

Krafthand-Technik

Common-Rail-Systeme

in der Werkstattpraxis

7. erweiterte
Auflage



Technik, Prüfung, Diagnose

Hubertus Günther

Krafthand Medien GmbH

ISBN 978-3-87441-181-3

Hubertus Günther

Common-Rail- Systeme

in der Werkstattpraxis

7. erweiterte Auflage

Technik, Prüfung, Diagnose

Krafthand Medien GmbH
Bad Wörishofen



Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-87441-181-3

7. erweiterte Auflage, November 2020

Autor: Hubertus Günther

Realisierung/Lektorat: Georg Blenk

Titelgestaltung/Layout: Martin Dörfler

Titelbild: Audi AG (Motorgeneration EA 288 evo)

Bilder/Grafiken*: Audi, Beru/BorgWarner, BMW, Bosch, Continental-Automotive/VDO,
Daimler, Delphi, Gedore/Klann, HBT-Werkzeuge, HJS, Lehnert-Tools, Oberland Mangold,
Peugeot, Pichler-Werkzeuge, Renault, Toyota, Twintec/Baumot, Volkswagen,
Volvo-Deutschland

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Buchdruckerei Lustenau GmbH
Printed in Austria

Alle Rechte vorbehalten

© Krafthand Medien GmbH

Walter-Schulz-Straße 1 · 86825 Bad Wörishofen

Telefon 08247/3007-0 · Telefax 08247/3007-70

info@krafthand.de · www.krafthand-medien.de

Geschäftsleitung: Steffen Karpstein, Gottfried Karpstein

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeisung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

*Bild- und Grafikmaterial – insbesondere grafische Darstellungen –, welches nicht gesondert mit einem Quellverweis versehen ist, ist dem Autor Hubertus Günther zuzuordnen.

Inhalt

Vorwort 7

1. Immer unter Druck – der Aufbau von Common-Rail-Systemen

1.1 Die Hochdruckerzeugung 9
 1.2 Die Hochdruckregelung 10
 1.2.1 Hochdruckpumpen mit Saugventilsteuerung 15
 1.3 Das Rail 21
 1.4 Die Injektoren 22
 1.5 Der Toleranzausgleich im Common-Rail-System 28
 1.6 Die Nullmengenkalibrierung 29
 1.7 Die Leerlaufherregelung 31
 1.8 Die Mengennittelwert-Adaption 31
 1.9 Das Volvo i-ART-System 31
 1.10 Das NCC-System von Bosch 34
 1.11 Übersicht Common-Rail-Systeme 38

2. Die Fehlersuche bei Common-Rail-Systemen

2.1 Die Eigendiagnose 43
 2.1.1 OBD oder Herstellertest? 43
 2.1.2 Der Fehlerspeicher 46
 2.1.3 Die Datenliste 47
 2.1.4 Der Stellgliedtest 50
 2.1.5 Das Anpassen von Neuteilen 50
 2.2 Fehlersuche von Hand 51
 2.2.1 Druckmessungen zur Prüfung der Hochdruckpumpe 52
 2.2.2 Die hydraulische Prüfung der Injektoren 68
 2.2.3 Rücklaufmengenmessung 70
 2.2.4 Kompressions- oder Druckverlustmessung? 78
 2.2.5 Die Prüfung der wichtigsten Sensoren und Stellglieder
 mit Multimeter und Oszilloskop 81
 2.2.5.1 Die Messausrüstung 82
 2.2.5.2 Das Prüfen von Sensoren 89
 2.2.5.3 Die Sensoren eines Common-Rail-Systems 91
 2.2.5.4 Die Prüfung der Stellglieder 106
 2.2.5.5 Messungen in der Glühanlage 125

Inhalt

2.3 Fehlersuchpläne	133
2.3.1 Motor springt nicht an	133
2.3.2 Unruhiger Motorlauf	134
3. Freier Atem – die luftregelnden Systeme eines Dieselmotors	
3.1 Die Abgasrückführung	135
3.2 Die Drallklappensteuerung	144
3.3 Die Ladedruckregelung	149
3.4 Die Twinturbos	157
3.5 Die Abgasmessung an Dieselmotoren	164
3.6 Fehlersuchpläne	167
3.6.1 Hohe Trübungswerte	167
3.6.2 Leistungsmangel	168
4. Rauchfreie Zone – Fahrzeuge mit Partikelfilter / SCR-Kat	
4.1 Aufbau der Partikelfiltersysteme	169
4.2 Die Regenerierung von Partikelfiltern	171
4.3 Partikelfilter in der Werkstatt	176
4.4 Der SCR-Katalysator	183
4.5 Das Twindosing-System des VAG-Konzerns	188
4.6 Tipps für die Werkstatt	190
4.7 Der Speicherkatalysator	200
5. Das Pumpe-Düse-System	
5.1 Der Aufbau des Pumpe-Düse-Systems	208
5.2 Fehlersuche im Pumpe-Düse-System	211
5.2.1 Die Überprüfung der Hydraulik	214
5.2.2 Die elektrische Prüfung der Injektoren	216
5.3 Die Injektormontage	220
6. Die Nachrüstung von SCR-Systemen / Software-Updates	226
Stichwortverzeichnis	236

Vorwort

In den Kfz-Werkstätten wird der Anteil der Dieselfahrzeuge – trotz sogenannter ‚Dieselkrise‘ – nicht abnehmen. Längst haben nicht alle Fahrer von Diesel-Pkw das finanzielle Polster für ein neues, abgaskonformes Fahrzeug.

Die Politik und die Fahrzeughersteller haben bisher einen großen Bogen um das Thema Hardwarenachrüstung von Euro-5-Dieseln gemacht. Vermutlich aus der Befürchtung heraus, dass derjenige, der das Thema auch tatsächlich aufgreift, auch für die Kosten der Nachrüstung aufkommen muss. Eine Nachrüstung ist jedoch technisch machbar, dank der Initiative von Zulieferern und privater Organisationen. Dies würde für die Kfz-Betriebe eine zusätzliche Einnahmequelle bedeuten.

Neue Fahrzeuge, die nach der Euro-Norm ‚6d-Temp‘ zugelassen sind, haben mit ihren niedrigen Emissionswerten auch langfristig eine Chance. Man sieht, es lohnt sich nach wie vor etwas über Dieselmotoren zu lernen. So schnell verschwindet der Diesel beileibe nicht von der Bildfläche, trotz einiger selbst ernannter ‚Propheten‘, die dies nach wie vor vermuten.

Mit der vorliegenden 7. Auflage wurde das Buch an zahlreichen Stellen überarbeitet und zum Beispiel um die Themen ‚Elektrische Saugventilsteuerung von Hochdruckpumpen‘ und ‚Das Twindosing-System des VAG-Konzerns‘, erweitert.

An dieser Stelle ein herzliches Dankeschön an die Leser der Krafthand und die Teilnehmer der Krafthand Profi-Schulungen. Sie haben mir mit ihren Zuschriften und Beiträgen im Lehrgang geholfen, die werkstattpraktische Seite nicht aus dem Blick zu verlieren. Mein ausdrücklicher Dank gilt ebenfalls Herrn Georg Blenk sowie dem Team der Krafthand Medien GmbH, die mich seit Jahren bei der Ausarbeitung dieses Buches unterstützen.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre und eine erfolgreiche Fehlersuche!



Hubertus Günther, im August 2020

2. Die Fehlersuche bei Common-Rail-Systemen

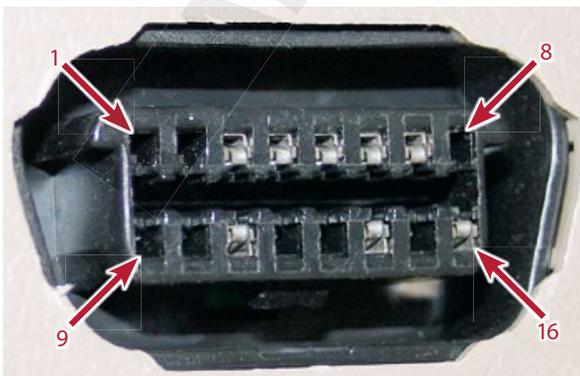
Die Fehlersuche in komplexen Systemen kann nur dann zum Erfolg führen, wenn der Fachmann alle Diagnosewerkzeuge in einer sinnvollen Reihenfolge einsetzt und dank seiner Systemkenntnis das defekte Bauteil schnell und treffsicher einkreist.

Auch wenn Diagnoseerfahrung eine große Rolle spielt, sollte man sich nicht zu einem blinden Teiletausch verleiten lassen. Nichts ist peinlicher als das siegesichere Lächeln des Annahmemeisters, der nach einer Kundenbefragung mit der Bemerkung „Ja, das kennen wir“ den Auftragszettel ausfüllt.

Er hat zum einen den Kunden in seiner Meinung bestärkt, dass die Diagnose kostenlos ist. Zum andern ist er ein unnötiges Risiko eingegangen. Wenn es sich nämlich nicht um den Fehler handelt, der bei diesem Modell schon viermal in der letzten Woche aufgetreten ist, hat die Werkstatt

ein Problem. Sie muss dem verärgerten Kunden erklären, dass der erste Reparaturversuch vergebens war und dass er jetzt die Diagnosezeit und die eventuell teure Reparatur bezahlen muss. Der Kunde ist vermutlich nicht bereit, den ersten Schnellschuss zu bezahlen, und wird den schlechten Eindruck, den er von der Werkstatt gewonnen hat, nicht für sich behalten. Die Abenteuer rund um das Auto sind immer noch Thema Nummer 1 an deutschen Stammtischen.

Nur wenn die Werkstatt ihrem Kunden die Notwendigkeit und den Aufwand einer gründlichen Fehlersuche erklärt hat und diese auch bei jeder Beanstandung durchführt, ist der Kunde langfristig bereit, die Diagnosezeit zu bezahlen. Wer seine Kunden mit kostenloser Diagnose verwöhnt, braucht sich nicht zu wundern, wenn seine Firma in diesem Bereich rote Zahlen schreibt.



2.01

Die genormten Pins des CARB-Steckers:

Pin 2: Datenübertragung SAE

Pin 4: Fahrzeugmasse

Pin 5: Signalmasse

Pin 6: CAN High

Pin 7: Datenübertragung nach ISO 9141-2

Pin 10: Datenübertragung nach SAE

Pin 14: CAN Low

Pin 15: Datenübertragung nach ISO 9141-2

Pin 16: Dauerplus

2 Die Fehlersuche bei Common-Rail-Systemen

1) MIL-Status	aus	
2) Anzahl Fehlercodes	2	
3) Lastzustand	36 %	
4) Motorkühlmitteltemperatur	74 °C	
5) Saugrohrdruck	101 kPa	
6) Motordrehzahl	802/min	
7) Fahrzeugeschwindigkeit	0 km/h	
8) Ansauglufttemperatur	37 °C	
9) Luftdurchsatz	6,37 g/s	
10) Drosselklappen Position 1	23,5 %	
11) Barometrischer Druck	101 kPa	
12) OBD-Status	EOBD	
13) km gefahren seit MIL ein	0 km	
14) Kraftstoffdruck Ist	29.060 kPa	
15) λ-Äquivalent Zylinderbank 1 Sonde 1	1,999*	
16) λ-Sondenspannung	2,094 V	
17) EGR-Sollwert	21,2 %	
18) EGR-Fehler	0,0 %	
19) Warmläufe seit DTC-Rückstellung	89	
20) Gefahren seit DTC-Rückstellung	3.335 km	
21) Laufzeit seit MIL ein	15 min	
22) DTC gelöscht seit	3.135 min	
23) ECU-Spannung	12,343 V	
24) Gaspedal Position D	15,3 %	
25) Gaspedal Position E	33,3 %	
26) Drosselklappensteller Steuersignal	36,1 %	
27) Prüfbereitschaftstest	unterstützt	gesetzt
Überwachung des Kraftstoffsystems	ja	ja
Allgemeine Bauteilüberwachung	ja	ja
Überwachung Abgasrückführung	ja	ja

* Lambda-Messbereich nur bis 1,999!

2.02

Eine ausführliche Modus-1-Datenliste des Toyota Avenis D-CAT.

1) Anzahl der Fehlercodes	0	
2) MIL-Status	aus	
3) Prüfbereitschaftstest	unterstützt	gesetzt
Überwachung des Kraftstoffsystems	ja	ja
Allgemeine Bauteilüberwachung	ja	ja
Überwachung Abgasrückführung	ja	ja
4) Rechnerisch ermittelte Motorlast	21,2 %	
5) Motorkühlmitteltemperatur	71 °C	
6) Saugrohrabsolutdruck	100 kPa	
7) Motordrehzahl	755/min	
8) Fahrzeuggeschwindigkeit	0 km/h	
9) Ansauglufttemperatur	37 °C	
10) Luftdurchflussrate der MAF-Sonde*	5,08 g/s	
11) Drosselklappenstellung absolut	0 %	
12) Unterstützte OBD-Vorschrift	EOBD	
13) Fahrstrecke seit aktivierter MIL	0 km	

* MAF-Sonde = Luftmassenmesser

2.03

Die etwas sparsamere Datenliste im Modus 1 eines europäischen Herstellers (Peugeot 407).

2.1 Die Eigendiagnose

Seit ihren Anfängen in den 80er-Jahren hat die Eigendiagnose an Prüftiefe gewonnen. Die recht einfache Fehlerspeicherung konnte früher nur Totalausfälle wie eine Kabelunterbrechung oder einen Kurzschluss erkennen und führte mit der Auflistung von Folgefehlern den Anwender sogar auf die falsche Fährte. Inzwischen ist die Fehlerspeicherung durch logische Überprüfung der Bauteile besser geworden und mit zahlreichen Funktionen wie dem Anzeigen von Messwerten in einer ausführlichen Datenliste sowie sinnvollen Stellgliedtests erweitert worden.

Auch heute bleiben der Eigendiagnose Fehler verborgen, die das Steuergerät nicht oder nur unzureichend mit seiner

Sensorik erkennen kann. Dazu gehören zum Beispiel Fehler in der Motormechanik oder in der Einspritzhydraulik. Bei einem Kompressionsverlust oder zu niedrigem Raildruck zuckt die Eigendiagnose häufig mit den Schultern und zeigt keinen Fehler an. Dann muss der Mechaniker auch die Fehlersuche von Hand beherrschen, die im Kapitel 2.2 beschrieben wird.

2.1.1 OBD oder Herstellertest?

Für eine Vertragswerkstatt, die ein Fahrzeug ihrer Marke vor sich hat, stellt sich diese Frage nicht. Der Fachmann wird auf jeden Fall den Markentester einsetzen, weil er sicher sein kann, dass der Tester in kurzer Zeit die Kommunikation zum Steu-

2 Die Fehlersuche bei Common-Rail-Systemen

ergerät herstellt und alle Diagnosemöglichkeiten nutzt, die der Hersteller dem Fahrzeug mit auf den Weg gegeben hat. Bei Fremdfahrzeugen in der Vertragswerkstatt oder bei einer freien Werkstatt wird die Sache schwieriger. Der Markentester ist bei Fremdfabrikaten blind. Die freie Werkstatt hat meistens einen Mehrmarkentester. Der Vertreter hat zwar bei der Vorführung mit treuem Hundeblick versichert, dass der Tester alle Fahrzeuge auslesen kann. Aber genau das Fahrzeug, das der Werkstattmann vor sich hat, verweigert den Zugriff, weil es zu neu oder ein Exote ist. Hier bleibt dem Betroffenen nur noch der Ausweg über die OBD-Software, die Diesel-Pkw ab Modelljahr 2003 per Gesetz vorweisen müssen. Fahrzeuge ab Modelljahr 2001 sind teilweise auch schon mit der On-Board-Diagnose ausgestattet. Ein sicheres

aber nicht unbedingt notwendiges Erkennungsmerkmal ist der 16-polige OBD-Stecker, dessen Pinbelegung im OBD-Bereich vom Gesetzgeber festgelegt ist (Bild 2.01). Ein OBD-tauglicher Tester, dazu gehört jedes moderne AU-Gerät, erkennt automatisch, mit welchem OBD-Protokoll das Steuergerät arbeitet und stellt nach kurzer Zeit die Verbindung her. Jetzt werden dem Benutzer die Modi 1 bis 9 angeboten.

Die meisten Informationen erhält man im Modus 1. Je nach Hersteller ist die Datenausgabe unterschiedlich (Tabellen 2.02 und 2.03). Neben der Anzahl der gesetzten Fehlercodes erhält der Nutzer in Tabelle 2.02 wesentliche Informationen über die Gemischaufbereitung, die Kühlmittel- und Lufttemperaturen (Zeilen 4 und 8), den Luftdurchsatz, den Ladedruck, den Zustand der Abgasrückführung (Zeilen 9, 11, 17 und 18), den Raildruck (Zeile 14) und die Stellung des Fahrpedalgebers (Zeilen 24 und 25). Mit diesen Informationen kann der Fachmann sich ein Urteil über das Einspritzsystem und die Luftführung (Abgasrückführung und Aufladung) des Dieselmotors bilden.

Der angegebene Lambdawert in Zeile 15 ist jedoch mit Vorsicht zu genießen. Als die OBD-Norm aus der Taufe gehoben wurde, konnte sich keiner der Urheber vorstellen, dass ein Verbrennungsmotor mit einem Lambdawert größer als 2 laufen würde. Der Anzeigebereich wurde auf $\lambda = 2$ begrenzt. Die Werte sind daher nur glaubwürdig, wenn sie unter 1,999 liegen. Die Druckangaben in Kilopascal (kPa) lassen sich in die gängige Einheit bar umrechnen, wenn man das Komma um zwei Stellen nach links verschiebt. Die abge-

Fehler:

„P0627“ Kraftstoffpumpe
Steuergerät Stromkreis offen
(abgezogener Stecker des Saughubventils)

Freeze Frame Daten:

Lastzustand	100 %
Kühlmitteltemperatur	72 °C
Saugrohrdruck	102 kPa
Motordrehzahl	163/min
Fahrzeuggeschwindigkeit	0 km/h
Ansauglufttemperatur	36 °C
Kraftstoffdruck	11.360 kPa
EGR-Sollwert	0 °
Barometrischer Druck	102 kPa

2.04

Die Fehlerumgebungsdaten eines Fehlers „P0627“ (Stecker des Mengensterverventils der Hochdruckpumpe gezogen).

1. Motordrehzahl	810/min	
2. Synchronisierung Kw/Nw	ja	erfolgt bei Motorstart
3. Kraftstoffdruck Soll	220 bar	im Leerlauf 210 – 230 bar muss dem Sollwert folgen Grenzwerte: 0 und 1.800 bar
4. Kraftstoffdruck Ist	222 bar	
5. Tastverhältnis Durchflussregler (VCV)	17 %	im Leerlauf 16 – 20 %
6. Tastverhältnis Kraftstoff Druckregelung (PCV)	14 %	im Leerlauf 12 – 15 %
7. Mengenkorrektur Zyl. 1	98 %	zulässige Abweichung max. 40 % Leerlaufruheregelung bis 1.500/min aktiv
8. Mengenkorrektur Zyl. 3	103 %	
9. Mengenkorrektur Zyl. 4	92 %	
10. Mengenkorrektur Zyl. 2	107 %	
11. Fahrpedalgeber	0 %	Vollgas: 100 %, bei Ausfall Motordrehzahl 1.200/min
12. Luftdurchsatz Ist	212 mg/Hub	AGR ein. Bei ausgeschalteter AGR Wert um 50 % höher
13. Voreinspritzung	13 ° v. OT	im Leerlauf 12,5 – 14 ° v. OT
14. Haupteinspritzung	3 ° v. OT	im Leerlauf 2 – 3 ° v. OT
15. Einspritzmenge	6,2 mg/H	
16. Einstellung Nacheinspritzung	– 27 °	
17. Fördermenge Nacheinspritzung	0,00 mg/H	Anzeige während d. Regenerierung
18. Kühlmitteltemperatur	82 °C	Grenzwerte – 50 °C u. 150 °C Ersatzwert: letzter Messwert
19. Kraftstofftemperatur	30 °C	Grenzwerte – 50 °C u. 150 °C Ersatzwert: 90 °C
20. Ansauglufttemperatur	45 °C	Grenzwerte – 40 °C u. 130 °C Ersatzwert: 40 °C
21. Luftdruck	980 mbar	Grenzwerte 600 u. 1.075 mbar
22. Ladedruck	1.030 mbar	bei Ausfall Ersatzwert 1.000 mbar
23. Batteriespannung	14,1 V	Grenzwerte: 6,8 u. 18 V
24. Versorgungsspannung Geber	5 V	Grenzwerte: 4,7 u. 5,3 V
25. Glührelais	aus	
26. Klimaanlage	aus	
27. Kühlerlüfter	aus	
28. Bremspedalposition	aus	
29. Status Partikelfilter	0	
30. Druckdifferenz FAP	11,8 mbar	max. 200 mbar bei Volllast
31. Temperatur vor Kat	110 °C	Ersatzwert 350 °C
32. Temperatur nach Kat	100 °C	Ersatzwert 350 °C
33. Rußmenge	15 g	bei 40 g Start der Regenerierung
34. Additivmenge	500 g	
35. km seit Regenerierung	340 km	

2.05 Die Datenliste des Herstellers bietet wesentlich mehr Informationen als die OBD-Liste des Peugeot.

2 Die Fehlersuche bei Common-Rail-Systemen

geschlossenen Prüfbereitschaftstests werden bei der AU abgefragt und sagen aus, dass der Prüfablauf für das jeweilige System abgeschlossen ist. Das Ergebnis lässt sich durch Auslesen des Fehlerspeichers sichtbar machen.

Das Auslesen des Fehlerspeichers kann im Modus 3 oder im Modus 7 erfolgen. Im Modus 3 werden die gesicherten Fehler abgelegt. Gesicherte Fehler sind in mehreren Fahrzyklen aufgetreten. Ein Fahrzyklus besteht aus einem Motorstart, einer Drehzahlerhöhung mit einer kurzen Fahrstrecke und dem Motorstopp. Man kann davon ausgehen, dass sie dauernd vorhanden sind. Im Modus 7 werden Fehler bei ihrem ersten Auftreten gespeichert. Auch einmalige Fehler, die zum Beispiel durch einen Wackelkontakt bei einer heftigen Erschütterung auftreten, werden hier abgelegt. Ein Auslesen des Fehlerspeichers im Modus 7 ist nach einer Probefahrt zum Abschluss einer Reparatur sinnvoll. Im Modus 3 würde ein aufgetretener Fehler nur dann abgelegt, wenn der Fahrer den Motor zwischendurch mindestens dreimal neu gestartet hätte. Allerdings kann der OBD-Tester nur die Fehler im Klartext anzeigen, die mit einer P0-Nummer beginnen. Bei den herstellereigenen P1-Nummern muss der Anwender die Fehlernummer mit Herstellerunterlagen entschlüsseln.

Wenn im Fehlerspeicher ein Fehler angezeigt wird, bietet die OBD dem Benutzer eine weitere Hilfe an. Im Modus 2 werden in den Fehlerumgebungsdaten die Messwerte abgelegt, unter denen der Fehler aufgetreten ist (Tabelle 2.04). Aus den Fehlerumgebungsdaten kann der Anwender Rückschlüsse ziehen und braucht sich

nicht mehr auf die teilweise ungenauen Angaben der Kunden zu verlassen.

Mit der OBD hat die Kfz-Werkstatt ein universelles Prüfinstrument in die Hand bekommen, das zum Einkreisen gängiger Fehler eine ausreichende Unterstützung bietet. Bei schwierigen Fehlern ist jedoch der Einsatz der Markentester sinnvoll, weil sie mit erweiterten Diagnosefunktionen eine größere Prüftiefe bieten.

In naher Zukunft wird auch bei Pkw eine Diagnosesoftware eingesetzt, die sich WWH-OBD nennt und jetzt schon bei den Euro-6-Nutzfahrzeugen zu finden ist. WWH bedeutet weltweit harmonisierte OBD und bietet eine größere Prüftiefe als die gängige OBD. Die Fehler werden je nach ihrer Auswirkung auf die Abgasemissionen in die Klassen A: schwerer Fehler, B1: OBD-Grenzwert wird wahrscheinlich überschritten, B2: OBD-Grenzwert wird nicht überschritten und C: Zulassungsgrenzwert nicht überschritten. Durch die Fehlerklassifizierung und eine erweiterte Datenliste ist eine größere Prüftiefe zu erwarten.

2.1.2 Der Fehlerspeicher

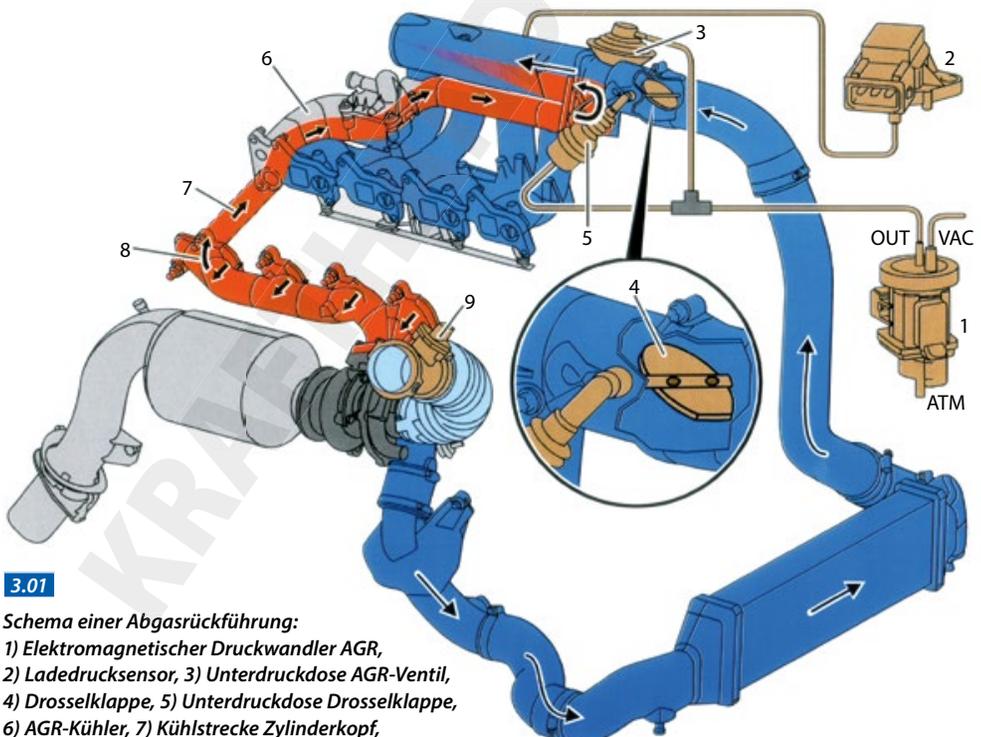
Der Markentester zeigt alle Fehler im Klartext an. Ein angezeigter Fehler ist kein hundertprozentiger Hinweis auf ein defektes Teil. Der Fehler ‚Raildruck zu niedrig‘ sagt noch nichts über das defekte Bauteil im Kraftstoffsystem aus. Es kann sich hierbei um eine defekte Nieder- oder Hochdruckpumpe, eine Undichtigkeit im Druckregelventil oder im Injektor oder um einen falsch angezeigten Raildrucksensor handeln. Hier muss mit mehreren Mes-

3. Freier Atem – die luftregelnden Systeme eines Dieselmotors

3.1 Die Abgasrückführung

Die Abgasrückführung (AGR) wird seit Euro 3 bei allen Pkw-Dieselmotoren eingesetzt und sorgt für eine Verringerung des Stickoxidausstoßes. Stickoxide entstehen bei Sauerstoffüberschuss und hohen Verbrennungstemperaturen. Ein Teil der Ab-

gase wird vor dem Turbolader über ein Rohr aus rostfreiem Stahl in den Ansaugkrümmer zurückgeführt (Grafik 3.01). Das sauerstoffarme und kohlendioxidhaltige Abgas verdrängt Frischluft im Ansaugrohr und senkt den Sauerstoffanteil der Frischgase. Kohlendioxid hat eine höhere Wärmekapazität als Frischluft. Das heißt, zum



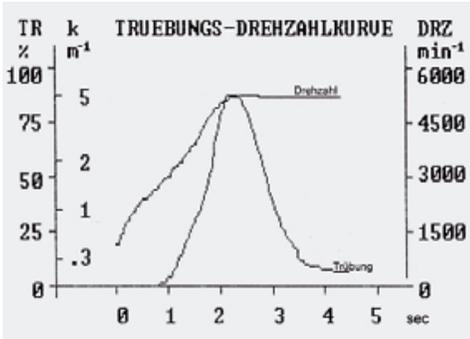
3.01

Schema einer Abgasrückführung:

- 1) Elektromagnetischer Druckwandler AGR,
- 2) Ladedrucksensor, 3) Unterdruckdose AGR-Ventil,
- 4) Drosselklappe, 5) Unterdruckdose Drosselklappe,
- 6) AGR-Kühler, 7) Kühlstrecke Zylinderkopf,
- 8) Auspuffkrümmer, 9) Luftmassenmesser

Grafik: Daimler

3 Freier Atem – die luftregelnden Systeme eines Dieselmotors



3.02

Trübungsverlauf in der freien Beschleunigung mit dauernd offenem AGR-Ventil. Bei intaktem Motor beträgt der Trübungswert $k = 1,1 \text{ l/m}$ (Nissan 2,2 DT).

Aufheizen von Kohlendioxid wird eine höhere Wärmemenge als zum Aufheizen von Frischluft benötigt. Durch das Beimischen von Kohlendioxid zum Frischgas

wird deshalb die Verbrennungstemperatur gesenkt. Durch das Verkleinern des Sauerstoffanteils und das Absenken der Verbrennungstemperatur sinkt der NO_x -Ausstoß.

Die Abgasrückführung arbeitet im Leerlauf und im Teillastbereich bis ungefähr 3.000/min. Eine Rückführung der Abgase bei Volllast würde wegen des erzeugten Luftmangels zur Schwarzrauchbildung und zu Leistungsverlust führen (Bild 3.02).

Bei den neuen Euro-6-Motoren mit Niederdruck- und Hochdruck-AGR geht der Einsatzbereich der Abgasrückführung über die oben genannten Last- und Drehzahlgrenzen hinaus. Die Steuerung der Abgasrückführung erfolgt über ein pneumatisches oder ein elektromagnetisches Ventil. Zur Feinsteuerung wird eine pneumatisch oder elektrisch betätigte Drosselklappe eingesetzt. Weil es sich bei der Abgasrückführung um ein abgasrelevantes Bauteil handelt, wird die Funktion der AGR über den Luftmassenmesser und/oder ein Wegeberpotenziometer auf dem Stellglied überwacht (Bild 3.18, Seite 146). Bei Anhebung der Abgasrückführtrate sinkt die angesaugte Frischluftmasse.

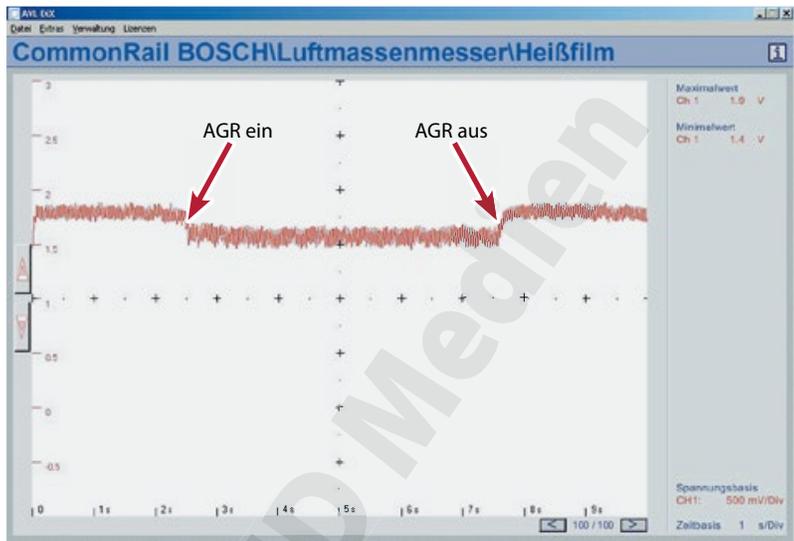


3.03

Prüfung eines unterdruckbetätigten AGR-Ventils mit der Unterdruckhandpumpe (Mini Diesel).

3.04

Die Reaktion des Luftmassenmessers auf das Öffnen und Schließen des AGR-Ventils (Mini Diesel).



Die Überprüfung der Abgasrückführung

Stellt das Steuergerät Störungen im AGR-System fest, wird die AGR abgeschaltet und ein Fehler im Fehlerspeicher abgelegt. Wenn das Steuergerät die Motorleuchte nicht einschaltet, wird der Kunde den Fehler nicht bemerken. Er fällt erst beim Auslesen des Fehlerspeichers auf. Wenn das AGR-Ventil zum Beispiel durch Verkokung dauernd offen bleibt, wird der Kunde Leistungsverlust und starke Schwarzauchbildung beanstanden (Bild 3.02). Durch den hohen Abgasanteil sinkt die angesaugte Frischluftmasse. Das Steuergerät nimmt bei niedriger Frischluftmasse die Einspritzmenge und damit die Motorleistung zurück.

Man beginnt mit einer Prüfung des AGR-Ventils. Eine Unterdruckhandpumpe wird an das AGR-Ventil angeschlossen und das Ventil bei laufendem Motor geöffnet und geschlossen. (Bild 3.03). Bei den

Öffnungs- und Schließvorgängen des AGR-Ventils muss sich die Luftmasse verkleinern beziehungsweise vergrößern (Bild 3.04) oder die Spannung des Weggebers dem angelegten Unterdruck folgen.

Erfolgt keine oder nur eine verzögerte Reaktion, ist das AGR-Ventil schwergängig und muss erneuert werden. Eine Reparatur durch Reinigen oder Gangbarmachen des Ventils ist nach den Erfahrungen des Autors selten erfolgreich. Meistens steht der Kunde nach kurzer Zeit mit der gleichen Reklamation wieder in der Werkstatt.

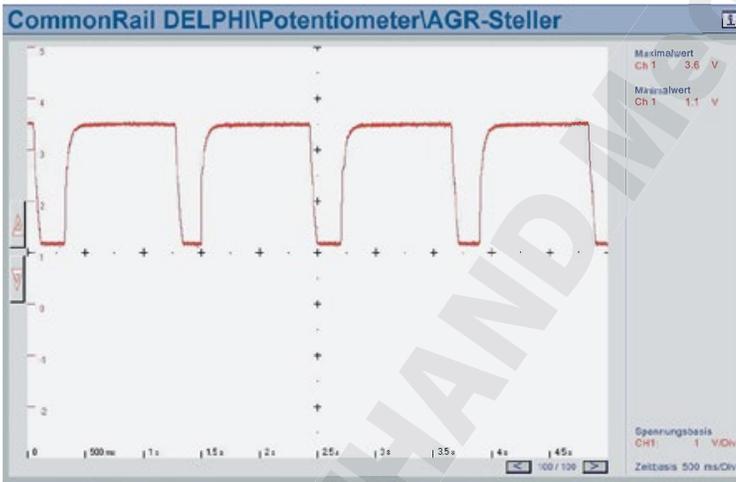
Bei einem elektrisch betätigten AGR-Ventil leitet man über den Diagnosetester eine Stellglieddiagnose ein und überprüft mit einem Voltmeter oder besser mit einem Oszilloskop das Signal des Weggebers (Bilder 3.05 und 3.06). Erfolgt keine oder nur eine langsame Reaktion des Signals, wird der Stellgliedtest bei ausgebautem AGR-Ventil wiederholt. Jetzt achtet man darauf,

3 Freier Atem – die luftregelnden Systeme eines Dieselmotors

ob das Ventil ruckfrei auf den Stellgliedertest reagiert (Bild 3.09). Andernfalls muss das AGR-Ventil erneuert werden.

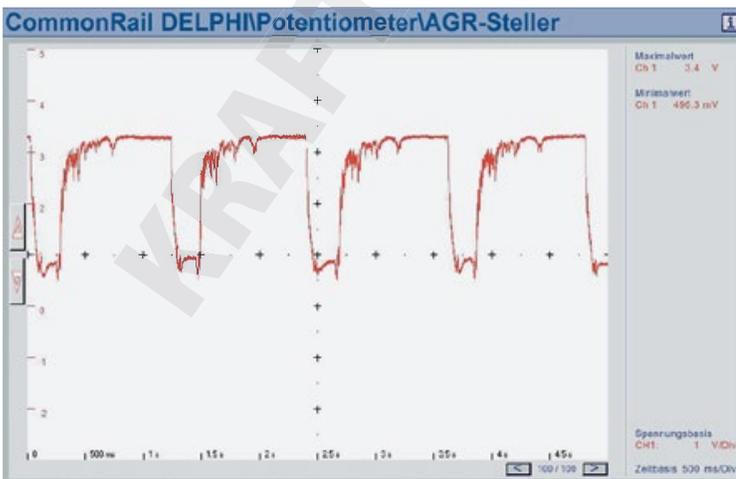
Den Vorteil der Sichtprüfung zeigt das Bild 3.07. Das Steuergerät war mit der Funktion der AGR ‚zufrieden‘. Es war kein Fehler im Fehlerspeicher abgelegt, da das

Steuergerät die Funktion des AGR-Ventils über den Weggeber im Stellmotor überprüfte. Den abgerissenen Ventilteller konnte man nur daran erkennen, dass sich die angesaugte Luftmasse beim Ein- beziehungsweise Ausschalten der AGR nicht veränderte. Der Kunde beanstandete unruhigen



3.05

Das Signal des Weggeberpotis bei einem Stellgliedertest (Renault Clio 1,5 dCi).



3.06

Das Signal eines defekten Weggeberpotis bei einem Stellgliedertest (Renault Clio 1,5 dCi).

Motorlauf und niedrige Motorleistung, weil sich der Partikelfilter ständig zu setzte. Wenn man sicher ist, dass das AGR-Ventil ordnungsgemäß arbeitet, wird die Steuerung der AGR geprüft. Bei unterdruckgesteuerten Systemen wird die Handpumpe als Manometer eingesetzt (Bild 3.10).

Von der Leerlaufdrehzahl bis ungefähr 3.000 Umdrehungen muss Unterdruck als Zeichen für ein offenes AGR-Ventil anliegen. Über 3.000/min oder bei voll durchgetretenem Gaspedal muss der Unterdruck schlagartig abfallen. Im Leerlauf wird die AGR bei vielen Motoren nach



3.07

Die Grenzen der Eigen-diagnose. Das Steuergerät war mit dem AGR-Ventil zufrieden, der Motor aber nicht. Der abgerissene Teller des AGR-Ventils sorgte für unruhigen Motorlauf und einem verstopften Partikelfilter.

3.08

Ein Fall für den Schornsteinfeger: Das AGR-Ventil des 2,0-l-Pumpe-Düse-Motors ist durch extremen Kurzstreckenverkehr bis zur Unbeweglichkeit verrußt.

6. Diskussion: Die Nachrüstung von SCR-Systemen / Software-Updates

von Georg Blenk

Ende 2018 fand im Bundesverkehrsministerium ein Sinneswandel statt. Verkehrsminister Andreas Scheuer präsentierte am Jahresende die technischen Vorschriften und Rahmenbedingungen für SCR-Nachrüstungssysteme. Demnach darf ein Euro-4- oder Euro-5-Diesel-Pkw nach einer Umrüstung maximal 270 mg/km NO_x emittieren. Die Technik muss bis -7°C funktionieren und fünf Jahre oder für 100.000 Kilometer durchhalten.

Der ADAC Württemberg bestätigte bereits im Februar 2018 die Wirksamkeit von Nachrüstsystemen. Um 50 bis sogar 70 Prozent lassen sich den Angaben zufolge die NO_x -Emissionen, sogar bei ungünstigen Bedingungen, reduzieren. Dies ergaben Tests an vier Euro-5-Fahrzeugen.

Nach der ersten Testreihe optimierten drei Anbieter von SCR-Nachrüstsystemen ihre Technik weiter. Anhand der drei Testträger, einem Opel Astra 1.7 CDTI (Twintec), einem VW T5 (Oberland Mangold) und einem Fiat Ducato (HJS), setzte der ADAC Württemberg im Sommer 2018 die Testreihe fort. Die Firma Dr. Pley SCR-Technology GmbH nahm mit ihrem Mercedes B180 CDI, laut ADAC, aus unternehmensinternen Gründen nicht mehr am Test teil.

Die drei umgerüsteten Fahrzeuge sollten jetzt 50.000 Kilometer zurücklegen. Seitdem wird seit September 2018 annä-

hernd täglich eine definierte Strecke von 700 km gefahren. Ein Datenlogger dokumentiert im Zulassungszyklus WLTC und im Realbetrieb (RDE) die relevanten Parameter.

Das vorläufige Ergebnis nach 10.000 km (10/2018): Bei allen drei Testträgern mit nachgerüsteten SCR-Systemen gelingt es dem ADAC zufolge, durch die Nachbehandlung der Abgase mithilfe von SCR-Katalysatoren und der Einspritzung von AdBlue die NO_x -Emissionen deutlich zu verringern. Die gemessenen Reduktionsraten lagen zwischen 60 und 80 Prozent und drückten den NO_x -Ausstoß der Fahrzeuge auf oder unter den Grenzwert von 270 mg/km. Jetzt gilt es die Tests auch bei winterlichen Bedingungen zu bestehen. Die Endergebnisse, die der ADAC bis Ende Januar 2019 angekündigt hat, lagen bei Redaktionsschluss dieses Buches noch nicht vor.

Keine klaren Regelungen, technisch komplex, zu teuer

Eine Nachrüstung von Euro-4- oder Euro-5-Fahrzeugen ist technisch machbar und reduziert den NO_x -Ausstoß signifikant. Bevor jedoch tatsächlich Nachrüstsätze angeboten werden können, sind noch zahlreiche Fragen zu klären. Darüber hinaus müsste die Gesetzgebung angepasst werden, was dauern kann.

Common-Rail-Systeme in der Werkstattpraxis

Technik, Prüfung, Diagnose

Moderne Common-Rail-Systeme sind nicht zuletzt wegen ihres Leistungspotenzials bei gleichzeitig deutlicher Verbrauchsreduzierung zum Standard-einspritzsystem für Dieselaggregate geworden. Darüber hinaus garantieren moderne Abgasreinigungssysteme die Einhaltung neuester Abgasnormen und machen den Diesel in seinen zahlreichen technischen Ausprägungen zukunftsfähig.

Nach einer eingehenden Beschreibung der gängigen Systeme und Komponenten liefert das Fachbuch ‚Common-Rail-Systeme in der Werkstattpraxis‘ dem Kfz-Profi Tipps und Hilfe zur schnellen und treffsicheren Fehlersuche. Zahlreiche Abbildungen und Grafiken helfen bei der exakten Identifikation der Fehlerquellen und zeigen technische Details. Ein weiterer Fokus liegt auf der Abgasnachbehandlung und modernsten SCR-Systemen. Aufgrund der Marktrelevanz beleuchtet der Autor auch das Thema ‚Pumpe-Düse‘.

Die 7. Auflage des Fachbuches ‚Common-Rail-Systeme in der Werkstattpraxis‘ ist an vielen Stellen überarbeitet, aktualisiert und durch Zusatzinformationen und Bilder ergänzt worden. Neu ist das Kapitel zum Thema Twindosing.



Hubertus Günther

Die vorliegende siebte Auflage des Standardwerks ‚Common-Rail-Systeme in der Werkstattpraxis‘ überzeugt durch Praxisnähe und Informationstiefe. Das Werk ist um relevante technische Neuerungen sowie um das Thema Twindosing erweitert worden. Es darf in keinem Kfz-Betrieb fehlen.“

Marc Dobschal

Kfz-Technikermeister und Inhaber der ‚Autoklinik Dobschal‘ in Bad Marienberg