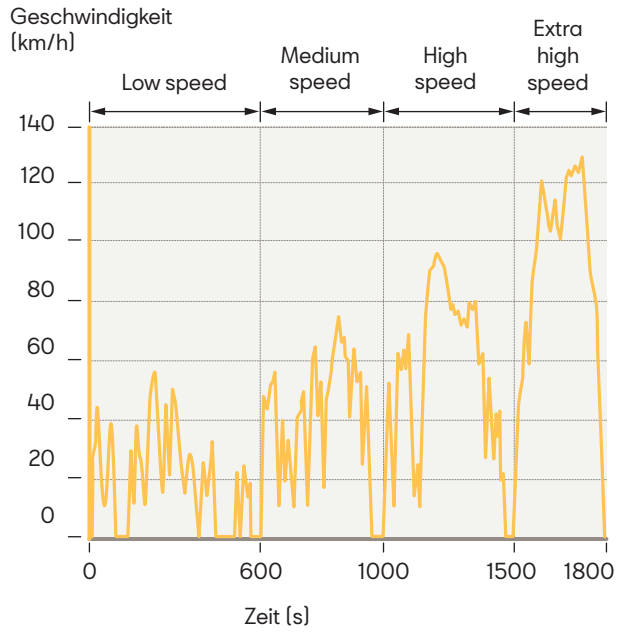
Dieser Test, der auf einem **Rollenprüfstand** durchgeführt wird, zeichnet sich durch die Unterscheidung von 3 Fahrzeugklassen nach ihrem Leistungs-/Gewichtsverhältnis aus:

- Klasse 1: bis 22 kW pro Tonne.
- Klasse 2: zwischen 23 und 34 kW pro Tonne.
- Klasse 3: mehr als 35 kW pro Tonne.

Alle SEAT Fahrzeuge gehören zur Klasse 3, in der die Messung mit folgenden Parametern durchgeführt wird:

- Dauer: 30 Minuten.
- Zurückgelegter Weg: 23 km.
- Maximale Geschwindigkeit: 131 km/h.
- Mittlere Geschwindigkeit: 47 km/h.
- Stillstandszeit: 13 % des Tests.
- Optionale Ausstattungen werden berücksichtigt.
- Gangwechsel je nach Anzahl der Gänge.

Im Vergleich zum NEFZ erhöht der WLTC die Testdauer, die zurückgelegte Strecke, die Höchstgeschwindigkeit und die mittlere Geschwindigkeit und reduziert die Stillstandszeit des Fahrzeugs.



D170-05

Beim WLTC werden die optionalen Ausstattungen berücksichtigt, so dass verschiedene Tests für das gleiche Modell durchgeführt werden müssen.

Der WLTC ist auch bekannt als WLTP, was für *Worldwide Harmonized Light-duty Vehicle Test Procedure* steht.

RDE-TEST

RDE, Akronym für *Real Driving Emissions*, ist ein zusätzliches Testverfahren zum WLTC und hat die Eigenschaft, Abgasmessungen im praktischen Fahrbetrieb im normalen **Straßenverkehr** durchzuführen.

Für diesen Test wird das **PEMS** (*Portable Emissions Measurement System*) im Fahrzeug installiert. Dieses mobile Abgasmessgerät wird mit der Abgasanlage gekoppelt, um die vom Fahrzeug verursachten Emissionen gemäß den folgenden Parametern zu messen und aufzuzeichnen:

- Die GPS-Position des Fahrzeugs.
- Die Höhe über dem Meeresspiegel, zusammen mit dem atmosphärischen Druck.
- Der Höhenunterschied der Straße.
- Die Umgebungstemperatur.
- Die Motordrehzahl.
- Die momentane Geschwindigkeit.

Die Strecke des RDE-Tests muss folgende Bedingungen erfüllen:

- Sie muss Stadt-, Überland- und Autobahnfahrzyklen miteinander verbinden.
- Sie muss in einer Höhe zwischen 0 und 700 m über dem Meeresspiegel durchgeführt werden.
- Sie muss bei einer Außentemperatur zwischen +3 und +30 °C durchgeführt werden.

Wenn es nicht möglich ist, den Test auf der angegebenen Höhe und bei der angegebenen Temperatur durchzuführen, wird ein bestimmter Umrechnungsfaktor verwendet.

Dieses Verfahren beurteilt gemäß der aktuellen Gesetzgebung die Stickoxide (NO_x) und die Anzahl der Partikel (PN).



Mobiles Abgasmessgerät PEMS (*Portable Emissions Measurement System*)

D170-06

GESETZGEBUNG ZU SCHADSTOFFEMISSIONEN

ABGASNORMEN

Die Abgasnormen legen die **Grenzwerte für die Schadstoffemissionen** fest, die Fahrzeuge beim Test einhalten müssen, um zugelassen und vermarktet zu werden.

SEAT verwendet die Abgasnormen der Europäischen Gemeinschaft. Diese Abgasnormen werden durch das Wort „Euro“ gefolgt von der entsprechenden Nummer gekennzeichnet. Für einige Normen gibt es Varianten, die durch einen Kleinbuchstaben gekennzeichnet sind.

Die **Euro-Normen** begannen 1992 mit dem Erscheinen der Norm Euro 1. Mit den folgenden Versionen der Abgasnormen wurden die Grenzwerte weiter verschärft, um die Luftqualität zu verbessern.

In den Normen Euro 1 und Euro 2 wurden die Grenzwerte für Kohlenwasserstoffe (HC) und Stickoxide (NO_x) gemeinsam festgelegt. Seit Einführung der Norm Euro 3 werden diese Werte unabhängig voneinander bestimmt.

Der in den Normen Euro 1 bis Euro 5 verwendete Test ist der NEFZ mit dem Unterschied, dass er in den Normen Euro 1 und Euro 2 mit einer Aufwärmzeit von 40 Sekunden verwendet wurde. Aus diesem Grund ist bei der Norm Euro 3 eine leichte Erhöhung des Grenzwertes für Kohlenmonoxid (CO) im Vergleich zur Norm Euro 2 festzustellen.

Die Norm Euro 6 weist besondere Merkmale auf, die auf der folgenden Seite erläutert werden.

Euro-Normen	**Euro 1**	**Euro 2**	**Euro 3**	**Euro 4**	**Euro 5a**	**Euro 5b**
Kohlenmonoxid (CO)	2,72	2,2	2,3	1,0	1,0	1,0
Kohlenwasserstoffe und Stickoxide (HC + NO_x)	0,97	0,5	--	--	--	--
Kohlenwasserstoffe (HC)	--	--	0,2	0,1	0,1	0,1
Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC)	--	--	--	--	0,068	0,068
Stickoxide (NO_x)	--	--	0,15	0,08	0,06	0,06
Partikelmasse (PM)	--	--	--	--	0,005 (nur TSI)	0,0045 (nur TSI)
Partikelanzahl (PN)	--	--	--	--	--	--
Test	NEFZ	NEFZ	NEFZ	NEFZ	NEFZ	NEFZ

Alle Werte werden in Gramm pro Kilometer (g/km) gemessen, mit Ausnahme der Partikelanzahl.

Hinweis: Je nach Land kann die Abgasnorm, die erfüllt werden muss, unterschiedlich sein.

EURO 6

Im Jahr 2014 wurde die Abgasnorm Euro 6 eingeführt. Diese Norm hat je nach Tests und Grenzwerten unterschiedliche Varianten.

Die Norm Euro 6a wird nur für Dieselfahrzeuge verwendet und wird daher in diesem SSP-Dokument nicht erläutert.

Seit ihrer Einführung hat die Norm Euro 6 eine Reihe von Änderungen bezüglich der **Tests** erfahren, um sie an die Anforderungen des Umweltschutzes anzupassen. Die Testverfahren nach der Norm sind:

- NEFZ, für die Norm Euro 6b.
- WLTC ergänzt mit RDE, basierend auf der Norm Euro 6c.

Mit der Einführung des RDE-Tests wird der **Konformitätsfaktor** oder *Conformity Factor* (CF) eingeführt. Dieser Faktor ist ein Multiplikator, der seit Einführung der Norm Euro 6c auf die während des RDE-Tests gemessenen Werte angewendet wird.

Der Konformitätsfaktor gilt für Stickoxide (NO_x) und die Partikelanzahl (PN) und ist je nach Abgasnorm unterschiedlich. Im Abschnitt Schadstoffklassen sind die verschiedenen Werte des Konformitätsfaktors aufgeführt.

Normen Euro 6	**Euro 6b**	**Euro 6c**	**Euro 6d Temp**	**Euro 6d**
Kohlenmonoxid (CO)	1,0	1,0	1,0	1,0
Kohlenwasserstoffe und Stickoxide (HC + NO_x)	--	--	--	--
Kohlenwasserstoffe (HC)	0,1	0,1	0,1	0,1
Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC)	0,068	0,068	0,068	0,068
Stickoxide (NO_x)	0,06	0,06	0,06	0,06
Partikelmasse (PM)	0,045 (nur TSI)	0,045 (nur TSI)	0,045 (nur TSI)	0,045 (nur TSI)
Partikelanzahl (PN)	$6x10^{12}$ (nur TSI)	$6x10^{11}$ (nur TSI)	$6x10^{11}$ (nur TSI)	$6x10^{11}$ (nur TSI)
Test	NEFZ	NEDC/WLTC + RDE	WLTC + RDE	WLTC + RDE

Alle Werte werden in Gramm pro Kilometer (g/km) gemessen, mit Ausnahme der Partikelanzahl.

GESETZGEBUNG ZU SCHADSTOFFEMISSIONEN

SCHADSTOFFKLASSEN

Anhand der Schadstoffklassen kennzeichnet SEAT die folgenden Informationen mit **PR-Nummern**:

- Abgasnorm.
- Test.
- Konformitätsfaktor (CF) für RDE.
- Zulassungsdatum.
- Übergangsfrist für bereits genehmigte Fahrzeuge.
- OBD-Norm.

Die **Übergangsfrist für bereits zugelassene Fahrzeuge** bezieht sich auf die Fahrzeuge, die auf dem Markt sind, die jedoch aktualisiert werden müssen.

Die **OBD-Normen** (*On-Board Diagnose*) legen die Grenzwerte für die Schadstoffemissionen fest, die die fahrzeugeigene Elektronik als korrekt festgelegt hat. Sie bestimmen also, wann die Abgaskontrollleuchte K83 (MIL, *Malfunction Indicator Light*) auf dem Kombiinstrument aufleuchtet.

Die Schadstoffklassen werden durch die Großbuchstaben „EU“ gefolgt von der Nummer der Abgasnorm und durch ein oder zwei Großbuchstaben gekennzeichnet.

Die nachstehende Tabelle zeigt einige Beispiele von Schadstoffklassen, die sich auf die Abgasnorm Euro 6 beziehen, zusammen mit den von jeder von ihnen bereitgestellten Daten.

Schadstoffklassen	EU 6W	EU 6ZD	EU 6AD	EU 6AG	EU 6BG	EU 6AJ
PR-Nummer	7MM	7MV	7CN	7CP	7CS	7CQ
Abgasnorm	Euro 6b	Euro 6c	Euro 6c	Euro 6d Temp.	Euro 6d Temp.	Euro 6d
Test	NEFZ	NEFZ	WLTC + RDE	WLTC + RDE	WLTC + RDE	WLTC + RDE
Konformitätsfaktor (CF) für NO_x	--	--	--	2,1	2,1	1 + Messbereich
Konformitätsfaktor (CF) für PN	--	--	1 + Messbereich	1 + Messbereich	1 + Messbereich	1 + Messbereich
Zulassungsdatum	01/09/2014	Ohne Frist, freiwillig seitens des Herstellers	Nicht zur Zulassung vorgesehen	01/09/2017	01/09/2019	01/01/2020
Übergangsfrist	01/09/2015	Ohne Frist, freiwillig seitens des Herstellers	01/09/2018	01/09/2019	01/01/2020	01/01/2021
OBD-Norm	Euro 6-1	Euro 6-2	Euro 6-2	Euro 6-2	Euro 6-2	Euro 6-2

MOTORINTERNE MASSNAHMEN

Motorinterne Maßnahmen sind Maßnahmen, die am Motor durchgeführt werden, um die **Entstehung von Schadstoffemissionen zu reduzieren**.

Mit der Einführung der Abgasnorm Euro 6 wurde der Schwerpunkt der Entwicklung auf die Reduzierung der Partikelbildung gelegt.

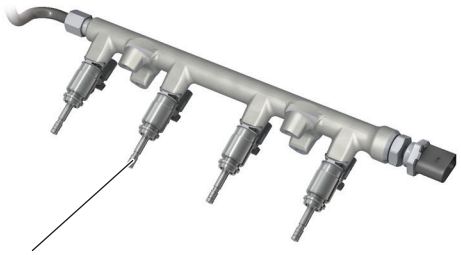
Um die Bildung von Aschepartikeln zu reduzieren, wird das Blocklüftungssystem mit Hochleistungsölabscheidern in Benzinmotoren eingesetzt. Mit diesem System wird der Ölnebel im Inneren des Blocks zurückgewonnen.

Um die Bildung von Rußpartikeln zu reduzieren, werden Maßnahmen ergriffen, die verhindern, dass sich an den Zylinderwänden Kraftstofftröpfchen bilden. Einige Beispiele für die angewandten Maßnahmen sind:

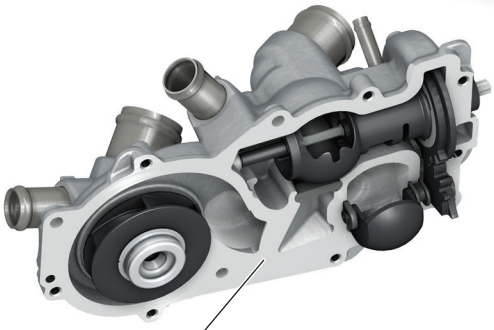
- Die Zunahme des Einspritzdrucks, der je nach Motor 300 bar erreicht.
- Der Entwurf der Einspritzdüsen, die dünner sind und eine sehr feine Zerstäubung des Kraftstoffs ermöglichen.
- Der Entwurf des Kühlkreislaufs, der ein schnelles Aufwärmen des Blocks ermöglicht.

Darüber hinaus werden Systeme zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs installiert, was wiederum zu einer Reduzierung der Emissionen führt. Einige Beispiele für diese Systeme sind:

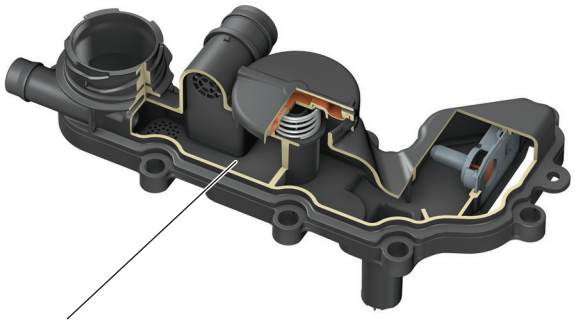
- Das aktive Zylindermanagement (ACT) in den Baureihen EA211 und EA211 Evo.
- Die Abschaltung der Kolbenkühlung in der Baureihe EA888 der dritten Generation.



Einspritzdüsen



Motortemperaturregelmodul des Motors 1.5 l TSI



Motoröl-Feinstaubabscheider des Motors 1.5 L TSI

D170-07

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN

Die motorexternen Maßnahmen sind diejenigen, die außerhalb des Motors angewendet werden, um die **Abgase zu reinigen**. Bei Benzinmotoren sind dies der 3-Wege-Katalysator und der 4-Wege-Katalysator.

3-WEGE-KATALYSATOR

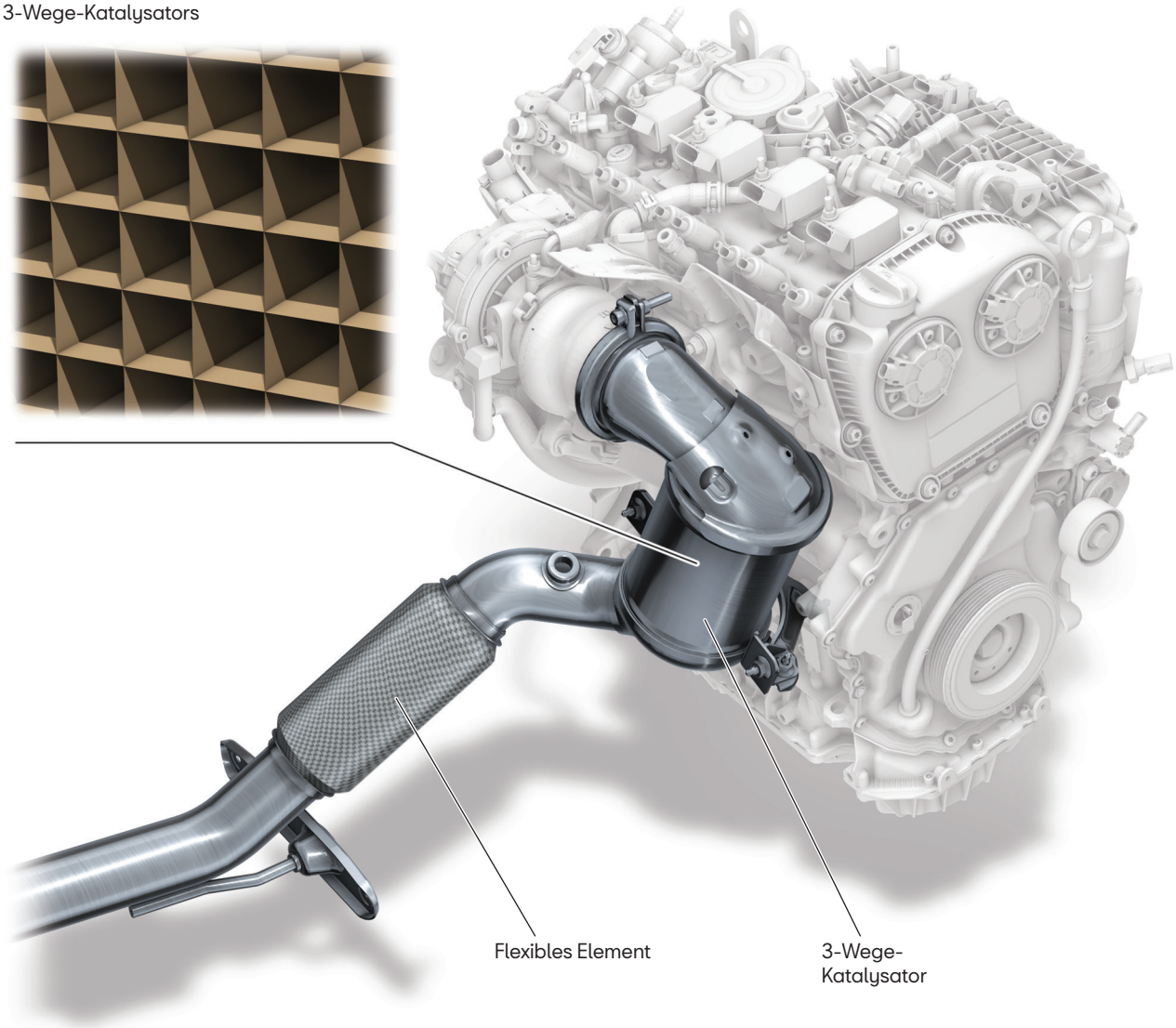
Der Zweck des 3-Wege-Katalysators ist die Reinigung der folgenden Verbindungen:

- Stickoxide (NO_x).
- Kohlenmonoxid (CO).
- Kohlenwasserstoffe (HC).

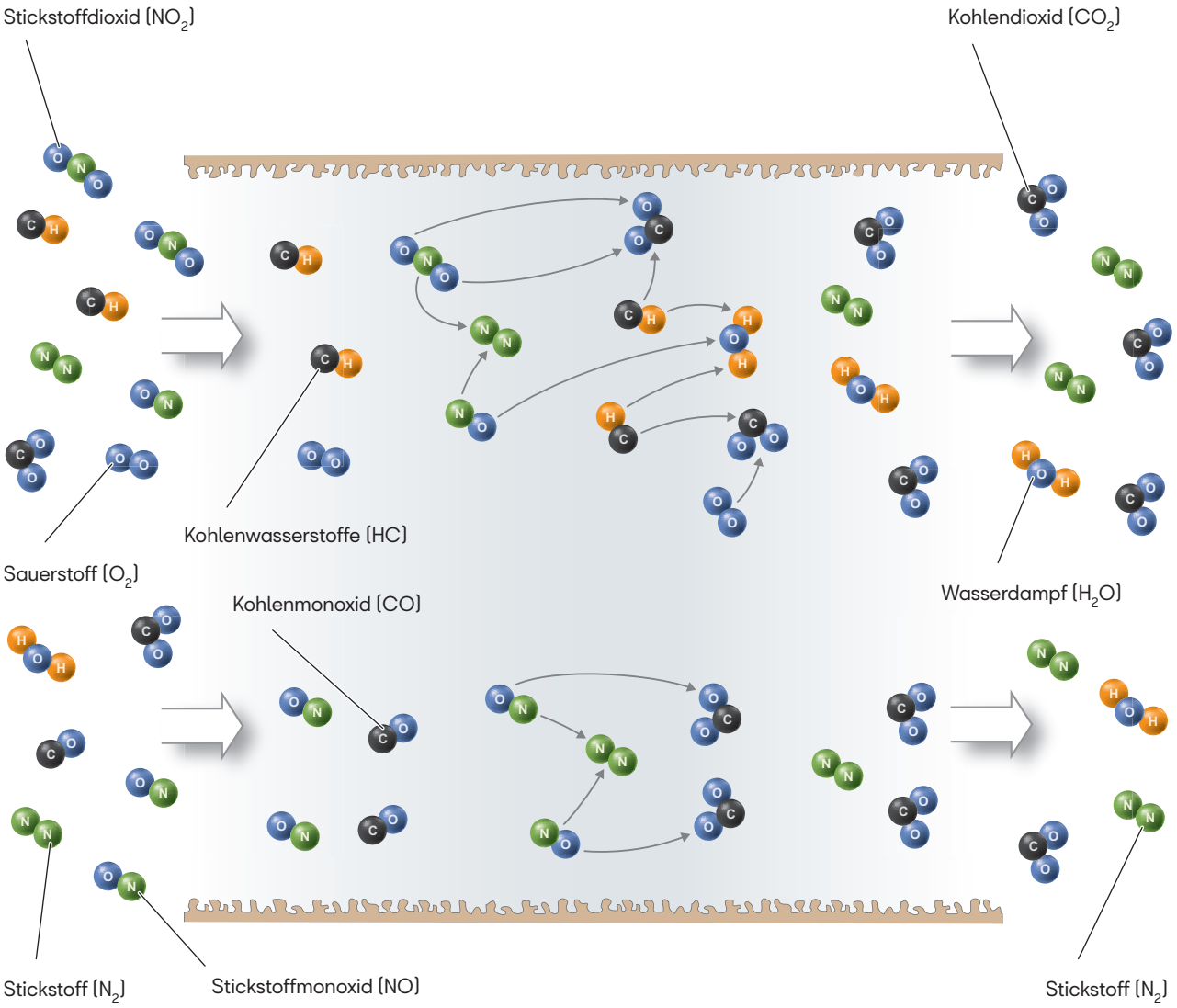
Im Innern besteht der 3-Wege-Katalysator aus einem Keramikkörper aus einem Material mit der Bezeichnung Cordierit. Dieser Keramikkörper hat Kanäle, durch die die Abgase zirkulieren.

Die Kanäle des Cordierit-Keramikkörpers sind mit Palladium und Rhodium beschichtet. Diese Materialien ermöglichen die chemischen Reaktionen zur Reinigung der Abgase.

Kanäle im Cordierit-Keramikkörper des 3-Wege-Katalysators



D170-08



D170-09

FUNKTIONSWEISE

Der Betrieb des 3-Wege-Katalysators basiert auf zwei Arten von chemischen Reaktionen: Reduktionsreaktionen und Oxidationsreaktionen.

Bei **Reduktionsreaktionen** werden Sauerstoffatome aus Verbindungen extrahiert.

Bei **Oxidationsreaktionen** werden den Verbindungen Sauerstoffatome zugesetzt.

Beim Betrieb des 3-Wege-Katalysators werden Stickoxide (NO_x) **reduziert**, um Stickstoffgas (N_2) zu bilden.

Der bei der Reduktion von Stickoxiden (NO_x) freigesetzte Sauerstoff wird für zwei **Oxidationsreaktionen** genutzt:

- Kohlenmonoxid (CO) wird in Kohlendioxid (CO_2) umgewandelt.
- Kohlenwasserstoffe (HC) werden in Wasserdampf (H_2O) und Kohlendioxid (CO_2) umgewandelt.

Damit der 3-Wege-Katalysator korrekt funktioniert, muss er eine Mindesttemperatur von 300 °C erreichen.

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN

4-WEGE-KATALYSATOR

Der Zweck des 4-Wege-Katalysators ist die Reinigung der folgenden Verbindungen:
- Stickoxide (NO_x).
- Kohlenmonoxid (CO).
- Kohlenwasserstoffe (HC).
- Rußpartikel.

Die Reinigung der ersten 3 Verbindungen erfolgt wie beim 3-Wege-Katalysator.

Die Reinigung der **Rußpartikel** basiert auf zwei grundlegenden Punkten:
- Der Rückhaltung der Partikel.
- Der Regeneration des Filters.

RÜCKHALTUNG DER PARTIKEL

Im Innern besteht der 4-Wege-Katalysator aus einem Cordierit-Keramikkörper mit abwechselnd verschlossenen Kanälen. Dieses Material ist für den 4-Wege-Katalysator wegen seiner Porosität notwendig.

Diese Anordnung erfordert, dass die Abgase **durch die porösen Wände des Moduls strömen**. Auf diese Weise werden nur die Rußpartikel zurückgehalten, da sie größer sind als die übrigen Abgase.

REGENERATION

Die Regeneration des 4-Wege-Katalysators besteht aus der **Verbrennung** der Rußpartikel, die in den Wänden des Cordierit-Keramikkörpers zurückgehalten werden.

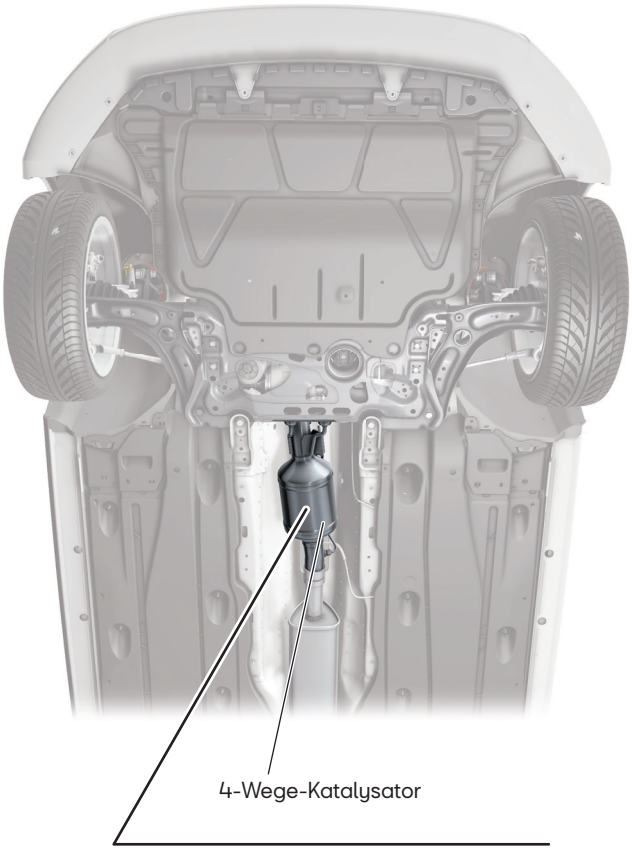
Während des Betriebs des 4-Wege-Katalysators gibt es 3 Arten der Regeneration:
- Passive Regeneration.
- Aktive Regeneration.
- Zwangsregeneration.

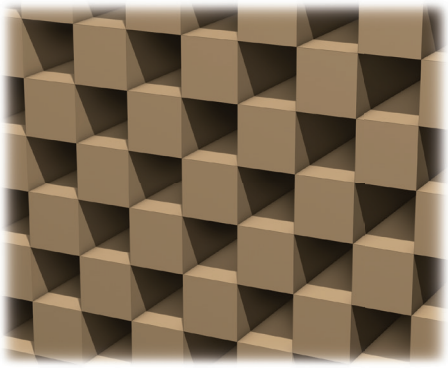
Die Bedingungen für die Aktivierung jeder Regeneration werden im Abschnitt über die *Partikelbelastung* dieses SSP-Dokuments erläutert.

PASSIVE REGENERATION

Die passive Regeneration erfolgt während des **normalen Betriebs** des 4-Wege-Katalysators ohne Eingriff der elektronischen Steuerung und erfordert 2 Voraussetzungen:
- Die Mindesttemperatur von 600 °C im 4-Wege-Katalysator.
- Ein Mindestsauerstoffgehalt für die Verbrennung, der bei Fahrbetriebsabschaltungen durch Trägheit bereitgestellt wird.

Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, werden die Rußpartikel selbstständig verbrannt und in Kohlendioxid (CO_2) und Wasserdampf (H_2O) umgewandelt.





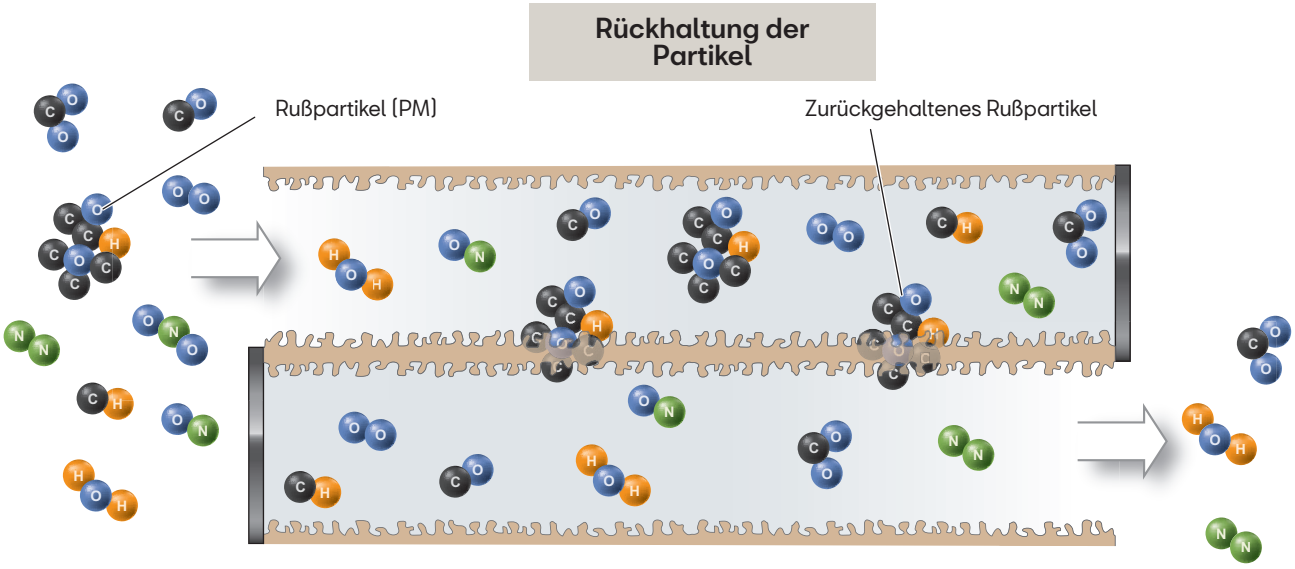
Abwechselnd verschlossene Kanäle des Cordierit-Moduls des 4-Wege-Katalysators

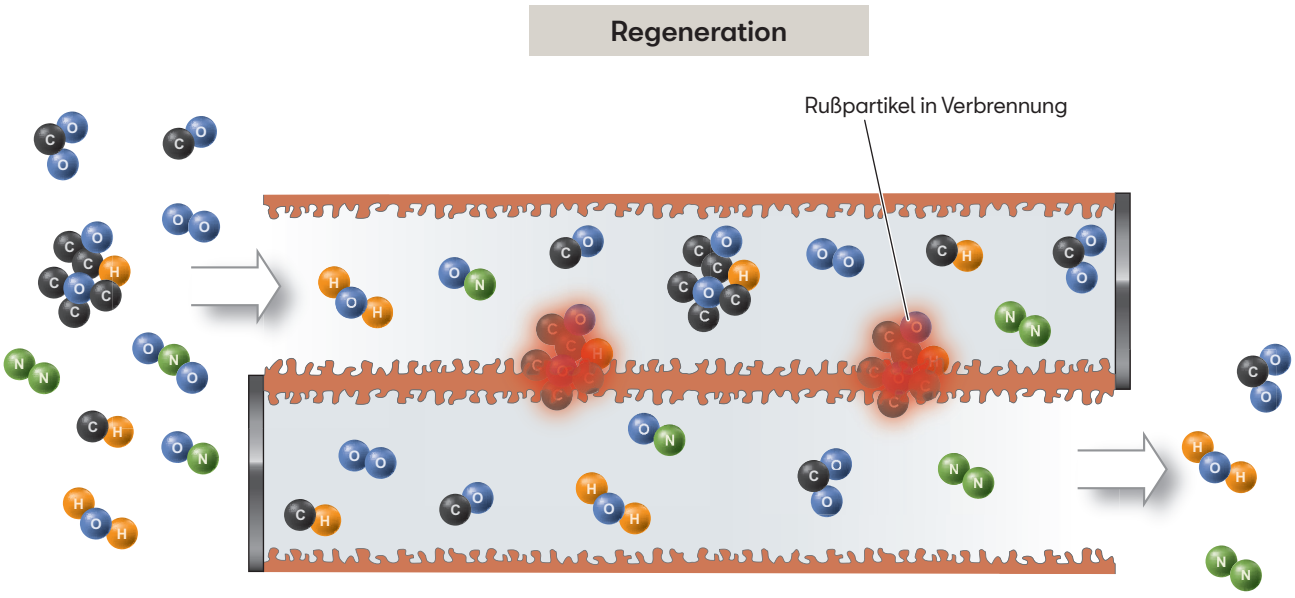
AKTIVE REGENERATION

Die aktive Regeneration wird vom Motorsteuergerät durchgeführt. Zu diesem Zweck werden **Kraftstoffnacheinspritzungen** durchgeführt, um die Temperatur des 4-Wege-Katalysators zu erhöhen.

Zu einer aktiven Regeneration kommt es in zwei Situationen:
- Zur Unterstützung der passiven Regeneration.
- Als Sicherheitsmaßnahme.

Zur **Unterstützung der passiven Regeneration** wird die aktive Regeneration eingeschaltet, um die Verbrennung der Rußpartikel zu gewährleisten.





D170-10

Darüber hinaus kann das Motorsteuergerät zur Unterstützung bei der Erreichung der optimalen Temperatur des 4-Wege-Katalysators zusätzliche Maßnahmen ergreifen wie z. B.:

- Die Deaktivierung des aktiven Zylindermanagements (ACT).
- Die Deaktivierung des Start-Stopp-Systems.
- Die Erhöhung der Leerlaufdrehzahl auf 1450 U/min.

Zur **Sicherheit** wird die aktive Regeneration alle 2000 km zyklisch eingeschaltet. Damit wird sichergestellt, dass sich der 4-Wege-Katalysator in einem guten Zustand befindet.

ZWANGSREGENERATION

Diese Art der Regeneration kann nur im autorisierten Betrieb mit Hilfe des **Diagnosegerätes** und der ODIS-Anwendung durchgeführt werden.

Die Zwangsregeneration wird durchgeführt, wenn keine der oben genannten Maßnahmen die **Partikelbelastung** des 4-Wege-Katalysators reduziert hat.

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN

PARTIKELBELASTUNG

Die Partikelbelastung ist ein **vom Motorsteuergerät berechneter** Prozentwert in Abhängigkeit von Ansaugluftemperatur, Kühlmitteltemperatur, Abgastemperatur, Motordrehzahl und Drehmomentbedarf.

Die Partikelbelastung dient zur Bestimmung der Regenerationsart im 4-Wege-Katalysator.

Partikelbelastung weniger als 55 %



D170-11

Liegt die Partikelbelastung unter 55 %, werden die Regenerationen für den Benutzer transparent durchgeführt.

Je nach Belastungsgrad werden 2 Arten der Regeneration durchgeführt:

- **Passive Regeneration**, wenn die Belastung unter 15 % liegt.
- **Aktive Regeneration**, wenn die Belastung zwischen 15 % und 54 % liegt.

In keinem der Fälle ist eine Handlung seitens des Benutzers erforderlich und es wird durch keine Kontrollleuchte darauf hingewiesen.

Partikelbelastung zwischen 55 % und 70 %



Kontrollleuchte des Partikelfilters K331



Geschwindigkeit zwischen 50 und 120 km/h





Zeitraum zwischen 5 und 20 Minuten

D170-12

Erreicht die Partikelbelastung 55 %, wird zusätzlich zur **aktiven Regeneration** die Kontrollleuchte des Partikelfilters K331 aktiviert und im Motorsteuergerät wird die Störung „Partikelfilter Bank 1, Kontrollleuchte aktiv“ gespeichert.

Mit dem Aufleuchten der Kontrollleuchte des Partikelfilters K331 wird der Benutzer angewiesen, eine **Regenerationsfahrt** durchzuführen, um die Regeneration des 4-Wege-Katalysators zu erleichtern. Diese Regenerationsfahrt muss folgende Eigenschaften erfüllen:

- Geschwindigkeit zwischen 50 und 120 km/h.
- Mindestdauer von 5 Minuten.

Die Regenerationsfahrt kann maximal 20 Minuten dauern, wobei ein höherer Kraftstoffverbrauch zu beobachten ist.

Bei erfolgreicher Regeneration erlischt die Kontrollleuchte des Partikelfilters K331 automatisch, um anzuzeigen, dass der 4-Wege-Katalysator regeneriert wurde.

Partikelbelastung zwischen 70% und 99%



Kontrollleuchte des Partikelfilters K331



Kontrollleuchte der elektrischen Gasbetätigung K132



Abgaskontrollleuchte K83



ODIS-Hauptbildschirm

D170-13

Erreicht die Partikelbelastung 70 %, wird im Motorsteuergerät die Störung „Partikelfilterbegrenzung, Rußbelastung, Bank 1“ gespeichert. Gleichzeitig erscheint auf dem Kombiinstrument die Aufforderung, den autorisierten Betrieb aufzusuchen, und die folgenden Kontrollleuchten werden aktiviert:

- Kontrollleuchte des Partikelfilters K331.
- Kontrollleuchte der elektrischen Gasbetätigung K132.
- Abgaskontrollleuchte K83.

Durch die Aktivierung der Kontrollleuchte der elektrischen Gasbetätigung K132 wird das Drehmoment reduziert.

Diese Hinweise bedeuten, dass eine **Zwangsregeneration** im autorisierten Betrieb durchgeführt werden muss.

Hinweis: Die Zwangsregeneration ist nicht bei allen Motoren verfügbar.

100 % Partikelbelastung



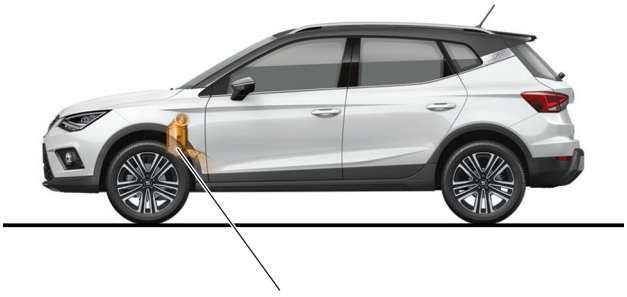
Kontrollleuchte des Partikelfilters K331



Kontrollleuchte der elektrischen Gasbetätigung K132



Abgaskontrollleuchte K83



4-Wege-Katalysator

D170-14

Erreicht die Partikelbelastung 100 %, bleiben die oben beschriebenen Kontrollleuchten aktiv und im Motorsteuergerät wird die Störung „Partikelfilterbegrenzung, Rußbelastungen zu hoch, Bank 1“ gespeichert. Diese Hinweise bedeuten, dass der 4-Wege-Katalysator **ausgetauscht** werden muss.

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN

Je nach Motorbaureihe sind die motorexternen Maßnahmen unterschiedlich konfiguriert.

MOTORBAUREIHEN EA211 UND EA211 EVO

Die Abgasreinigungsanlage in Benzinmotoren der Baureihen EA211 und EA211 ab Schadstoffklasse EU 6AG hat 2 Konfigurationen:

- Einfache Konfiguration.
- Vollständige Konfiguration.

EINFACHE KONFIGURATION

Die einfache Konfiguration hat als Hauptkomponente einen 3-Wege-Katalysator und wird verwendet für:

- Motoren mit Einspritzung in das Saugrohr (MPI).
- Erdgasbetriebene Motoren (CNG).

Diese Komponenten sind Teil der einfachen Konfiguration:

- Die Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10.
- Der 3-Wege-Katalysator.
- Die Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7.

Der **3-Wege-Katalysator** befindet sich am Ausgang des Abgasturboladers. Auf diese Weise erwärmt er sich möglichst schnell und hält seine Temperatur stabil.

VOLLSTÄNDIGE KONFIGURATION

Die vollständige Konfiguration hat als Hauptkomponenten einen 4-Wege-Katalysator und einen 3-Wege-Katalysator und wird für Benzin-Direkteinspritzmotoren (TSI) eingesetzt.

Diese Komponenten sind Teil der vollständigen Konfiguration:

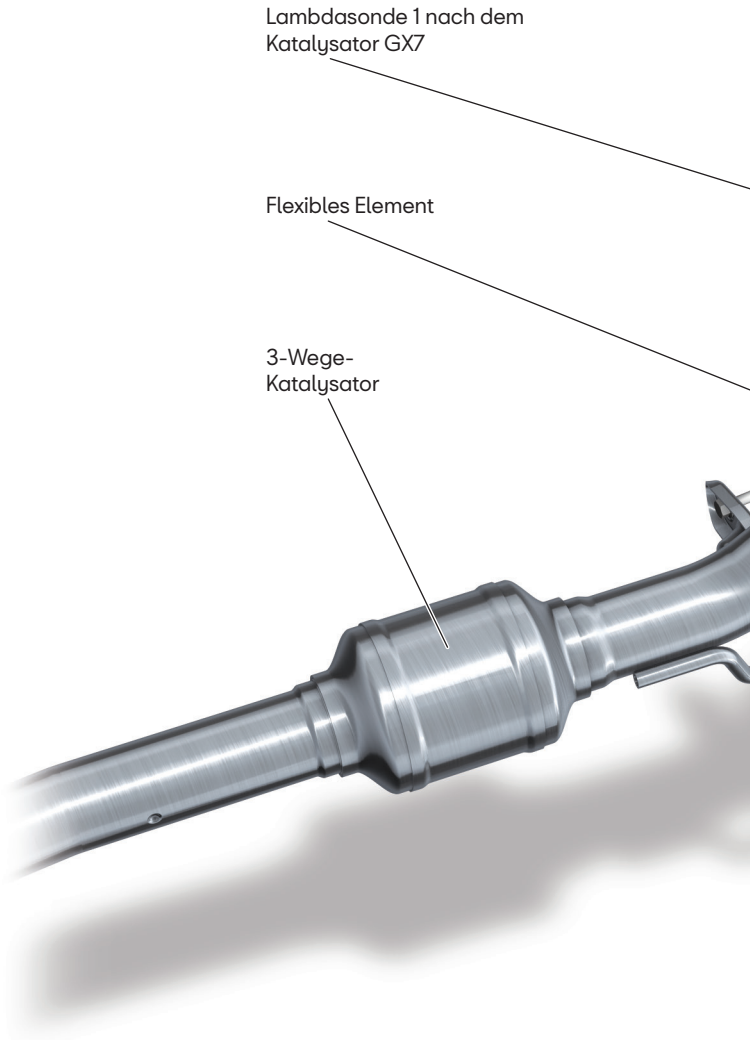
- Der Drucksensor 1 für Abgas G450.
- Die Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10.
- Der 4-Wege-Katalysator.
- Die Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7.
- Der 3-Wege-Katalysator.

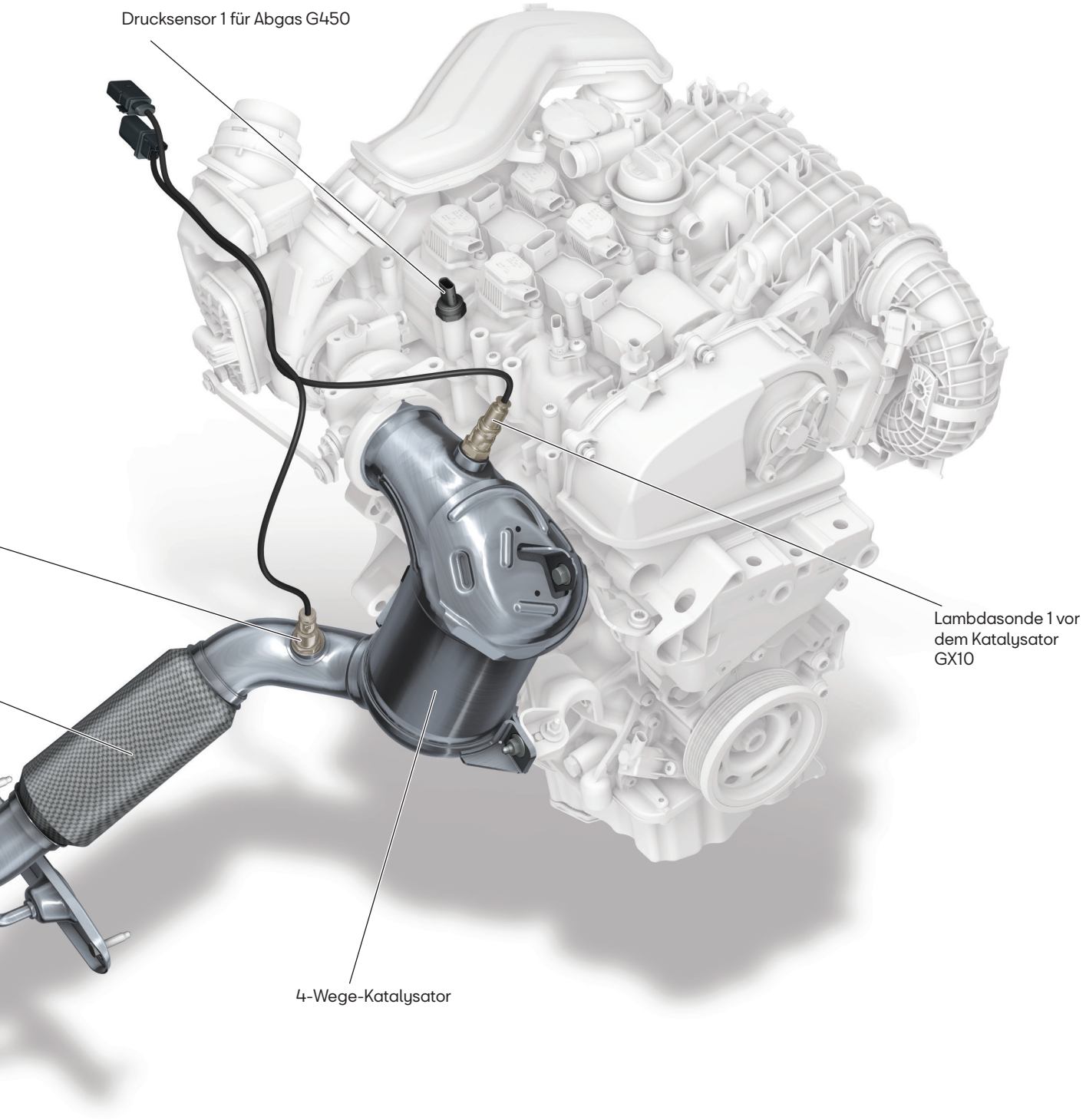
Der **4-Wege-Katalysator** befindet sich am Ausgang des Turboladers. Mit dieser Position ist sein einwandfreier Betrieb gewährleistet.

Der **3-Wege-Katalysator** befindet sich im Unterboden des Fahrzeugs und dient dazu, eine vollständige Abgasreinigung sicherzustellen.

Auf den folgenden Seiten wird die Funktionsweise des Drucksensors 1 für Abgas G450 und der Lambdasonden GX10 und GX7 erläutert.

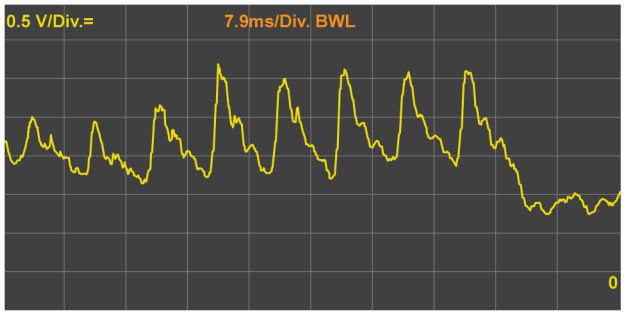
Auf der Abbildung ist die vollständige Konfiguration der Abgasreinigungsanlage der Motorbaureihen EA211 und EA211 Evo zu sehen.

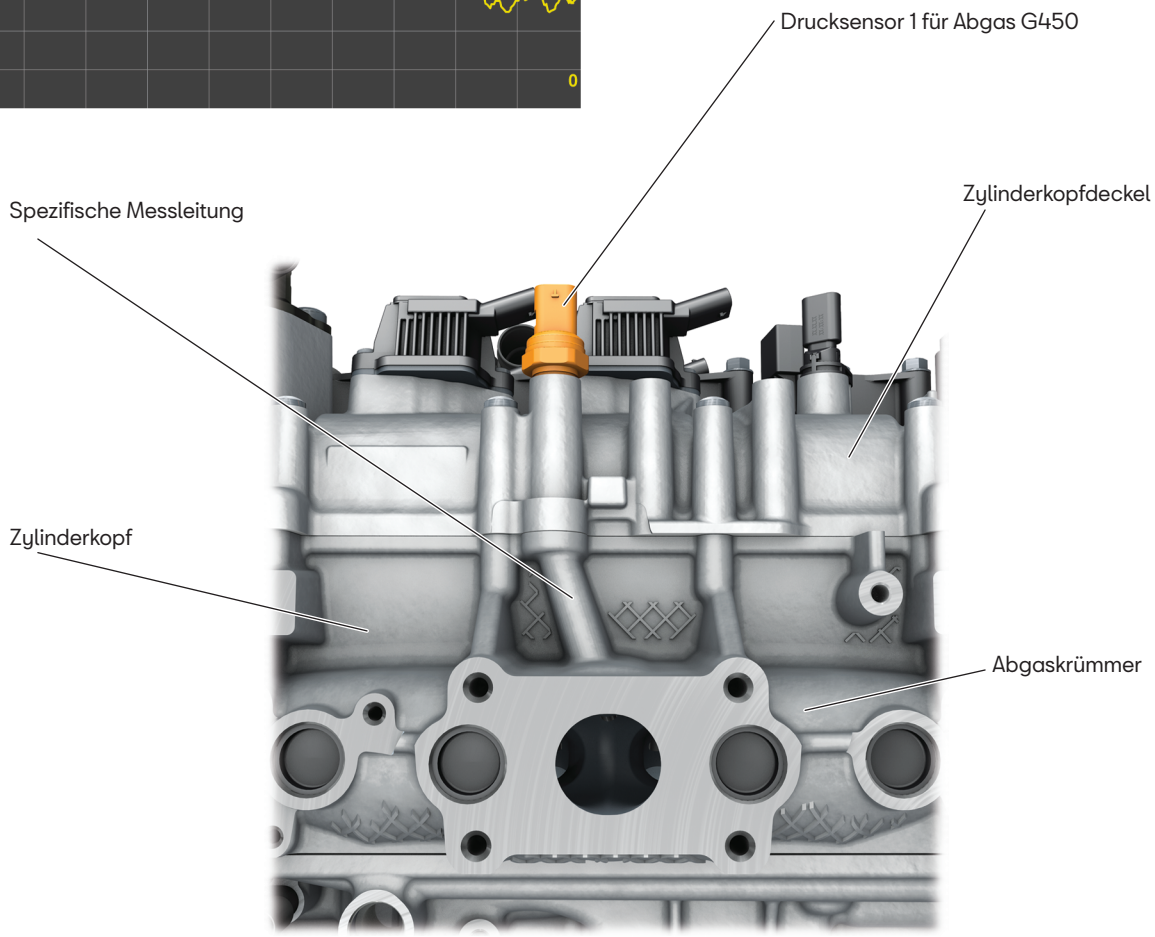



Drucksensor 1 für Abgas G450
Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10
4-Wege-Katalysator

D170-15

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN





D170-16

DRUCKSENSOR 1 FÜR ABGAS G450

Der Drucksensor 1 für Abgas G450 **befindet sich** oben an der Zylinderkopfhaube auf der Auslassseite.

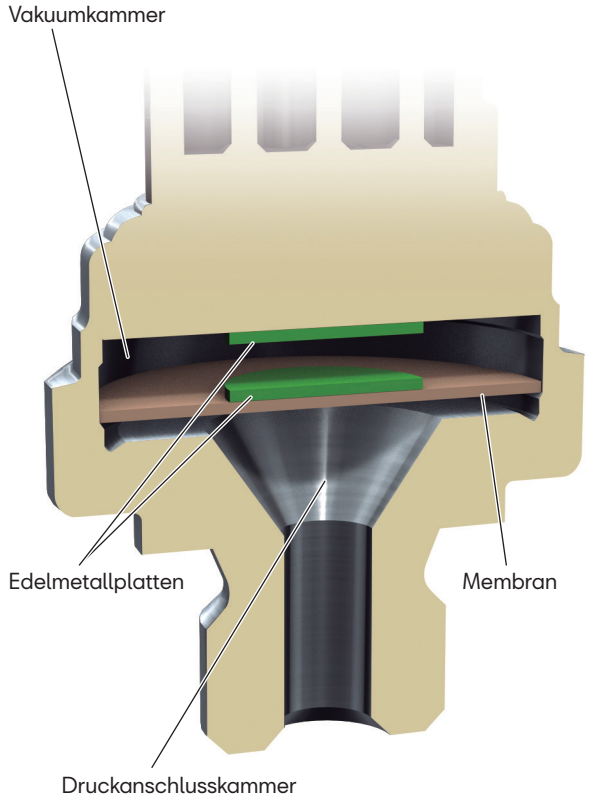
Dieser Sensor misst den **Abgasdruck** im Abgaskrümmer über eine spezifische Leitung in der Zylinderkopfhaube und im Zylinderkopf.

Im Innern besteht der Drucksensor 1 für Abgas G450 aus 2 Kammern, die durch eine Membran getrennt sind. Die Kammern, in die der Sensor unterteilt ist, sind:

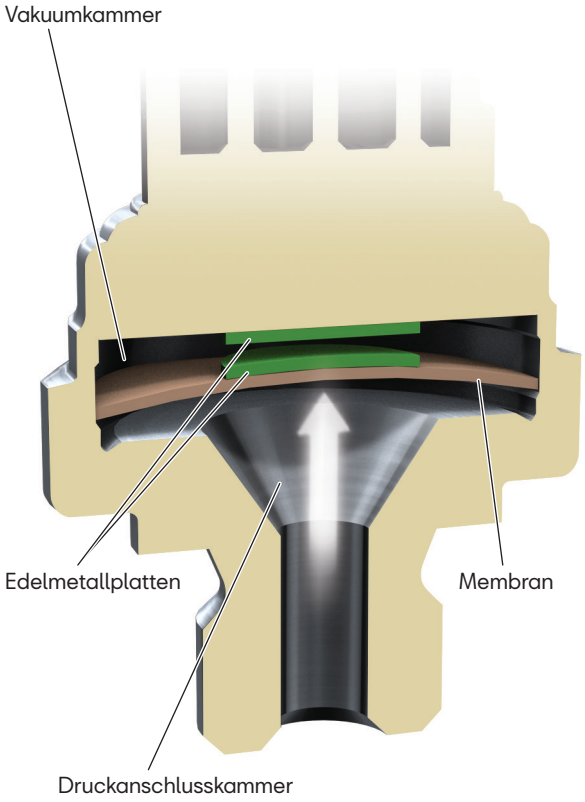
- Die Druckanschlusskammer.
- Die Vakuumkammer.

Die Druckkammer ist im Kontakt mit den Abgasen.

Die Vakuumkammer befindet sich im Inneren des Sensors.



D170-17



D170-18

Auf der Innenseite der Membran und am gegenüberliegenden Ende der Vakuumkammer befinden sich Edelmetallplatten, so dass die Vakuumkammer als variabler Kondensator funktioniert.

Die **Funktionsweise** des Drucksensors 1 für Abgas G450 basiert auf der Verformung der Membran in Abhängigkeit vom Abgasdruck.

Mit steigendem Druck der Abgase nimmt die Verformung der Membran zu, so dass sich der Abstand zwischen den Platten verringert, die Kapazität des Kondensators zunimmt und damit auch die erzeugte Spannung steigt.

Wird der Abgasdruck reduziert, kehrt die Membran in ihre Ausgangsposition zurück, so dass sich der Abstand zwischen den Platten bis zur anfänglichen Einstellung vergrößert. Dies reduziert die Kapazität des Kondensators sowie auch die erzeugte Spannung.

Der Drucksensor 1 für Abgas G450 erzeugt ein **lineares Signal** zwischen 0 und 5 Volt. Je höher der Abgasdruck, desto stärker das vom Sensor erzeugte Signal.

Das Motorsteuergerät J623 **nutzt** das Signal des Drucksensors 1 für Abgas G450 für zwei Zwecke:

- Erkennung einer Verstopfung des 4-Wege-Katalysators.
- Bestätigung der Ladedruckregelung.

Das Motorsteuergerät berechnet die Partikelbelastung des 4-Wege-Katalysators intern. Das Signal des Drucksensors 1 für Abgas G450 dient als Bestätigungswert dafür, dass der 4-Wege-Katalysator verstopft ist.

Wenn das Sensorsignal **fehlt**, verwendet die Motorsteuerung J623 einen Korrekturwert.

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN

LAMBDASONDE 1 VOR DEM KATALYSATOR GX10

Die Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10 **befindet** sich zwischen dem Turbolader und dem 4-Wege-Katalysator und ist eine **binäre Sonde mit kontinuierlichem Regler**.

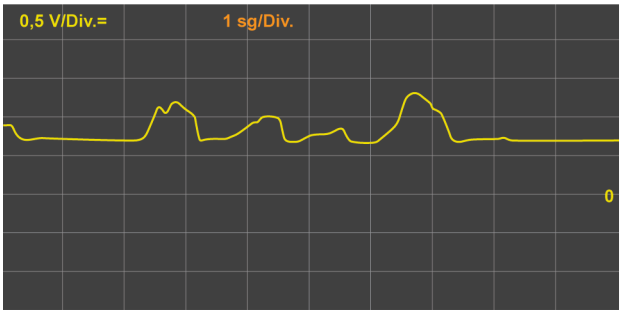
Mit diesem kontinuierlichen Regler kann das Motorsteuergerät den Trend der Lambdasonden-Signale sehr genau erkennen. Auf diese Weise wird das Gemisch stabiler geregelt, so dass es immer um Lambda gleich 1 schwingt.

Durch diese präzise Regelung ist das vom Diagnosegerät erfasste **Signal** dem der Breitband-Lambdasonden sehr ähnlich.

Das Signal der Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10 wird dazu **verwendet**, den Durchsatz des einzuspritzenden Kraftstoffs und die der Ansaugluft zuzuführenden Kraftstoffdämpfe zu berechnen.

Wenn das Signal der Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10 **fehlt**, wird die Lambda-Regelung deaktiviert und die Abgaskontrollleuchte K83 aktiviert.

Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10



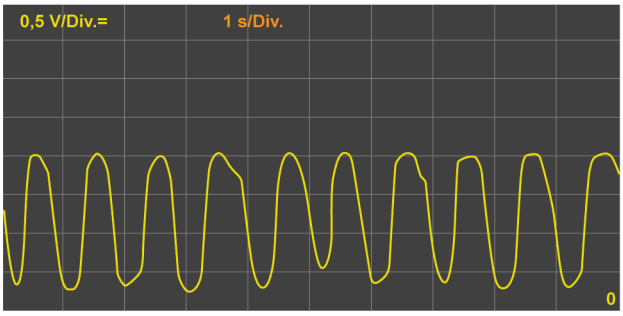
LAMBDASONDE 1 NACH DEM KATALYSATOR GX7

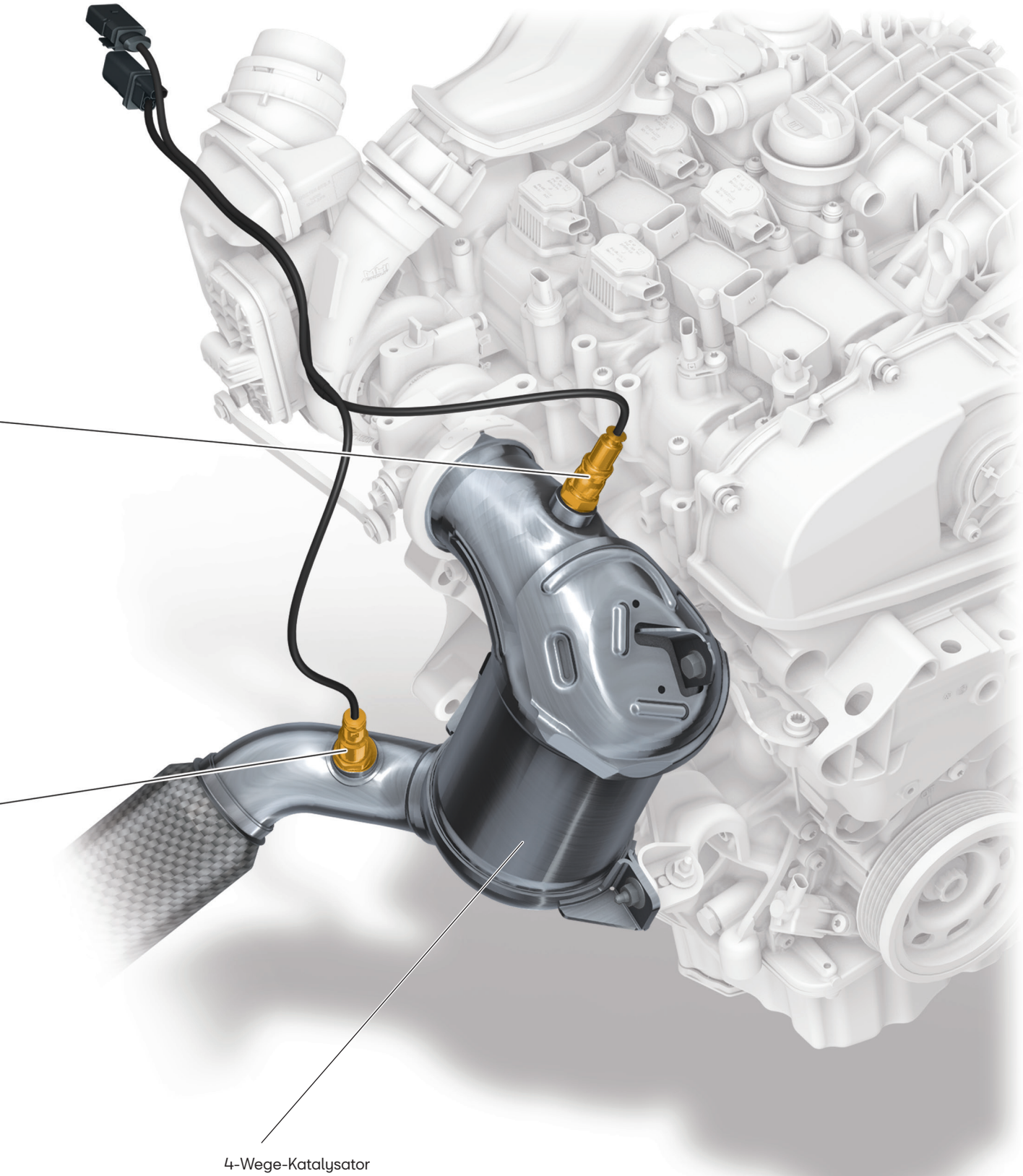
Die Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7 **befindet sich** am Ausgang des 4-Wege-Katalysators und ist eine **binäre** Sonde.

Das Signal der Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7 wird dazu **verwendet**, den korrekten Betrieb des Katalysators zu überprüfen und mögliche Abweichungen bei der Messung der Lambdasone 1 vor dem Katalysator GX10 zu korrigieren.

Wenn das Signal der Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7 **fehlt**, deaktiviert das Motorsteuergerät die Überprüfung des Katalysatorbetriebs und die Abgaskontrollleuchte K83 wird aktiviert.

Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7





D170-19

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN

MOTORBAUREIHE EA888

Die Abgasreinigungsanlage für die Motoren der Baureihe EA888 der dritten Generation ab der Abgasnorm EU 6AG hat als Hauptelemente einen **3-Wege-Katalysator** und einen **4-Wege-Katalysator**.

Diese Komponenten sind Teil der Abgasanlage:

- Die Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10.
- Der 3-Wege-Katalysator.
- Die Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7.
- Der Temperaturgeber vor dem Partikelfilter G506.
- Der Drucksensor 1 für Abgas G450.
- Der 4-Wege-Katalysator.
- Der Temperaturgeber nach dem Partikelfilter G527.

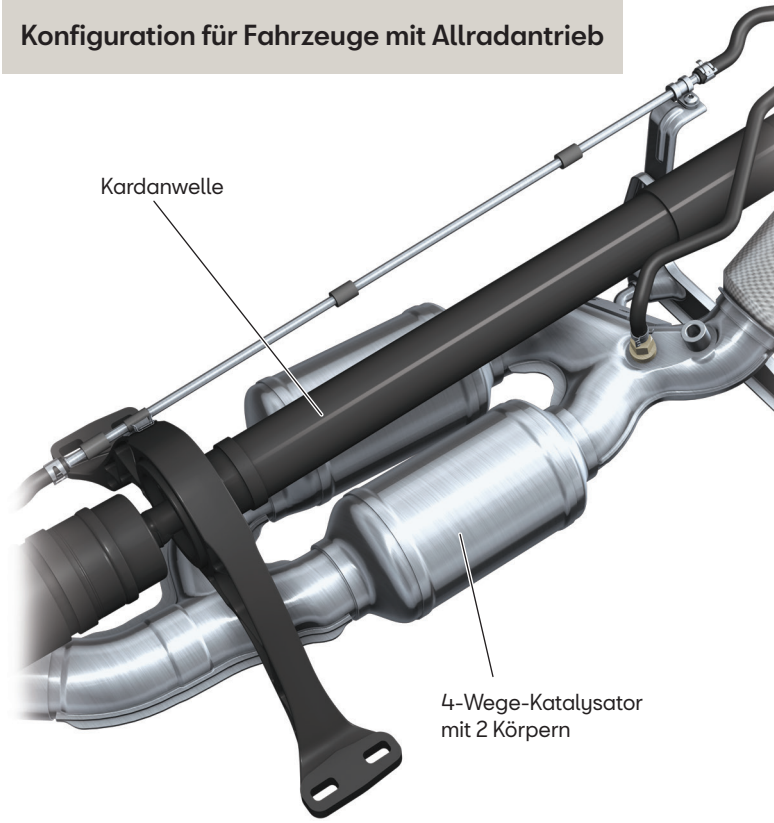
Je nach Antriebsart des Fahrzeugs hat der 4-Wege-Katalysator **zwei verschiedene Konfigurationen**:

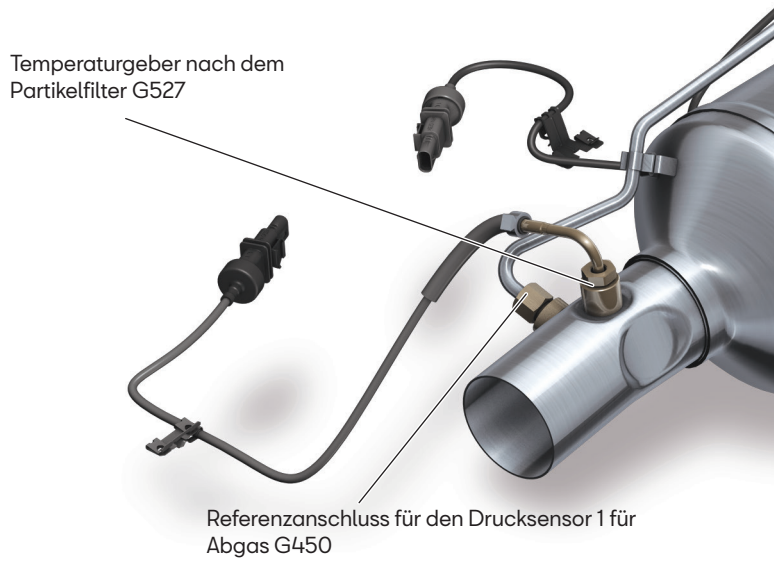
- Ein einziger Körper für Fahrzeuge mit Frontantrieb.
- Zwei Körper für Fahrzeuge mit Allradantrieb.

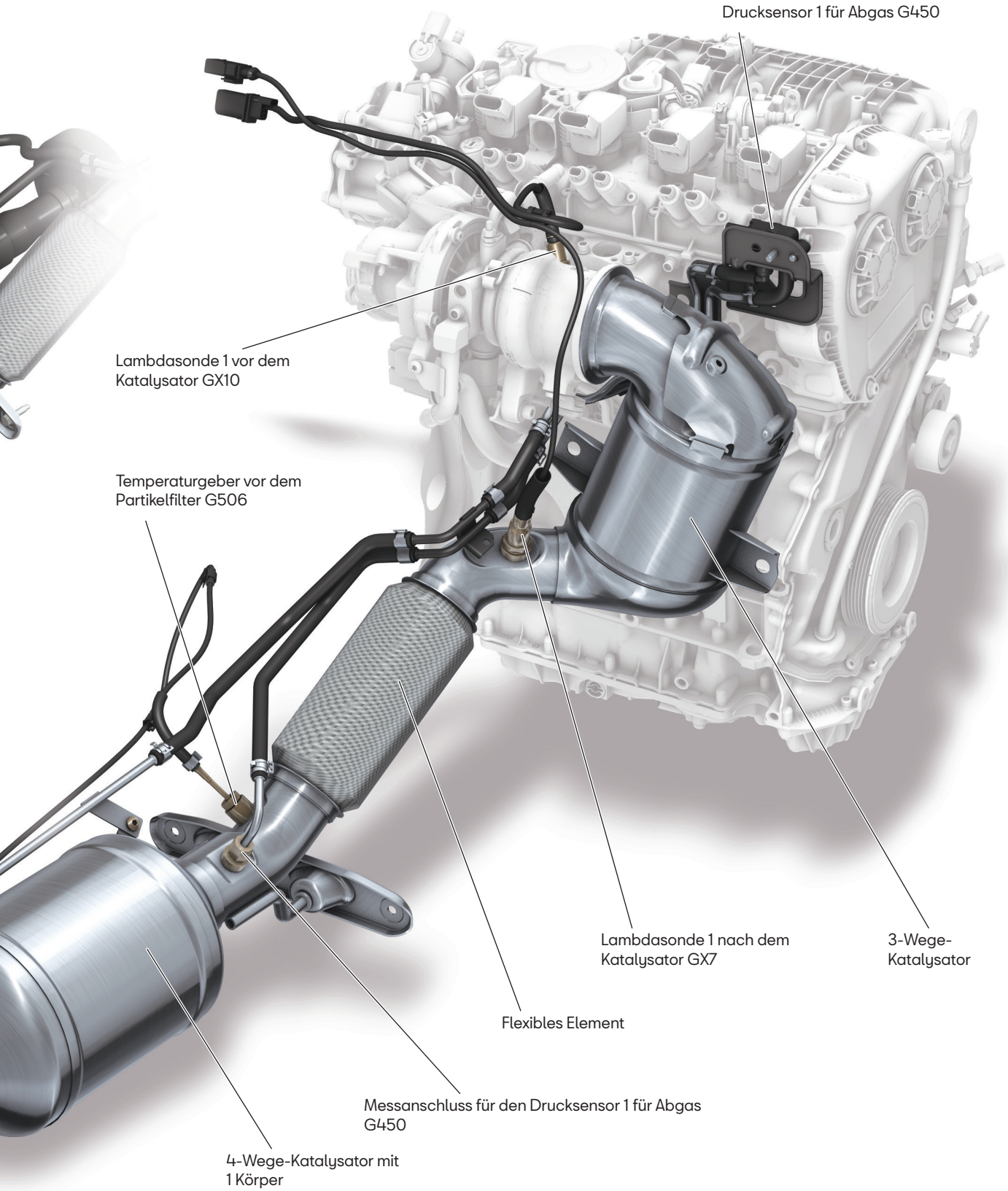
Der 4-Wege-Katalysator mit **zwei Körpern** wird bei Fahrzeugen mit Allradantrieb benötigt, um die oberhalb der Abgasanlage angeordnete Kardanwelle platzieren zu können.

Auf den folgenden Seiten werden die Sensoren, die zur Abgasanlage der Motorbaureihe EA888 der dritten Generation gehören, erläutert.

Konfiguration für Fahrzeuge mit Allradantrieb

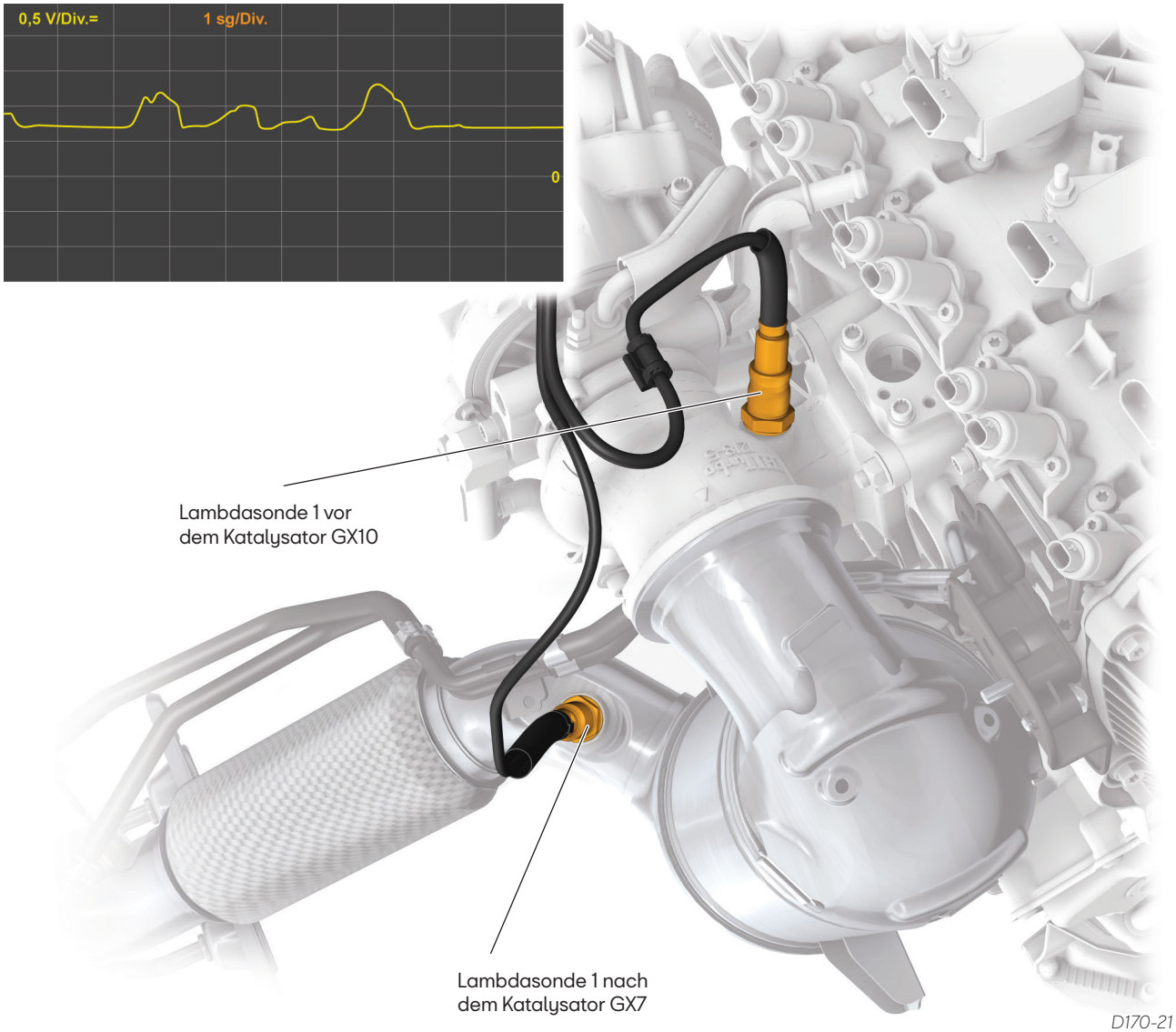





Drucksensor 1 für Abgas G450
Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10
Temperaturgeber vor dem Partikelfilter G506
Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7
3-Wege-Katalysator
Flexibles Element
Messanschluss für den Drucksensor 1 für Abgas G450
4-Wege-Katalysator mit 1 Körper

D170-20

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN



D170-21

LAMBDASONDE 1 VOR DEM KATALYSATOR GX10

Die Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10 **befindet sich** zwischen dem Turbolader und dem 3-Wege-Katalysator und ist eine **Breitband-Sonde**.

Das Signal der Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10 wird **verwendet**, um:

- den Durchsatz des einzuspritzenden Kraftstoffs zu berechnen.
- die der Ansaugluft zuzuführenden Kraftstoffdämpfe zu berechnen.

Wenn das Signal der Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10 **fehlt**, deaktiviert das Motorsteuergerät die Lambda-Regelung und die Abgaskontrollleuchte K83 wird aktiviert.

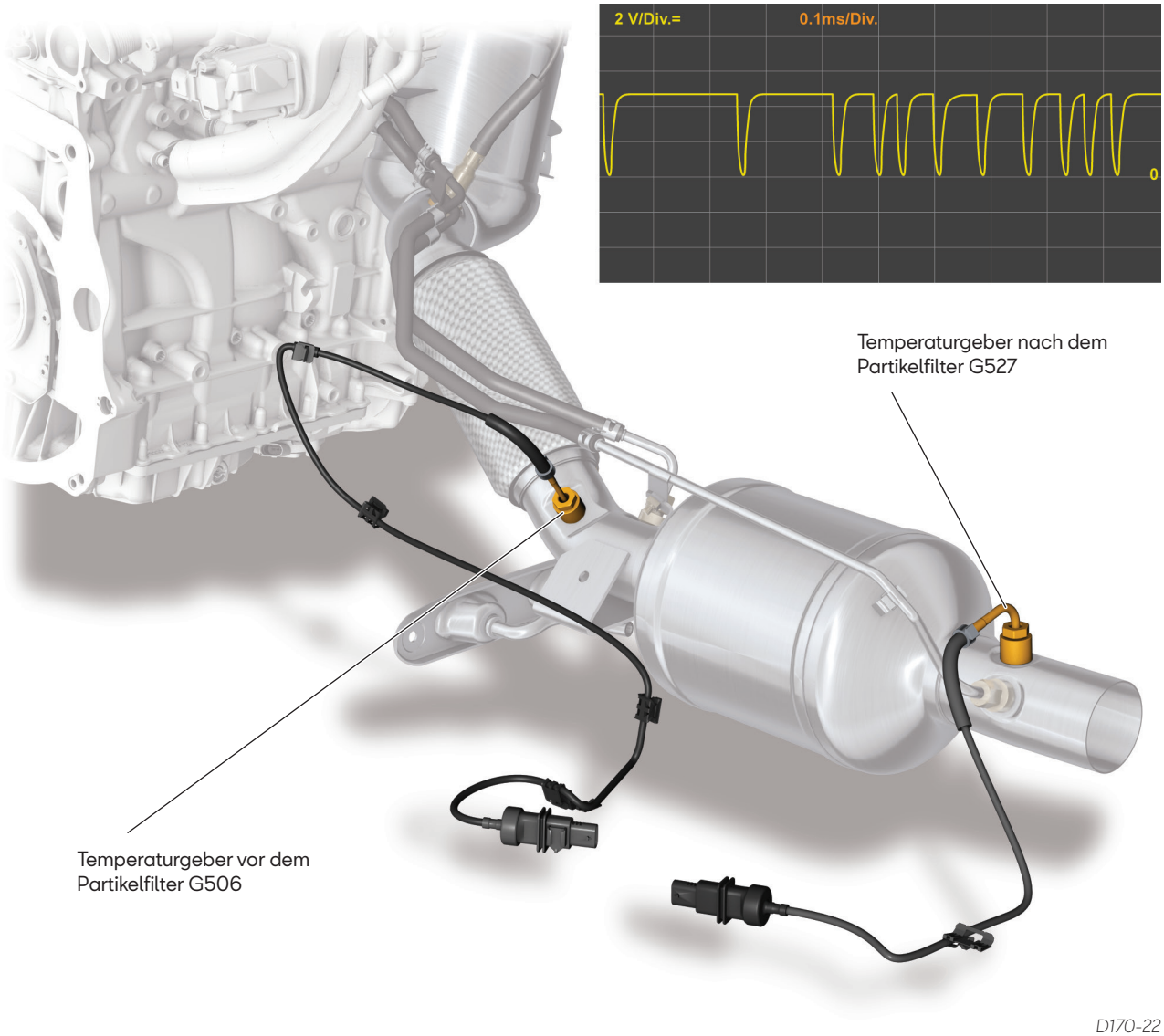
LAMBDASONDE 1 NACH DEM KATALYSATOR GX7

Die Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7 **befindet sich** am Ausgang des 3-Wege-Katalysators und ist eine **Breitband-Sonde**.

Das Signal der Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7 wird **verwendet**, um:

- den korrekten Betrieb des Katalysators zu überprüfen.
- mögliche Abweichungen bei der Messung der Lambdasonde 1 vor dem Katalysator GX10 zu korrigieren.

Wenn das Signal der Lambdasonde 1 nach dem Katalysator GX7 **fehlt**, deaktiviert das Motorsteuergerät die Überprüfung des Katalysatorbetriebs und die Abgaskontrollleuchte K83 wird aktiviert.



D170-22

TEMPERATURGEBER FÜR ABGASE G506 UND G527

Die Temperaturgeber für Abgase sind:

- Der Temperaturgeber vor dem Partikelfilter G506.
- Der Temperaturgeber nach dem Partikelfilter G527.

Diese Temperaturgeber **befinden sich** am Ein- bzw. am Ausgang des 4-Wege-Katalysators.

Beide Temperaturgeber sind **PTC**-Widerstände (*Positive Temperature Coefficient*) mit integrierter Elektronik, die das analoge Signal des Widerstandes in ein **SENT**-Signal (*Single Edge Nibble Transmission*) umwandeln.

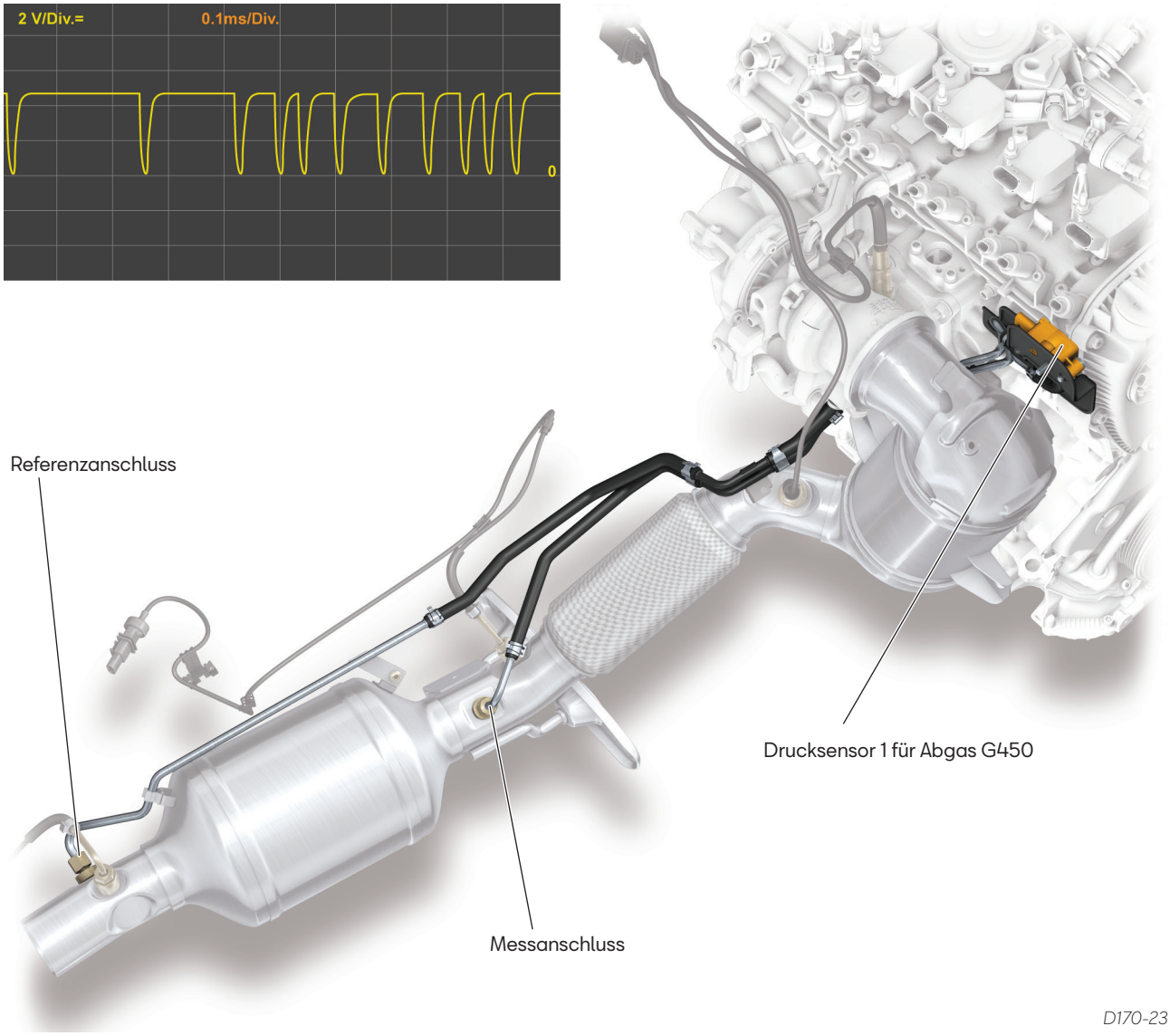
Die Signale der Temperaturgeber für die Abgase werden vom Motorsteuergerät zusammen mit dem Signal des Drucksensors 1 für Abgas G450 zur Berechnung der Partikelbelastung des 4-Wege-Katalysators **verwendet**.

Wenn das Signal des Temperaturgebers vor dem Partikelfilter G506 **fehlt**, wird die Leistung reduziert und die Kontrollleuchte der elektrischen Gasbetätigung K132 aktiviert.

Wenn das Signal des Temperaturgeber nach dem Partikelfilter G527 **fehlt**, wird die Kontrollleuchte der elektrischen Gasbetätigung K132 aktiviert.

In beiden Fällen wird die Berechnung der Partikelbelastung des 4-Wege-Katalysators nur mit dem Drucksensor 1 für Abgas G450 durchgeführt.

MOTOREXTERNE MASSNAHMEN



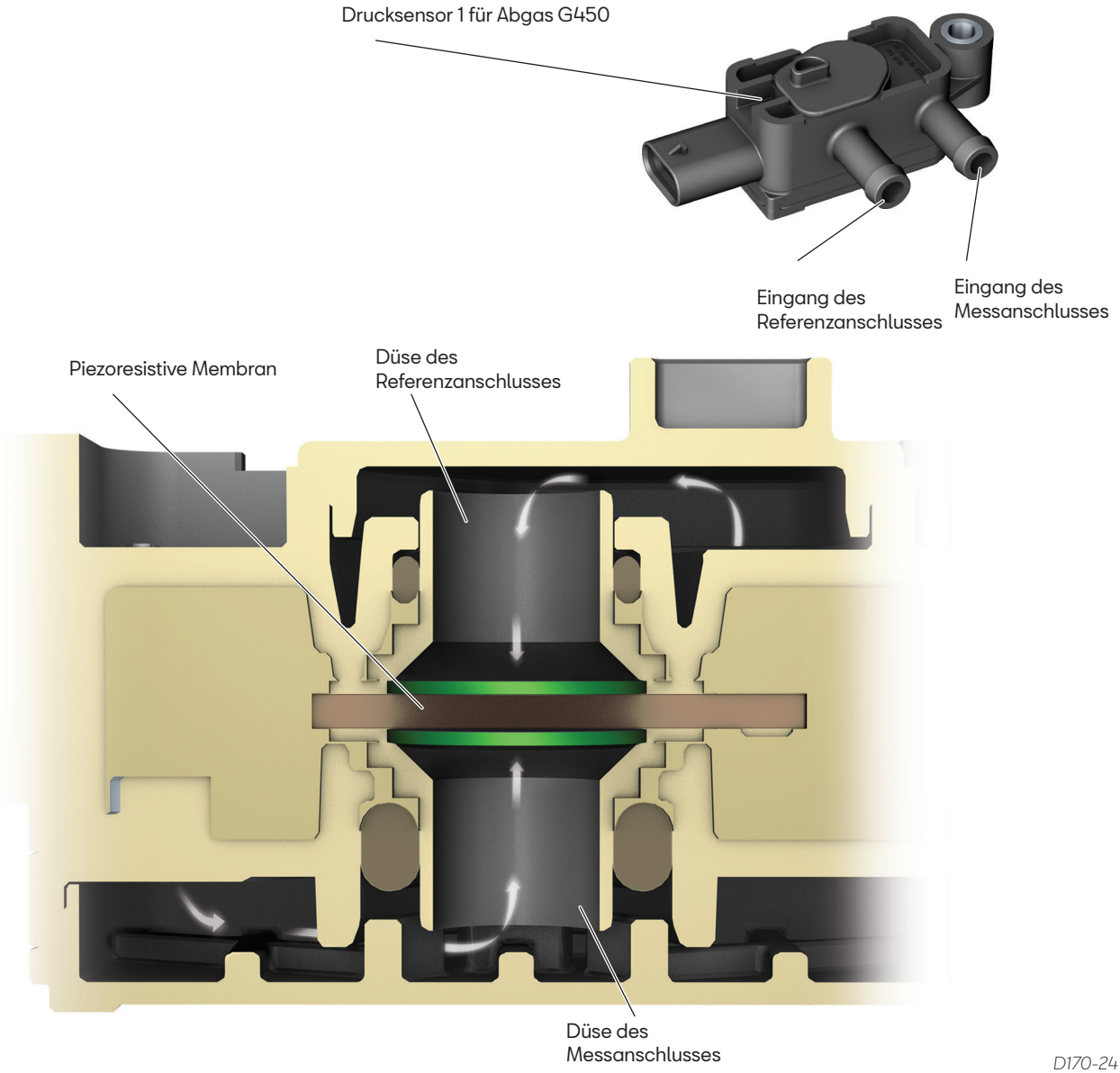
D170-23

DRUCKSENSOR 1 FÜR ABGAS G450

Der Drucksensor 1 für Abgas G450 **befindet sich** auf einem speziellen Träger über dem 3-Wege-Katalysator.

Im Gegensatz zu den Sensoren der Baureihen EA211 und EA211 Evo verfügt der Drucksensor 1 für Abgas G450 der Motoren der Baureihe EA888 über 2 Druckanschlüsse:

- Der **Messanschluss** für die Entnahme, die am Eingang des 4-Wege-Katalysators erfolgt.
- Der **Referenzanschluss** für die Entnahme, die am Ausgang des 4-Wege-Katalysators erfolgt.



D170-24

Im Innern besteht der Drucksensor 1 für Abgas G450 der Motorbaureihe EA888 der dritten Generation aus einer piezoresistiven Membran zwischen zwei Düsen.

Jede Düse ist mit einem der Druckanschlüsse verbunden, so dass die Membran mit den beiden Druckanschlüssen in Kontakt ist.

Der **Betrieb** des Drucksensors 1 für Abgas G450 der Motorbaureihe EA888 der dritten Generation basiert auf der Druckdifferenz zwischen den beiden Düsen.

Bei Druckdifferenz verformt sich die piezoresistive Membran und erzeugt ein analoges Spannungssignal.

Mittels integrierter Elektronik wird das analoge Signal von der Membran in ein **digitales SENT-Signal** zur Auswertung durch die Motorsteuerung umgewandelt.

Das Motorsteuergerät **verwendet** das Signal des Drucksensors 1 für Abgas G450 zur Erfassung der Partikelbelastung des 4-Wege-Katalysators.

Wenn das Signal **fehlt**, erfolgt die Regeneration zyklisch in Abhängigkeit der Fahrstrecke und der Betriebszeit des Motors.

WARTUNG UND REPARATUR



D170-25

Anschluss der Abgasabsaugung

Die Abgasreinigungsanlage in Benzinmotoren ist wartungsfrei. Es gibt nur zwei Arten von Aufgaben, die im autorisierten Betrieb durchgeführt werden:

- Der Austausch von Komponenten im Störungsfall.
- Die Zwangsregeneration des 4-Wege-Katalysators.

Ein **Störungsfall** wird dem Kunden über die Kontrollleuchten auf dem Kombiinstrument angezeigt und mit dem Diagnosegerät und der ODIS-Anwendung diagnostiziert.

Die **Zwangsregeneration** des 4-Wege-Katalysators sollte nur dann durchgeführt werden, wenn die Regenerationsfahrt nicht ausreicht, um die Partikelbelastung des 4-Wege-Katalysators zu reduzieren.

Während der Zwangsregeneration, die mit Hilfe des Diagnosegerätes und der ODIS-Anwendung durchgeführt wird, erreicht der 4-Wege-Katalysator Temperaturen von über 700 °C.

Die hohe Temperatur des 4-Wege-Katalysators während der Zwangsregeneration bewirkt, dass die Abgase bei Temperaturen nahe 300 °C durch das Abgasendrohr entweichen.

Um Schäden an der Abgasabsaugung des autorisierten Betriebs zu vermeiden, muss der autorisierte Betrieb auf die hohen Temperaturen der Abgase vorbereitet sein.

