
Service-Fibel

Dipl.-Ing. Uwe Rokosch

On-Board-Diagnose

und moderne Abgasnachbehandlung

Vogel Buchverlag

Dipl.-Ing. UWE ROKOSCH

Jahrgang 1959

Nach dem Maschinenbau-Studium mit Fachrichtung Kraftfahrzeugtechnik an der TU Dresden bis 1990 Tätigkeit als Ingenieur in den Bereichen Produktionsvorbereitung/Instandsetzungstechnologie und Rechentechnik im VE Verkehrskombinat Magdeburg.

Von 1990 bis 1993 Dozent für Kfz-Technik und Straßenverkehrsrecht, anschließend Studienleiter der Bildungsakademie Verkehr Sachsen-Anhalt e. V. Bis 1995 Seminardirektor und Dozent für Technik und Verkehr und seit 1995 Geschäftsführer und Dozent an der Fachakademie für Technik und Betriebswirtschaft gGmbH (FTB).

1994 Berufung durch das Regierungspräsidium Magdeburg als Mitglied des Meisterprüfungsausschusses der Handwerkskammer Magdeburg für das Kfz-Technikerhandwerk.

Seit 2000 stellv. Vorsitzender des Prüfungsausschusses Kfz-Service-Techniker der IHK Magdeburg.

Weitere Informationen:

www.vogel-buchverlag.de

ISBN-13: 978-3-8343-3002-4

ISBN-10: 3-8343-3002-7

1. Auflage. 2006

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten.
Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Hiervon sind die in §§ 53, 54 UrhG ausdrücklich genannten Ausnahmefälle nicht berührt.

Printed in Germany

Copyright 2006 by Vogel Industrie Medien GmbH & Co. KG, Würzburg

Herstellung: Claudia Wild, Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Einleitung	13
1 Entwicklungsbetrachtungen	15
1.1 90 Jahre Motorentechnik – ein Vergleich	15
1.2 Leistungen moderner Motoren und ihrer Steuerungen	16
2 Abgasgesetzgebung	21
2.1 Die weltweite Abgasgesetzgebung	21
2.2 Die europäischen Abgasnormen	26
2.3 Zeitplan der Einführung EURO 4 und darüber hinaus	31
2.4 Europäischer Fahrzyklus NEDC für die Typprüfung	33
2.4.1 Ermittlung der Verdampfungsverluste	35
2.4.2 Abgasanalyseverfahren nach der CVS-Methode	36
Verfahrensbeschreibung der CVS-Methode	36
FID-Verfahren	38
NDIR-Verfahren	38
Elektronisches Messverfahren für Sauerstoff	39
Messung zur Bestimmung der Partikelmasse	39
2.5 Selbstverpflichtung der Automobilindustrie zur Kraftstoff- und CO ₂ -Reduzierung	40
3 Abgasbestandteile bei Verbrennungsmotoren	43
3.1 Schadstoffe	43
3.2 Kohlenmonoxid CO	44
3.3 Kohlenwasserstoffe HC	44
3.4 Stickoxide NO _x	44
3.5 Schwefeloxid SO _x	45
3.6 Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	46
3.7 Ammoniak (NH ₃)	46



Der Onlineservice InfoClick bietet unter www.vogel-buchverlag.de nach Codeeingabe zusätzliche Informationen und Aktualisierungen.

3.8	Ruß und Partikel	46
3.9	Feinstaub	48
3.10	Blaurauch und Weißrauch	49
3.11	Kohlendioxid CO ₂	49
4	Verbrennungsvorgang und Schadstoffemission bei Ottomotoren	53
4.1	Allgemeine Anforderungen	53
4.2	Verbrennungsluftverhältnis	53
4.3	Verbrennungsluftverhältnis und Schadstoffemission bei Ottomotoren	54
4.4	Entwicklungen zur Schadstoffreduzierung bei Ottomotoren	56
5	Verbrennungsvorgang und Schadstoffemission bei Dieselmotoren	61
5.1	Dieselvebrennungsverfahren	61
5.2	Einlassdrallkanal und Luftrotation	63
5.3	Verbrennungsvorgang im Dieselmotor	64
5.3.1	Einflussfaktoren auf den Zündverzug	64
5.3.2	Gemischbildung und Verbrennung im Dieselmotor	66
5.3.3	Piloteinspritzung bei moderner Dieselmotoren	68
5.3.4	Einspritzadaptation bei modernen Dieselmotoren	71
5.4	Verbrennungsluftverhältnis und Schadstoffemission bei Dieselmotoren	72
5.5	Entwicklungen zur Schadstoffreduzierung und Rußvermeidung	74
5.6	Künftige Entwicklungen bei Verbrennungsmotoren	76
5.6.1	Piezo Direct Injection (PDI)	76
5.6.2	Neue Brennverfahren für die Benzindirekteinspritzung	78
5.6.3	Künftige Einspritzsysteme für Dieselmotoren	80
6	Abgaskatalysatoren	83
6.1	Grundarten der Katalysatoren	83
6.2	Aufbau der Katalysatoren	84
6.2.1	Vergleich Keramik-katalysator – Metallkatalysator	86
6.2.2	Ressourcen der Edelmetalle für Katalysatoren	86
6.2.3	Chemische Vorgänge im Katalysator	88
6.2.4	Konvertierungsverhalten eines neuwertigen Abgaskatalysators	88
6.3	Einsatzbedingungen für Katalysatoren	90
6.4	Katalysatoren für Ottomotoren	91
6.4.1	Oxidationskatalysator	91
6.4.2	Dreiwege-Katalysator	91
6.4.3	Anforderungen an neue Katalysatorkonzepte	92
6.4.4	Motornahe Katalysatoren	93
6.4.5	Bypass-System	95
6.4.6	Elektrisch beheizter Katalysator	95
6.4.7	Speicher-katalysator – SCR-Katalysator	96
6.4.8	Kontinuierlich arbeitende Reduktionskatalysatoren	97
6.4.9	Diskontinuierlich arbeitende Reduktionskatalysatoren	98
6.5	Katalysatoren für Dieselmotoren	99
6.5.1	Dieselmotorkatalysator	99
6.5.2	SCR-Katalysator (Selective Catalytic Reduction)	100
6.5.3	Weitere Katalysatorsysteme für Dieselmotoren	103

7	Lambda-Regelung und Lambda-Sonden	107
7.1	Zirkoniumsonde oder Spannungssonde	108
7.2	Titandioxidsonde oder Widerstandssonde	109
7.3	Breitband-Lambda-Sonde oder Lambda-Sonde Universal (LSU)	111
7.4	Stickoxidsensor oder Doppelkammersensor	113
7.5	Diagnose der Lambda-Sonden	114
8	Partikelfiltersysteme	119
8.1	Partikelfiltersysteme für Pkw-Dieselmotoren	121
8.1.1	Partikelfilter FAP von Peugeot	122
8.1.2	Partikelfilter von Bosch (Taschenfilter)	124
8.1.3	Partikelfiltersysteme von VW und Audi	125
8.1.4	Partikelfilter von BMW	127
8.1.5	D-CAT von Toyota	128
8.2	Rußfiltersysteme für Nfz-Dieselmotoren	130
8.2.1	CRT-System	131
8.2.2	SCR-AC-Technik	132
8.2.3	Künftige komplexe Diesel-Abgasreinigungssysteme	133
8.3	Regenerationsbedingungen bei Partikelfiltern	135
8.3.1	Vergleich erreichbarer Abgastemperaturen verschiedener Systeme	135
8.3.2	Natürliche Regeneration im Filter	136
8.3.3	Ermittlung der Rußbelastung des Partikelfilters	136
8.3.4	Kontrollleuchte und Kurzstreckenbetrieb	138
8.3.5	Besonderheiten beim Einsatz von Partikelfiltern	139
8.3.6	Filternachrüstung und Partikelfilterförderung	140
9	On-Board-Diagnose	145
9.1	Geschichte der OBD I und OBD II	145
9.2	Anforderungen an die OBD-Systeme	146
9.2.1	Allgemeine Forderungen an die OBD	148
9.2.2	Manipulationsschutz OBD	150
9.2.3	Fehlerbehandlung bei der OBD	150
9.2.4	Abschaltbedingungen für die OBD	154
9.2.5	Standardisierte OBD-Schnittstelle	154
9.2.6	Anschluss an die OBD-Schnittstelle	156
9.3	Systematik der OBD-Fehlercodes	158
9.3.1	Freeze-Frame-Daten	160
9.3.2	Readinesscode	161
9.4	Funktionsumfang der OBD-Prüfebene	164
10	OBD-System bei Ottomotoren	171
10.1	Grundaufbau eines OBD-Systems	171
10.2	Erkennung von Zündaussetzern	172
10.2.1	Laufunruheverfahren	172
10.2.2	Moment-Analyseverfahren	174
10.3	Überwachung der Katalysatorfunktion	175

10.4	Überwachung der Lambda-Sonden	177
10.4.1	Diagnose der Regelsonde	177
10.4.2	Diagnose der Monitorsonde	177
10.4.3	Diagnose der Lambda-Sondenheizung	178
10.4.4	Diagnose der Breitband-Lambda-Sonde	179
10.5	Überwachung der Abgasrückführung	180
10.6	Überwachung der Tankentlüftung	181
10.7	Überwachung des Sekundärluftsystems	182
10.8	Überwachung des Kraftstoffsystems	183
10.9	Adaption der Gemischanpassung	185
10.10	Überwachung der E-Gas-Funktion	188
10.11	Thermostatdiagnose	190
10.12	Überwachung des CAN-Busses	190
10.13	Überwachung weiterer Systeme und einzelner Sensoren	191
10.13.1	Überwachung des Ladedruckes	192
10.13.2	Überwachung des Geschwindigkeitssignals	192
10.13.3	Überwachung des Luftmassenmessers	193
10.13.4	Überwachung des Bremslicht- und Kupplungspedalschalters	194
10.13.5	Überwachung der Nockenwellenposition	195
11	OBD-Systeme für Dieselmotoren (D-OBD)	197
11.1	Überwachte Systeme und Sensoren der D-OBD	197
11.2	Aussetzererkennung bei der D-OBD	199
11.3	Einspritzbeginn-Regelabweichung	199
11.4	Überwachung der Abgasrückführung	201
11.4.1	Regelabweichung Abgasrückführung (pneumatisch)	201
11.4.2	Lageregelung Abgasrückführung (elektrisch)	201
11.5	Ladedruckregelabweichung	202
11.6	Glühsystem	203
11.7	Überwachung weiterer Systeme und einzelner Sensoren	204
11.7.1	CAN-Datenbus-Diagnose	204
11.7.2	Geber für die Kühlmitteltemperatur	205
11.7.3	Geber für die Kraftstofftemperatur	205
11.7.4	Heißfilm-Luftmassenmesser	206
11.7.5	Lambda-Sonde und Lambda-Sonden-Heizungsregelung	206
11.7.6	Geschwindigkeitssignal	207
11.8	Partikelfilterüberwachung	207
11.8.1	Druck- und Temperatursensoren vor und hinter dem Filter	207
11.8.2	Temperaturgeber vor dem Turbolader	208
11.8.3	Lambda-Sonde und Luftmassenmesser	209
11.8.4	Kontrollleuchte für Dieselpartikelfilter	210
11.8.5	Überwachung der Partikelfiltersysteme mit Additiv	210
11.9	Rußsensoren zur Überwachung der Verbrennung oder der Partikelfilter	211
12	Technische Herausforderungen bei der Umsetzung der vorgeschriebenen Diagnosefunktionen	213
12.1	Zeitliche Organisation der Diagnosefunktionen	213
12.2	Berücksichtigung verschiedener Fahrzeugvarianten	215

12.3	Berücksichtigung künftiger Abgasreinigungstechnologien	216
12.4	Anpassung an neue Motoren	216
13	Grundvoraussetzungen für die OBD-Fehlerdiagnose	219
14	Abgasuntersuchungen bei OBD-Systemen	223
14.1	Sichtprüfung bei schadstoffrelevanten Bauteilen	223
14.2	AU-Software für OBD	224
14.3	AU an Fahrzeugen mit Ottomotor und OBD-System	225
14.4	Muster eines OBD-Prüfberichtes	227
14.5	Probleme bei OBD-Fahrzeugen mit Ottomotor	227
14.5.1	Probleme bei bestimmten Fahrzeugen	229
14.5.2	OBD-Ersatzverfahren für VW-Modelle	233
14.6	AU an Fahrzeugen mit Dieselmotor und D-OBD-System	233
14.7	Muster eines OBD-Prüfberichtes D-OBD	235
15	OBD 3, OBM und künftige Anforderungen	237
16	Auszüge aus den EU-Verordnungen zur OBD	241
	Auszug aus der Richtlinie 98/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zu Änderung der Richtlinie 70/220/EWG des Rates	241
	Richtlinie 1999/102/EG der Kommission vom 15. Dezember 1999 zur Anpassung der Richtlinie 70/220/EWG des Rates über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt (Text von Bedeutung für den EWR)	261
	Anhang: Definierte OBD-Fehlercode-Liste nach SAE J2012 und ISO 15 031-6	265
	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	291
	Literaturverzeichnis	295
	Stichwortverzeichnis	297