

Schadstoffreduzierung und OBD

SERVICE
TIPS & INFOS



Motorservice Gruppe.

Qualität und Service aus einer Hand.

Die Motorservice Gruppe ist die Vertriebsorganisation für die weltweiten Aftermarket-Aktivitäten von KSPG (Kolbenschmidt Pierburg). Sie ist ein führender Anbieter von Motor-komponenten für den freien Ersatzteilmarkt mit den Premium-Marken KOLBENSCHMIDT, PIERBURG, TRW Engine Components sowie der Marke BF. Ein breites und tiefes Sortiment ermöglicht den Kunden, Motorenteile aus einer Hand zu beziehen. Als Problemlöser für Handel und Werkstatt bietet sie darüber hinaus ein umfangreiches Leistungspaket und die technische Kompetenz als Tochtergesellschaft eines großen Automobilzulieferers.

KSPG (Kolbenschmidt Pierburg).

Renommierter Zulieferer der internationalen Automobilindustrie.

Als langjährige Partner der Automobilhersteller entwickeln die Unternehmen der KSPG Gruppe innovative Komponenten und Systemlösungen mit anerkannter Kompetenz in Luftversorgung und Schadstoffreduzierung, bei Öl-, Wasser- und Vakuumpumpen, bei Kolben, Motorblöcken und Gleitlagern. Die Produkte erfüllen die hohen Anforderungen und Qualitätsstandards der Automobilindustrie. Niedrige Schadstoffemission, günstiger Kraftstoffverbrauch, Zuverlässigkeit, Qualität und Sicherheit sind die maßgeblichen Antriebsfaktoren für die Innovationen von KSPG.



KOLBENSCHMIDT



PIERBURG



3. Auflage 11.2014
Artikel-Nr. 50 003 960-01
ISBN 978-3-86522-226-8

Redaktion:
Motorservice, Technical Marketing Support

Layout und Produktion:
Motorservice, Marketing
DIE NECKARPRINZEN GmbH, Heilbronn

Nachdruck, Vervielfältigung und Übersetzung, auch auszugsweise, nur mit unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung und mit Quellenangabe gestattet.

Änderungen und Bildabweichungen vorbehalten.
Haftung ausgeschlossen.

Herausgeber:
© MS Motorservice International GmbH

Haftung

Alle Angaben in dieser Broschüre wurden sorgfältig recherchiert und zusammengestellt. Trotzdem können Irrtümer auftreten, Angaben falsch übersetzt werden, Informationen fehlen oder sich die bereitgestellten Informationen inzwischen verändert haben. Für Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität oder Qualität der bereitgestellten Informationen können wir daher weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung übernehmen. Jegliche Haftung unsererseits für Schäden, insbesondere für direkte oder indirekte sowie materielle oder immaterielle, die aus dem Gebrauch oder Fehlgebrauch von Informationen oder unvollständigen bzw. fehlerhaften Informationen in dieser Broschüre entstehen, ist ausgeschlossen, soweit diese nicht auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit unsererseits beruhen.

Entsprechend haften wir nicht für Schäden, die dadurch entstehen, dass der Motoreninstandsetzer bzw. der Mechaniker nicht über das notwendige technische Fachwissen, die erforderlichen Reparaturkenntnisse oder Erfahrungen verfügen.

Inwieweit die hier beschriebenen technischen Verfahren und Reparaturhinweise auf kommende Motorgenerationen anwendbar sind, lässt sich nicht vorhersagen und muss im Einzelfall vom Motoreninstandsetzer bzw. von der Werkstatt geprüft werden.

Inhalt	Seite
1 Einleitung	4
2 On-Board-Diagnosen	5
2.1 Entwicklung von On-Board-Diagnosen (OBD, OBD II und EOBD)	5
2.2 Anforderungen an OBD-Systeme	6
2.3 Rechtsvorschriften	7
2.4 Umfang und Art der Diagnose	8
2.5 Ablauf der Überwachung	8
2.6 Der Readinesscode (Prüfbereitschaftscode)	10
2.7 Diagnosekonzept im Fahrzeug	11
2.8 Die Fehlerlampe („Fehlfunktionsanzeige“, „MIL“)	12
2.9 Diagnoseanschluss	14
2.10 Auslesen des Fehlerspeichers – Diagnoseablauf	15
2.11 Betriebsarten des Auslesegerätes (Prüfmodi)	16
2.12 Fehlercodes	17
3 Systeme und Diagnosen	19
3.1 Systemkenntnisse gefragt	19
3.2 Sicherheitshinweise	20
3.3 Weitere Möglichkeiten der Diagnose	20
3.4 Pierburg und OBD	21
4 Systeme und Diagnosen mit PIERBURG Produkten	22
4.1 Kraftstoffsystem	22
4.2 Das Tankentlüftungssystem (AKF-System)	26
4.3 Die Tankleckdiagnose	29
4.4 Sekundärluftsystem	32
4.5 Abgasrückführung (AGR)	39
4.6 Luftversorgung	46
5 Weitere Systeme und Diagnosen	53
5.1 Katalysator	53
5.2 Lambdasonden	55
5.3 Verbrennungsaussetzer (Laufunruhen-Erkennung)	60
6 Grundlagen	65
6.1 Entstehung von Abgas	65
6.2 Wesentliche Schadstoffe im Abgas	66
6.3 Schadstoffgrenzwerte	67
7 Anhang	68
7.1 Häufig verwendete Abkürzungen	68
7.2 Glossar	69
7.3 Quellenangaben und weiterführende Literatur	70



In dieser Broschüre informieren wir in einfacher Form über das komplexe Thema „Eigendiagnose im KFZ“.

Diese Eigendiagnose ist unter der Bezeichnung On-Board-Diagnose (OBD) weltweit ein Begriff geworden. Sie dient dazu, den Motorlauf und die Schadstoffemissionen zu überwachen.

Behandelt werden die OBD II und die europäische Version, die EOBD.

Diese Broschüre richtet sich an Kfz-Fachkräfte.

Sie soll eine Hilfe bei der täglichen Arbeit sein, insbesondere bei der Fehlerdiagnose an Fahrzeugen mit OBD-Systemen.

Neben Informationen über Aufbau und Funktion der Systeme werden mögliche Fehler und die Zusammenhänge zwischen Fehlercode und Fehlerursache behandelt.

Darüber hinaus geben wir praktische Hinweise für Fehlerdiagnose und -beseitigung bei schadstoffrelevanten Komponenten.

Gesetze für die Umwelt

Mit Zunahme des wachsenden Fahrzeugbestandes und der Verkehrsdichte stieg auch die Belastung der Umwelt durch Abgasemissionen stark an.

In den westlichen Industrieländern wurden ab 1968 die Schadstoffemissionen für Kraftfahrzeuge durch Gesetze begrenzt. Eine Vorreiterrolle übernahmen hierbei die USA.

Im Lauf der Jahre wurden diese gesetzlichen Grenzwerte für den Schadstoffausstoß immer weiter abgesenkt.

Zur Einhaltung der Grenzwerte im Alltagsbetrieb wurden unter anderem Diagnosesysteme („On-Board-Diagnose“) zur Überwachung der abgasrelevanten Systeme und Komponenten vorgeschrieben.

Alle neueren Fahrzeuge sind daher mit einem On-Board-Diagnose-System ausgestattet, welches Fehler erkennt, speichert und anzeigt.

Im Falle einer Störung oder beim regelmäßigen Servicebesuch in der Werkstatt können Fehlercodes und fehlerrelevante Daten aus dem Fehlerspeicher ausgelesen werden. Im Rahmen der Abgasuntersuchung (AU) wird bei den entsprechenden Fahrzeugen der Fehlerspeicher ausgelesen. Dadurch können Fehler, die zu Schäden am Motor oder zu erhöhten Umweltbelastungen führen würden, frühzeitig erkannt und behoben werden, bevor ein Schadensfall eintritt.

OBD = Lösung aller Probleme?

Über die OBD wird zwar ein Ausfallteil oder eine nicht einwandfreie Funktion erkannt, aber nicht in jedem Fall die tatsächliche Ausfall- oder Fehlerursache.

Hier ist der Fachmann mit Systemkenntnissen gefragt.

Unsere Erfahrung für Sie

Pierburg ist ein aktiver Entwickler und Hersteller von Komponenten, insbesondere auf dem Gebiet der Schadstoffreduzierung.

Da alle abgasrelevanten Komponenten im Rahmen der OBD überwacht werden, verfügt man hier inzwischen über umfangreiche Erfahrungen in Fragen, die bei der Anwendung und im Service anfallen. Wir möchten Sie mit dieser Broschüre an dieser Erfahrung teilhaben lassen.

Bei der Beschreibung der Systeme und den Diagnosehinweisen gehen wir daher schwerpunktmäßig auf PIERBURG Produkte ein.

Die EOBD ist seit 2003 auch für PKW und leichte Nutzfahrzeuge mit Dieselmotor gültig. Der Schwerpunkt dieser Broschüre liegt jedoch bei Ottofahrzeugen.

2.1 Entwicklung von On-Board-Diagnosen (OBD, OBD II und EOBD)

Im Zusammenhang mit der Schadstoff-reduzierung nahm ab 1970 die Anzahl der mechanischen und der elektrisch betätigten Komponenten im Umfeld des Motors zu.

Durch diese neuen Komponenten wurde eine Fehlerdiagnose in Störungsfällen für die Werkstätten immer schwieriger. Zur Lösung dieser Probleme wurden Ende der 70er Jahre die ersten, noch sehr einfachen, fahrzeugintegrierten Diagnosesysteme eingeführt. Möglich wurde dies durch die Entwicklung von immer leistungsfähigeren elektronischen Steuergeräten.

Gleichzeitig kamen in immer größerer Anzahl neu- oder weiterentwickelte Sensoren und Aktoren (Steller) zur Anwendung.

Damit nahm zwangsläufig auch der Umfang der Bordnetze und die Anzahl der Steckverbindungen zu.

Diese Entwicklung hatte aber auch zur Folge, dass im Falle einer Störung oder Panne häufig Unsicherheit bei der Fehlerdiagnose herrschte.

Um die Situation zu verbessern, wurden ab ca. 1984 als Hilfe für den Service, immer mehr Fahrzeuge mit verbesserten Systemen zur Fehlererkennung, mit Fehlerspeichern und Möglichkeiten zur Eigendiagnose ausgerüstet.

Über Umfang und Nutzung dieser fahrzeugintegrierten („on board“) Diagnosesysteme gab es sehr unterschiedliche Philosophien. Die Folgen waren eine Vielzahl von Systemvarianten, Schnittstellen, Adaptern, Auslesegeräten und Fehlercodes. Dadurch war in manchen Fällen eine Fehlerdiagnose nur in den jeweiligen Vertragswerkstätten möglich.

Vorreiter Kalifornien

In den USA wurde diese Problematik frühzeitig erkannt und 1984 per Gesetz geregelt. Mit dieser Regelung wurde ab 1988 für Kalifornien und ab 1989 für die gesamten USA die On-Board-Diagnose, kurz „OBD“, eingeführt. Es handelte sich dabei um ein fahrzeugintegriertes Diagnosesystem einfacher Art.

Gefordert war, Fehler an abgasrelevanten Bauteilen fahrzeugseitig zu erfassen, zu speichern und anzuzeigen.

In dieser ersten Version wurden nur direkt mit dem Steuergerät verbundene Komponenten überwacht. Das Anzeigen von Fehlern erfolgte über eine Fehlerlampe, das Auslesen über Blinkcodes.

OBD II

Ab 01.01.1996 wurde in den USA, für PKW und leichte NFZ, die OBD II vorgeschrieben. Damit kam ein Diagnosesystem mit erheblich erweitertem Funktionsumfang zum Einsatz. Neben abgasrelevanten Bauteilen wurden nun weitere Systeme und Funktionen während des Betriebes überwacht. Fehlfunktionen und Abweichungen wurden in einen „nichtflüchtigen“ (permanenten) Speicher eingetragen. Darüber hinaus wurden, als Hilfe bei der Fehlerdiagnose, die Betriebsbedingungen, die beim Auftreten eines Fehlers vorlagen, erfasst und gespeichert.

Eine zusätzliche, wesentliche Verbesserung war die Festlegung von genormten Schnittstellen, Datenübertragungsprotokollen, Auslesegeräten, Diagnosesteckdosen und Fehlercodes. Damit wurde ein Auslesen der Fehlerspeicher mit handelsüblichen OBD-fähigen Geräten möglich.

Darüber hinaus wurde festgelegt, dass die Fahrzeughersteller die für den Service benötigten Daten, allen die ein berechtigtes Interesse haben, zur Verfügung stellen mussten.

Die europäische Version EOBD

Zeitgleich zur Abgasnorm EURO III wurde ab 01.01.2000 in Europa die europäische Version der OBD die „EOBD“ eingeführt. Gültig ist sie für PKW und leichte Nutzfahrzeuge mit Ottomotoren.

Ab 2003 ist sie auch für PKW und leichte Nutzfahrzeuge mit Dieselmotoren gültig. Die EOBD entspricht im wesentlichen der amerikanischen OBD II. Sie ist allerdings in einigen Punkten „entschärft“:

- Eine Dichtheitsprüfung des Kraftstoffsystems ist nicht vorgeschrieben.
- Bei Abgasrückführung, Sekundärluft und Tankentlüftung werden nur die Funktion und die elektrischen Anschlüsse der einzelnen Komponenten geprüft.
- Eine Prüfung auf Wirksamkeit dieser Systeme ist in der EOBD nicht vorgeschrieben.

Es gibt allerdings Fahrzeughersteller, die weltweit den „OBD II“ Standard erfüllen.

2.2 Anforderungen an OBD-Systeme

OBD-Systeme müssen folgende Funktionen erfüllen:

Überwachen

aller abgasrelevanten Bauteile und Funktionen im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen.

Erkennen

von Abweichungen und Fehlern.

Speichern

von Fehlern und Zustandsdaten.

Anzeigen

von Fehlern.

Ausgeben

von Fehlercodes und Zustandsdaten.

Die Ziele von OBD-Systemen sind

- Ständiges Überwachen aller abgasrelevanten Bauteile und Systeme.
- Sofortiges Erkennen und Anzeigen von wesentlichen Fehlern die zu Emissionserhöhungen führen.

- Dauerhaft niedrige Abgasemissionen aller Fahrzeuge über die gesamte Lebensdauer.

Überwacht werden

- der Stromfluss auf Masseschluss, Plusschluss und Unterbrechung.
- die Ein- und Ausgangssignale der Sensoren und Aktoren.
- die Plausibilität der Signale.

Je nach OBD-Standard erfolgt

- eine einfache Funktionsprüfung (auf/zu – ja/nein – ein/aus).
- eine qualitative Funktionsprüfung. Hierbei werden Werte (Ergebnisse der Funktion) gemessen und mit Sollwerten verglichen.



Hinweis:

Die Gesetzgebung schreibt die Methode der Überwachung eines Bauteils oder einer Komponente nicht vor. Diese kann je nach Hersteller unterschiedlich erfolgen. Wichtig ist, dass das Bauteil oder die Komponente überwacht werden.

Reaktionen auf Fehler und damit die Auswirkungen sind je nach System und gültigem OBD-Standard unterschiedlich.

Entscheidend sind die möglichen

Folgen aus den aufgetretenen Fehlern:

- Abweichungen vom Sollwert
- Fehler, die die Schadstoffe wesentlich erhöhen
- Fehler die Motor- oder Katalysatorschäden verursachen können

Die Bandbreite geht von der unmerklichen Korrektur, über die Verwendung von Ersatzwerten, ein Einschalten der Fehlerlampe (MIL), reduzierter Leistung, bis zum Notlauf („limp home“).

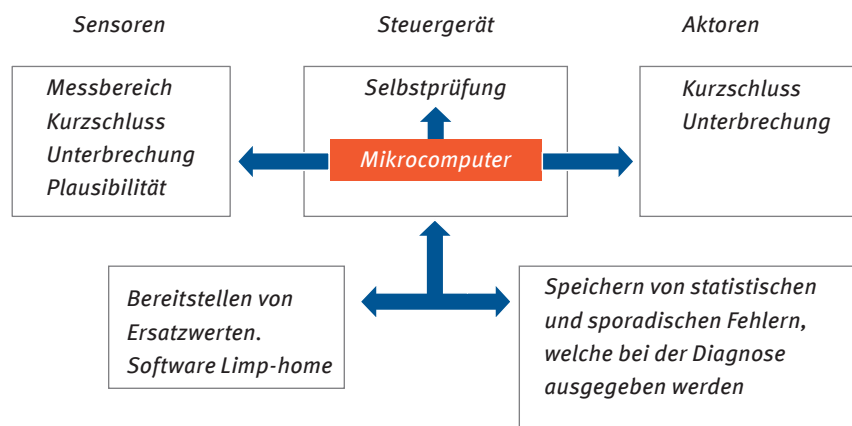


Abb. 1: Eigendiagnose elektronischer Systeme (On-Board-Diagnosen)

2.3 Rechtsvorschriften

Die Einführung der EOBD ist nicht direkt an eine Abgasnorm der Europäischen Union gebunden! Darum müssen die jeweiligen Termine der Einführung unabhängig voneinander betrachtet werden.

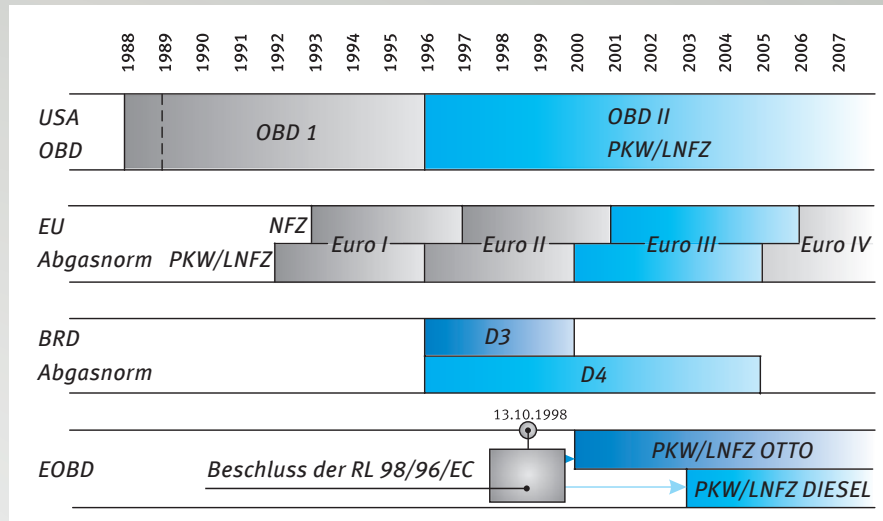


Abb. 2: Zeitliche Übersicht der Normen und Gesetzen (auszugsweise) bis 2007

2.3.1 OBD, EOBD, EU, EURO?

In der Literatur und im Sprachgebrauch herrscht oft Verwirrung beim Gebrauch der verschiedenen Begriffe wie OBD, EOBD, EU und EURO. Dabei muss unterschieden werden zwischen den jeweiligen Abgasnormen und den Gesetzen zur On-Board-Diagnose.

- Die Abgasnormen „Euro I“ bis „Euro III“ (bzw. auch als „EU I“ bis „EU III“ bezeichnet) bilden die gesetzliche Vorschrift zur Reduzierung von Abgasen in der Europäischen Gemeinschaft.
- Die deutschen Abgasnormen (z.B. D3 und D4) wurden zur steuerlichen Förderung eingeführt.
- Die On-Board-Diagnose OBD I und II bezeichnen amerikanische Vorschriften über ein Diagnosesystem im Fahrzeug.
- Die EOBD ist die europäische Version der amerikanischen OBD II.

2.3.2 EURO III – die Rechtsgrundlagen der EOBD

Rechtsgrundlage der EOBD ist die Richtlinie 98/69/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates. Mit dieser Richtlinie wurden die Grenzwerte und Vorschriften für EURO III gültig.

Wesentliche Inhalte von EURO III sind:

- Verschärftes Testverfahren bei der Typprüfung
- Erheblich reduzierte Schadstoffgrenzwerte
- Verbesserte Dauerhaltbarkeit (Funktionsstabilität) aller abgasrelevanten Systeme und Bauteile
- Verschärfte Kraftstoffqualitätsnormen und verbesserte Kraftstoffqualität
- Überwachung auf Einhaltung der Grenzwerte durch Überprüfung von im Betrieb befindlichen Fahrzeugen („Feldüberwachung“)
- Festlegung von Rückrufaktionen durch den Gesetzgeber
- Vorschriften für die Behandlung von Mängeln
- Zugriff auf alle für die Herstellung von Ersatz- oder Nachrüstteilen benötigten Informationen. Ausnahmen: Geschütztes geistiges Eigentum (z.B. die Datenstände der Steuergeräte)
- Festlegung von Spezifikationen die sicherstellen, dass diese Teile mit dem OBD-System kompatibel sind
- Der Zugang zu Steuergeräten ist so zu sichern, dass ein unbefugtes Umprogrammieren (Chip-Tuning) weitgehend verhindert wird (Manipulationsschutz).
- Vorschläge zur Erstellung eines elektronischen Standardformates für Reparaturinformationen
- Einführung eines OBD-Systems
- Weiterentwicklung der OBD auf ein On Board Messsystem (OBM)
- Ausdehnung der OBD auf weitere Systeme im Fahrzeug

2.3.3 EOBD

Die Abgasnorm EURO III sieht die Einführung eines On-Board-Diagnose-Systems, der EOBD, vor.

- 01.01.2000 PKW mit Ottomotor müssen über ein EOBD System verfügen (Überprüfung nur auf Funktion)
- 01.01.2003 PKW mit Dieselmotor müssen über ein EOBD System verfügen

- 01.01.2005 Nutzfahrzeuge bis 7,5 t müssen über ein EOBD System verfügen
- 01.01.2006 Nutzfahrzeuge ab 7,5 t müssen über ein EOBD System verfügen

Aus der Einführung der EOBD ergeben sich folgende Konsequenzen für die Fahrzeughersteller:

- Genormtes On-Board-Diagnosesystem mit Fehlerspeicher in jedem neu zugelassenen Fahrzeug

- Nicht eingeschränkter Zugang über eine genormte Schnittstelle (Diagnosesteckdose und Protokoll)
- Ein für alle OBD-Fahrzeuge anwendbares Fehlerauslesegerät (Scan Tool)
- Einheitliche Fehlercodes (Fehlercode)
- Freie Verfügbarkeit aller für Wartung, Diagnose und Reparatur benötigter Daten

2.4 Umfang und Art der Diagnose

Der Diagnoseumfang der EOBD entspricht im Wesentlichen der amerikanischen OBD II. Sie ist allerdings in einigen Punkten

„entschärft“. Es gibt Fahrzeughersteller die weltweit den „OBD II“ Standard erfüllen.

Bauteil	Art der Diagnose
Katalysator	• Funktion • Erkennen von Alterung und Vergiftung
Lambdasonden (Vor-/Nachkatsonde)	• Funktion • Elektrik auf Anschluss und Durchgang • Erkennen von Trägheit („Alterung“)
Zündsystem (Lafunruhe)	• Funktion • Erkennen von Zünd- und Verbrennungsaussetzern
Kraftstoffversorgung/ Gemischbildung	• Kennfeldkorrekturen (Kurz- und Langzeitadaption)
Tankbe- und Entlüftungssystem („AKF-System“)	• Funktion • Dichtheit
Kraftstofftanksystem	• Dichtheit durch Leckdiagnose¹⁾

¹⁾ Im Rahmen der EOBD nicht vorgeschrieben, wenn der Tankverschluss gegen Verlust gesichert ist.

²⁾ Im Rahmen der EOBD nicht vorgeschrieben.

Bauteil	Art der Diagnose
Sekundärluftsystem	• Elektrik auf Anschluss und Durchgang • Funktion • Wirksamkeit²⁾
Abgasrückführsystem	• Elektrik auf Anschluss und Durchgang • Funktion • Wirksamkeit²⁾
Alle übrigen abgasrelevanten Komponenten wie: • Luftmassensensor • Sensoren für Motortemperatur • Sensor für Ansauglufttemperatur • Sensor für Saugrohrdruck • Sensor für Absolutdruck • Aktoren (Steller)	• Elektrik auf Anschluss und Durchgang (Masseschluss, Plusschluss, Unterbrechung), • Signale auf Plausibilität (Comprehensive Components)
Motor-Steuergerät	• Selbstüberwachung

2.5 Ablauf der Überwachung

Im Rahmen der EOBD werden alle abgasrelevanten Bauteile und Systeme überwacht. Bestimmte Bauteile und Systeme werden dabei dauernd überwacht („permanente

Überwachung“). Andere Bauteile und Systeme werden nur sporadisch überwacht („zyklische Überwachung“).

2.5.1 Permanente Überwachung (dauernd überwachte Systeme)

Permanent überwacht werden:

- Laufunruhe (Verbrennungs-/Zündaussetzer)
- Kraftstoffsystem (Gemischadaption, Einspritzzeiten)

- Alle Stromkreise für abgasrelevante Bauteile
 - Signalverläufe der Lambda-Sonde
- Permanent überwachte Systeme werden temperaturunabhängig und unverzüglich

nach dem Start überwacht. Funktionsfehler führen zum sofortigen Aktivieren der Fehlerlampe.

2.5.2 Zyklische Überwachung (sporadisch/zeitweise überwachte Systeme)

Systeme und Bauteile deren Funktionen an bestimmte Betriebsbedingungen gebunden sind, werden erst bei einem Durchfahren der entsprechenden Betriebspunkte, Drehzahl-, Last- oder Temperaturschwellen, überprüft.

Zyklisch überwacht werden:

- Katalysator/Katalysatorheizung
- Lambdasonde/Lambdasondenheizung
- Sekundärluftsystem (SLS)
- Tankentlüftungs-/Aktivkohlefiltersystem (AKF)
- Abgasrückführung (AGR)

2.5.3 „Driving cycle“ (Fahrzyklus)

Damit die Diagnose eines bestimmten Systems durchgeführt wird, müssen genau definierte Bedingungen zutreffen („driving cycle“, „Fahrzyklus“). Diese Betriebsbedingungen zum sicheren Durchführen der

Überwachung werden als „Fahrzyklus“ („driving cycle“) bezeichnet. Wenn z.B. ein Fahrzeug nur auf Kurzstrecken im Stadtverkehr benutzt wird, kann es eine Weile dauern, bis alle Systeme geprüft sind.

 **Hinweis:**

Dieser „Fahrzyklus“ ist nicht identisch mit dem „Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ)“ wie er zur Baumusterprüfung eines KFZ vorgeschrieben ist.

2.5.4 Zeitweises Abschalten der Diagnosefunktion

Unter bestimmten Betriebsbedingungen kann es zu Fehldiagnosen kommen. Um dies zu vermeiden, dürfen die Diagnosefunktionen z.B. unter folgenden Voraussetzungen herstellerseitig abgeschaltet werden:

- Tankfüllstand geringer als 20 % seines Gesamtvolumens (nur für OBD II)
- Große Höhen über 2.500 m über NN (Normal-Null)
- Umgebungstemperaturen unter - 7 °C
- Niedrige Batteriespannung
- Betrieb einer Nebenantriebseinheit (z. B. hydraulische Seilwinde)

- Die Laufunruherkennung kann bei unebener Fahrbahn (schlechte Fahrbahnbeschaffenheit) durch das Motor management abgeschaltet werden, da diese Fahrbahnunebenheiten sonst als Aussetzer fehlinterpretiert würden.

2.6 Der Readinesscode (Prüfbereitschaftscode)

Der Readinesscode ist eine Kontrolle darüber, ob

- Bauteile oder Systeme vorhanden sind und
- ob Diagnosen beendet wurden.

Er wurde eingerichtet, um Manipulationen aufzudecken. So kann z. B. festgestellt werden, ob durch Abklemmen der Batterie der Fehlerspeicher gelöscht wurde. Abhängig von dem verwendeten Auslesegerät („Scan Tool“) wird der Readinesscode meist in zwei 12-stelligen Zahlenreihen dargestellt.

Eine dieser Zahlenreihen informiert darüber, ob in diesem Fahrzeug dieses Bauteil oder diese Funktion geprüft wird.

0 Bauteil nicht vorhanden/nicht im Prüfumfang

1 Bauteil vorhanden und im Prüfumfang

Die zweite Zahlenreihen zeigt den Status der durchgeführten Diagnosen an.

0 Diagnose durchgeführt

1 Diagnose nicht durchgeführt bzw. abgebrochen

Dabei wird angezeigt:

Stelle ^{*)}	überwachter Bereich
1	nicht belegt
2	übrigen Komponenten
3	Kraftstoffsystem
4	Verbrennungsaussetzer
5	AGR-System
6	Lambdasondenheizung
7	Lambdasonden
8	Klimaanlage
9	Sekundärluftsystem
10	Tankentlüftungssystem
11	Katalysatorheizung
12	Katalysator

^{*)} von links nach rechts

Da nicht alle Fahrzeuge grundsätzlich über z. B. ein Sekundärluftsystem oder Abgasrückführungssystem verfügen ist der Prüfungsumfang für den Readinesscode fahrzeugabhängig.

Beim Durchführen einer Abgasuntersuchung (AU) wird der „Readinesscode“ ausgelesen.

Er liefert einen Hinweis darauf, ob seit dem letzten Löschen des Fehlerspeichers bzw. Austausch des Steuergeräts zu allen Einzelsystemen ein Diagnoseergebnis vorliegt.

Der Readinesscode gibt keine Auskunft darüber, ob Fehler im System vorliegen. Er zeigt lediglich an, ob bestimmte Diagnosen seitens des Systems beendet wurden (Bit auf 0) oder noch nicht durchgeführt bzw. abgebrochen wurden (Bit auf 1).

Die Anordnung der Zahlenreihen (neben-, unter- oder nacheinander) ist abhängig vom verwendeten Auslesegerät.

Meist geben Hilfstexte im Display Auskunft darüber, was gerade angezeigt wird.

Damit die Diagnose eines bestimmten Systems durchgeführt wird, müssen genau definierte Bedingungen zutreffen („driving cycle“, „Fahrzyklus“).

Wenn z.B. ein Fahrzeug nur auf Kurzstrecken im Stadtverkehr benutzt wird, kann es eine Weile dauern, bis alle Systeme geprüft sind.

Zum schnellen „Löschen“ des Readinesscodes, d.h. alle Bit auf 0, sollte ein Fahrzyklus („Driving cycle“) durchgeführt werden.

Die Randbedingungen eines solchen Fahrzyklus sind je nach Fahrzeughersteller unterschiedlich.

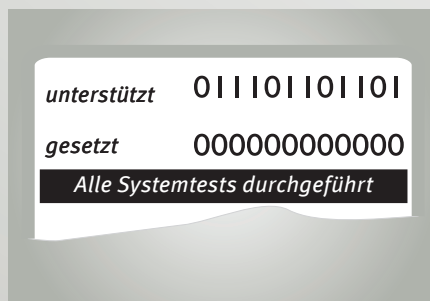


Abb. 4: Readinesscode nach erfolgten Prüfungen (Beispiel)

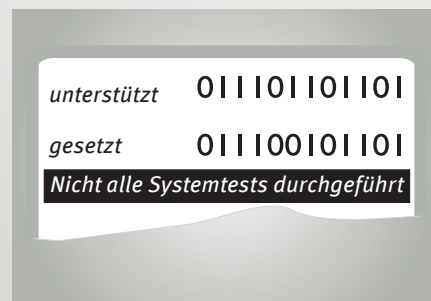


Abb. 3: Readinesscode bei nicht erreichter Prüfbereitschaft (Beispiel)

2.7 Diagnosekonzept im Fahrzeug

Im Rahmen der OBD wird nicht die Abgasqualität selbst, sondern die Funktion der abgasrelevanten Bauteile überwacht.

- Das Motorsteuergerät ist um das Funktionsfeld „OBD-Diagnose“ erweitert.
- Je nach Bauteil werden permanent oder zyklisch Diagnosen durchgeführt.
- Der Stand der durchgeführten Diagnosen wird als Readinesscode festgehalten (siehe Kap. 2.6).
- Abgas beeinflussende Fehler werden erkannt und als nicht bestätigte (nicht „entprellte“) Fehler gespeichert.

- Tritt der gleiche Fehler während der nächsten Fahrzyklen unter gleichen Bedingungen oder über einen bestimmten Zeitraum wieder auf, wird er als „entprellt“ (bestätigt) bezeichnet und als OBD-Fehler gespeichert. Die Fehlerlampe wird aktiviert.
- Neben dem Fehler werden weitere Betriebsdaten und Umweltbedingungen, die beim Auftreten des Fehlers vorlagen erfasst und gespeichert („Freeze Frames“)
- Werden bei dieser Überwachung Abweichungen festgestellt die zu einer Überschreitung der Abgasgrenzwerte oder zu

Schäden am Katalysator führen, wird die Fehlerlampe aktiviert.

- Über die Diagnosesteckdose (Schnittstelle) können die gespeicherten Daten mit einem Auslesegerät (Scan Tool) aus gelesen werden.

Gespeichert werden z. B. Fehler als Fehlercodes, die Freeze Frames, andere fehlerrelevante Daten und die Fahrzeugdaten.

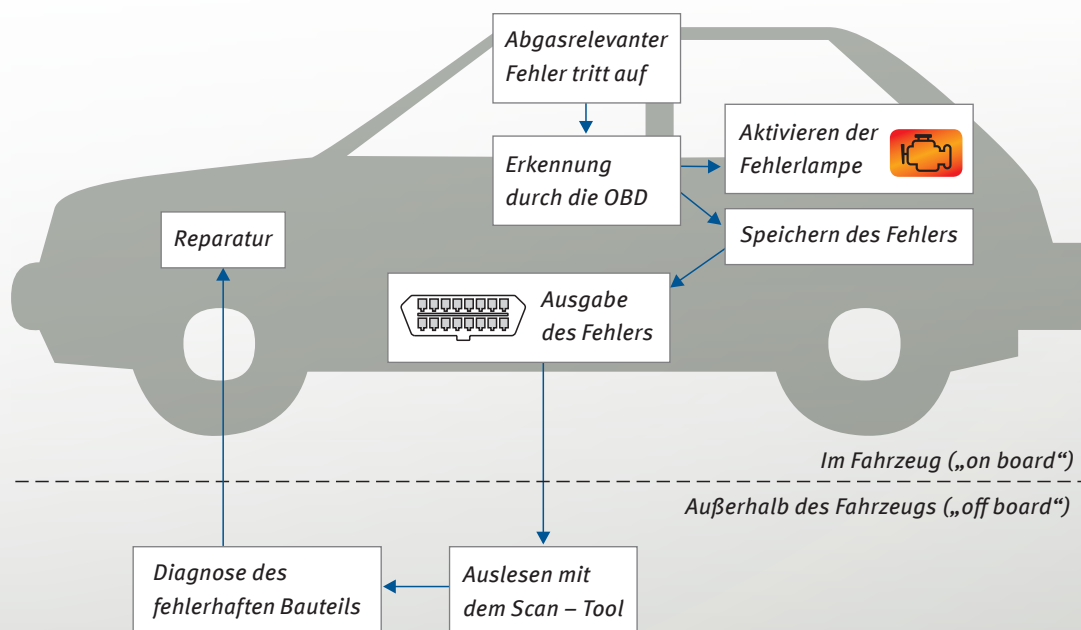


Abb. 5 OBD-Diagnosekonzept im Fahrzeug

2.8 Die Fehlerlampe („Fehlfunktionsanzeige“, „MIL“)

Die Fehlerlampe wird auch als Fehlfunktionsanzeige oder MIL (Malfunction Indicator Light) bezeichnet. Sie zeigt an, dass abgasrelevante Fehler aufgetreten sind. Die Aktivierung erfolgt durch das Steuergerät.

Für die Fehlerlampe sind drei Zustände möglich: „AUS“, „AN“, „BLINKEN“.

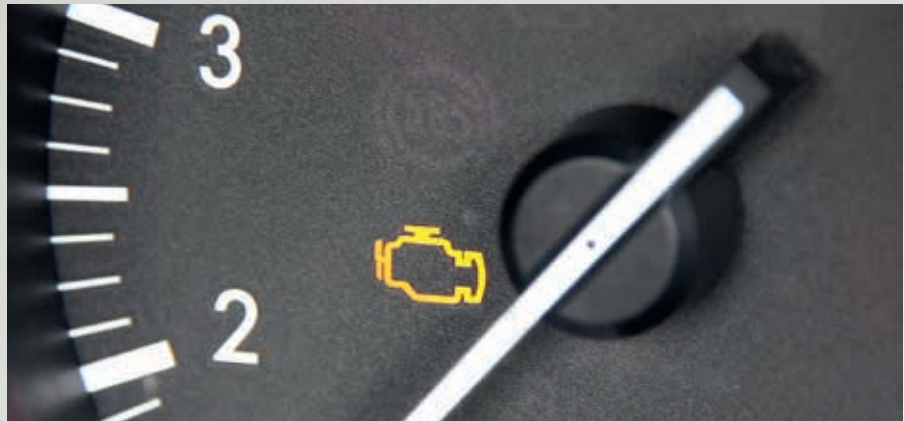


Abb. 6: Fehlerlampe (MIL)

Die Gesetzgebung schreibt u.a. folgende Anforderungen für die Fehlerlampe vor:

- Die Anzeige von Fehlern erfolgt wahlweise nur optisch oder optisch und akustisch.
- In aktiviertem Zustand zeigt sie das nach ISO 2575 genormte Symbol eines Motors.
- Sie muss sich im Sichtfeld des Fahrers befinden (normalerweise im Armaturenbrett).
- Zur Funktionskontrolle leuchtet die Lampe bei eingeschalteter Zündung auf (zum Schutz vor Manipulation).
Die Aktivierung erfolgt nach festgeschriebenen Vorgaben:

Die Fehlerlampe leuchtet im Dauerlicht,

- wenn die Zündung eingeschaltet wird (Lampenfunktionskontrolle).
- wenn beim Selbsttest des Steuergerätes ein Fehler erkannt wird.
- bei abgasrelevanten Fehlern, wenn die zulässigen Abgaswerte in zwei aufeinander folgenden Fahrzyklen um das 1,5-fache überschritten werden.

Die Fehlerlampe blinkt (1/s), wenn Fehler auftreten z. B. Zündaussetzer, die zur Zylinderabschaltung oder zur Schädigung/Zerstörung des Katalysators führen.

Die Fehlerlampe erlischt, wenn in drei aufeinander folgenden Fahrzyklen der abgasrelevante Fehler nicht mehr aufgetreten ist.

	Zyklus 1			Zyklus 2			Zyklus 3			Zyklus 4			Zyklus 5			...	Zyklus 43		
	Überprüfung	Fehlercode gesetzt ?	Status MIL ?	Überprüfung	Fehlercode gesetzt ?	Status MIL ?	Überprüfung	Fehlercode gesetzt ?	Status MIL ?	Überprüfung	Fehlercode gesetzt ?	Status MIL ?	Überprüfung	Fehlercode gesetzt ?	Status MIL ?		Überprüfung	Fehlercode gesetzt ?	Status MIL ?
1.	ja	ja	aus													...			
2.	ja	ja	aus	ja	ja	an										...			
3.	ja	ja	aus	nein	nein	aus	ja	ja	an							...			
4.	ja	ja	aus	ja	nein	aus	ja	nein	aus	ja	ja	aus	ja	ja	an	...			
5.	ja	ja	aus	ja	ja	an	ja	nein	an	ja	nein	an	ja	nein	aus	...			
6.	ja	ja	aus	ja	ja	an	ja	nein	an	ja	nein	an	ja	nein	aus	...	ja	Code gelöscht	aus

Abb. 7: Aktivierung der Fehlerlampe im Fahrbetrieb

Erläuterungen zur Abbildung

1. Wird in einem Fahrzyklus ein abgasrelevanter Fehler erkannt (hier 1. Fahrzyklus), wird dieser als „nicht entprellter“ Fehler (Modus 7; siehe Kap. 2.11) gespeichert, die Fehlerlampe leuchtet aber nicht. Ausnahme sind Verbrennungsaussetzer, die zu einer Zylinderabschaltung führen. Solange ein Fehler mit Zylinderabschaltung vorhanden ist, blinkt die Fehlerlampe

2. Wird der abgasrelevante Fehler im nächsten Fahrzyklus erneut erkannt, gilt der Fehler als bestätigt („entprellt“, Modus 3; siehe Kap. 2.11). Die Fehlerlampe leuchtet nach Abschluss der Systemüberprüfung³⁾ auf.

3. Ist der zweite Fahrzyklus nicht ausreichend um alle Bauteile abschließend zu prüfen, wird der 3. Fahrzyklus, als folgender Fahrzyklus, ausgewertet. Wird der Fehler auch hier erkannt, leuchtet die Fehlerlampe.

4. Bei sporadisch auftretenden Fehlern leuchtet die Fehlerlampe erst dann, wenn in zwei aufeinanderfolgenden abgeschlossenen Fahrzyklen der gleiche Fehler erkannt wurde.

5. Die Fehlerlampe leuchtet nicht mehr, wenn der abgasrelevante Fehler in drei aufeinanderfolgenden Fahrzyklen nicht mehr aufgetreten ist.

6. Ein einfacher Fehlereintrag wird aus dem Speicher gelöscht, wenn der Fehler unter gleichen Betriebsbedingungen in weiteren 40 aufeinanderfolgenden Fahrzyklen nicht mehr aufgetreten ist. Der Fehler wird auch ohne Durchfahren der gleichen Betriebsbedingungen gelöscht, wenn er in 80 aufeinanderfolgenden Fahrzyklen nicht mehr aufgetreten ist.

³⁾ Prüfung aller abgasrelevanten Bauteile und Funktionen

2.9 Diagnoseanschluss

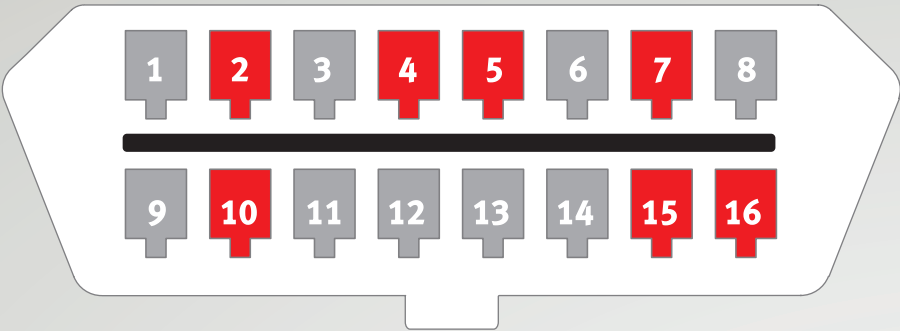
Die Diagnosesteckdose im Fahrzeug ist die Schnittstelle zwischen dem OBD-System (Motorsteuergerät mit Fehlerspeicher) und den Auslesegeräten der Werkstatt. Sowohl der Anschluss als auch die Datenübertragung sind nach ISO 9141-2 bzw. SAE 1962 genormt, d. h. Steckerbelegung und Protokoll sind bei allen Herstellern gleich. Damit ist es erstmals möglich, mit einem OBD-fähigen Auslesegerät („Scan Tool“) die Fehlerspeicher an Fahrzeugen von verschiedenen Herstellern auszulesen.

Anschluss-Belegung

Die Diagnosesteckdose ist 16-polig. Sieben Anschlüsse (siehe Abb. 8, rot markiert) werden im Rahmen der EOBD für die Überprüfung von abgasrelevanten Bauteilen verwendet. Die restlichen Anschlüsse können vom Fahrzeughersteller anderweitig belegt werden.

Einbauorte

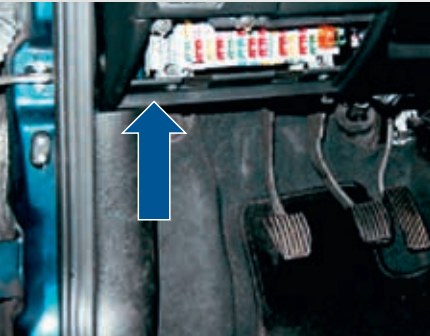
Die Diagnosesteckdose ist im Fahrzeuginnenraum so angebracht, dass sie für das Servicepersonal leicht zu erreichen und vor unbeabsichtigten Beschädigungen geschützt ist.



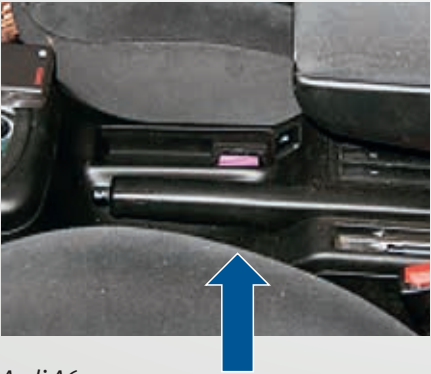
Pin 7 +15	Datenübertragung nach DIN ISO 9141-2
Pin 2 + 10	Datenübertragung nach SAE J 1850
Pin 4	Fahrzeugmasse
Pin 5	Signalmasse
Pin 16	Batterie-Plus (Klemme 30 oder Klemme 15)

Abb. 8: Diagnosesteckdose mit Anschlussbelegung

Opel Astra



VW Passat



Citroën Berlingo / Peugeot Partner

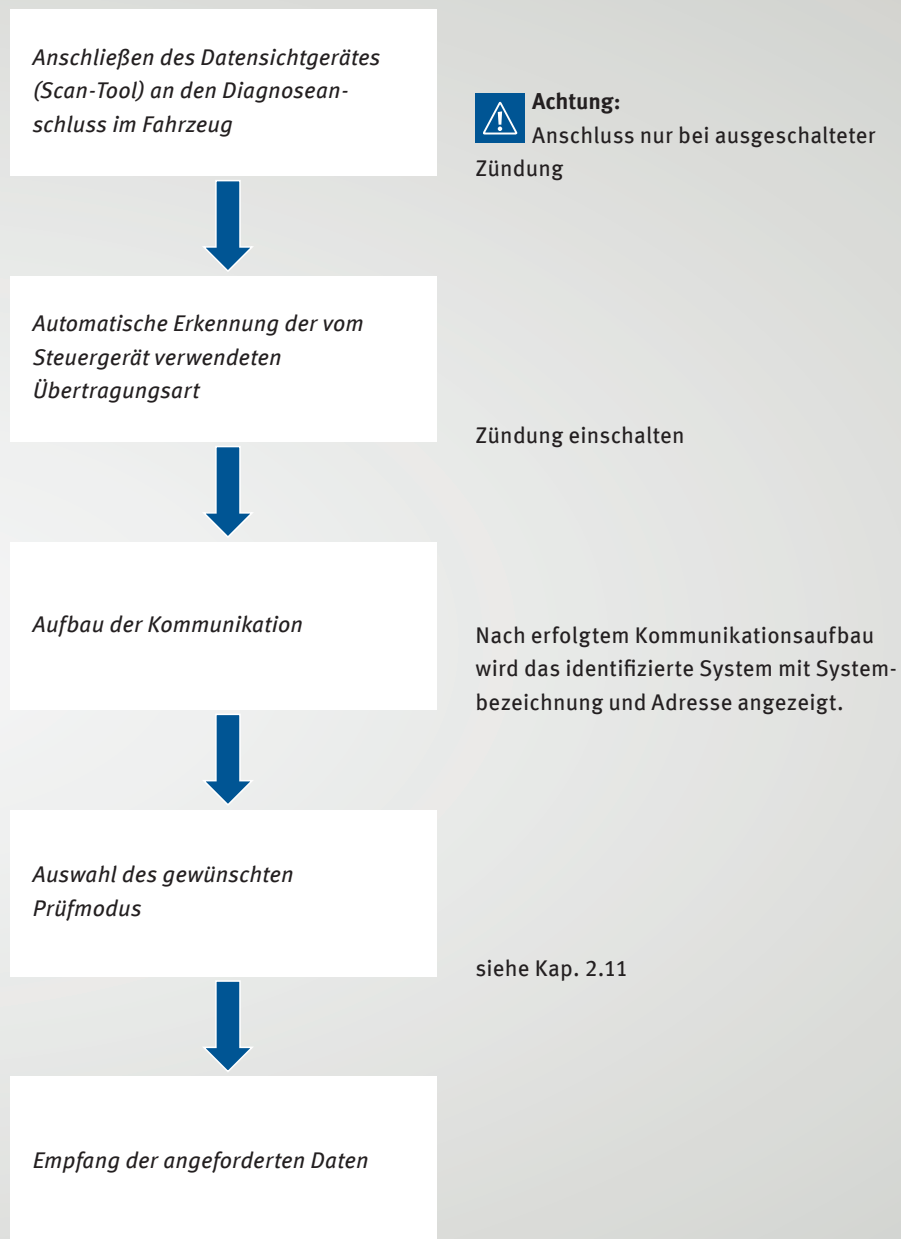


Audi A6



Abb. 9: Beispiele für Einbauorte von Diagnosesteckdosen"

2.10 Auslesen des Fehlerspeichers – Diagnoseablauf



2.11 Betriebsarten des Auslesegerätes (Prüfmodi)

Ein OBD-fähiges Auslesegerät („Scan Tool“) nach ISO 15 031-5 hat minimal 9 Funktionen (Modi).

Modus 1	Auslesen der aktuellen Betriebsdaten (Ist-Daten) z.B. Motordrehzahl, Lambdasondensignal, Readinesscode
Modus 2	Auslesen der Betriebsdaten, bei denen ein Fehler auftrat („Freeze Frame“) z.B. Motordrehzahl; Kühlmitteltemperatur, Motorlast
Modus 3	Auslesen von abgasrelevanten Fehlern die zum Aufleuchten der Fehlerlampe (MIL) führten z.B. P0101 Verbrennungsaussetzer Angezeigt werden nur „entprellte“ d.h. bestätigte Fehler (siehe Kap. 2.7 und 2.8)
Modus 4	Fehlerspeicher aller Systeme löschen Löschen der Fehlercodes, der „Freeze Frames“-Werte und des Readinesscodes Achtung: Nur zulässig, wenn nachfolgend eine Reparatur und ein erneuter Fahrzyklus erfolgen
Modus 5	Anzeigen der Lambdasonden-Signale (aktuelle Regelspannung) Achtung: Der Motor muss laufen und betriebswarm sein.
Modus 6	Anzeigen der Messwerte der nicht permanent überwachten Systeme z. B. Sekundärlufteinblasung; je nach Fahrzeughersteller unterschiedlich
Modus 7	Auslesen der „sporadischen Fehler“ Auslesen von Fehlern, die noch nicht zum Aufleuchten der Fehlerlampe (MIL) geführt haben. Angezeigt werden nur „nicht entprellte“ d.h. nicht bestätigte Fehler (siehe Kap. 2.7 und 2.8)
Modus 8	System- oder Bauteiltest Statusanzeige, ob die Überprüfung abgeschlossen ist (Bauteileprüfung, Readinesscode)
Modus 9	Anzeigen von Informationsdaten zum Fahrzeug z.B. Motorcode, Fahrgestellnummer

2.12 Fehlercodes

Gespeicherte Fehler werden mit Fehlercodes belegt.
Beim Auslesen des Fehlerspeichers werden diese Fehlercodes im Display des Auslesegerätes („Scan Tool“) angezeigt.
Die Fehlercodes sind fünfstellig.

Es gibt zwei Arten von Fehlercodes:

- Genormte Fehlercodes nach SAE J 2012/ISO 9141-2 sind an der 2. Stelle mit „0“ gekennzeichnet.
- Herstellerspezifische Fehlercodes sind an der 2. Stelle mit „1“ gekennzeichnet.

Beispiel:

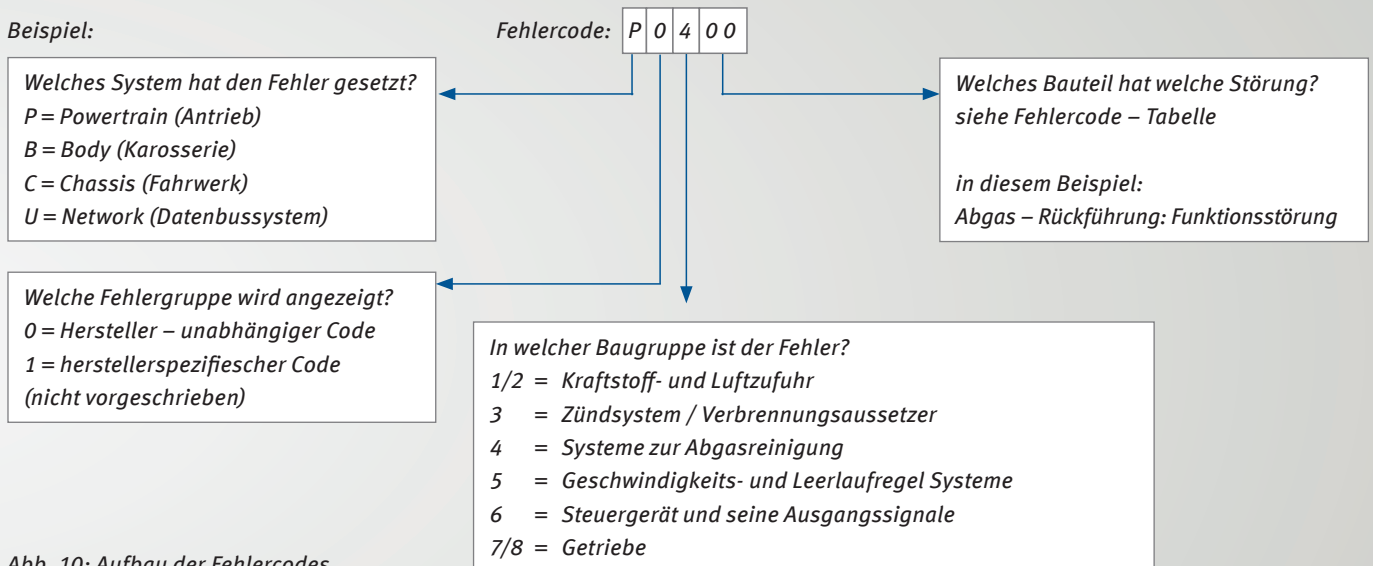


Abb. 10: Aufbau der Fehlercodes

Hersteller	Herstellerspezifischer Code	(E)OBD
Audi	16706	P0320
BMW	67	
Citroën/Peugeot	41	
Ford	227	
Mercedes-Benz	045	
Opel	19	
Toyota	6	
Volkswagen	00514	
Volvo	214	

Durch die Normung werden erstmals seit es Fehlerspeicher gibt erfasste Fehler mit einheitlichen Fehlercodes belegt. Dadurch werden die unterschiedlichen Fehlercodes der einzelnen Hersteller für einen Fehler durch einen P0-Code ersetzt.

Abb. 11: Der P0-Fehlercode bietet eine enorme Vereinfachung

2 | On-Board-Diagnosen



Hinweis:

Zu genormten P0-Fehlercodes siehe Kap. 7.3; [9]

Der Fehlercode benennt das auffällig gewordene Bauteil und die Fehlerart. Es werden 2 Arten von Fehlern unterschieden:

Fehler als Ergebnis von Funktionsstörungen

Im Rahmen von spezifischen Diagnosen werden z. B. erfasst:

- Funktionsstörung
- Menge zu klein/Menge zu groß
- Rate zu niedrig/Rate zu hoch
- Undicht
- Ungenügende Wirkung
- Regelgrenze mager/Regelgrenze fett

Fehler im Rahmen der Bauteilüberwachung (Comprehensive Components).

Dabei werden alle abgasrelevanten Sensoren und Aktoren überwacht. Sensoren sind z. B.:

- Luftmassensensor
- Drucksensoren
- Drehzahlgeber
- Phasensensor
- Temperatursensoren
- Lagepotentiometer

Aktoren sind z. B.:

- Klappensteller
- Elektromechanische Ventile
- AGR-Ventile
- Elektro-Pneumatische Wandler

Bei der Bauteilüberwachung wird zwischen elektrischen Fehlern und Bereichsfehlern (Abweichungen vom Sollwert) unterschieden:

Elektrische Fehler sind z. B.:

- Kurzschluss nach Masse,
- Kurzschluss zur Versorgungsspannung (Plusschluss),
- Unterbrechung/kein Signal

Bereichsfehler sind z. B.:

- Signal/Spannung
- nicht plausibel (unplausibler Arbeitsbereich)
- außerhalb des Bereichs
- zu hoch zu niedrig
- zu klein zu groß
- unterer/oberer Grenzwert überschritten

P01/2xx (Kraftstoff- u. Luftzufuhr)

P0117	Kühlmittel-Tempersensor	Signal zu niedrig
P0171	Zylinderreihe 1	Gemisch zu mager
P0213	Kaltstartventil1	Fehlfunktion Stromkreis
P0234	Motoraufladung	Grenzwert überschritten

P03xx (Zündsystem oder Verbrennungsaussetzer)

P0301	Zylinder 1	Fehlzündung festgestellt
P0325	Klopfsensor 1	Fehlfunktion Stromkreis
P0350	Zündspule	Fehlfunktion Stromkreis

P04xx (zusätzliche System zur Emissionsminderung)

P0400	Abgasrückführung	Fehlfunktion
P0411	Sekundärlufteinblasung	falsche Flussrate
P0444	Magnetventil Aktivkohlefilter	offener Stromkreis
P0473	Abgasdrucksensor	Signal zu hoch

P05xx (Geschwindigkeits- u. Leerlaufregelsysteme)

P0506	Leerlaufregelung	Drehzahl unter Sollwert
P0510	Leerlaufschalter	Fehlfunktion Stromkreis

P06xx (Steuergerät und seine Ausgangssignale)

P0642	Steuergerät	Klopffregelung defekt
-------	-------------	-----------------------

P07/Bxx (Getriebe)

Abb. 12: Auszug aus der Liste der P0-Fehlercodes



Hinweis:

Beachten Sie bitte, dass der Wortlaut des Textes für einen angezeigten Fehlercode je nach Hersteller des Scan-Tools unterschiedlich sein kann.

P0191	Kraftstoffschienen-Drucksensor	Messbereichs- oder Leistungsproblem
P0191	Kraftstoffverteilerdrucksensor	Bereichs-/Funktionsfehler
P0191	Schaltung Drucksensor	Kraftstoffschiene Bereich/Betriebsverhalten
P0191	Geber für Kraftstoffdruck-G247	unplausibles Signal

Beispiel: Textanzeige von verschiedenen Scan-Tools für den Fehlercode P0191

Die nachfolgenden Kapitel sollen Ihnen eine Übersicht über die einzelnen Systeme und Diagnosen einer On-Board-Diagnose geben.

Die Diagnosehinweise am Ende des jeweiligen Systems sollen eine Hilfe bei der Ermittlung von Fehlerursachen für das beschriebene System sein.

Sie enthalten praktische Hinweise für Fehlerdiagnose und -beseitigung bei schadstoffrelevanten Komponenten. Viele dieser Hinweise sind die Ergebnisse aus Kundenanfragen und technische Beratungen unserer Serviceabteilung.

Der Schwerpunkt dieser Broschüre liegt darum bei PIERBURG Produkten.


Hinweis:

Die EOBD ist seit 2003 auch für PKW und leichte Nutzfahrzeuge mit Dieselmotor gültig. Das Hauptaugenmerk dieser Broschüre liegt auf Fahrzeugen mit Ottomotor.

3.1 Systemkenntnisse gefragt

Die (E)OBD ist eine Einrichtung, welche Fehler erkennt, speichert und anzeigt. Schwerwiegende Schäden an Motorkomponenten und damit unnötige Umweltbelastungen können so vermieden werden. Das Diagnosesystem erkennt zwar ein schadhaftes Bauteil oder eine nicht einwandfreie Funktion, aber häufig nicht die Schadensursache oder das schadensverursachende Bauteil.

Im Störfall wird die Fehlerdiagnose durch Auslesen der Fehlercodes und Ausgabe der fehlerrelevanten Daten für die Werkstatt zwar erheblich erleichtert, aber es ist nicht immer so, dass ein Bauteil, welches vom Fehlerauslesegerät als schadhaft angezeigt wird, auch wirklich schadensverursachend ist.

Die tatsächliche Ursache kann oft an mehreren Komponenten liegen. Hier ist der Fachmann mit Systemkenntnissen gefragt.

Bei der Fehlerdiagnose sollte als erstes der Fehlercode mit einem Scan-Tool ausgelesen werden und das als fehlerhaft angezeigte Bauteil überprüft werden.

Die ausgegebenen Fehlercodes sind wichtige Hinweise auf möglicherweise fehlerhafte Bauteile oder Komponenten. Sie geben aber oft keinen Hinweis auf simple Ursachen, wie z.B. geknickte oder undichte Unterdruckleitungen, verklebte oder undichte Ventile usw.

Je nach Fahrzeughersteller und Auslesegerät („Scan-Tool“) können die Bauteile im Rahmen einer Stellglieddiagnose aktiviert werden.

Es ist sinnvoll, zuerst den Fehlerspeicher auszulesen und dann die Stellglieddiagnose gemäß den Herstellerangaben des Diagnosegerätes durchzuführen. Ein durch die Stellglieddiagnose aktiviertes Bauteil wird in Intervallen angesteuert, so dass es hör- oder fühlbar schaltet. Schaltet es hör- oder fühlbar, sind die Spannungsversorgung und das Bauteil elektrisch in Ordnung. Undichtigkeit oder innere Verschmutzung werden hierbei aber nicht festgestellt.

Elektrische Fehler im Kabelbaum oder Bauteil selbst werden in den meisten Anwen-

dungsfällen als Fehler abgespeichert. Sie müssen, wie auch mechanische Fehler wie Undichtigkeiten, Kleben eines Ventils usw. mit herkömmlichen Prüfmitteln aufgespürt werden.

Achten Sie bei der Fehlersuche auch auf

- Leckagen in Schlauchleitungen
- Schlechte Kontakte an Steckverbindungen
- Leichtgängigkeit von Aktoren („Druckdosen“, Steller usw.)

Nach der Prüfung und einem eventuellen Austausch muss der Fehlerspeicher gelöscht werden. In den meisten Fällen muss das neue Bauteil an das Motorsteuergerät angepasst werden, d. h. das Motorsteuergerät muss erst die individuellen Kennfelddaten „erlernen“.

3.2 Sicherheitshinweise

Diese Broschüre ist ausschließlich für Kfz-Fachkräfte gedacht.

Die jeweils geltenden gesetzlichen Bestimmungen und einschlägige Sicherheitsbestimmungen beachten, insbesondere beim Umgang mit Kraftstoff und Kraftstoffdämpfen.

Bei eingeschalteter Zündung dürfen keine Steckverbindungen getrennt oder verbunden werden. Die dadurch entstehenden Spannungsspitzen können die elektronischen Bauteile zerstören. Widerstandsmessungen an Bauteilen dürfen nur bei abgezogenem Stecker durchgeführt werden, da innere Schalt-

kreise des Steuergerätes beschädigt werden können. Sicherheitseinrichtungen dürfen nicht außer Kraft gesetzt oder umgangen werden.

Die Vorschriften der Fahrzeughersteller beachten.

3.3 Weitere Möglichkeiten der Diagnose

Neben den hier nachfolgend aufgeführten Diagnosehinweisen gibt es eine Fülle weiterer Informationsquellen, die Ihnen eine Hilfestellung zur Fehlerdiagnose bieten.

Eine Auswahl finden Sie im Kapitel 7.3 „Quellenangaben und weiterführende Literatur“.

3.4 PIERBURG und OBD

Als Spezialist für Gemischbildung, Kraftstoff- und Unterdruckversorgung, Luftsteuerung und Schadstoffreduzierung ist Pierburg maßgeblich an der Entwicklung

und Produktion der heutigen Komponenten beteiligt. Statistisch gesehen finden sich in jedem in Europa produzierten PKW 3,2 PIERBURG

Komponenten. Ein Großteil davon ist direkt oder indirekt OBD-überwacht.

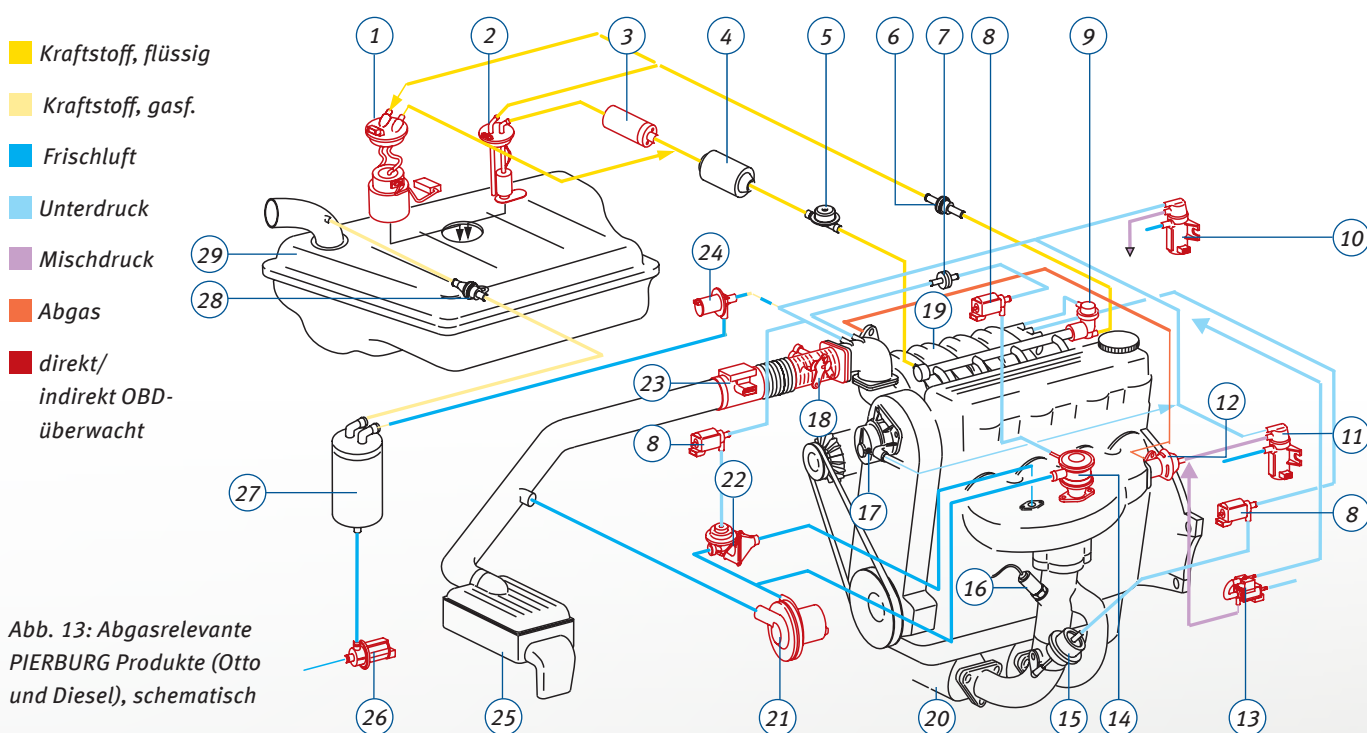


Abb. 13: Abgasrelevante PIERBURG Produkte (Otto und Diesel), schematisch

PIERBURG Produkte

- 1 Kraftstoff-Fördereinheit
- 2 In-Tank-Pumpe/Vorförderpumpe
- 3 In-line-Pumpe
- 4 Kraftstofffilter
- 5 Tankdruckventil
- 6 Aktivkohlefilter-Ventil/Regenerierventil
- 7 Kraftstoff-Rückschlagventil
- 8 Elektro-Umschaltventil (EUV)
- 9 Druckregler
- 10 Elektro-Pneumatischer Druckwandler (EPW) zur Ansteuerung Turbolader (VTG-Lader)
- 11 Elektro-Pneumatischer Druckwandler (EPW) zur Ansteuerung AGR-Ventil

- 12 AGR-Ventil/Abgasrückführventil
- 13 Elektrischer Druckwandler (EDW)
- 14 Abschaltbares Rückschlagventil (ARV)
- 15 Abgasklappe
- 17 Vakuumpumpe
- 18 Drosselklappenstutzen (mit Anbauteilen wie Drosselklappenschalter, Leerlaufsteller, Leerlauffüllungsregler usw.)
- 19 Saugrohr (mit Anbauteilen wie Elektromotorisches Antriebsmodul EAM-i)
- 21 Elektrische Sekundärluft-Pumpe (SLP)
- 22 Kombiventil
- 23 Luftmassensensor (LMS)
- 24 Aktivkohlefilter-Ventil/Regenerierventil
- 26 Aktivkohlefilter-Absperrventil

- 28 Tankdruckventil
- Wassermwälzpumpe (WUP, nicht abgebildet)

Fremdprodukt

- 16 Lamdasonde (Vorkatsonde)
- 20 Katalysator
- 25 Luftfilter
- 27 Aktivkohlefilter (AKF)
- 29 Kraftstofftank
- Turbolader (nicht abgebildet)

Die einzelnen Systeme und Komponenten werden im nachfolgenden Kapitel näher erläutert.

⁴⁾ Luftfiltereinsätze gehören zum Lieferumfang von Motorservice (weiterführende Literatur: siehe Kap. 7.3)

4.1 Kraftstoffsystem

Für den Betrieb von Fahrzeugen und Maschinen mit Verbrennungsmotoren wird im Normalfall Otto- oder Dieseldieselkraftstoff benötigt. Die hierzu verwendeten Bauteile werden unter dem Begriff „Kraftstoffsystem“ zusammengefasst.

Auf das Tankentlüftungssystem (auch als „AKF-System“ bezeichnet) und die Tankleckdiagnose wird in den nachfolgenden Kapiteln separat eingegangen (siehe Kap. 4.2 und Kap. 4.3)



Abb. 14: Kraftstoffpumpen und Kraftstoff-Fördereinheiten, verschiedene Ausführungen

- Kraftstoff, flüssig
- Kraftstoff, gasf.
- Frischluft

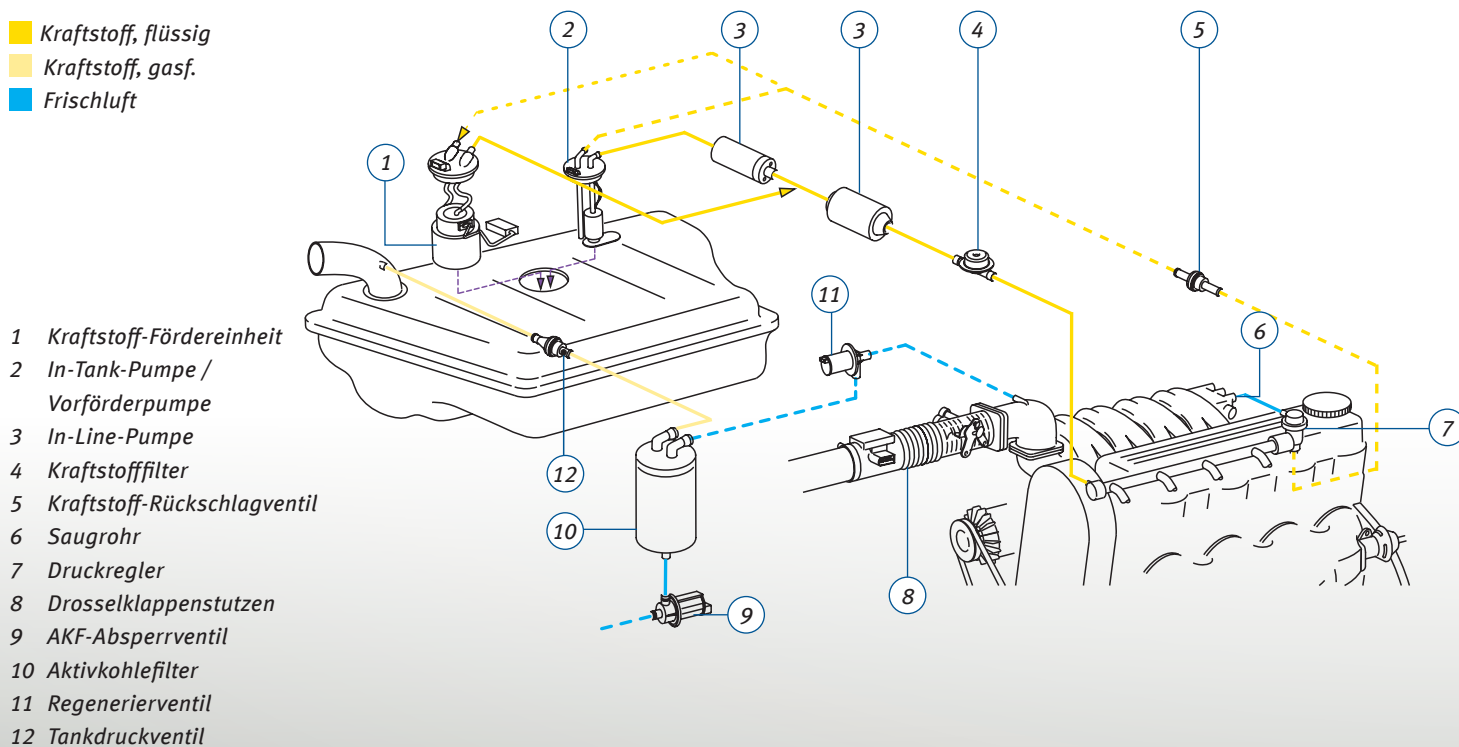


Abb. 15 Kraftstoffsystem, schematisch

4.1.2 Mögliche Fehlercodes

P0170	Gemischregelung (Bank 1)	Fehlfunktion
P0171	Gemischregelung (Bank 1)	System zu mager
P0172	Gemischregelung (Bank 1)	System zu fett
⋮		
P0175	Gemischregelung (Bank 2)	System zu fett
P0176	Messsonde Kraftstoffzusammensetzung	Fehlfunktion
P0177	Messsonde Kraftstoffzusammensetzung	Messbereichs- oder Leistungsproblem
⋮		
P0178	Messsonde Kraftstoffzusammensetzung	zu klein
P0179	Messsonde Kraftstoffzusammensetzung	zu groß
⋮		
P0263	Einspritzung Zyl. 1	Beitrags- bzw. Gleichlaufproblem
P0266	Einspritzung Zyl. 2	Beitrags- bzw. Gleichlaufproblem
⋮		
P0296	Einspritzung Zyl. 12	Beitrags- bzw. Gleichlaufproblem
⋮		
P0301	Zylinder 1	Zündaussetzer
⋮		
P0312	Zylinder 12	Zündaussetzer
P0313	Zündaussetzer erkannt	bei Kraftstoff niedrig
P0314	Einzelzylinder (Zyl. nicht definiert)	Zündaussetzer



Hinweis:

Weiterführende Literatur:
siehe Kap. 7.3

4.1.3 Diagnosehinweise

Komponente	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
Kraftstoffsystem/Gemischbildung		
Kraftstoff	• Mangelnde Kraftstoffqualität, Kraftstoffmangel • Verschmutzung, Vermengung mit Fremdstoffen z. B. Diesel im Ottokraftstoff	• Sichtprüfung, Geruchsprüfung • Reinigung der Kraftstoffanlage • Austausch des Kraftstoffs • Ersetzen des Kraftstofffilters und eventuell der Einspritzventile
Kraftstoffpumpen	• Förderleistung der Kraftstoffpumpen (Vorförder- und Hauptpumpe) zu gering, • Kraftstoffdruck zu niedrig	• Druck und Fördermenge messen, wenn vorhanden auch an der Vorförderpumpe • fehlerhafte Pumpe ersetzen
Druckregler	• Druckregler defekt, Druck zu hoch zu niedrig – Einspritzmenge damit abweichend	• Druck und Regelfunktion prüfen • fehlerhaften Druckregler ersetzen • Kraftstoffsystem prüfen
Kraftstofffilter	• Kraftstofffilter zugesetzt; Durchfluss zu gering	• Fördermenge hinter dem Filter messen • Filter erneuern
Kraftstoffleitungen	Kraftstoffleitungen abgeknickt, • im Vorlauf – Kraftstoffversorgung unzureichend • im Rücklauf – Kraftstoffdruck zu hoch	• bei unzureichender Fördermenge und abweichendem Druck, Sichtprüfung • Leitungen richten ggf. erneuern

Komponente	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
Kraftstoffsystem/Gemischbildung		
Einspritzventile	• Funktionsfehler • Falsche Einspritzzeiten • Falsche Einspritzrichtung • Undichte Einspritzventile	• Bei abgestelltem Motor mit einem geeigneten Gerät den HC-Wert im Saugrohr überprüfen. • Einspritzzeiten, Einspritzsignal und Dichtheit prüfen • Ventile reinigen oder ggf. erneuern.
AKF-System	• AKF-System undicht oder ohne Funktion • Ventile verklebt • Überbetankung	siehe Kap. 4.2.3
Sekundärluftsystem		
Sekundärluftsystem	• Schäden an der Sekundärluftpumpe, den Leitungen oder dem Abschaltventil, dadurch Falschluf im Abgaskrümm	siehe Kap. 4.4.2 und 4.4.3
Motorsteuerung		
Luftmassensensor (LMS)	• Falsches Signal • Sensor verschmutzt oder beschädigt	• Prüfung mit Diagnosegerät (Spannungssignal messen) • Defekten LMS ersetzen
Luftdrucksensor	• Falsches Signal • sporadischer Fehler (besonders bei Höhen- fahrten)	Prüfung mit Diagnosegerät: • Leitungen und Steckverbindungen überprüfen • Ggf. defekten Sensor ersetzen
Kühlmittelsensor	• Falsches Signal • sporadischer Fehler	Prüfung mit Diagnosegerät: • Leitungen und Steckverbindungen überprüfen • Ggf. defekten Sensor ersetzen
Luftversorgung		
Drosselklappenstutzen (DKS) und Anbauteile	• Leckluft/Falschluf • Sensor für Drosselklappen-Stellung gibt fehlerhaftes Signal • Endschalte gibt kein oder fehlerhaftes Signal	• Prüfen auf Dichtheit, ggf. beschädigte Dichtung ersetzen • Schließ- und Endstellung prüfen und ggf. einstellen, ansonsten DKS ersetzen • Potentiometersignal überprüfen, ggf. DKS ersetzen • Überprüfen auf Verschleiß, ggf. DKS ersetzen
Ansaugrohr	• Leckluft im Ansaugrohr • Leckluft hinter dem Luftmassensensor (führt zu magerem Gemisch) • Falschluf	• Prüfen auf Dichtheit, ggf. beschädigte Dichtung ersetzen • Schließstellung prüfen und ggf. einstellen, ansonsten Verschleißteile ggf. Schaltsaugrohr ersetzen • Überprüfen auf Verschleiß, ggf. Schaltsaugrohr ersetzen


Hinweis:

Moderne Motorsteuergeräte verfügen über „adaptive Speichermodule“, d.h. einige der für den Betrieb notwendigen Kennfelddaten müssen „erlernt“ werden. Wenn die Spannungsversorgung am

Motorsteuergerät weggenommen wird, kann es erforderlich werden, das Steuergerät neu „anzulernen“: Die Kennfelddaten werden erst im Fahrbetrieb erfasst und im Speicher abgelegt.

Dies kann einige Minuten dauern. Deshalb sollte eine Probefahrt durchgeführt werden und erst dann die Funktion nochmals geprüft werden.

4.2 Das Tankentlüftungssystem (AKF-System)

Über der Kraftstoffoberfläche im Tank bilden sich Kraftstoffdämpfe. Das Tankentlüftungssystem verhindert, dass diese Kraftstoffdämpfe mit den darin enthaltenen Kohlenwasserstoffen (HC) in die Umwelt entweichen. Sie werden daher in einem AKF-Behälter („Aktivkohlefilter“) gespeichert.



Hinweis:

Eine andere Bezeichnung für das Tankentlüftungssystem ist „Aktivkohlefilter-System“ oder kurz „AKF-System“.

Da die Speicherkapazität der Aktivkohle im AKF-Behälter begrenzt ist, muss eine regelmäßige Entleerung („Regenerierung“) des Speichers durchgeführt

werden, d.h. das Kondensat wird in die Verbrennung zurückgeführt. Dies geschieht dadurch, dass Umgebungsluft vom Saugrohrunterdruck in den AKF-Behälter gesaugt wird. Dies wird durch das AKF-Regenerierventil dosiert. Bei Systemen mit erhöhtem Tankdruck kann zusätzlich ein Tankdruckventil hinzukommen.

- Kraftstoff, flüssig
- Frischluft

- 1 Kraftstoffpumpe
- 2 AKF-Regenerierventil (AKF-Ventil)
- 3 Saugrohr
- 4 Drosselklappenstutzen
- 5 AKF Behälter
- 6 Tankdruckventil

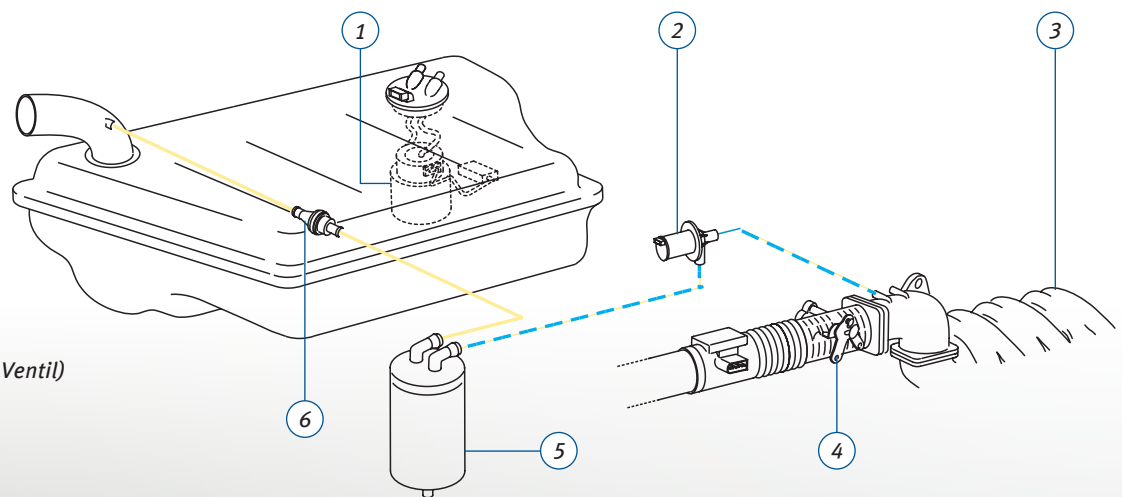


Abb. 17 Tankentlüftungssystem, schematisch

Zur „Regeneration“ des Aktivkohlefilters d.h. zum Ausspülen der darin angesammelten Kohlenwasserstoffe, wird das AKF-Regenerierventil in bestimmten Betriebszuständen durch das Motorsteuergerät geöffnet. Die im Aktivkohlefilter gespeicherten Kohlenwasserstoffe werden in das Saugrohr eingeleitet und damit der Verbrennung zugeführt.



Hinweis:

Das AKF-Regenerierventil wird auch als AKF-Ventil, Regenerierventil oder Tankentlüftungsventil bezeichnet.

4.2.1 Überwachung

Bei der gebräuchlichsten Methode der Überwachung wird zuerst der Lambdawert bei geschlossenem AKF-Regenerierventil gemessen. Dann wird das AKF-Regenerierventil geöffnet.

- Sind im Aktivkohlefilter viele Kohlenwasserstoffe gebunden, kommt es kurzzeitig zu einer Überfettung. Die Lambdaregelung regelt dann in Richtung „mager“.
- Sind im Aktivkohlefilter keine oder nur wenig Kohlenwasserstoffe gespeichert, strömt bei geöffnetem AKF-Regenerierventil nur Luft oder Luft mit geringem Kraftstoffanteil ins Saugrohr. Es kommt zu einer Abmagerung. Lambdaregelung regelt dann in Richtung „fett“.

Geschieht dieses Ausregeln in beiden Fällen nicht in einer bestimmten Zeit, wird dies als Fehler angezeigt.

Die Lambdaregelung reagiert nicht, wenn sich beim Öffnen des AKF-Regenerierventils zufällig ein Gemisch von $\lambda = 1$ ergibt.

Über die Leerlauffüllungsregelung wird in diesem Fall verhindert, dass die Drehzahl ansteigt.

Bei einwandfreier Funktion muss auch hier die Diagnoseschwelle in einer bestimmten Zeit erreicht werden. Auch hier wird ein Fehler erkannt, wenn das Ausregeln nicht in einer bestimmten Zeit erfolgt.

Eine weitere Methode ist die Modulationsdiagnose. Hier wird das AKF-Regenerierventil in einem bestimmten Prüfintervall vom Steuergerät geöffnet und wieder geschlossen. Dies erzeugt Druckänderungen im Saugrohr, die vom Saugrohrdruckgeber erfasst werden. Im Steuergerät werden die Messwerte mit den Sollwerten verglichen. Bei Abweichungen wird ein Fehler erkannt.

Bedingung der Überwachung

Die Überwachung erfolgt,

- im Leerlauf
- bei Betriebstemperatur.

4.2.2 Mögliche Fehlercodes

P0170	Gemischregelung (Bank 1)	Fehlfunktion
P0171	Gemischregelung (Bank 1)	System zu mager
P0172	Gemischregelung (Bank 1)	System zu fett
⋮		
P0175	Gemischregelung (Bank 2)	System zu fett
P0440	Kraftstoff-Verdunstungs-System	Fehlfunktion
P0441	Kraftstoff-Verdunstungs-System	Entlüftungsfluß falsch
P0442	Kraftstoff-Verdunstungs-System	kleines Leck erkannt
P0443	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftung	Fehlfunktion
P0444	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftung	offen
P0445	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftung	kurzgeschlossen
P0446	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Entlüftungsventil	Fehlfunktion
P0447	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Entlüftungsventil	offen
P0448	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Entlüftungsventil	kurzgeschlossen
P0449	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftungsventil/Magnet	Fehlfunktion
P0450	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Fehlfunktion
P0451	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0452	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	zu klein
P0453	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	zu groß
P0454	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Aussetzer
P0455	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	erhebliches Leck erkannt
P0456	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	sehr kleines Leck erkannt
P0457	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Verschluss-Kappe (verloren/offen)
P0460	Kraftstoffbehälter-Füllhöhensonde	Fehlfunktion
⋮		
P0464	Kraftstoffbehälter-Füllhöhensonde	Aussetzer
P0465	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Fehlfunktion	
⋮		
P0469	Kraftstoff-Verdunstungs-System – zeitweilige	Stromkreisunterbrechung

4.2.3 Diagnosehinweise

Neben den elektrischen Fehlern, die in jedem Fall gespeichert und als Fehlercode ausgegeben werden, können weitere Fehler Störungen verursachen. Bei diesen Fehlern werden nicht in jedem Fall die Fehlerursachen diagnostiziert. Die nachfolgende Tabelle soll eine Hilfe bei der Ermittlung von solchen Fehlerursachen sein.

Komponente	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
Aktivkohlefilter	• Tankbe- und entlüftung (Außenbelüftung) unzureichend (verschmutzt, verstopft) • Aktivkohlefilter durch Überbetankung überflutet • Speicherfüllung im Aktivkohlefilter unwirksam (Granulat ist zersetzt)	• Sichtprüfung • defekte Bauteile reinigen oder erneuern • Sitz des AKF-Regenerierventils und Leitungen auf Ablagerungen (Staub/Krümel) untersuchen. Dies deutet auf zersetztes Granulat hin.
AKF-Regenerierventil	• Leerlaufprobleme • Leerlaufregelung an der Regelgrenze • Ventil verklebt • Ventil teilweise blockiert/undicht • Deutlich wahrnehmbarer Benzingeruch, besonders bei höheren Temperaturen	• Funktion des Ventils mit Unterdruck-Handpumpe prüfen • Eigen-/Stellglieddiagnose durchführen • Elektrischer Widerstand des Ventils überprüfen • Ventil reinigen, ggf. defektes Ventil ersetzen.
Leitungen (zu AKF-Regenerierventil oder Saugrohr)	• Tankbe- und entlüftung (Außenbelüftung) unzureichend (verschmutzt, verstopft) • Leitungen verschmutzt, abgknickt oder nicht mehr angeschlossen • Durchhängende Leitungen durch Kondensat verschlossen	• Defekte Bauteile reinigen oder erneuern • Leitungen überprüfen

4.3 Die Tankleckdiagnose

Bei Leckagen im Kraftstoffsystem oder einem fehlenden Tankdeckel würden durch Ausdampfen von Kraftstoff schädliche Kohlenwasserstoffe (HC) in die Umwelt abgegeben.

Die Tankleckdiagnose (auch „Tankdiagnose“ oder „Leckdiagnose“ genannt) überwacht die Dichtheit des Tanksystems.

- Kraftstoff, flüssig
- Frischluft

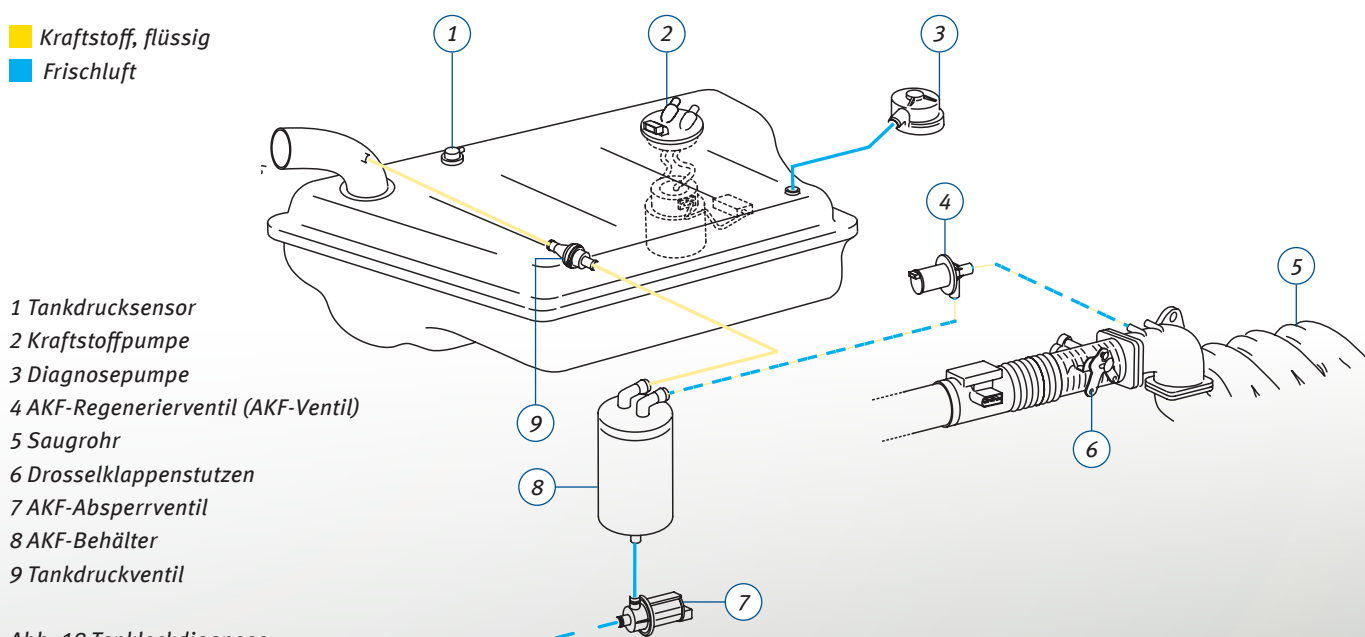


Abb. 18 Tankleckdiagnose



Abb. 19 verschiedene Ventile (AKF-System)

Für die Tankleckdiagnose sind neben den Bauteilen des Tankentlüftungssystems (siehe Kap. 4.2) ein AKF-Absperrventil und je nach Prüfverfahren ein Tankdrucksensor oder eine Diagnosepumpe erforderlich.



Hinweis:

Das AKF-Regenerierventil wird auch als AKF-Ventil oder Regenerierventil bezeichnet.

4.3.1 Überwachung

Für die Prüfung kommen zwei unterschiedliche Verfahren zur Anwendung.

Beide nachfolgend beschriebenen Arten der Tankleckdiagnose sind nur bei der OBDII (USA) vorgeschrieben. Im Rahmen der EOBD (Europa) sind ein „unverlierbarer“ Tankdeckel und eine elektrische Bauteilüberwachung ausreichend.

Prüfung mit Unterdruck

Das AKF-Absperrventil ist geschlossen, das AKF-Regenerierventil ist geöffnet. Somit wird das System mit dem Saugrohr-Unterdruck beaufschlagt.

Baut sich innerhalb einer bestimmten Zeit kein Unterdruck auf, wird eine Undichtigkeit (Großleck, bis ca. 1 mm) als Fehler erkannt.

Wird ein vorgegebener Unterdruck in einer vorgegebenen Zeitspanne erreicht, schließt das AKF-Regenerierventil. Baut sich die Druckdifferenz in diesem nun geschlossenem System schneller ab als vorgegeben, wird ein Kleinleck (bis ca. 0,5 mm) als Fehler erkannt.

Prüfung mit Überdruck

AKF-Absperrventil und AKF-Regenerierventil sind geschlossen.

Eine hier zusätzlich erforderliche Diagnosepumpe mit integriertem Absperrventil baut einen definierten Druck auf. Ist dieser Druck erreicht, schaltet die Pumpe selbstständig ab. Sinkt dieser Druck unter einen bestimmten Wert, schaltet sich die Pumpe wieder ein. In Abhängigkeit von der Größe der Undichtigkeit geschieht dies in kürzeren oder längeren Intervallen. Bei großen Lecks ist kein Druckaufbau möglich.

Je nach Verfahren erfolgt die Bewertung der Leckage über die Stromaufnahme oder die Förderperiode der Diagnosepumpe.

4.3.2 Mögliche Fehlercodes

P0440	Kraftstoff-Verdunstungs-System	Fehlfunktion
P0441	Kraftstoff-Verdunstungs-System	Entlüftungsfluß falsch
P0442	Kraftstoff-Verdunstungs-System	kleines Leck erkannt
P0443	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftung	Fehlfunktion
P0444	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftung	offen
P0445	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftung	kurzgeschlossen
P0446	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Entlüftungsventil	Fehlfunktion
P0447	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Entlüftungsventil	offen
P0448	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Entlüftungsventil	kurzgeschlossen
P0449	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Belüftungsventil/Magnet	Fehlfunktion
P0450	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Fehlfunktion
P0451	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0452	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	zu klein
P0453	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	zu groß
P0454	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Aussetzer
P0455	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	erhebliches Leck erkannt
P0456	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	sehr kleines Leck erkannt
P0457	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Drucksensor	Verschluss-Kappe (verloren/offen)
P0460	Kraftstoffbehälter-Füllhöhensonde	Fehlfunktion
⋮		
P0464	Kraftstoffbehälter-Füllhöhensonde	Aussetzer
P0465	Kraftstoff-Verdunstungs-System – Fehlfunktion	
⋮		
P0469	Kraftstoff-Verdunstungs-System – zeitweilige	Stromkreisunterbrechung

4.3.3 Diagnosehinweise

Neben den elektrischen Fehlern, die in jedem Fall gespeichert und als Fehlercode ausgegeben werden, können weitere Fehler Störungen verursachen. Bei diesen Fehlern werden nicht in jedem Fall die Fehlerursachen diagnostiziert.

Die nachfolgenden Hinweise sollen eine Hilfe bei der Ermittlung von solchen Fehlerursachen sein.

Wird von der OBD eine Leckage angezeigt:

- Das gesamte Tanksystem mit allen Verbindungen zu den Tanksegmenten (bei Satteltanks) und zum Aktivkohlefilter auf Undichtigkeiten prüfen.
- Speziell das Absperrventil muss auf Dichtheit und auf Funktion geprüft werden.
- Weitere mögliche Fehler sind verklebte oder verschmutzte AKF-Regenerier-ventile und AKF-Absperrventile. Rührt diese Verschmutzung der Ventile vom Aktivkohlefilter her, muss dieser erneuert werden. Bei wiederholt verklebten Ventilen kann eine Reinigung des gesamten Systems notwendig werden.



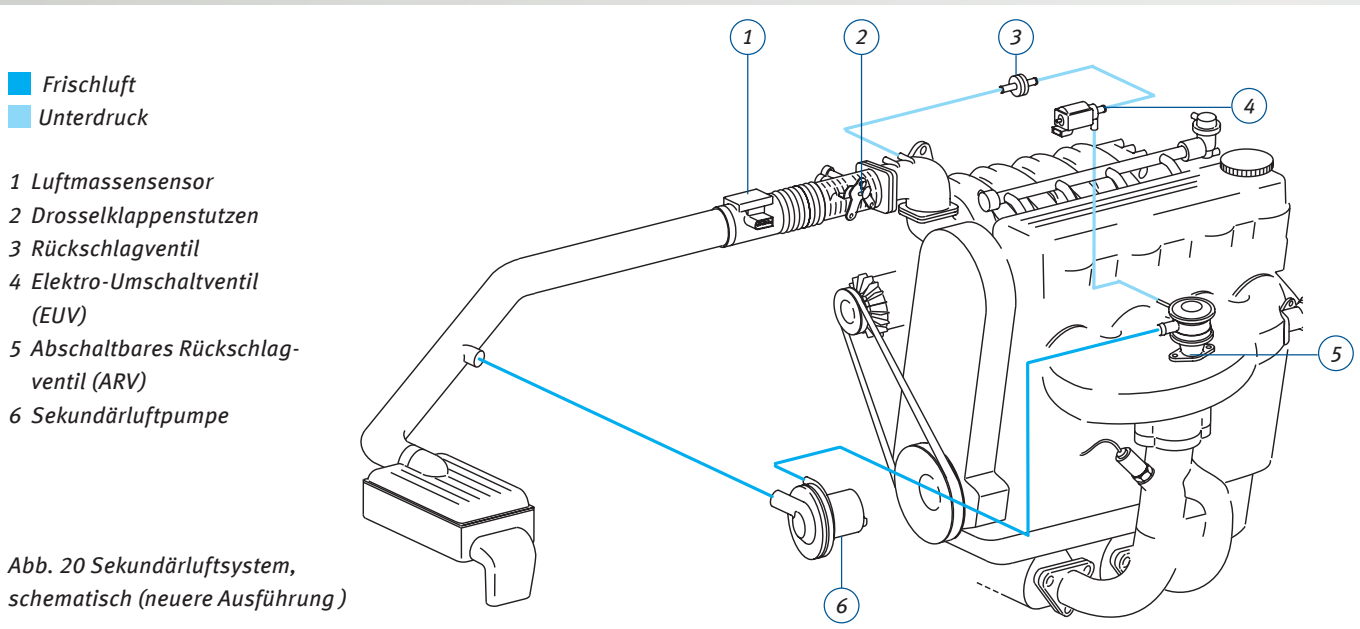
Eine Fehlermeldung kann auch durch einen losen oder verlorengegangenen Tankdeckel ausgelöst werden!

4.4 Sekundärluftsystem

Für einen sicheren Kaltstart wird ein Gemisch mit Kraftstoffüberschuss (fettes Gemisch) benötigt. Aufgrund dieser Überfettung des Gemischs in der Kaltstartphase tritt im Abgas ein erhöhter Anteil an unverbrannten Kohlenwasserstoffen (HC) und Kohlenmonoxid (CO) auf.

Durch Einblasen von sauerstoffreicher Umgebungsluft („Sekundärluft“) in den Auslasskrümmer kommt es dort zu einer Nachoxidation („katalytische Nachverbrennung“) der Schadstoffe. Obwohl das Sekundärluftsystem nach einem Kaltstart nur für maximal 90 Sekunden eingeschaltet ist, werden dadurch die

HC- und CO-Emissionen in der Kaltstartphase deutlich reduziert. Gleichzeitig verkürzt sich die Anlaufzeit des Katalysators durch die bei der Nachoxidation frei werdende Wärme erheblich.



Die Luftzugabe erfolgt durch eine elektrische Sekundärluftpumpe (SLP), welche die Luft in den Auspuffkrümmer bläst. Dazu ist eine entsprechende Verrohrung zwischen Reinluftseite (hinter dem Luftfilter) und Abgaskrümmer erforderlich. Das abschaltbare Rückschlagventil (ARV) ist ein pneumatisch betätigtes Ventil. Ein integriertes Rückschlagventil soll verhindern, dass Abgas oder Druckspitzen in das Sekundärluftsystem und die Sekun-

därluftpumpe gelangen und es dadurch zu Schäden kommt.

Das ARV wird durch ein Elektroumschaltventil (EUV) zeitabhängig nach dem Kaltstart angesteuert.

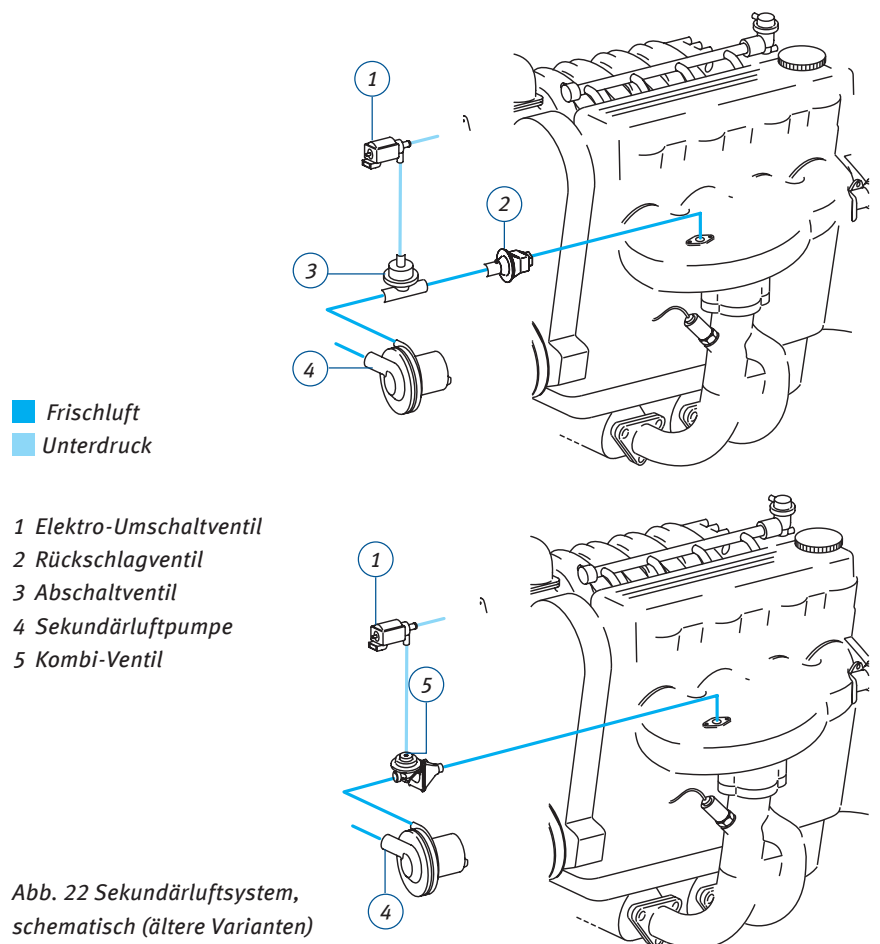
Neuere Ausführungen von abschaltbaren Rückschlagventilen werden durch den Druck der Sekundärluft geöffnet. Dadurch entfällt hier das EUV.

Abschaltbare Rückschlagventile sind nur während der Sekundärlufteinblasung unmittelbar nach dem Kaltstart geöffnet.



Die Abb. 22 zeigt zwei häufig verwendete ältere Varianten mit

- separatem Abschalt- und Rückschlagventil
- Abschalt- und Rückschlagventil aneinandergebaut als Kombiventil



Kombiventile bestehen aus einem Abschaltventil mit angebautem Rückschlagventil.



Abb. 23 Kombiventil

Abschaltventile (AV) sind unterdruckbetätigte Membranventile. Sie sind zwischen SLP und Rückschlagventil zum Abgaskrümmern eingebaut. Sie verschließen das Sekundärluftsystem zum Abgas-

krümmern hin. Sie werden nur unmittelbar nach dem Kaltstart für den Sekundärluftbetrieb geöffnet. Angesteuert werden sie über ein EUV.



Abb. 24 Abschalt-Ventil (AV), ältere Ausführung

4.4.1 Überwachung

Das Sekundärluftsystem wird im Rahmen der OBD auf Funktion und Elektrik überwacht.

- Die Funktionsüberwachung erfolgt mit Hilfe der Lambdasonde durch Überwachung der Durchflussrate der Sekundärluft in bestimmten Betriebspunkten. Bei Überschreiten von bestimmten Grenzwerten wird ein Fehler erkannt.
- Die Elektrik wird auf Kurzschluss gegen Masse, Kurzschluss gegen die Versorgungsspannung und Unterbrechung überwacht.

In der EOBD wird das Sekundärluftsystem nur hinsichtlich des elektrischen

Anschlusses der Sekundärluftpumpe überprüft, nicht aber auf ihre Wirkung.

Zur Funktionsprüfung werden zwei unterschiedliche Verfahren angewendet.

Unmittelbar nach dem Kaltstart

Die Sekundärluftpumpe wird beim Kaltstart für ca. 90 sec. eingeschaltet. Die eingepasene Sekundärluft wird nicht nachgeregelt.

Wenn die Lambdasonde betriebsbereit ist und verwertbare SONDENSIGNALE abgibt, werden diese mit den Sollwerten verglichen.

Bei Betriebstemperatur

Diese Überwachung erfolgt bei betriebswarmem Motor in einer Leerlaufphase.

Zur Prüfung wird die SLP eingeschaltet.

Dadurch registriert die Lambdasonde ein mageres Gemisch. Das SONDENSIGNAL wird im Steuergerät mit den Sollwerten verglichen.

4.4.2 Mögliche Fehlercodes (mit Diagnosehinweisen)

Fehler im Sekundärluftsystem werden durch die Fehlercodes P0410 – P0419 angezeigt.

Fehlercode	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
P0410 Sekundärluftsystem- Funktionsstörung		
Die Lambdasonde erkennt keine Sekundärluft (kein Mageresignal).	Die Sekundärluftpumpe arbeitet nicht.	• Sind die Fehlercodes P0418/0419 gespeichert, die Sekundärluftpumpe zur Prüfung fremd bestromen. Arbeitet die SLP nun, alle Relais, Leitungen und Steckverbindungen prüfen. Arbeitet die SLP nicht, muss diese ersetzt werden. • Ist die Sekundärluftpumpe durch Kondensat ausgefallen (erkennbar durch Schmutz im Pumpenausgang) das abschaltbare Rückschlagventil sekundärluftseitig auf Dichtheit und das Elektroumschaltventil auf Funktion prüfen. • Findet sich Schmutz im sekundärluftseitigen Eingang des abschaltbaren Rückschlagventils, muss das Ventil erneuert werden. • Überprüfen, ob die Sekundärluftpumpe durch Wasser ausgefallen (erkennbar durch Restwasser in der Pumpe) Saugleitung und Ventile auf Dichtheit prüfen.

Fehlercode	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
P0411 Sekundärluftsystem – Ungenügende Menge		
Sollwerte werden nicht erreicht.	Die erkannte Sekundärluftmenge ist zu niedrig (unzureichendes Magersignal). Die Sekundärluftpumpe läuft, aber die Luft gelangt nicht in den Abgaskrümmen.	• Funktion des abschaltbaren Rückschlagventils (ARV) mit Unterdruck-Handpumpe prüfen. Öffnet das ARV nicht, wenn Unterdruck anliegt, das ARV erneuern. • Öffnet das ARV, wenn Unterdruck anliegt, das Elektromagnetventil und Unterdruckleitung prüfen. • Stromversorgung zum EUV prüfen. Schaltet das EUV nicht, wenn es bestromt wird, das EUV erneuern. • Das EUV auf Durchgang prüfen, ggf. erneuern. Rückschlagventil und Sekundärluftleitungen auf freien Durchgang prüfen. Dazu Leitung am Abgaskrümmen lösen und Sekundärluftpumpe laufen lassen und Luftaustritt kontrollieren oder Rückschlagventil abbauen und durch Durchblasen freien Durchgang prüfen. Es darf dabei kein wesentlicher Luftwiderstand erkennbar sein.
P0412 Sekundärluft-Schaltventil A (EUV 1) – elektrischer Fehler		
P0415 Sekundärluft-Schaltventil B (EUV 2) – elektrischer Fehler		
Ansteuerung nicht in Ordnung.	Das Elektromagnetventil (EUV) schaltet nicht. • Das EUV wird nicht bestromt. • Elektrischer Fehler	• Leitungen, Steckverbindungen und EUV prüfen.
P0413 Sekundärluft-Schaltventil A (EUV 1) – Unterbrechung		
P0415 Sekundärluft-Schaltventil B (EUV 2) – elektrischer Fehler		
Das Elektromagnetventil (EUV) schaltet nicht.	• Das EUV wird nicht bestromt. • Ansteuerung nicht in Ordnung. • Elektrischer Fehler	• Leitungen, Steckverbindungen und EUV prüfen
P0414 Sekundärluft-Schaltventil A (EUV 1) – Kurzschluss		
P0417 Sekundärluft-Schaltventil B (EUV 2) – Kurzschluss		
Das Elektromagnetventil (EUV) schaltet nicht.	Das Elektromagnetventil (EUV) schaltet nicht. • Das EUV wird nicht bestromt. • Ansteuerung nicht in Ordnung. • Elektrischer Fehler • Kurzschluss	• Leitungen, Steckverbindungen und EUV prüfen.
P0418 Sekundärluft-System Relais Kreis A – Fehlfunktion		
P0419 Sekundärluft-System Relais Kreis B – Fehlfunktion		
Sekundärluftpumpe arbeitet nicht.	Sekundärluftpumpenrelais A oder B schaltet nicht. • Ansteuerung nicht in Ordnung. • Elektrischer Fehler • Kurzschluss	• Relais, Leitungen, Steckverbindungen und Sekundärluftpumpe prüfen.

4 | Systeme und Diagnosen mit PIERBURG Produkten

Weitere Fehlercodes, die im Zusammenhang mit dem Sekundärluftsystem von Bedeutung sind

P0100	Luftmassenmesser	Fehlfunktion
P0101	Luftmassenmesser	Außerhalb Sollbereich
P0102	Luftmassenmesser	Signal zu klein
P0103	Luftmassenmesser	Signal zu groß
P0104	Luftmassenmesser	Sporadischer Fehler
P0105	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Fehlfunktion
P0106	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Außerhalb Sollbereich
P0107	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Signal zu klein
P0108	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Signal zu groß
P0109	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Sporadischer Fehler
P0110	Ansaugluft- Temperatursensor	Fehlfunktion
P0111	Ansaugluft- Temperatursensor	Außerhalb Sollbereich
P0112	Ansaugluft- Temperatursensor	Signal zu klein
P0113	Ansaugluft- Temperatursensor	Signal zu groß
P0114	Ansaugluft- Temperatursensor	Sporadischer Fehler

Rückschlagventile (RV) sind zwischen Abschaltventil und Abgaskrümmern eingebaut und verhindern, dass Druckspitzen Schäden im Sekundärluftsystem verursachen. Sie öffnen durch den Druck des Sekundärluftstroms.



Abb. 25 Rückschlag-Ventil (RV), ältere Ausführung

Sekundärluftpumpen sind hochtourige, ein- oder zweistufige Gebläse. Erfolgt die Luftansaugung nicht aus dem Ansaugtrakt sondern direkt aus dem Motorraum, ist ein Luftfilter integriert.



Abb. 26 Sekundärluftpumpe

Elektroumschaltventile (EUV) sind 2/3-Wegeventile. Sie werden zur Unterdrucksteuerung von Schaltklappen, Abgasklappen, Wastegate-Ventilen, AGR-Ventilen, Sekundärluftventilen und viele andere Zwecke angewendet. Weitere Hinweise zu EUV finden Sie in unseren Service Informationen.



Abb. 27 Elektroumschaltventil (EUV)

4.4.3 Diagnosehinweise

Die Fehlfunktion eines Bauteils im Sekundärluftsystem verursacht oft Schäden an mehreren Komponenten. Ein häufig auftretender Fehler ist eine ausgefallene Sekundärluftpumpe. In fast allen Fällen wird der Schaden durch Abgaskondensat in der Pumpe verursacht. Bei der Reparatur wird oft die eigentliche Schadensursache nicht erkannt und nur die Sekundärluftpumpe erneuert. Der Auslöser für den Schaden verbleibt im Fahrzeug und kann zum erneuten Ausfall der Sekundärluftpumpe führen. Schäden an der Sekundärluftpumpe werden in fast allen Fällen durch Funktionsfehler im Umfeld verursacht. Aus diesem Grund müssen im Schadensfall alle Komponenten im Zusammenhang geprüft werden. So werden z.B. verklebte Rückschlagventile von der OBD als Funktionsstörung der Sekundärluftpumpe zugeordnet, auch dann, wenn diese einwandfrei arbeitet. Darüber hinaus können Schäden am Sekundärluftsystem Fehler verursachen, die bei der Fehlererkennung anderen Baugruppen zugeschrieben werden.



Abb. 28: Kondensat in der Sekundärluftpumpe

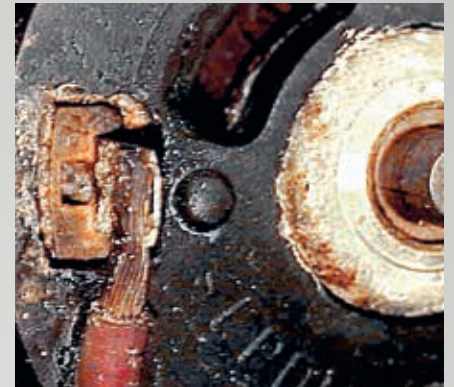


Abb. 29: Sekundärluftpumpe – Korrodierte elektrische Anschlüsse



Abb. 30: abschaltbares Rückschlagventil – Schäden an Membrane und Ventilteller durch Kondensat



Abb. 31: Ablagerungen am Rückschlagventil

Störung	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
Lauter Pfeifton („Jaulen“) nach dem Kaltstart. SLP erzeugt Geräusche. SLP fällt wiederholt aus.	- Lager durch Kondensat korrodiert. - Leitungen und Isolierung durch Kondensat zerstört. - Vertauschte (falsch verkaufte) EUV.	Wenn die SLP Geräusche verursacht, SLP ersetzen und die Schadensursache wie bei Fehlercode P0410 und P0411 beschrieben ermitteln. ARV und EUV prüfen. Sicherstellen, dass bei mehreren EUV im Fahrzeug die Anschlüsse von diesen nicht vertauscht sind.
Auspuffgeräusche oder Abgasgeruch im Motorraum.	Undichtigkeiten am Abgasstrang oder im Sekundärluftsystem, zwischen Abgaskrümmern und abschaltbarem Rückschlagventil oder Rückschlag-Ventil.	Sekundärluftpumpe im eingebauten Zustand laufen lassen (fremdbestromt). Undichte Stelle (z.B. mittels Lecksuchspray) ermitteln. Fehlerhafte Leitung oder Dichtung ersetzen. Achtung: Bei Schmorsschäden an der Leitung zwischen SLP und Abgaskrümmern wie bei Fehlercode P0410 und P0411 vorgehen.

Häufige Schadensursachen:

Ungünstige Einbaulage des Elektro-umschaltventil (EUV)

EUV befinden sich häufig im Spritzwasserbereich. Beim Abschalten des EUV kann über die Belüftung Wasser in das EUV eintreten und zu Korrosion führen. Das Ventil schaltet nicht mehr um und als Folge bleibt das ARV geöffnet. Abgas gelangt in das Sekundärluftsystem, kondensiert dort und führt zu Folgeschäden.

In manchen Fällen gelangt dadurch auch Wasser in die Unterdruckseite des ARV und führt dort zu Schäden. Schäden dieser Art werden bei der elektrischen Bauteilüberwachung im Rahmen der EOBD nicht als Fehler erkannt.

Ungünstige Einbaulage der SLP im Spritzwasserbereich

Besonders Sekundärluftpumpen, bei denen die Luftansaugung nicht aus dem Ansaugtrakt sondern direkt aus dem Motorraum erfolgt, sind gefährdet. Wasser kann hier von der SLP angesaugt werden.

Keine Ansteuerung des ARV

Die Unterdruckleitung zwischen EUV und ARV ist nicht aufgesteckt, abgequetscht oder abgelenkt.

Defektes, nicht angesteuertes oder undichtes ARV

Durch ein Leck gelangt Abgas in das Sekundärluftsystem und kondensiert dort. In beiden Fällen werden Sekundärluftpumpe und abschaltbares Rückschlagventil durch das aggressive, stark säurehaltige Kondensat zerstört.

„Garagenfahrzeuge“

Besonders betroffen von Korrosion sind Fahrzeuge mit häufigen, langen Standzeiten. Hier können Wasser und Kondensat schon nach kurzer Zeit Schäden verursachen. Bei Fahrzeugen die laufend benutzt werden wird das System mit der Sekundärluft regelmäßig ausgeblasen. Schäden treten hier später ein.

Undichte Saugleitung zur Sekundärluftpumpe

Auch zwischen Luftfilter und SLP kann Spritzwasser eintreten und zu Korrosion und nachfolgend zum Ausfall der Sekundärluftpumpe führen. Darum muss darauf geachtet werden, dass die Leitungen richtig gesteckt und nicht abgelenkt sind. Ältere Leitungen auf Risse prüfen. Dichtungen prüfen.

Spritzwasser führt nicht so schnell zu Schäden wie Kondensat.

Mechanische Beschädigungen

an Sekundärluftpumpe, Leitungen und Kabeln durch Unfall oder auch bei Reparaturen.

Elektrische Störungen

durch Kurzschluss oder Unterbrechung.

Verklebte Rückschlagventile

(Bei älteren Systemen mit separatem Rückschlagventil)

Gelangt hier Öldunst (Blow-by-Gase) aus dem Ansaugtrakt an das Rückschlagventil, kann das Ventil so verkleben, dass es auch bei laufender Sekundärluftpumpe geschlossen bleibt.



Hinweis:

Weitere Hinweise zu Fehlerdiagnose und Funktionsbeschreibung finden Sie in unseren Service Informationen.



Abb. 32 Einfache Prüfung des Rückschlagventils

Rückschlagventile können sehr einfach auf Undichtigkeit geprüft werden:

- Lösen Sie am Rückschlagventil den Verbindungsschlauch der zur Sekundärluftpumpe führt.
- Sind auf dieser Seite des Ventils Ablagerungen vorhanden (Fingerprobe, siehe Abb.) ist das Rückschlagventil undicht und muss erneuert werden.

In diesem Fall kann die Sekundärluftpumpe bereits geschädigt worden sein. Sekundärluftpumpe prüfen und ggf ebenfalls erneuern.

4.5 Abgasrückführung (AGR)

Durch Zumischen von Abgas in die Ansaugluft, wird der Sauerstoffanteil im Kraftstoff-Luftgemisch verringert. Dadurch wird die Verbrennungstemperatur in den Zylindern gesenkt. Dies bewirkt je nach Betriebspunkt eine Reduzierung der Stickoxide (NO_x) im Abgas, um bis zu 50%. Zusätzlich werden bei Dieselmotoren die Partikelbildung um ca. 10%, gesenkt, sowie die Geräuschemissionen reduziert. Bei Ottomotoren ist ein geringerer Kraftstoffverbrauch feststellbar. Über eine geregelte Zumischung von Abgas kann so das Abgasverhalten des Fahrzeuges entsprechend den Lastbedingungen beeinflusst werden. Die Abgasrückführung (AGR) ist somit ein wirksames Verfahren zur Reduzierung der Stickoxidemissionen. Sie wird daher im Rahmen des OBD II-Standard auf Funktion überwacht.

Bei der EOBD ist, ähnlich wie bei der Sekundärluft, eine Bauteilüberwachung ausreichend.

Im englischsprachigen Raum wird die Abgasrückführung AGR als EGR (von „exhaust gas recirculation“) bezeichnet.

Bis ca. 1998 wurden überwiegend pneumatische Ventile verwendet. Bei neueren Anwendungen kommen fast ausschließlich elektrische AGR-Ventile (EAGR) zum Einsatz.

Vorteile bei pneumatischen Ventilen:

- geringes Gewicht
- gute Stellkraft
- einfacher Aufbau

Vorteile bei elektrischen Ventilen:

- keine zusätzlichen Bauteile
- schnell in der Funktion, da direkt angesteuert.

- gut zu überwachen
- unabhängig vom Unterdruck schaltbar

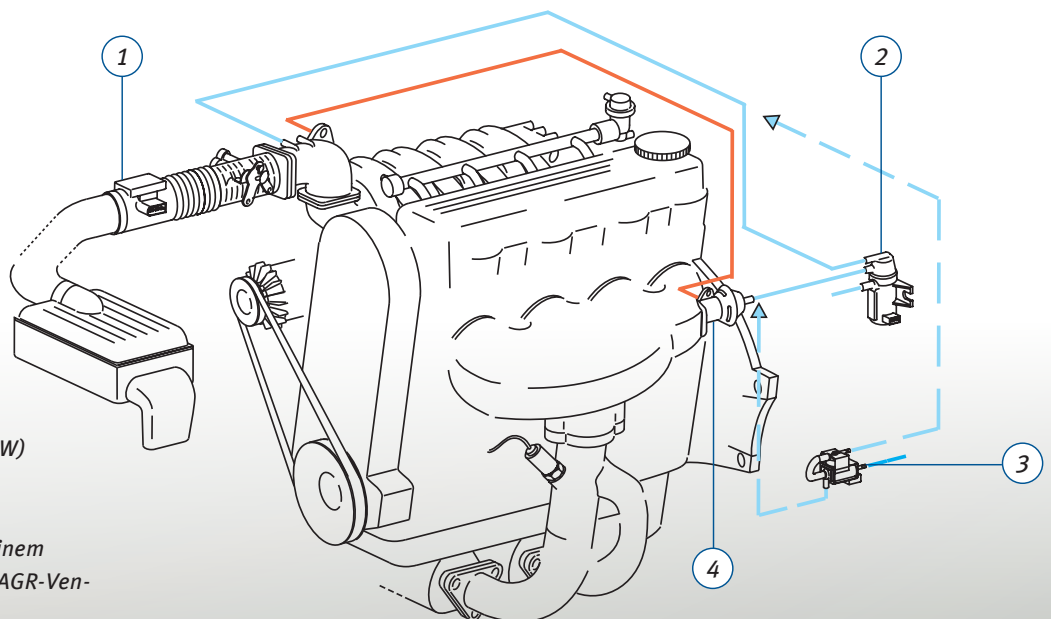
Abgasleitungen verbinden den Abgaskrümmen mit dem AGR-Ventil und das Ventil mit dem Ansaugtrakt/Saugrohr. Vielfach sind AGR-Ventile direkt an den Abgaskrümmen oder den Ansaugtrakt angebaut.

Die Abb. 33 zeigt zwei Varianten der Abgasrückführung mit pneumatischem AGR-Ventil. Es wird von einem Elektropneumatischen Druckwandler (EPW) bzw. einem Elektrischen Druck-Wandler (EDW) angesteuert.

- Abgas
- Unterdruck
- Frischlufte

- 1 Luftmassensensor
- 2 Elektro-Pneumatischer Druckwandler (EPW)
- 3 Elektrischer Druckwandler (EPW)
- 4 AGR-Ventil

Abb. 33 Abgasrückführung an einem Ottomotor (mit pneumatischem AGR-Ventil), schematisch



4 | Systeme und Diagnosen mit PIERBURG Produkten

Mit Hilfe des Saugrohrunterdrucks wird das AGR-Ventil betätigt. Das Ventil öffnet und eine bestimmte Menge Abgas wird in den Ansaugkrümmer und somit in die Verbrennung zurückgeführt. Zum Teil sind AGR-Ventile mit Potentiometern zur Lagerückmeldung ausgerüstet. Über die Lagerückmeldung ist sowohl eine Öffnungskorrektur als auch eine permanente Überwachung möglich. Andere AGR-Ventile sind für die Überwachung zusätzlich mit integrierten Temperaturfühlern ausgestattet. Da hohe Temperaturen bei elektrischen AGR-Ventilen Störungen verursachen können, sind diese bei bestimmten Anwendungen an den Kühlmittelkreislauf angeschlossen. Der Luftmassensensor (LMS) im Ansaugtrakt misst kontinuierlich die dem Motor zugeführte Luftmasse. Das Signal des LMS

wird bei Dieselfahrzeugen für die Steuerung der Abgasrückführung verwendet. Die Aktivierung der Abgasrückführung erfolgt sowohl bei pneumatischen als auch bei elektrischen Ventilen durch das Steuergerät abhängig von Temperatur, Luftmasse (Last) und Drehzahl. Die Stellung des AGR-Ventils wird über einen Sensor (i.a. ein Potentiometer) erkannt.

- Bei einfacheren oder älteren Systemen werden pneumatisch betätigte AGR-Ventile mittels Unterdruck durch ein Elektroumschaltventil (EUV) betätigt. Bei diesem einfachen Systemaufbau hat das AGR-Ventil nur eine Auf-/Zu-Funktion.
- Bei neueren Systemen erfolgt die Ansteuerung über einen Elektro-Pneumatischen Wandler (EPW), über den das AGR-Ventil stufenlos eingestellt werden kann. So

sind schnelle und sehr genaue Anpassungen an die jeweiligen Betriebspunkte möglich.

Vor dem Einsatz von EPW wurden dazu elektrische Druckwandler (EDW) eingesetzt.

- Elektrische AGR-Ventile werden direkt vom Steuergerät angesteuert.

Die Abgasrückführung wird nur in bestimmten Betriebspunkten zugeschaltet.

- Bei Dieselmotoren bis ca. 3000/min und mittlerer Last.
- Bei Ottomotoren oberhalb des Leerlaufs bis in die obere Teillast.
- Bei Volllast erfolgt keine Abgasrückführung. Die Endleistung wird damit nicht beeinflusst.

AGR-Ventile für Dieselanwendungen haben aufgrund der hohen Rückföhrraten große Öffnungsquerschnitte. Sie sind häufig in ein Gehäuse mit Drosselklappe („AGR Mischgehäuse“) integriert.



Abb. 34 AGR-Ventile für Dieselanwendungen

Bei Ottomotoranwendungen sind die Querschnitte deutlich kleiner.



Abb. 35 AGR-Ventile für Ottomotoren

4.5.1 Überwachung

Im Rahmen der OBD II (USA) wird das AGR-System auf Funktion und Wirkung überwacht.

Bei der EOBD ist eine elektrische Überwachung der Komponenten und eine Überwachung auf Funktion ausreichend.

Eine Prüfung auf Wirksamkeit ist in der EOBD nicht vorgeschrieben. Bei verschiedenen Herstellern werden auch EU-Fahrzeuge nach OBD II-Standard ausgeliefert.

EDW bestehen aus einem Elektroumschaltventil (EUV) mit aufgesetztem Druckbegrenzer. Sie sind in ihrer Wirkung ähnlich einem Elektro-Pneumatischer-Wandler (EPW)

Weitere Hinweise zu EDW finden Sie in unseren Service Informationen.



Abb. 36 Elektrischer-Druck-Wandler (EDW)

Die Abgasrückführung kann durch verschiedene Verfahren überwacht werden:

Messen des Saugrohrdrucks

In der Schubphase wird das AGR-Ventil kurzzeitig geöffnet und der Druckanstieg vom Saugrohrdrucksensor erfasst.

Durch kurzzeitiges Schließen des AGR-Ventils und dem damit verbundenen Druckabfall im Teillastbetrieb wird die Dichtheit des AGR-Ventils überwacht.

Messen der Saugrohrtemperatur

In der Schubphase wird das AGR-Ventil kurzzeitig geöffnet. Der Temperaturfühler für die Ansaugluft erfasst den Temperaturanstieg durch das einströmende, warme Abgas.

Messen der Temperatur auf der Kaltseite des AGR-Ventils

Bei einem geöffneten Ventil steigt die Temperatur auf der Kaltseite des Ventils durch das Abgas an. Die Temperaturerhöhung wird über einen Sensor erfasst. Zusätzlich werden die Signale des Potentiometers erfasst.

Erfassung des AGR-Potentiometersignals
Elektrische AGR-Ventile (EAGR) und zum

Teil auch mechanische AGR-Ventile haben ein Potentiometer, über das die Stellung des Ventils erkannt wird. Es gibt Anwendungsfälle mit zusätzlicher Überwachung von Saugrohrdruck oder Saugrohrtemperatur.

Plausibilitätsprüfung (speziell bei Dieselmotoren)

Bei einer weiteren Art der Überwachung, speziell bei Dieselmotoren, wird die Luftmasse im Verhältnis zur Motordrehzahl mit und ohne Abgasrückführung erfasst.

Überwachung der Luftmasse (speziell bei Dieselmotoren)

Bei der Abgasrückführung reduziert sich die angesaugte Luftmasse um die Menge der zugeführten Abgase. Der Luftmassensensor erfasst diese Verringerung der Luftmasse. Zusätzlich werden die Potentiometersignale überwacht.

Überwachung der Laufunruhe

Das AGR-Ventil wird im Leerlauf um einen geringen Wert geöffnet. Abgas gelangt in das Leerlaufgemisch und der Leerlauf wird unruhig. Diese Laufunruhe wird erkannt und für die Diagnose genutzt.

Mit einem EPW können pneumatische Steller (Unterdruckdosen) stufenlos verstellt werden. Ihre Wirkung ist ähnlich wie bei einem Dimmer im elektrischen Stromkreis. Sie werden eingesetzt zur Steuerung von pneumatischen AGR-Ventilen, Drosselklappen bei Dieselanwendungen und für die Verstellung der Leitschaukeln bei VTG-Ladern (Ladedruckregelung).



Abb. 37 Elektro-Pneumatischer-Wandler (EPW)

4.5.2 Mögliche Fehlercodes (mit Diagnosehinweisen)

Fehler im Abgasrückführungssystem werden durch die Fehlercodes P0400 – P0409 angezeigt.

Fehlercode	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
P0400 AGR-System – Durchfluss Fehlfunktion		
• Es erfolgt keine Abgasrückführung oder Abgasrückführung wird nicht erkannt • Endleistung wird nicht erreicht • Motor geht in den Notlauf • Fahrverhalten mangelhaft • Unruhiger Leerlauf	• Das AGR-Ventil öffnet nicht	• Funktion des pneumatischen AGR-Ventils mit Unterdruck-Handpumpe prüfen. Öffnet es nicht, wenn Unterdruck anliegt, das AGR-Ventil auf Verklebungen oder Verkokungen prüfen. Wird der Unterdruck nicht gehalten, das AGR-Ventil erneuern. Wenn ein pneumatisches Ventil nicht angesteuert wird, die Unterdruckleitungen auf Durchgang prüfen. • Bei Verklebungen das AGR-Ventil erneuern und das Einspritzsystem und des Ölnebelabscheider (Blow-by-Abscheider) überprüfen. • Das AGR-Ventil auf sichtbare Schäden oder Verfärbungen untersuchen. In diesem Fall könnte der Abgasgegendruck zu hoch oder die Ansteuerung falsch sein. Abgasanlage auf freien Durchgang und Ladedruckregelventil auf Funktion sowie elektrische Ansteuerung prüfen. • Stromversorgung zum AGR-Ventil (Anschlüsse, Kabel, Steckverbindungen und elektrische Ansteuerung) prüfen, sowie elektropneumatischer Wandler bzw. elektrischer Druckwandler oder elektronisches Umschaltventil prüfen. Defekte Teile erneuern.
P0401 AGR-System – Flussrate zu gering		
Es wird zu wenig Abgas zurückgeführt.	• Das AGR-Ventil öffnet nicht weit genug • Verengter Querschnitt durch Verunreinigungen (Verkockung) • Zu geringe Öffnungszeit des AGR-Ventils • Luftmassensensor defekt oder verschmutzt	• Elektrische Ansteuerung prüfen. • Pneumatische Ansteuerung (Unterdruck) prüfen. • Ventil ausbauen und Zustand überprüfen. • Bei Verklebungen das AGR-Ventil erneuern und das Einspritzsystem und des Ölnebelabscheider (Blow-by-Abscheider) überprüfen. • Speziell bei elektrischen AGR-Ventilen, Ansteuerung und Sensoren überprüfen. • Luftmassensensor prüfen und ggf. austauschen.
P0402 AGR-System – Flussrate zu hoch		
Es wird zu viel Abgas zurückgeführt.	• Das AGR-Ventil öffnet abweichend von den Sollwerten • Das Ventil schließt nicht vollständig • Luftmassensensor defekt oder verschmutzt	• Sensoren und Ansteuerung überprüfen • Ventil ausbauen und Zustand überprüfen. • Bei Verklebungen das AGR-Ventil erneuern und das Einspritzsystem und des Ölnebelabscheider (Blow-by-Abscheider) überprüfen. • Luftmassensensor prüfen und ggf. austauschen.

Fehlercode	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
P0403 AGR-System – Steuerkreis Fehlfunktion		
• AGR-Signale falsch oder unplausibel	• Verschleiß/Verschmutzung des Potentiometers am AGR-Ventil • Temperatursensor defekt	• Signale prüfen und mit Sollwerten vergleichen.
P0404 AGR-System – Steuerkreis Mess-/Leistungsproblem		
• Abgasrückführung außer Sollbereich • AGR-Signale falsch oder unplausibel	Verschleiß/Verschmutzung an • Potentiometer AGR-Ventil, • Drucksensor • Temperatursensor • Luftmassensensor • elektrischen Steckverbindungen und Leitungen	• Signale prüfen und mit Sollwerten vergleichen. • Elektrische Verbindungen und Leitungen prüfen.
P0405 AGR-System – Sensor A Schaltkreis zu klein		
P0406 AGR-System – Sensor A Schaltkreis zu groß		
P0407 AGR-System – Sensor B Schaltkreis zu klein		
P0408 AGR-System – Sensor B Schaltkreis zu groß		
• AGR-Signale falsch oder unplausibel	Verschleiß/Verschmutzung an • Potentiometer AGR-Ventil, • Drucksensor • Temperatursensor • Luftmassensensor • elektrischen Steckverbindungen und Leitungen	• Signale prüfen und mit Sollwerten vergleichen. • Elektrische Verbindungen und Leitungen prüfen.


Hinweis:

Bei Fehlfunktion des AGR-Systems oder Schäden an dessen Komponenten muss auch immer das Umfeld überprüft werden.

Ablagerungen können durch Fehler im Einspritzsystem oder zu hohem Ölanteil in der Ansaugluft verursacht werden. Fehler dieser Art werden im Rahmen der OBD nur zum Teil erkannt und teilweise fehlerhaft zugeordnet.

Weitere Einzelheiten zu AGR-Ventilen und Prüfmöglichkeiten finden Sie in unseren Service Informationen. Die SI 0100 enthält umfangreiche Fehlersuchtabellen.

Weitere Fehlercodes, die im Zusammenhang mit der Abgasrückführung von Bedeutung sind

P0100	Luftmassenmesser	Fehlfunktion
P0101	Luftmassenmesser	Außerhalb Sollbereich
P0102	Luftmassenmesser	Signal zu klein
P0103	Luftmassenmesser	Signal zu groß
P0104	Luftmassenmesser	Sporadischer Fehler
P0105	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Fehlfunktion
P0106	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Außerhalb Sollbereich
P0107	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Signal zu klein
P0108	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Signal zu groß
P0109	Höhengeber/Saugrohrdrucksensor	Sporadischer Fehler
P0110	Ansaugluft- Temperatursensor	Fehlfunktion
P0111	Ansaugluft- Temperatursensor	Außerhalb Sollbereich
P0112	Ansaugluft- Temperatursensor	Signal zu klein
P0113	Ansaugluft- Temperatursensor	Signal zu groß
P0114	Ansaugluft- Temperatursensor	Sporadischer Fehler

Fehler an den Sensoren beeinflussen die Funktion der Abgasrückführung. Die Folgen können, speziell bei Dieselanwendungen, „Leistungsmangel“ oder „Motor-Notlauf“ sein.

4.5.3 Diagnosehinweise

AGR-Ventil

Die häufigsten Störungsursachen sind Ablagerungen am Ventilteller oder Ventilsitz.

Die Folgen sind:

- Das Ventil ist verklebt und öffnet nicht.
- Durch Ablagerungen ist der Öffnungsquerschnitt verringert.
- Das Ventil schließt nicht vollständig.

Ungewöhnlich starke Ablagerungen können durch Fehler in der Einspritzung oder durch eine stark ölhaltige Ansaug- oder Ladeluft verursacht werden. Bei Dieselmotoren kommen zusätzlich Ablagerungen durch Ruß hinzu.

Weitere Störungen bei AGR-Ventilen:

- Potentiometer können bei größerer Laufleistung fehlerhaft Signale ausgeben oder sie fallen aus.
- Bei zu starkem Abgasgegendruck (Auspuff teilweise zugesetzt) in Dieselfahrzeugen kann das AGR-Ventil bei höherer Last aufgedrückt werden. Die Membrane wird dabei „verbrannt“ und damit das Ventil zerstört. Dies ist erkennbar an einer Blaufärbung des Ventilgehäuses.



Hinweis:

Mit einer Unterdruckhandpumpe kann die Funktion von pneumatischen AGR-Ventilen einfach überprüft werden.



Hinweis:

Ursachen für eine stark ölhaltige Ansaug- oder Ladeluft können zum Beispiel sein:

- Störungen in der Kurbelgehäuseentlüftung (z. B. Ölabscheider, Motorentlüftungsventil)
- Erhöhter Blow-by-Gasaustoß durch erhöhten Verschleiß an Kolben und Zylindern
- Störungen am Turbolader (z. B. verschlissene Lager, verstopfte Ölrücklaufleitung)
- Überschreiten der Wartungsintervalle (mangelhafter Öl- und Ölfilterwechsel)
- Verwendung von für den Anwendungszweck ungeeigneten Motorölqualitäten
- Häufiger Kurzstreckenbetrieb (besonders

in der kalten Jahreszeit Bildung von Öl-Wasser-Emulsion welche in die Motorentlüftung gelangt)

- Zu hoher Motorölstand
- Verschlissene Ventilschaftdichtungen bzw. -führungen und dadurch erhöhter Öltransfer in den Ansaugkanal.



Abb. 38 AGR-Ventil (Diesel) mit starken Ablagerungen und im Neuzustand

Weitere Einzelheiten finden Sie in unseren Service Informationen.

Magnetventile (EUV, EDW, EPW)

Die häufigsten Störungsursachen sind Wasser oder Schmutz oder undichte Schlauchverbindungen. Diese Fehler werden bei der Bauteildiagnose nicht sicher erkannt.

Hohe Umgebungstemperaturen können sporadische Störungen verursachen. In seltenen Fällen kommt es zu Störungen durch verwechselte Anschlussschläuche.

Luftmassensensoren (LMS)

siehe Kap. 4.6.3

4.6 Luftversorgung

Für Gemischbildung und Verbrennung wird Frischluft benötigt. Sie wird dem Motor durch den Ansaugtrakt zugeführt. Die dabei betroffenen Komponenten sind Luftmassensensor, Klappenstutzen, Saugrohr und Einlasskanalabschaltung („Tumbleklappen“).

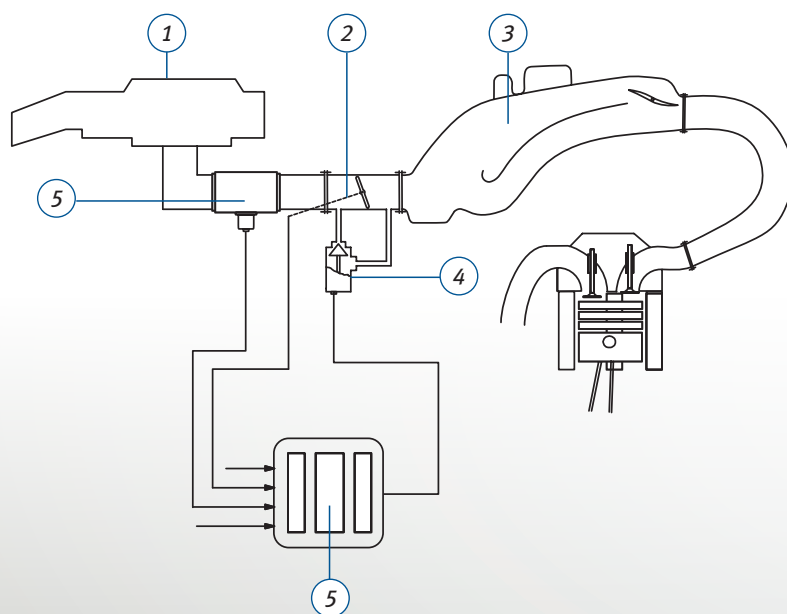


Abb. 39: Luftversorgung (schematisch)

Luftmassensensoren (LMS)

Luftmassensensoren (LMS) messen kontinuierlich die dem Motor zugeführte Luftmasse. Das Signal des LMS wird für die Berechnung der Einspritzmenge, bei Dieselmotoren zusätzlich für die Steuerung der Abgasrückführung verwendet.

Weitere Einzelheiten zu Luftmassensensoren finden Sie in unseren Service Informationen.



Abb. 40: verschiedene Luftmassensensoren

Drosselklappenstutzen (DKS)

Der vom Motor angesaugte Luftstrom wird durch Drosselklappen gesteuert. Je nach Drosselung der Ansaugluft ergibt sich daraus die Zylinderfüllung. Drosselklappenstutzen wurden in der Vergangenheit meist nur bei Ottomotoren eingesetzt. Im Zusammenhang mit der Schadstoffreduzierung werden sie zunehmend auch bei Dieselmotoren eingesetzt. Bei neueren Dieselmotoren reicht die Druckdifferenz zwischen Abgas- und Saugseite für die Erzielung großer Abgasrückführaten (bis 60 %) allein nicht aus. Darum werden zur Steigerung und genauen Regelung der Abgasrückführaten hier „Regelklappen“⁵⁾ im Saugrohr eingesetzt, um den Unterdruck zu erhöhen. Diese Regelklappe ist meist in das AGR-Mischgehäuse integriert.

Während bis ca. 1995 die Leerlaufdrehzahl durch separate Steller (z. B. am Saugrohr) geregelt wurde, haben neuere mechanische DKS einen integrierten Leerlauffüllungsregler als Anbauteil⁶⁾. Über einen Luftkanal, als Bypass zur Drosselklappe, regelt der Leerlauffüllungsregler je nach Betriebszustand die Luftmenge, die für den Warmlauf und das Einhalten der Leerlaufdrehzahl notwendig ist. Die Ansteuerung erfolgt direkt vom Steuergerät.

Bei neueren Anwendungen werden Leerlaufregelung und Startanhebung über das Verstellen der Drosselklappe bewirkt. Die Drosselklappe wird dabei elektromotorisch verstellt. Dieses Verfahren ist schneller, es ermöglicht kleinere Luftdurchsätze für den Leerlaufbetrieb und ein Verstellen der Drosselklappe ohne eine mechanische Verbindung zum Gaspedal (E-Gas, Elektronisches Gaspedal; „Drive by wire“).

Damit das Kraftstoff-Luft-Gemisch im CDI-Motor möglichst schnell und optimal verbrennt, wird die Luft über zwei getrennte Ansaugkanäle für jeden Kolben mit einem Drall versehen.

Jeweils einer dieser Ansaugkanäle ist zusätzlich mit einer verstellbaren Drallklappe („Tumble-Klappe“) ausgestattet, die über ein Gestänge vom EAM-i (Elektrisches Antriebs-Modul mit integrierter „Intelligenz“) betätigt wird.



Abb. 41 Saugrohr mit Tumbleklappen und EAM-i



Abb. 42 verschiedene Drosselklappenstutzen



Abb. 43 Saugrohre, verschiedene Ausführungen

⁵⁾ In der Praxis sind verschiedene Bezeichnungen für Drosselklappen bei Dieselfahrzeugen üblich, z. B. Regelklappen, Dieselklappen, Dieselvorklappen.

⁶⁾ In der Praxis sind verschiedene Bezeichnungen üblich, z. B. Leerlaufregler, Leerlaufregelventil, Ventil für Leerlaufstabilisierung, Leerlaufsteller u.s.w.

Schaltsaugrohre

Im allgemeinen kommen bei Ottomotoren komplette Saugrohre mit Drosselklappenstutzen zum Einsatz.

Anstelle von Saugrohren mit fester Länge werden bei Ottomotoren zunehmend auch „Schaltsaugrohre“ eingesetzt.

Mit Schaltsaugrohren kann die wirksame Länge der Ansaugwege verändert werden. Damit werden deutliche Verbesserungen bei den Drehmomenten und im Kraftstoffverbrauch erzielt. Für das Verändern der Längen („Schalten“) werden pneumatische Steller (Unterdruckdosen) oder elektromotorische Steller („Elektrische Antriebsmodule“, „EAM“) verwendet.

Die pneumatischen Steller werden über pneumatische Ventile (z.B. EUV) betätigt. Die elektrischen Antriebsmodule (EAM) werden direkt vom Motorsteuergerät angesteuert.

Darüber hinaus sind Direkteinspritzer häufig mit zusätzlichen Klappen zwischen dem eigentlichen Saugrohr und den Einlasskanälen im Zylinderkopf ausgerüstet („Einlasskanalabschaltung“, „Tumbleklappen“). Durch Verstellen der Klappen kann die Luftzuführung (Strömungsgeschwindigkeit, -richtung) geändert werden.

Elektropneumatischer Druckwandler (EPW) zur Ansteuerung eines Turboladers (VTG-Lader)

Das erreichbare Motordrehmoment eines Fahrzeuges ist abhängig vom Frischgasanteil der Zylinderfüllung.

Abgasturbolader nutzen die Energie der Abgase in einer Turbine, um über einen angeschlossenen Verdichter die Füllung der Zylinder zu erhöhen. VTG-Lader variieren den geforderten Ladedruck durch Verstellen der Leitschaufeln in der Turbine.

Diese Verstellung muss sehr exakt erfolgen. Der EPW wird vom Motorsteuergerät über ein entsprechendes Kennfeld angesteuert. Je nach Tastverhältnis des Signals wird der Steuerdruck eingestellt, mit dem die Leitschaufeln der Turbine durch eine Unterdruckdose verstellt werden.

4.6.1 Überwachung

Die elektrischen Bauteile werden auf Durchgang, Kurzschluss und Massechluss überwacht.

Bei Stellern wird die Stellposition (Endstellung auf/zurück) erfasst. Durch Potentiometer

bzw. berührungslose Messwertnehmer wird die Position erfasst.

Zum Teil wird auch die Verstellzeit überwacht (z.B. bei Tumbleklappen).

4.6.2 Mögliche Fehlercodes

Fehler an Komponenten der Luftversorgung werden mit folgenden Fehlercodes angezeigt.

Luftmassensensoren:

P0100	Luftmassen- o. Luftmengen-Messer-Kreis	Fehlfunktion
P0101	Luftmassen- o. Luftmengen-Messer-Kreis	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0102	Luftmassen- o. Luftmengen-Messer-Kreis	zu klein
P0103	Luftmassen- o. Luftmengen-Messer-Kreis	zu groß
P0104	Luftmassen- o. Luftmengen-Messer-Kreis	Aussetzer
P0110	Ansaugluft-Temperatur	Fehlfunktion
P0111	Ansaugluft-Temperatur	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0112	Ansaugluft-Temperatur	zu klein
P0113	Ansaugluft-Temperatur	zu groß
P0114	Ansaugluft-Temperatur	Aussetzer

Saugrohr:

P0105	Saugrohr, absoluter o. barometrischer Druck	Fehlfunktion
P0106	Saugrohr, absoluter o. barometrischer Druck	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0107	Saugrohr, absoluter o. barometrischer Druck	zu klein
P0108	Saugrohr, absoluter o. barometrischer Druck	zu groß
P0109	Saugrohr, absoluter o. barometrischer Druck	Aussetzer

Drosselklappenstutzen:

P0120	Drosselklappen-Positionsgeber/-Schalter – Kreis A (links, vorne, Einlass)	Fehlfunktion.
P0121	Drosselklappen-Positionsgeber/-Schalter – Kreis A (links, vorne, Einlass)	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0122	Drosselklappen-Positionsgeber/-Schalter – Kreis A (links, vorne, Einlass)	zu klein
P0123	Drosselklappen-Positionsgeber/-Schalter – Kreis A (links, vorne, Einlass)	zu groß
P0124	Drosselklappen-Positionsgeber/-Schalter – Kreis A (links, vorne, Einlass)	Aussetzer
P0220	Drosselklappen-Positionsgeber/-Schalter Kreis B	Fehlfunktion
⋮		
P0229	Drosselklappen-Positionsgeber/-Schalter Kreis C	Aussetzer
P0510	Drosselklappen-Schalter	geschlossen
P0638	Drosselklappen-Stellglied (Bank 1) Messbereichs- o.	Leistungsproblem
P0639	Drosselklappen-Stellglied (Bank 2) Messbereichs- o.	Leistungsproblem

Leerlaufüllungsregelung:

P0505	Leerlauf-Regelsystem	Fehlfunktion
P0506	Leerlauf-Regelsystem	Drehzahl niedriger als erwartet
P0507	Leerlauf-Regelsystem	Drehzahl höher als erwartet
P0508	Leerlauf-Regelsystem	zu klein
P0509	Leerlauf-Regelsystem	zu groß

Elektro-Pneumatischer-Wandler:

P0033	Ladedruck-Regelventil	Fehlfunktion Stromkreis
P0034	Ladedruck-Regelventil	Signal zu niedrig
P0035	Ladedruck-Regelventil	Signal zu hoch
P0234	Motoraufladung	Grenzwert überschritten
P0235	Motoraufladung	Grenzwert nicht erreicht
P0243	Ladedruck-Regelventil A	Fehlfunktion Stromkreis
P0244	Ladedruck-Regelventil A	Bereichs-/Funktionsfehler
P0245	Ladedruck-Regelventil A	Signal zu niedrig
P0246	Ladedruck-Regelventil A	Signal zu hoch
P0247	Ladedruck-Regelventil B	Fehlfunktion Stromkreis
:		
P0250	Ladedruck-Regelventil B	Signal zu hoch

4.6.3 Diagnosehinweise

Wenn es zu Störungen kommt, werden diese in fast allen Fällen durch Ablagerungen und Verkleben verursacht. Ein Verschleiß ist in der Regel erst bei hohen Laufleistungen feststellbar.

Luftmassensensoren (LMS)

Die häufigste Störungsursache bei Luftmassensensoren ist Schmutz. Dies gilt besonders für die neueren LMS mit Rückströmungserkennung.

So kann eine ölhaltige Ansaugluft zu einem Belag auf dem Sensor führen. Die Folgen sind fehlerhafte Signale. Die Folge können „Klingeln“ und Leistungsmangel sein.

- Bei Undichtigkeiten im Ansaugtrakt können Schmutzpartikel mit der Ansaugluft eintreten, die dann mit hoher Geschwindigkeit auf den Luftmassensensor treffen und ihn zerstören.

- Auch Fehler beim Service, z. B. Unsauberkeit beim Filterwechsel oder Verwendung falscher Filter können die Ursache für Schmutzeintrag und Schäden am Luftmassensensor sein.

Speziell bei Turbodieseln ist die Belastung für den Luftmassensensor groß, da sowohl Luftdurchsatz als auch Luftgeschwindigkeit sehr hoch sind.

Drosselklappenstutzen

Häufige Störungen an Drosselklappenstutzen:

- Schmutzablagerungen an der Drosselklappe können sich so stark aufbauen, dass eine Leerlaufregelung nicht mehr möglich ist.
- Schmutz im Leerlauffüllungsregler kann zum Verkleben führen oder den Querschnitt soweit verkleinern, dass der Motor „abstirbt“.



Hinweis:

Diese Fehler werden oft durch eine stark ölhaltige Ansaug- oder Ladeluft verursacht.

Ursachen für eine stark ölhaltige Ansaug- oder Ladeluft können zum Beispiel sein:

- Störungen in der Kurbelgehäuseentlüftung (z.B. Ölabscheider, Motor-entlüftungsventil)
- Erhöhter Blow-by-Gasaustoß durch erhöhten Verschleiß an Kolben und Zylindern
- Störungen am Turbolader (z.B. verschlissene Lager, verstopfte Ölrücklaufleitung)
- Überschreiten der Wartungsintervalle (mangelhafter Öl- und Ölfilterwechsel)
- Verwendung von für den Anwendungszweck ungeeigneten Motorölqualitäten
- Häufiger Kurzstreckenbetrieb (besonders in der kalten Jahreszeit Bildung von Öl-Wasser-Emulsion welche in die Motorentlüftung gelangt)
- Zu hoher Motorölstand
- Verschlissene Ventilschaftdichtungen bzw. -führungen und dadurch erhöhter Öltransfer in den Ansaugkanal.

Weitere Einzelheiten zu
Luftmassensensoren finden Sie in
unseren Service Informationen.

Weitere Störungsursachen, besonders bei hoher Laufleistung, sind:

- Abrieb oder Ablagerungen am Potentiometer (sporadische Störungen).
- Verschleiß an der Drosselklappe
- Ausfall der Stellmotoren für die Drosselklappe (Motor „sägt“ im Leerlauf)
- Defekte Mikroschalter am Drosselklappenstutzen (Anbauteile).


Hinweis:

Bei Verschleiß und Schäden an Potentiometern oder Mikroschaltern sollte der Drosselklappenstutzen ersetzt werden.

Eine Reparatur ist im Service wegen fehlender Justiermöglichkeiten nicht möglich. Nach dem Einbau eines neuen Drosselklappenstutzens kann es erforderlich sein, das Steuergerät „anzulernen“:

Moderne Motorsteuergeräte verfügen über „adaptive Speichermodule“, d.h. einige der für den Betrieb notwendigen Kennfeld-

daten müssen „erlernt“ werden.

Die Kennfelddaten werden erst im Fahrbetrieb erfasst und im Speicher abgelegt. Dies kann einige Minuten dauern! Deshalb sollte eine Probefahrt durchgeführt werden und erst dann die Funktion nochmals geprüft werden.

Weitere Einzelheiten finden Sie unseren Service Informationen.

Saugrohre

Fehler an Saugrohren sind:

- Saugrohr ist gebrochen oder hat Risse
Schäden an Saugrohren sind meist Gewaltschäden als Folge von unsachgemäßen Arbeiten am Motor oder starken Druckschlägen (Fehlzündungen).
- Steller arbeitet nicht oder gibt falsches Signal.

Bei pneumatischen Stellern: Prüfen ob Unterdruck anliegt, das Elektroumschaltventil elektrisch angesteuert wird und funktionsfähig ist.

Bei elektrischen Stellern: Elektrische Ansteuerung und Potentiometersignal prüfen.

In beiden Fällen zusätzlich prüfen, ob das Saugrohr durch Ablagerungen verklebt ist.

- Saugrohr macht Geräusche.

Hier wird für eine genauere Diagnose die Demontage des Saugrohres erforderlich.

Mögliche Ursachen können Fremdkörper, wie z.B. lose Teile im Saugrohr, verschobene Dichtungen (werden unter Umständen nicht erkannt) und fehlende oder beschädigte Schlauchverbindungen sein.


Achtung:

Gehen Sie bei der Demontage des Saugrohres sorgfältig vor, damit z.B. lose Teile nicht in den Motor gelangen und dort zu Folgeschäden führen! Moderne (geklebte) Saugrohre können nicht mehr zerlegt werden.

Tumbleklappen

Bei Tumbleklappen/Einlasskanalabschaltung ist, speziell bei Dieselanwendungen, Verkleben infolge von Ablagerungen die häufigste Ausfallursache. Im Rahmen der Diagnose wird die Verstellzeit überwacht. Sind die Klappen verklebt, werden sie nicht verstellt oder die Stellzeit wird überschritten. In der Diagnose wird dann der Steller, meist ein EAM-i, als fehlerhaft erkannt. Durch Ersetzen des Stellers ist dieser Fehler nicht zu beheben.

Weitere Einzelheiten zu Tumbleklappen und EAM-i finden Sie in unseren Service Informationen.



Abb. 44 Tumbleklappen, ausgefallen wegen starker Ablagerungen

Elektropneumatischer Wandler (EPW)

Die häufigsten Störungsursachen sind

- Wasser oder Schmutz oder
- undichte Schlauchverbindungen.

Diese Fehler werden bei der Bauteildiagnose nicht sicher erkannt.

Hohe Umgebungstemperaturen können sporadische Störungen verursachen.

In einigen Fällen kommt es zu Störungen durch verwechselte Anschlussschläuche.

Weitere Einzelheiten finden Sie unseren Service Informationen.

5.1 Katalysator

Katalysatoren sind chemische Stoffe, die eine chemische Reaktion beeinflussen, ohne selbst dabei verändert zu werden. Der Katalysator im Fahrzeug wird zur Reinigung der Abgase eingesetzt:

- Stickoxide (NO_x) werden zu Kohlendioxid (CO_2) und Stickstoff (N_2) reduziert.
- Kohlenmonoxid (CO) wird zu Kohlendioxid (CO_2) oxidiert.
- Kohlenwasserstoffe (HC) werden zu Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) oxidiert.

Er ist damit eines der wichtigsten Bauteile zur Schadstoffreduzierung.

Stand der Technik bei heutigen Ottomotoren ist der sogenannte „geregelte Katalysator“.

Hierbei wird dem Motor ein geregeltes Kraftstoff-Luft-Gemisch zugeführt, dessen Mischungsverhältnis um Lambda (λ) = 1 schwankt.

Die Gemischregelung erfolgt durch das Motorsteuergerät.

Eine Lambdasonde vor dem Katalysator misst den Restsauerstoff im Abgas. Das entsprechende Spannungssignal dient als Regelwert für das Motorsteuergerät. Der Katalysator erreicht seine volle Wirkung bei Temperaturen zwischen 350 – 700 °C. Bleihaltiger Kraftstoff und Temperaturen über 1000 °C können einen Katalysator zerstören.

Da der Katalysator großen Einfluss auf die Schadstoffemissionen hat, wird er im Rahmen der OBD überwacht.

5.1.1 Überwachung

Der Katalysator wird auf Wirksamkeit und Alterung überwacht. Um den Zustand des Katalysators zu überwachen wird der Restsauerstoff im Abgas mit einer zweiten Lambdasonde hinter dem Katalysator gemessen. Diese Sonde wird auch als „Sekundär-, Monitor- oder Nachkatsonde“ bezeichnet. Dabei wird das Spannungssi-

gnal der Lambdasonde vor dem Katalysator („Regelsonde“) mit dem Signal der Nachkatsonde verglichen.

Das Signal der Regelsonde schwankt stark (große Regelschwingungen). Diese Schwankungen werden durch den unterschiedlichen Restsauerstoffanteil im Abgas verursacht, als Folge der Lambdaregelung (fett – mager).

Ein funktionierender Katalysator speichert große Mengen an Sauerstoff. Dadurch schwankt der messbare Sauerstoffanteil hinter dem Katalysator nur geringfügig. Infolge dessen ist das Spannungssignal relativ konstant. Die Regelschwingungen der Nachkatsonde sind gering.

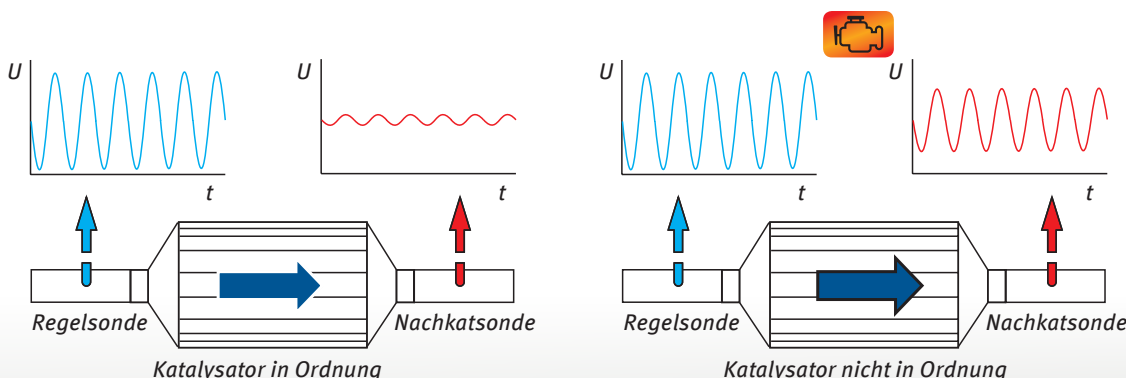


Abb. 45 Überwachung der Wirksamkeit des Katalysators

U = Spannung / t = Zeit

Bewertung:

Kleine Regelschwingungen der Nachkatsonde = Katalysator wirksam

Große Regelschwingungen der Nachkatsonde = Katalysator unwirksam

Bei defektem Katalysator sind beide SONDENSIGNALE nahezu identisch.

5 | Weitere Systeme und Diagnosen

Bedingungen der Überwachung

- Das Fahrzeug bewegt sich im Fahrbetrieb bei Geschwindigkeiten zwischen ca. 5 – 80 km/h.
 - Der Motor hat Betriebstemperatur erreicht.
 - Der Katalysator hat Temperaturen von 350 – 650 °C erreicht.
 - Die Drehzahl und die Gaspedalstellung sind weitgehend konstant.
- Der Katalysator wird als fehlerhaft erkannt, wenn der 1,5-fache Schadstoffgrenzwert überschritten wird.

5.1.2 Mögliche Fehlercodes

P0420	Katalysatorsystem (Bank 1)	Wirksamkeit unter Schwellwert
P0421	Katalysator Aufwärmung (Bank 1)	Wirksamkeit unter Schwellwert
P0422	Hauptkatalysator (Bank 1)	Wirksamkeit unter Schwellwert
P0423	beheizter Katalysator (Bank 1)	Wirksamkeit unter Schwellwert
P0424	beheizter Katalysator (Bank 1)	Temperatur unter Schwellwert
P0425	Temperatur-Sensor Katalysator (Bank 1)	Fehlfunktion
P0426	Temperatur-Sensor Katalysator (Bank 1)	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0427	Temperatur-Sensor Katalysator (Bank 1)	zu klein
P0428	Temperatur-Sensor Katalysator (Bank 1)	zu groß
P0429	Katalysator-Heizung (Bank 1)	Fehlfunktion
P0430	Katalysatorsystem (Bank 2)	Wirksamkeit unter Schwellwert
⋮		
P0439	Katalysator-Heizung (Bank 2)	Fehlfunktion

5.1.3 Diagnosehinweise

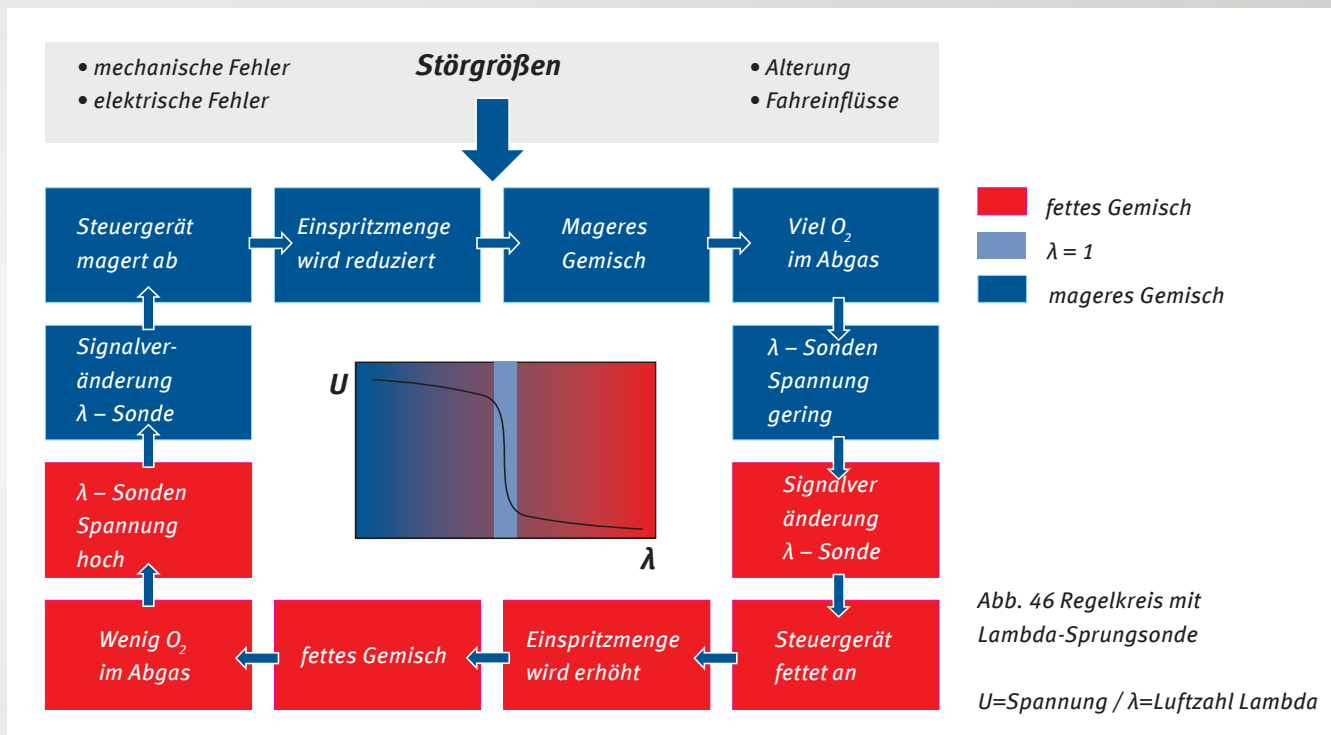
Fehler	Ursachen
Unzureichende Wirkung durch Ablagerungen auf der katalytisch wirksamen Oberfläche	• Verbleiter Kraftstoff hat den Katalysator “vergiftet“, d.h. die aktive Oberfläche ist zugesetzt. • Ölablagerung auf der aktiven Oberfläche • Vorzeitige Alterung durch hohe Temperaturen. In diesen Fällen lässt die katalytische Wirkung nach.
Leistungsmangel (durch erhöhten Abgasgegendruck). Es wird Laufunruhe erkannt (durch erhöhten Abgasgegendruck).	• Der Monolith ist infolge übermäßige mechanische Belastungen gebrochen (es gibt Geräusche, wenn man den Katalysator bewegt/schüttelt). • Durch sehr hohe Temperaturen ist der Monolith geschmolzen oder angeschmolzen. • Der Monolith ist durch “Wasserschlag“ zerstört. In diesen Fällen kann der Katalysator so geschädigt sein, dass der freie Querschnitt nicht mehr ausreichend ist. Der Abgasgegendruck steigt, die Leistung lässt spürbar nach. Zur Fehlerdiagnose: Prüfen ob der Gegendruck im Abgassystem erhöht ist. Zur Messung die Vorkatsonde entfernen und dort mit einem Feinmanometer den Druck messen. Der Abgasgegendruck beträgt normalerweise ca. 0,2 bar.

5.2 Lambdasonden

Lambdasonden messen den Sauerstoffanteil im Abgasgemisch. Sie sind Bestandteil eines Regelkreises, der ständig die richtige Zusammensetzung des Kraftstoff-Luftgemisches sicherstellt. Das Mischungsverhältnis von Luft zu Kraftstoff, bei

dem die maximale Umsetzung der Schadstoffe im Katalysator erreicht wird, liegt bei $\lambda = 1$ (stöchiometrisches Mischungsverhältnis = 14,7 kg Luft zu 1 kg Kraftstoff, in Volumen ausgedrückt: 1 l Kraftstoff auf ca. 9500 l Luft).

Änderungen in der Abgaszusammensetzung werden bei der Steuerung zahlreicher Funktionen vom Motormanagement berücksichtigt und dienen oft als erster Hinweis auf mögliche Fehler.



Das Motorsteuergerät nutzt dieses Signal zur Steuerung der Einspritzzeiten. Zur Regelung wird nur eine Sonde vor dem Katalysator („Vorkat-“ oder „Regelsonde“) benötigt. Im Rahmen der OBDII wurde eine zusätzliche Lambdasonde in das System integriert, die hinter dem Katalysator liegt („Nachkatsonde“, „Korrektur-“ oder „Monitorsonde“).

Sie dient zur Prüfung des Katalysators und kann baugleich mit der Vorkatsonde sein. Ein versehentliches Vertauschen der Steckverbindungen beider Sonden wird zumeist durch unterschiedliche Steckerarten und Farben verhindert.

Lambdasonden arbeiten ab einer Temperatur von 350 °C. Der Betriebspunkt liegt bei

etwa 600 °C. Eine Temperatur von 850 °C sollte nicht überschritten werden, da es ab 930 °C zu Schäden kommt.

5 | Weitere Systeme und Diagnosen

Man unterscheidet zwischen Sprung- und Breitbandsonde.

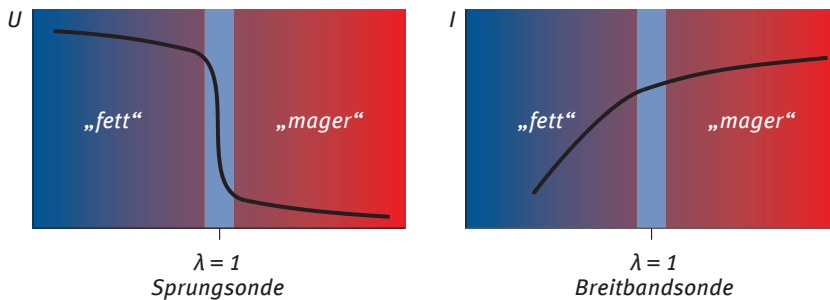


Abb. 47 Regelverhalten von Sprung- und Breitbandsonde
 U = Spannung / I = Stromstärke / λ = Luftzahl

Sprungsonden

Das Ausgangssignal der Lambdasonde („Sondenspannung“) ist abhängig vom Kraftstoff-Luftverhältnis.

Bei der Sprungsonde ändert sich die Spannung um $\lambda = 1$ sprunghaft. Darum kann das Signal nur im Bereich $\lambda = 1 \pm 0,03$ verwendet werden. Bei Motoren im mageren Bereich $\lambda > 1,03$ ist eine Signalverarbeitung nicht möglich.

Mit dieser Sonde ist daher nur eine Zweipunktregelung möglich. Vor- und Nachkatsonden sind baugleich.

- Ein fettes Gemisch ($\lambda < 1$), erzeugt eine Sondenspannung von ca. 800 mV. Zur Regelung werden die Einspritzzeiten verkürzt.

- Ein mageres Gemisch ($\lambda > 1$) ergibt eine Sondenspannung von ca. 20 mV. Zur Regelung werden die Einspritzzeiten verlängert. Es gibt Sprungsonden in verschiedenen Ausführungen.
- Die Titansonde (Titandioxid-Sonde) reagiert bei Veränderung der Gemischzusammensetzung durch eine Änderung des elektrischen Widerstandes. Sie arbeitet mit einer höheren Sondenspannung von bis zu 5 Volt. Mit dieser Sonde können kritische Abgastemperaturen erkannt werden.
- Die potentialfreie Lambdasonde verfügt über ein separates Massekabel aus dem

Steuergerät. Die Spannung des Regelbereichs wird um 700 mV angehoben. Es ergibt sich so eine Regelspannung zwischen 700–1700 mV (gemessen gegen Fahrzeugmasse). Diese technische Änderung wurde für die Eigendiagnose und die EOBD notwendig.



Hinweis:

Ein Erkennungsmerkmal für die potentialfreie Lambdasonde ist die 4-polige Sondenleitung. Aber: Nicht alle 4-poligen Lambdasonden sind potentialfrei!

Breitbandsonden

Die Breitbandsonde misst im Gegensatz zu den Sprungsonden kontinuierlich über einen weiten Lambda-Bereich von fett bis mager. Es erfolgt keine sprunghafte Änderung bei $\lambda = 1$. Damit ist eine Lambdae Regelung sowohl bei „fetten“ als auch bei „mageren“ Luftkraftstoffgemischen von ca. $\lambda = 0,7 - 3,0$ möglich. Sie ist somit auch bei Direkteinspritzung und für

zukünftige „Mager-Konzepte“ einsetzbar. Realisiert wird dieses Verfahren durch eine Pumpzelle (Miniaturpumpe), welche die Elektrode auf der Abgasseite mit soviel Sauerstoff versorgt, dass die Spannung zwischen den beiden Elektroden konstant 450 mV beträgt. Der Stromverbrauch der Pumpe wird vom Steuergerät in einen Lambdawert umgerechnet.



Hinweis:

Herkömmliche Lambdasonden sind als „Fingersonden“ ausgeführt. Neuere Sprung- und Breitbandsonden werden zunehmend in planarer Bauform („Planarsonden“) gefertigt. Planarsonden sind weiterentwickelte beheizte Lambdasonden. Durch das Beheizen sind diese Sonden schon kurz nach dem Kaltstart funktionsbereit. Damit setzt die Gemischregelung früher ein.

5.2.1 Überwachung

Bedingungen für die Überwachung von Lambdasonden

- Lambdaregelung arbeitet im Regelbereich.
- Das Fahrzeug befindet sich im Fahrbetrieb bei Geschwindigkeiten zwischen ca. 5 – 80 km/h.
- Der Motor hat Betriebstemperatur erreicht.
- Der Katalysator hat Temperaturen von 350 – 650 °C.
- Die Drehzahl und die Gaspedalstellung sind weitgehend konstant.
- Die Überwachung erfolgt bei jedem konstanten Betrieb von mehr als 20 Sekunden Dauer.

Regelsonde (Sprungsonde)

Durch Alterung oder Vergiftung kann das Ansprechverhalten einer Lambdasonde beeinflusst werden. Eine Verschlechterung kann sich in einer Verlängerung der Reaktionszeit (Periodendauer) oder Verschiebung des Messbereichs (Sonden-Shift) äußern.

Beides führt zu einer Verkleinerung des λ -Fensters und damit zu einer schlechteren Abgaskonvertierung des Katalysators. Zur Überwachung wird das Signal der Nachkatsonde ausgewertet.

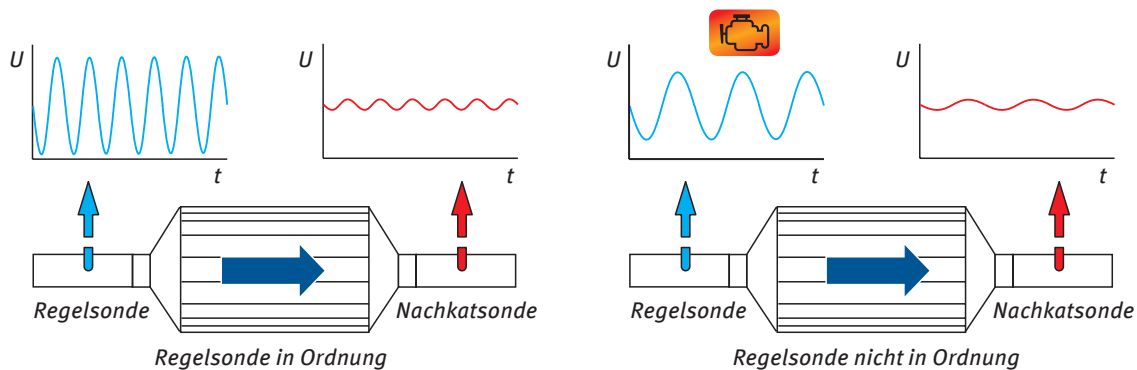


Abb. 48 Prüfung der Regelfrequenz (Trägheit der Regelsonde – Sprungsonde)

U =Spannung / t =Zeit

5 | Weitere Systeme und Diagnosen

Regelsonde (Breitbandsonde)

Da eine Breitbandsonde kein ausgeprägtes Sprungverhalten um $\lambda=1$ zeigt, muss das Kraftstoff-Luftgemisch „moduliert“ werden:

Ein leichter Wechsel zwischen magerem und fettem Gemisch wird vom Steuergerät künstlich erzeugt.

Die Reaktionszeit der Breitbandsonde auf diese aufgetragenen Schwankungen wird

überwacht. Dabei werden die aktuellen Istwerte mit den festgelegten Sollwerten verglichen.

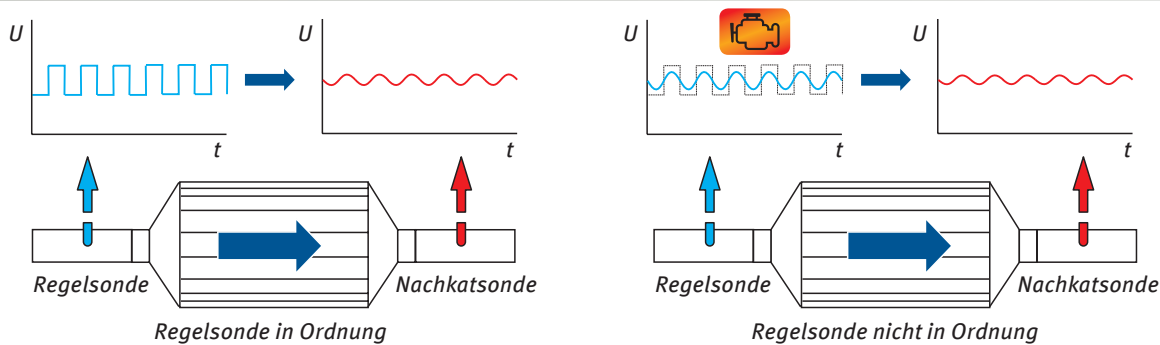


Abb. 49 Reaktionszeitdiagnose der Regelsonde (Breitbandsonde)

U =Spannung / t =Zeit

Nachkatsonde

Überwacht wird die Einhaltung der festgelegten Regelgrenzen des Lambda-Regelwertes.

Wenn sich z.B. das Luftkraftstoffverhältnis im Betrieb in Richtung „mager“ verändert, meldet die Nachkatsonde dem Steuergerät durch eine Spannungsabsenkung einen Sauerstoffanstieg im Abgas. Das Gemisch wird durch die Lambda-Regelung wieder

angefettet. Die Nachkatsondenspannung steigt und das Steuergerät kann den Lambda-Regelwert wieder senken. Bleibt trotz einer Anfettung die Sonden-spannung niedrig, würde weiter angefettet bis die Regelgrenze überschritten ist. Dies wird als Fehler erkannt.

Diese Regelung erstreckt sich über einen längeren Fahrbetrieb.

Eine weitere Möglichkeit zur Überwachung ist die Diagnose des Regelverhaltens bei der Beschleunigung oder im Schubbetrieb. Auch hierbei werden die Auswirkungen der „Anfettung“ bei der Beschleunigung und der „Abmagerung“ im Schubbetrieb für die Bewertung der Sonde genutzt.

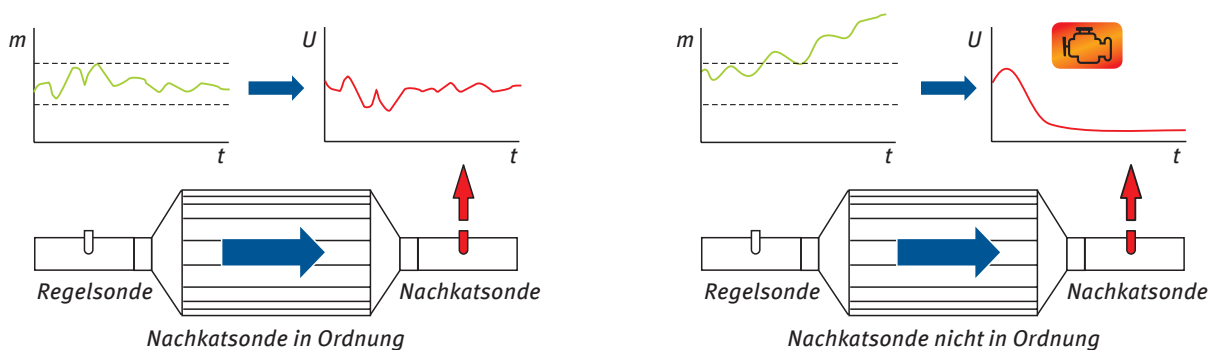


Abb. 50 Regelgrenzdiagnose der Nachkatsonde

$m=\lambda$ -Regelwert / U =Spannung / t =Zeit

5.2.2 Mögliche Fehlercodes

P0036	O2-Sonde beheizt (Bank 1 Sonde 2)	Fehlfunktion
P0037	O2-Sonde beheizt (Bank 1 Sonde 2)	zu klein
P0038	O2-Sonde beheizt (Bank 1 Sonde 2)	zu groß
P0042	O2-Sonde beheizt – Heizsteuerkreis (Bank 1 Sonde 3)	Fehlfunktion
P0043	O2-Sonde beheizt – Heizsteuerkreis (Bank 1 Sonde 3)	zu klein
P0044	O2-Sonde beheizt – Heizsteuerkreis (Bank 1 Sonde 3)	zu groß
⋮		
P0064	O2-Sonde beheizt – Heizsteuerkreis (Bank 2 Sonde 3)	zu groß
P0130	O2 Sonde (Bank 1, Sonde 1)	Fehlfunktion
P0131	O2 Sonde (Bank 1, Sonde 1)	Spannung zu niedrig
P0132	O2 Sonde (Bank 1, Sonde 1)	Spannung zu hoch
P0133	O2 Sonde (Bank 1, Sonde 1)	langsame Reaktion
P0134	O2 Sonde (Bank 1, Sonde 1)	keine Aktivität festzustellen
P0135	O2 Sonde (Bank 1, Sonde 1)	Fehler im Heizkreis
⋮		
P0167	O2 Sonde (Bank 2, Sonde 3)	Fehler im Heizkreis

5.2.3 Diagnosehinweise

Fehler	Ursachen
• Erhöhter Kraftstoffverbrauch • Ruckeln im Schiebetrieb • Motor „sägt“ im Leerlauf.	• Die Lambdasonde ist verschmutzt oder hat Ablagerungen als Folge von schlechter Verbrennung oder bleihaltigem Kraftstoff. • Die Lambdasonde reagiert zu träge d.h. die Lambdaregelung tendiert zu „fett“. • Die Lambdasonde ist durch zu hohe Abgastemperaturen geschädigt als Folge von fehlerhafter Gemischbildung oder Zündaussetzern. • Die elektrische Masseverbindung ist nicht in Ordnung.



Hinweis:

Bitte beachten Sie die allgemeinen

Hinweise in Kap. 3.

Zur Fehlerdiagnose

- Spannungssignal,
- Massenverbindung
- Beheizung (falls vorhanden) prüfen.

Dazu Fehlerspeicher auslesen und die Istwerte mit den Sollwerten vergleichen.

Stehen die Sollwerte nicht zur Verfügung

kann es hilfreich sein, diese Werte an einem baugleichen Fahrzeug im fehlerlosen Zustand auszulesen.

5.3 Verbrennungsaussetzer (Laufunruhen-Erkennung)

„Ruckeln“ oder Leistungsabfall sind die spürbaren Folgen von Störungen im Laufverhalten des Motors.

Verursacht werden diese Störungen durch Fehler im Zündsystem und in der Gemischauflbereitung, aber auch durch mechanische Schäden im Motor.

Die Folgen von Verbrennungsstörungen und Zündaussetzern sind:

- Der Motor verliert an Leistung
 - Die Abgasqualität verschlechtert sich.
 - Unverbrannter Kraftstoff gelangt in den Abgastrakt und überhitzt und beschädigt den Katalysator.
 - Der unverbrannte Kraftstoff kann zu einer Kraftstoffüberschwemmung im Zylinder führen. Der Ölfilm wird dabei geschwächt oder gänzlich abgewaschen.
- Es kommt zu Mischreibung, zu erhöhtem Verschleiß und damit zu Schäden an Kolben, Kolbenringen und Zylindern.

Aus diesem Grund wird der Motorlauf im Rahmen der OBD permanent auf Aussetzer und Laufunruhe hin überwacht.

Überwachung

Zur Erkennung von Aussetzern, wird die Laufunruhe des Motors durch Erfassen der Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle überwacht.

Über einen Zahnkranz auf der Kurbelwelle („Inkrementenrad“, „Kurbelmarkenscheibe“) und die Position der Nockenwellen ist es möglich, Zündaussetzer den einzelnen Zylinder zuzuordnen („zylinderselektiv“).

Dieser Zahnkranz ist in Sektoren aufgeteilt. Die Aufteilung entspricht den Arbeitstakten pro Kurbelwellenumdrehung. Beim 4-Zylinder sind es zwei, beim 6-Zylinder drei und beim 8-Zylinder vier Sektoren.

Unter Berücksichtigung von Drehzahl und Zündzeitpunkt wird die Durchlaufzeit für jeden Sektor erfasst.

- Ohne Aussetzer sind die Zeiten für alle Sektoren gleich.
- Treten bei einem Zylinder Aussetzer auf, verringert sich im zugeordneten Sektor die Drehgeschwindigkeit und die Durchlaufzeit dieses Sektors wird länger.

Um kleine Fehler/Toleranzen am Zahnkranz zu kompensieren, findet während des Fahrbetriebs in der Schubphase eine Geberadaption statt.

Erkannte und bestätigte Fehler werden gespeichert und über die Fehlerlampe (MIL) angezeigt.

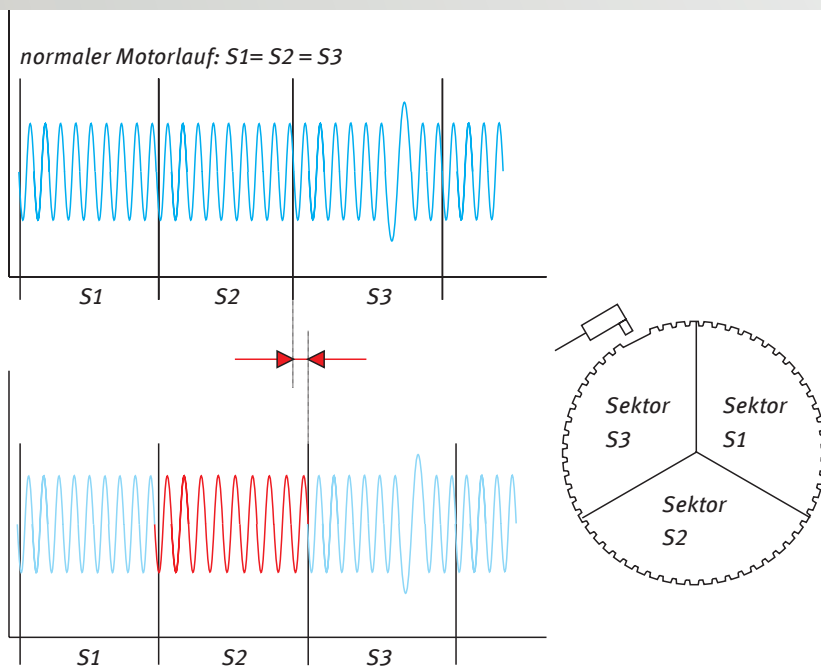


Abb. 51 Aussetzererkennung im Sektor S2 (6-Zylinder-Motor)

Nicht jeder Aussetzer führt direkt zum Aufleuchten der Fehlerlampe.

Darum wird die Anzahl der hintereinander auftretenden Aussetzer gezählt und entsprechend ihrer Schädlichkeit bewertet.

Aussetzer, die den Katalysator schädigen

Dazu werden alle Aussetzer bewertet die innerhalb von 200 Umdrehungen auftreten.

Die Fehlerlampe blinkt. Das Fahrzeug kann dann nur noch mit geringer Leistung zur nächsten Werkstatt gefahren werden.

Beachten Sie dazu auch die Hinweise des Fahrzeugherstellers in der Bedienungsanleitung des Fahrzeuges.

Aussetzer, die dazu führen, dass die Abgasgrenzwerte um mehr als das 1,5-fache ansteigen

Dies ist ab einer Aussetzerrate von 2% der Fall. Bewertet werden dazu alle Aussetzer die innerhalb von 1000 Umdrehungen auftreten.

Die Fehlerlampe leuchtet erst dann auf (Dauerlicht), wenn im folgenden Fahrzyklus der Fehler erneut erkannt wird. Der Fehler wird dadurch bestätigt („entprellt“).

Hinweis:

Bei einer Variante der Überwachung werden die aktuellen Drehzahlkurven mit den gespeicherten charakteristischen Kurven des Motors verglichen. Eine plötzliche Veränderung dieser Kurven und ein Überschreiten der Abgasgrenzwerte wird als Aussetzer erkannt und angezeigt.

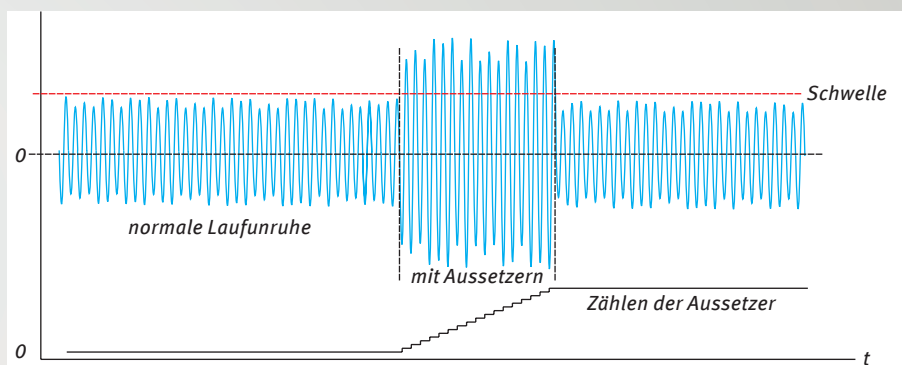


Abb. 52 Zählen der Aussetzer für die Bewertung

5.3.1 Überwachung

Die Überwachung erfolgt permanent. Einflüsse von außen können zu einer Fehlinterpretation als Verbrennungsaussetzer führen. Um dies zu vermeiden, werden Fahrgeschwindigkeit und Karosseriebeschleunigung mit berücksichtigt. So werden Drehgeschwindigkeitsänderungen der Kurbelwelle, die über den Antriebsstrang kommen, erkannt und nicht als Fehler erfasst.

Deshalb kann die Erkennung von Verbrennungsaussetzern beim Auftreten bestimmter Bedingungen vom Motormanagement ausgeblendet werden:

- Unter-/Überschreiten einer bestimmten Drehzahlswelle (Abstellen, Abregeln, Schubetrieb)
- Hohe Drehzahlsprünge (Schaltvorgänge)
- Die Zeit nach dem Motorstart (bis zu 5 Sekunden)

- Die Zeit nach dem Einschalten der Klimaanlage (bis zu 5 Sekunden)
- Unterhalb einer Lastschwelle (Fahrwiderstand)
- Schlechtwegerkennung (Schlaglöcher, Durchdrehen der Räder)
- Externe zylinderselektive Zündungseingriffe (Klopregelung)

5.3.2 Mögliche Fehlercodes

P0300	Mehrere oder 1 Zylinder	Zündaussetzer
P0301	Zylinder 1	Zündaussetzer
:		
P0312	Zylinder 12	Zündaussetzer
P0313	Zündaussetzer erkannt bei Kraftstoff niedrig	
P0314	Einzelzylinder [Zyl. nicht definiert]	Zündaussetzer
P0320	Zündung/Verteiler; Motordrehzahl-Eingangskreis	Fehlfunktion
P0321	Zündung/Verteiler; Motordrehzahl-Eingangskreis	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0322	Zündung/Verteiler; Motordrehzahl-Eingangskreis	kein Signal
P0323	Zündung/Verteiler; Motordrehzahl-Eingangskreis	Aussetzer
P0324	Klopfsensor Fehler im Steuersystem	
P0325	Klopfsensor 1 (Bank 1 o. Einzelsensor)	Fehlfunktion
P0326	Klopfsensor 1 (Bank 1 o. Einzelsensor)	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0327	Klopfsensor 1 (Bank 1 o. Einzelsensor)	zu klein
P0328	Klopfsensor 1 (Bank 1 o. Einzelsensor)	zu groß
P0329	Klopfsensor 1 (Bank 1 o. Einzelsensor)	Aussetzer
:		
P0334	Klopfsensor 2 (Bank 2)	Aussetzer
P0335	Kurbelwellen-Positionsgeber Kreis A	Fehlfunktion
P0336	Kurbelwellen-Positionsgeber Kreis A	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0337	Kurbelwellen-Positionsgeber Kreis A	zu klein
P0338	Kurbelwellen-Positionsgeber Kreis A	zu groß
P0339	Kurbelwellen-Positionsgeber Kreis A	Aussetzer
P0340	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis A (Bank 1)	Fehlfunktion
P0341	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis A (Bank 1)	Messbereichs- o. Leistungsproblem
P0342	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis A (Bank 1)	zu klein
P0343	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis A (Bank 1)	zu groß
P0344	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis A (Bank 1)	Aussetzer
:		
P0349	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis A (Bank 2)	Aussetzer
P0350	Zündspule, Primär/Sekundärkreis	Fehlfunktion
P0351	Zündspule A, Primär/Sekundärkreis	Fehlfunktion
:		
P0362	Zündspule L, Primär/Sekundärkreis	Fehlfunktion
P0365	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis B (Bank 1)	Fehlfunktion
P0369	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis B (Bank 1)	Aussetzer
P0370	Hochauflösendes Zeitgebersignal Kreis A	Fehlfunktion
P0371	Hochauflösendes Zeitgebersignal Kreis A	zu viel Impulse
P0372	Hochauflösendes Zeitgebersignal Kreis A	zu wenig Impulse
P0373	Hochauflösendes Zeitgebersignal Kreis A	Impulse unstetig
P0374	Hochauflösendes Zeitgebersignal Kreis A	keine Impulse
:		
P0379	Hochauflösendes Zeitgebersignal Kreis B	keine Impulse
P0385	Kurbelwellen-Positionsgeber Kreis B	Fehlfunktion
:		
P0394	Nockenwellen-Positionsgeber Kreis B	Aussetzer

5.3.3 Diagnosehinweise

Aussetzer können vielfältige Ursachen haben. Bei der Fehlersuche muss daher als erstes der Fehlerspeicher ausgelesen werden.

Komponente	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
Kraftstoffsystem/Gemischbildung		
Kraftstoff	• Mangelnde Kraftstoffqualität, Kraftstoffmangel • Verschmutzung, Vermengung mit Fremdstoffen z. B. Diesel im Ottokraftstoff	• Sichtprüfung, Geruchsprüfung • Reinigung der Kraftstoffanlage • Austausch des Kraftstoffs • Ersetzen des Kraftstofffilters und eventuell der Einspritzventile
Kraftstoffpumpen	• Förderleistung der Kraftstoffpumpen (Vorförder- und Hauptpumpe) zu gering, • Kraftstoffdruck zu niedrig	• Druck und Fördermenge messen, wenn vorhanden auch an der Vorförderpumpe • fehlerhafte Pumpe ersetzen
Druckregler	• Druckregler defekt, Druck zu hoch zu niedrig – Einspritzmenge damit abweichend	• Druck und Regelfunktion prüfen • fehlerhaften Druckregler ersetzen • Kraftstoffsystem prüfen
Kraftstofffilter	• Kraftstofffilter zugesetzt; Durchfluss zu gering	• Fördermenge hinter dem Filter messen • Filter erneuern
Kraftstoffleitungen	• Kraftstoffleitungen abgeknickt, • im Vorlauf – Kraftstoffversorgung unzureichend • im Rücklauf – Kraftstoffdruck zu hoch	• bei unzureichender Fördermenge und abweichendem Druck, Sichtprüfung • Leitungen richten ggf. erneuern
Einspritzventile	• Funktionsfehler • Falsche Einspritzzeiten • Falsche Einspritzrichtung • Undichte Einspritzventile	• Bei abgestelltem Motor mit einem geeigneten Gerät den HC-Wert im Saugrohr überprüfen. • Einspritzzeiten, Einspritzsignal und Dichtheit prüfen • Ventile reinigen oder ggf. erneuern.
Sekundärluftsystem		
Sekundärluftsystem	• Schäden an der Sekundärluftpumpe, den Leitungen oder dem Abschaltventil, dadurch Falschluf im Abgaskrümmer	siehe Kap. 4.4.2 und 4.4.3
Motorsteuerung		
Sensoren für – Drehzahl – Nockenwellenposition	• Signale unzureichend oder Abstände falsch, Sensoren lose oder verschmutzt	• Prüfung mit Diagnosegerät • Sensoren reinigen und ggf. nachjustieren • Falls Sensoren fehlerhaft, diese ersetzen
Inkrementenrad	• lose oder beschädigt	• befestigen, falls fehlerhaft, ersetzen • Position von Inkrementenrad und Kurbel-/Nockenwellensensor, sowie Steuerzeiten prüfen. Dazu den OT von Zylinder 1 ermitteln.
Katalysator	• zugesetzt/verstopft • Druck im Krümmer zu hoch (Abgasstau)	• Prüfung mit Diagnosegerät (Spannungskurve messen) • Abgasgegendruck messen • falls fehlerhaft, ersetzen
Lambdasonde	• Alterung; Kurzschluss; fehlerhaftes Signal	• Prüfung mit Diagnosegerät • Leitungs-/Massefehler beseitigen • falls Sonde fehlerhaft, ersetzen

Fortsetzung auf der nächsten Seite >

5 | Weitere Systeme und Diagnosen

Komponente	Mögliche Ursachen/Fehler	Mögliche Abhilfen/Maßnahmen
Motorsteuerung		
Temperatursensoren	• sporadisch fehlerhaftes Signal	• Prüfung mit Diagnosegerät • Leitungen und Kontaktierung prüfen • Falls fehlerhaft, Sensor ersetzen
Motorsteuergerät	• Interner Fehler	• Steuergerätediagnose, Prüfung mit Diagnosegerät • Datenstand prüfen ggf. durch Vertragswerkstatt neu aufspielen
Motor		
Kolben, Kolbenringe	• schadhaft, verschlissen	• Kompressionstest • Druckverlustprüfung • fehlerhafte Teile ersetzen
Ein-/Auslassventile	• schadhaft, schließen nicht • falsche Einstellung, • Steuerung fehlerhaft	• Kompressionstest, • Druckverlustprüfung • Grundeinstellung der Ventile prüfen • Steuerzeiten prüfen • Fehlerhafte Einstellungen korrigieren • fehlerhafte Teile ersetzen
Zündsystem		
Zündkerzen	Zündung fehlerhaft durch • falsche Kerzen • Elektrodenabstand falsch • Abbrand • Kerzen verölt, verkocht • Riss im Isolator • Oxidation am Stecker	• Prüfung von Primär- und Sekundärkreis mit Diagnosegerät, Zündungstester, Oszilloskop • Sichtprüfung und Widerstandsmessungen • Fehler beseitigen • fehlerhafte Teile ersetzen
Bauteile im Sekundärkreis	Zündung fehlerhaft • durch Feuchtigkeit • Korrosion • Kontakt- und Isolationsfehler	• Prüfung von Primär- und Sekundärkreis mit Diagnosegerät, Zündungstester, Oszilloskop • Sichtprüfung und Widerstandsmessungen • Fehler beseitigen • fehlerhafte Teile ersetzen
Zündspulen, Stecker und Kabelbaum	• Spannungsversorgung fehlerhaft • Kurzschluss gegen „Plus“ (+)/gegen „Masse“ • Kontaktfehler • Isolationsschäden • Scheuerstellen und Unterbrechung im • Kabelbaum	• Prüfung von Primär- und Sekundärkreis mit Diagnosegerät, Zündungstester, Oszilloskop • Sichtprüfung und Widerstandsmessungen • Fehler beseitigen • fehlerhafte Teile ersetzen



Hinweis:

Nach Arbeiten am Motor, z. B. Aus- und Wiedereinbau der Schwungscheibe, kann es erforderlich sein, das Steuergerät „anzulernen“:

Moderne Motorsteuergeräte verfügen über „adaptive Speichermodule“, d.h. einige der für den Betrieb notwendigen Kennfeld-

daten müssen „erlernt“ werden.

Die Kennfelddaten werden erst im Fahrbetrieb erfasst und im Speicher abgelegt.

Dies kann einige Minuten dauern.

Deshalb sollte eine Probefahrt durchgeführt werden und erst dann die Funktion nochmals geprüft werden.

Geschieht dies nicht, wird ein Fehler in der Laufunruhe erkannt, obwohl alle Funktionen einwandfrei sind.

6.1 Entstehung von Abgas

Bei der motorischen Verbrennung entstehen Abgase. Ein Teil dieser Abgase sind Schadstoffe.

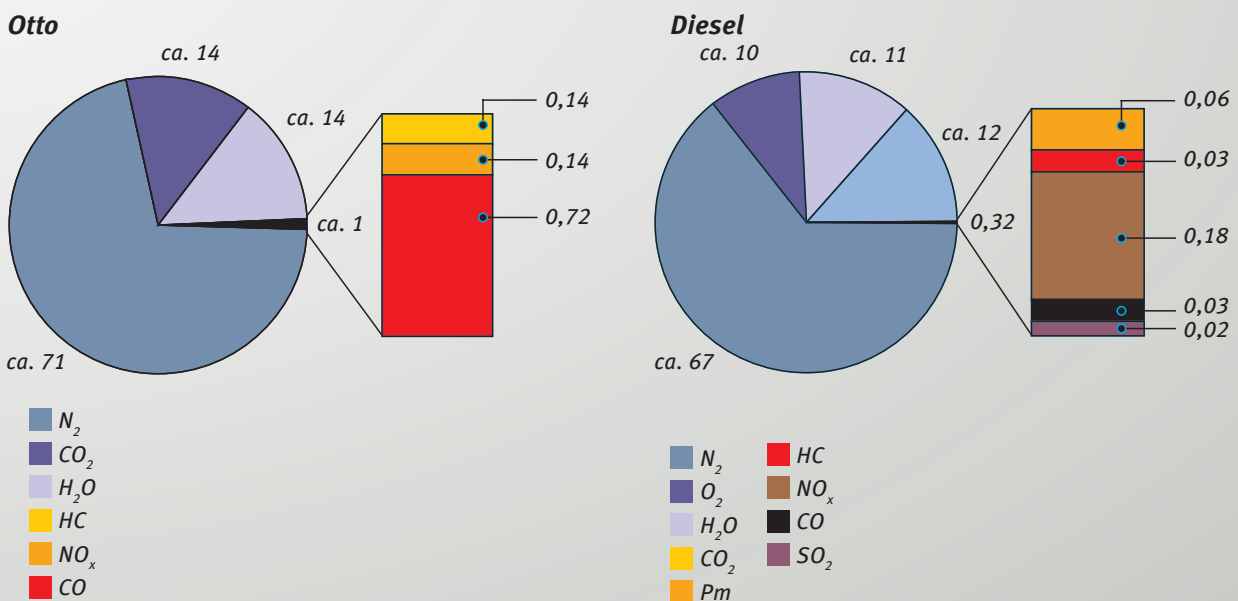
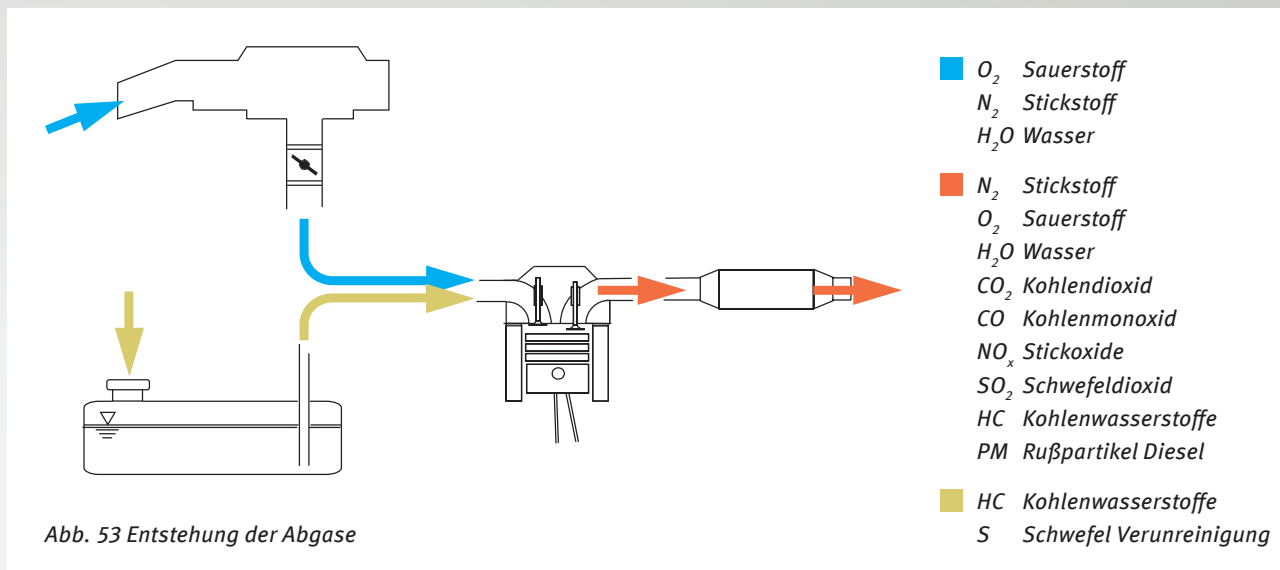


Abb. 54 Zusammensetzung von Abgas bei Otto- und Dieselmotoren
Die Zusammensetzung der Abgase bei Ottomotoren und bei Dieselmotoren ist unterschiedlich.

6.2 Wesentliche Schadstoffe im Abgas

Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid entsteht bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe, besonders nach dem Start und im Leerlauf. Es ist ein farb- und geruchloses, aber hochgiftiges Gas und wirkt schon in kleinsten Mengen tödlich, da es als Atemgift den Sauerstofftransport im Blut behindert.

In Verbindung mit Sauerstoff oxidiert es in kurzer Zeit zu CO_2 .

Schwefeldioxid (SO_2)

Schwefeldioxid ist eine chemische Verbindung von Schwefel mit Sauerstoff. Es ist ein farbloses, stechend riechendes Gas und begünstigt Erkrankungen der Atemwege. Schwefeldioxid ist Hauptverursacher des „sauren Regens“, da es sich in der Feuchtigkeit der Luft zu schwefliger Säure löst und dadurch Bauwerke aus Naturstein zerfrisst.

Es ist nur in geringen Mengen im Abgas enthalten und kann durch Senkung des Schwefelanteils im Kraftstoff weiter verringert werden.

Stickoxide (NO_x)

Stickoxide sind Verbindungen von Stickstoff N_2 und Sauerstoff O_2 . Sie entstehen in unterschiedlicher Form, z. B. als NO , NO_2 , oder N_2O , bei hohem Druck, hoher Temperatur und Sauerstoffüberschuss während der Verbrennung im Motor.

Verbrauchsenkende Maßnahmen die zu einer effektiveren Verbrennung führen verursachen häufig einen Anstieg der Stickoxide.

Die Stickoxide sind starke Atemgifte.

Sie reizen Augen und Schleimhäute und führen zu Lungenfunktionsstörungen.

Die Stickoxide sind für die Entstehung des „sauren Regens“ und des damit verbundenen Waldsterbens mit verantwortlich. Außerdem sind sie an der Bildung des Atemgiftes Ozon in der Atmosphäre beteiligt.

Kohlenwasserstoffe (HC)

Kohlenwasserstoffe sind unverbrannte Kraftstoffanteile, z. B. Benzol, die nach einer unvollständigen Verbrennung im Abgas enthalten sind.

Sie kommen in unterschiedlicher Form vor und wirken unterschiedlich auf den Organismus. Zum Teil sind sie krebserregend.

Rußpartikel (Pm)

Rußpartikel (Pm, „Particulate matter“) bestehen aus mikroskopisch kleinen Kohlenstoffkügelchen, an denen sich die aus Kraft- und Schmierstoff stammenden Kohlenwasserstoffe anlagern. Diese sind krebserregend.

Rußpartikel entstehen vorwiegend bei Dieselfahrzeugen.

Auch bei Benzinfahrzeugen entsteht Ruß. Die Menge liegt allerdings 20 bis 200 mal niedriger als bei Dieselfahrzeugen.

Kohlendioxid (CO_2)

Kohlendioxid ist ein farbloses nicht brennbares Gas das durch Verbindung von Kohlenstoff aus dem Kraftstoff mit dem Sauerstoff aus der Verbrennungsluft entsteht.

Es ist unerwünscht da es die Schutzschicht der Erde gegen UV-Strahlen verringert und damit zu Klimaveränderungen beiträgt („Treibhauseffekt“). In Wasser gelöst bildet es Kohlensäure z. B. in Mineralwasser.

Kohlenstoffdioxid ist nicht direkt giftig.

Seine giftige Wirkung beruht darauf, dass es den Sauerstoff zum Atmen verdrängt, besonders in geschlossenen Räumen.

6.3 Schadstoffgrenzwerte

Ab 1970 wurden Grenzwerte für die Schadstoffemissionen von PKW festgelegt. Diese Grenzwerte mussten ab 01.10.1971 bei allen neu entwickelten Fahrzeuge bei der Typprüfung eingehalten werden. Die Prüfung der Abgaswerte erfolgte dabei, nach dem neu eingeführten europäischen Fahrzyklus, kurz „Europatest“ genannt. Im Europatest wurde in 4 Zyklen

ein reiner Stadtverkehr nachgefahren. Für USA und andere Länder wurden zum Teil wesentlich schärfere Tests vorgeschrieben. Im Laufe der Entwicklung und des immer größeren Fahrzeugbestandes wurden auch für den Europatest die Grenzwerte immer weiter herabgesetzt und die Prüfkriterien verschärft.

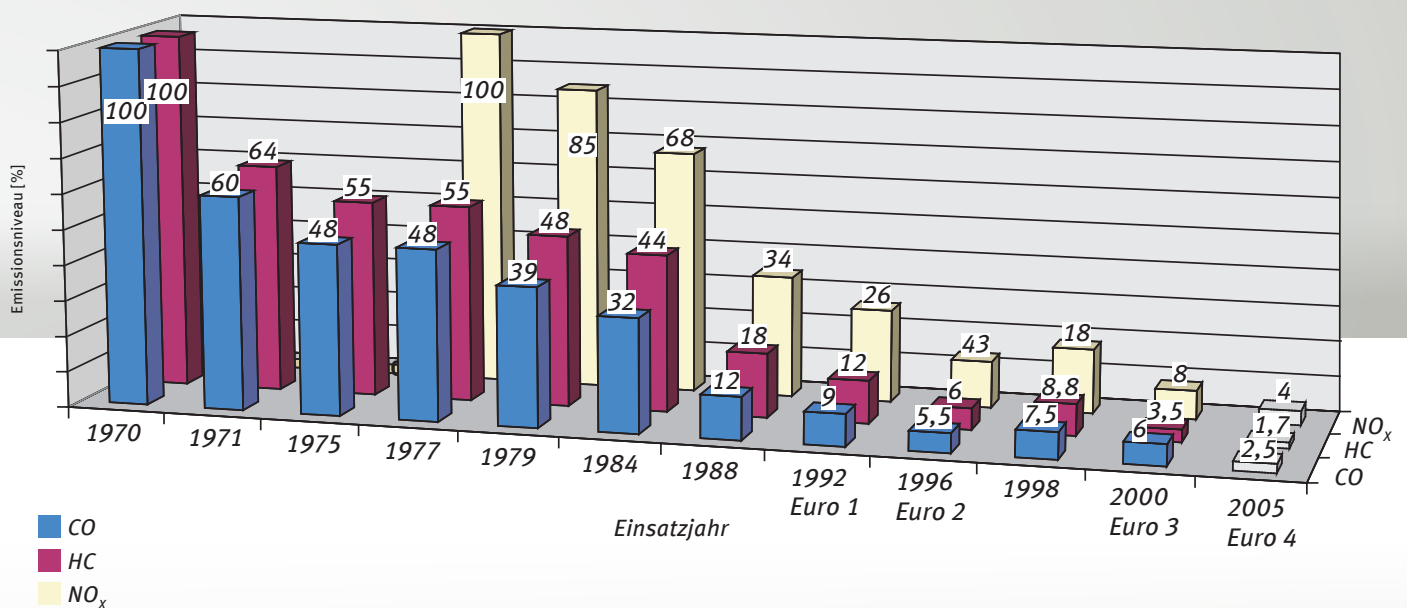


Abb. 55 Entwicklung der Schadstoffgrenzwerte (seit 1970) bis Euro 4

7.1 Häufig verwendete Abkürzungen

AGR	Abgasrückführung
AKF	Aktivkohlefilter
ARV	Abschaltbares Rückschlagventil
CARB	California Air Resources Board (Kalifornische Behörde f. d. Reinhaltung der Luft)
CO	Kohlenmonoxid
CO₂	Kohlendioxid
DLC	Data (oder diagnose) link connector (Diagnoseanschluss)
DTC	Diagnostic Trouble Code
EAM-i	Elektrisches Antriebs-Modul mit integrierter „Intelligenz“
EAV	Elektro – Abschaltventil
EDW	Elektrischer Druckwandler
EGR	Exhaust gas recirculation (Abgasrückführung)
EOBD	Europäische On-Board-Diagnose
EPW	Elektropneumatischer Druckwandler
EU	Europäische Union
EUV	Elektroumschaltventil
H₂O	Wasser
HC	Kohlenwasserstoff
LMS	Luftmassensensor
LS	Lambdasonde

MAF	Mass air flow
MIL	Malfunction Indicator Lamp (Fehlerlampe)
N₂	Stickstoff
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NN	Normal Null (Meereshöhe)
NO_x	Stickoxide
O₂	Sauerstoff
OBD	On-Board-Diagnose
OBD II	On-Board-Diagnose (USA)
PI	Pierburg „Produkt Information“
ppm	Parts per million
SI	Pierburg „Service Information“
SL-	Sekundärluft-
SLP	Sekundärluftpumpe
SLS	Sekundärluftsystem
SLV	Sekundärluftventil
ULEV	Ultra low emission vehicles
FC	Fehlercode
LNfZ	Leichte Nutzfahrzeuge
OT	Oberer Totpunkt
UT	Unterer Totpunkt

7.2 Glossar

Aktoren

Stellglieder; z. B. Klappensteller

Blow-By

Leckgasmenge, die bei der normalen Verbrennung an den Kolbenringen vorbei in das Kurbelgehäuse gelangt. Die Blow-by-Gasmenge ist dabei umso größer, je schlechter die Abdichtung des Kolbens im Zylinder erfolgt. Durch die Kurbelgehäuseentlüftung werden diese schädlichen Gase dem Motor zur Verbrennung zurückgeführt.

CAN

Controller Area Network steht für ein genormtes serielles Echtzeit-Bus-System, welches Steuergeräte im Kraftfahrzeug vernetzt.

CARB

California Air Resources Board bezeichnet eine kalifornische Behörde, die für die Reinhaltung der Luft zuständig ist.

Entprellt

Bestätigter Fehler

Tritt ein Fehler während aufeinanderfolgenden Fahrzyklen unter gleichen Bedingungen oder über einen bestimmten Zeitraum wieder auf, wird er als „entprellt“ (bestätigt) bezeichnet und als OBD-Fehler gespeichert.

Fahrzyklus (Driving cycle)

Betriebsbedingungen zum sicheren Durchführen der Prüfung von „zyklisch überwachten“ Bauteilen und Systemen
Nicht identisch mit dem „Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ)“

Freeze Frame

Betriebsdaten und Umweltbedingungen, die beim Auftreten eines Fehlers vorlagen.

Lambda; λ

Luftzahl; dimensionsloser Beiwert, der den Luftanteil im Kraftstoff-Luft-Gemisch beschreibt.

$$\lambda = \frac{\text{zugeführte Luftmenge}}{\text{Luftbedarf}}$$

Limp home

Notlauf

Nachkatsonde/Sekundärsonde/ Korrektursonde/Monitorsonde

Verschiedene Bezeichnungen für die Lambdasonde hinter dem Katalysator.

Vorkatsonde/Regelsonde

Verschiedene Bezeichnungen für die Lambdasonde vor dem Katalysator

NEFZ

Neuer Europäischer Fahrzyklus für die Ermittlung der Abgasemissionen von KFZ.
Zwingend vorgeschrieben zur Baumusterprüfung eines KFZ.

Die Messung beginnt sofort mit dem Start des Motors. Der Wegfall der bis dahin üblichen Warmlaufphase bedeutet eine Verschärfung des Messverfahrens, weil alle Abgaskomponenten, die bei einem Kaltstart entstehen, im Messergebnis berücksichtigt werden.

Nicht identisch mit dem Fahrzyklus (Driving cycle).

Readinesscode

12-stelliger Zahlencode, der anzeigt, ob die OBD-Diagnosen der Fahrzeugsysteme durchgeführt wurden.

SAE

Society of Automobile Engineers erstellt Vorschläge und Richtlinien, wie die gesetzlichen Forderungen umgesetzt werden können.

Scan Tool; Generic Scan Tool

Datenauslesegerät, mit dem die Daten der (E)OBD ausgelesen werden können.

Sensoren

Messaufnehmer; z. B. Luftmassensensor, Drucksensor, Drehzahlgeber, Temperatursensor, Lagepotentiometer

stöchiometrisch

Ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luft-Gemisch bezeichnet im Fahrzeugbau das ideale Massenverhältnis von Ansaugluft und Kraftstoff für eine vollständige Verbrennung.

7.3 Quellenangaben und weiterführende Literatur

- | | | |
|---|--|--|
| <p>[1]
AU – Abgasuntersuchung
Handbuch für den Prüfungslehrgang
Akademie des Deutschen Kraftfahrzeug-
gewerbes GmbH (TAK)
4. Auflage 2003</p> | <p>[5]
On-Board-Diagnose II im New Beetle (USA)
Volkswagen
Selbststudienprogramm 175
VW 940.2809.93.00
03/99</p> | <p>[11]
Service Handbuch
Europäische On-Board-Diagnose (E-OBD)
BMW 1999 de 01 90 0 007 750</p> |
| <p>[2]
Euro-On-Board-Diagnose für
Dieselmotoren
Volkswagen
Selbststudienprogramm 315</p> | <p>[6]
Fehlerdiagnose an OBD-Fahrzeugen
Motorservice
Lehrgang</p> | <p>[12]
Technisches Service Training
Benzin-Motorregelungssysteme
Curriculum Training TC3043027S
Europäische On-Board Diagnose –EOBD-
Ford CG 7856/S de 12/1999s</p> |
| <p>[3]
Euro-On-Board-Diagnose für Ottomotoren
Volkswagen
Selbststudienprogramm 231
VW 040.2810.50.00
05/00</p> | <p>[7]
Alles über Lambda-Sonden
BERU AG
Technische Information Nr. 03</p> | <p>[13]
Technische Filterbroschüre
Motorservice
50 003 596-01 (deutsch)*</p> |
| <p>[4]
On-Board-Diagnose
Testen Prüfen Messen
ATR-Akademie
995.99.82 (Matthies)
295.05.17 (WM)
691.84.88 (Stahlgruber)</p> | <p>[8]
Richtlinie 98/69/EG des Europäischen
Parlamentes
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft
ISSN 0376-9453</p> | |
| | <p>[9]
Auto Data
Fehlercode-Diagnose</p> | |
| | <p>[10]
Diagnosehandbuch Lambdasonden
ATR-Akademie
995.50.06 (Matthies)
295.01.29 (WM)
691.95.97 (Stahlgruber)</p> | |

* weitere Sprachen auf Anfrage

www.ms-motorservice.com

FACHWISSEN VOM EXPERTEN



Weltweite Schulungen

Direkt vom Hersteller



OnlineShop

Der direkte Zugang zu unseren Produkten



Technische Informationen

Aus der Praxis für die Praxis



News

Regelmäßige Informationen per E-Mail



Technische Video-Podcasts

Professioneller Einbau anschaulich erklärt



Social Media

Immer aktuell



Produkte im Fokus online

Interaktive Informationen zu den Produkten



Individuelle Informationen

Speziell für unsere Kunden



Motorservice Partner:

Headquarters:

MS Motorservice International GmbH
 Wilhelm-Maybach-Straße 14–18
 74196 Neuenstadt, Germany
www.ms-motorservice.com

MS Motorservice Deutschland GmbH
 Lehenfeld 22
 71679 Asperg, Deutschland
 Telefon: +49 7141 8661-455
 Telefax: +49 7141 8661-450
www.ms-motorservice.de

