

Die Verbrennungs- kraftmaschine

Herausgegeben von
Hans List und Anton Pischinger

Neue Folge
Band 7

Schadstoffreduzierung und Kraftstoffverbrauch von Pkw[^]Verbrennungs* motoren

F. Schäfer und
R. van Basshuysen

Springer*Verlag
Wien NewYork

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen.....	X
1 Einleitung.....	1
2 Entstehung der Schadstoffe und deren Toxizität.....	4
2.1 Verbrennungsvorgänge.....	4
2.1.1 Chemische Reaktionen.....	4
2.1.2 Verbrennungsprodukte.....	6
2.2 Toxizität und Wirkung der Schadstoffe auf den Menschen.....	7
2.3 Schadstoffbildung im Motor.....	8
2.3.1 Schadstoffbildung im Ottomotor.....	8
2.3.1.1 Schadstoffkomponenten.....	10
2.3.2 Schadstoffbildung im Dieselmotor.....	12
2.3.2.1 Schadstoffkomponenten.....	13
2.4 Bildung und Wirkung der Schadstoffe in der Atmosphäre.....	16
2.4.1 CO ₂ und das Klima.....	21
3 Möglichkeiten der Verringerung von Schadstoffemissionen und Kraftstoffverbrauch bei Viertakt-Motoren durch motorische Maßnahmen.....	24
3.1 Maßnahmen beim Ottomotor.....	25
3.1.1 Äußere Gemischbildung.....	25
3.1.1.1 Brennraumform, Brennraumgestaltung und Verdichtung.....	25
3.1.1.2 Gemischbildung, Gemischregelung und Einspritzsysteme.....	28
3.1.1.3 Zündzeitpunkt und Zündkerze.....	31
3.1.1.4 Abgasrückführung.....	33
3.1.1.5 Ventilsteuerzeiten.....	35
3.1.1.6 Einlaßkanalkonfiguration und Drall.....	38
3.1.1.7 Hub-Bohrung-Verhältnis und Zylindervolumen.....	40
3.1.1.8 Kühlung.....	41
3.1.2 Magerkonzept.....	42
3.1.2.1 Magermotor-Management.....	48
3.1.3 Innere Gemischbildung.....	49
3.1.4 Potential des Ottomotors im Hinblick auf Abgasemissionen und Kraftstoffverbrauch.....	54
3.2 Maßnahmen beim Dieselmotor.....	55
3.2.1 Brennverfahren.....	56
3.2.1.1 Kammermotoren.....	57
3.2.1.2 Dieselmotor mit Direkteinspritzung.....	63
3.2.2 Verdichtungsverhältnis.....	73
3.2.3 Einspritzhydraulik.....	73
3.2.4 Elektronische Dieselregelung.....	76
3.2.5 Abgasrückführung.....	78
3.2.6 Potential des Dieselmotors im Hinblick auf Abgasemissionen und Kraftstoffverbrauch.....	78
3.3 Emissionskennfelder von Motoren.....	80
3.4 Langzeitstabilität von Abgaswerten.....	84

4	Möglichkeiten der Verringerung von Schadstoffemissionen und Kraftstoffverbrauch bei Zweitakt-Motoren durch motorische Maßnahmen.....	86
4.1	Maßnahmen beim Ottomotor.....	89
4.2	Maßnahmen beim Dieselmotor.....	92
5	Abgasnachbehandlung.....	95
5.1	Ottomotor.....	95
5.1.1	Unterstützung der Nachreaktionen im Auslaßsystem.....	95
5.1.2	Thermischer Reaktor.....	96
5.1.3	Katalysator-Systeme.....	97
5.1.3.1	Wirkungsweise von Katalysatoren.....	99
5.1.3.2	Aufbau des Katalysators.....	100
5.1.3.3	Konvertierungsgrad.....	103
5.1.3.4	Anordnung des Katalysators im Fahrzeug.....	108
5.1.3.5	Nachteile bei der Anwendung von Katalysatoren.....	110
5.1.3.6	Kritische Betriebszustände für den Katalysator.....	110
5.1.3.7	Recycling von Katalysatoren.....	111
5.1.3.8	λ-Sonde.....	112
5.2	Dieselmotor.....	114
5.2.1	Thermische Reaktoren.....	114
5.2.2	Katalytische Reaktoren.....	115
5.2.2.1	Oxidationskatalysator.....	116
5.2.3	Abscheidesysteme.....	118
5.2.3.1	Filtersysteme.....	120
5.2.3.2	Filterregeneration.....	123
6	Einfluß des Kraftstoffes und des Motoröls auf das Emissionsverhalten und den Kraftstoffverbrauch.....	130
6.1	Konventionelle Kraftstoffe.....	130
6.1.1	Ottomotorenkraftstoff.....	130
6.1.1.1	Reformiertes Benzin.....	132
6.1.2	Dieselmotorenkraftstoff.....	133
6.1.2.1	Reformierter Dieselmotorenkraftstoff.....	135
6.2	Alternative Kraftstoffe.....	136
6.2.1	Alternative Kraftstoffe für Ottomotoren.....	138
6.2.1.1	Alkohole (Methanol und Ethanol).....	140
6.2.1.2	Autogas.....	141
6.2.1.3	Wasserstoff.....	142
6.2.2	Alternative Kraftstoffe für Dieselmotoren.....	145
6.2.2.1	Alkohole (Methanol und Ethanol).....	145
6.2.2.2	Pflanzenöle.....	146
6.2.2.3	Rapsölmethylester (RME).....	147
6.2.2.4	Sonstige Kraftstoffe.....	148
6.3	Einfluß von Kraftstoffadditiven.....	149
6.3.1	Additive für Ottomotoren.....	150
6.3.2	Additive für Dieselmotoren.....	151
6.4	Einfluß des Motoröls.....	152
7	Problematik der CO ₂ -Emissionen.....	155

7.1 CO ₂ -Emissionen und ihre Verursacher.....	155
7.2 CO ₂ -Ausstoß von Kraftfahrzeugen.....	155
7.3 CO ₂ -Emissionen und Kraftstoffe.....	157
8 Gesetzliche Vorschriften zur Schadstoff- und Verbrauchsbegrenzung bei Verbrennungsmotoren (Stand 1992).....	160
8.1 Testprozeduren.....	160
8.2 Abgasmeßverfahren und Abgasmeßgeräte.....	163
8.2.1 Abgasmeßverfahren.....	163
8.2.2 Abgasmeßgeräte.....	165
8.3 Schadstoff- und Verbrauchsgrenzwerte, zur Zeit gültige Grenzwerte.....	169
8.3.1 USA-49-Staaten.....	169
8.3.2 USA-Kalifornien.....	172
8.3.3 Japan.....	173
8.3.4 Europäische Gemeinschaft.....	174
8.3.5 Bundesrepublik Deutschland.....	175
8.4 Ausblick auf die zukünftige Entwicklung der Abgas- und Verbrauchs- gesetzgebung.....	177
8.4.1 USA-49-Staaten.....	177
8.4.1.1 Abgasgrenzwerte.....	177
8.4.1.2 Testverfahren.....	180
8.4.1.3 Verbrauchsgrenzwerte und andere Vorschriften.....	180
8.4.2 USA-Kalifornien.....	181
8.4.2.1 Abgasgrenzwerte.....	181
8.4.2.2 Testverfahren.....	183
8.4.2.3 Verbrauchsgrenzwerte und andere Vorschriften.....	185
8.4.3 Japan.....	186
8.4.3.1 Abgasgrenzwerte.....	186
8.4.3.2 Testverfahren.....	187
8.4.3.3 Verbrauchsgrenzwerte und andere Vorschriften.....	188
8.4.4 Europäische Gemeinschaft.....	188
8.4.4.1 Abgasgrenzwerte.....	188
8.4.4.2 Testverfahren.....	190
8.4.4.3 Verbrauchsgrenzwerte und andere Vorschriften.....	192
8.4.5 Bundesrepublik Deutschland.....	193
8.4.5.1 Abgasgrenzwerte.....	193
8.4.5.2 Testverfahren.....	193
8.4.5.3 Verbrauchsgrenzwerte und andere Vorschriften.....	193
Literatur.....	197
Sachverzeichnis.....	209