

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 (NOx) 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-Standards 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

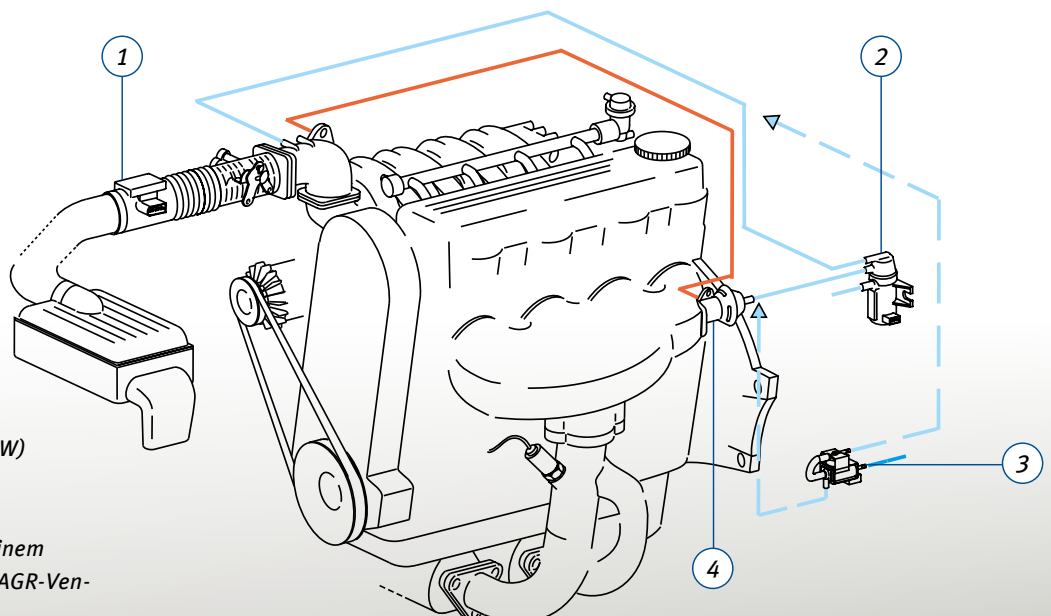
Abgasleitungen verbinden den Abgaskrümmen mit dem AGR-Ventil und das Ventil mit dem Ansaugtrakt/Saugrohr. Vielfach sind AGR-Ventile direkt an den Abgaskrümmen oder den Ansaugtrakt angebaut.

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



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 Rückführraten große Öffnungsquerschnitte. Sie sind häufig in ein Gehäuse mit Drosselklappe („AGR Mischgehäuse“) integriert.

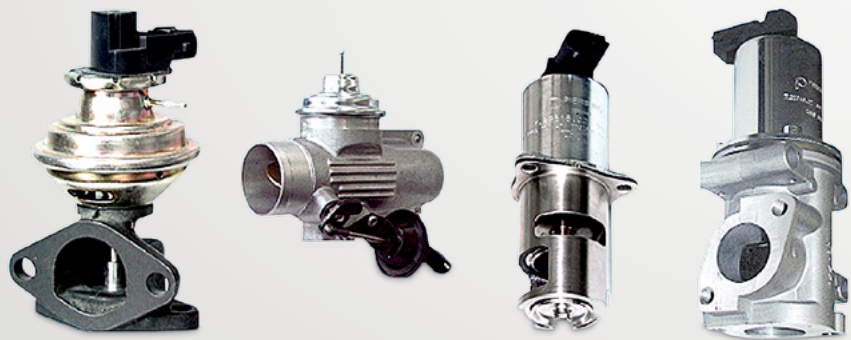


Abb. 34 AGR-Ventile für Dieselanwendungen

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 Elektromagnetventil (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).

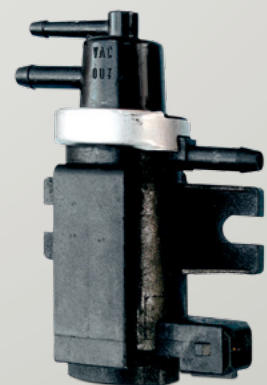


Abb. 37 Elektro-Pneumatischer-Wandler (EPW)

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