

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	11
2	Dieselmotoren in Nutzfahrzeugen	14
2.1	Ausgangslage	14
2.2	Grundlagen der Nutzfahrzeug- Dieseltechnik	15
2.3	Nutzfahrzeug-Dieselmotoren zwischen 300 und 600 PS.....	19
2.3.1	Stand der Technik: Modul Motorblock	25
2.3.2	Stand der Technik: Modul Kurbeltrieb	29
2.3.3	Stand der Technik: Modul Ventiltrieb	29
2.3.4	Stand der Technik: Modul Einspritzanlage.....	29
2.3.5	Stand der Technik: Modul Dichtungen.....	32
2.3.6	Stand der Technik: Modul Kühlsysteme.....	32
2.3.7	Stand der Technik: Modul Motorschmierung	32
2.3.8	Stand der Technik: Modul Ansaug- und Abgasführung .	32
2.3.9	Stand der Technik: Modul Sensoren und Neben- aggregate	37
2.3.10	Stand der Technik: Modul Aktoren und Steuerung	37
2.4	Kernanforderungen an einen Nutzfahrzeug-Dieselmotor	37
2.4.1	Verbrauch	38
2.4.2	Abgas	38
2.4.3	Lebensdauer.....	40
2.4.4	Geräuschemission	40
2.4.5	Gewicht.....	41
2.4.6	Einfluss der einzelnen Dieselmotoren-Module auf die Erfüllung der Kernanforderungen	41

3	Grundmotor	44
3.1	Kurbelgehäuse.....	44
3.1.1	Aufgabe und Funktion	44
3.1.2	Bauarten	45
3.1.3	Zylinder.....	47
3.1.4	Verfahren zur Herstellung von Kurbelgehäusen	49
3.1.5	Ölwanne	50
	3.1.5.1 Bauarten.....	51
	3.1.5.2 Einzelteile.....	51
3.2	Kurbeltrieb.....	52
3.2.1	Kurbelwelle.....	52
	3.2.1.1 Aufgabe und Funktion	52
	3.2.1.2 Werkstoffe.....	53
3.2.2	Pleuel	53
	3.2.2.1 Aufgabe und Funktion	53
	3.2.2.2 Aufbau des Pleuels	53
	3.2.2.3 Pleuelstangen- werkstoffe.....	55
	3.2.2.4 Beanspruchungen der Pleuelstange ...	55
	3.2.2.5 Gestaltung von Pleueln	56
	3.2.2.6 Rohteilfertigung....	56
	3.2.2.7 Mechanische Bearbeitung	57
3.2.3	Kolben	58
	3.2.3.1 Aufgabe und Funktion	58
	3.2.3.2 Konstruktive Gestaltung	58
	3.2.3.3 Konstruktive Grundlagen.....	59
	3.2.3.4 Kolbenbauarten....	61
	3.2.3.5 Kolbenherstellung .	64
	3.2.3.6 Laufflächen- und Oberflächenschutz .	65
	3.2.3.7 Kolbenwerkstoffe...	66

3.2.4	Kolbenringe	67
3.2.4.1	Aufgabe und Funktion	67
3.2.4.2	Bauformen	67
3.2.4.3	Werkstoffe.....	68
3.2.5	Kolbenbolzen	68
3.2.5.1	Aufgabe und Funktion	68
3.2.5.2	Bauarten.....	68
3.2.5.3	Werkstoffe.....	68
3.2.5.4	Kolbenbolzen- sicherung.....	68
3.2.6	Lagerung des Kurbeltriebs..	69
3.2.6.1	Grundlagen der Gleitlagertechnik...	69
3.2.6.2	Lagerausführungen	69
3.2.6.3	Spezifische Vorteile von Gleitlagern	69
3.3	Zylinderkopf.....	72
3.3.1	Aufgabe und Funktion	72
3.3.2	Bauarten	73
3.3.3	Werkstoffe	73
3.3.4	Gießverfahren in der Zylinderkopfherstellung	73
3.3.5	Ventildeckel.....	74
3.3.5.1	Aufgabe und Funktion	74
3.3.5.2	Werkstoffe.....	74
3.3.5.3	Herstellungs- verfahren	74
3.4	Motorsteuerung	75
3.4.1	Aufgabe und Funktion	75
3.4.1.1	Anordnung der Ventile	75
3.4.1.2	Anordnung der Nockenwelle	75
3.4.1.3	Variable Ventil- steuerung	77
3.4.1.4	Zylinderabschaltung	78
3.4.1.5	Mechanisch variabler Ventiltrieb (Valvetronic)	78
3.4.1.6	Elektromagnetischer Ventiltrieb (EMTV).	79
3.4.2	Baugruppe Nockenwelle	79

	3.4.2.1 Aufgabe und Funktion	79
	3.4.2.2 Herstellung	80
	3.4.2.3 Werkstoffe.....	80
	3.4.2.4 Antrieb	80
3.4.3	Baugruppe Ventile	81
	3.4.3.1 Aufgabe und Funktion	81
	3.4.3.2 Ventilarten	81
	3.4.3.3 Werkstoffe.....	81
3.4.4	Ventilfedern	82
	3.4.4.1 Aufgabe und Funktion	82
	3.4.4.2 Bauformen	82
3.4.5	Ventilsitzring	83
	3.4.5.1 Anforderungen	83
	3.4.5.2 Werkstoffe.....	83
3.4.6	Ventilführung	84
	3.4.6.1 Aufgabe und Funktion	84
	3.4.6.2 Werkstoffe.....	84
3.4.7	Ventilspielausgleich	84
	3.4.7.1 Mechanischer Ventilspielausgleich	84
	3.4.7.2 Hydraulischer Ventilspielausgleich über Tassenstößel .	86
	3.4.7.3 Schwinghebelauflager mit Ventilspielausgleich.....	86
3.4.8	Ventildrehvorrichtung.....	86
3.4.9	Hydraulischer Kettenspanner	86
3.5	Dichtsysteme.....	87
	3.5.1 Zylinderkopfdichtsysteme (ZKD)	88
	3.5.1.1 Arten.....	88
	3.5.1.2 Fazit.....	90
	3.5.2 Diverse Dichtungsarten	90
	3.5.2.1 Flachdichtungen....	90
	3.5.2.2 Fazit.....	93
	3.5.3 Elastomer-Dichtsysteme	93
	3.5.4 Kurbelwellendichtsysteme ..	95
3.6	Nebenaggregate.....	97
	3.6.1 Starter (Anlasser).....	97

	3.6.1.1 Aufgabe und Funktion	97
	3.6.1.2 Aufbau	98
3.6.2	Generator	98
	3.6.2.1 Aufgabe und Funktion	98
	3.6.2.2 Auslegungskriterien	100
	3.6.2.3 Arten der Generatorkühlung	100
3.6.3	Luftpresser (Druckluftkompressor)	101
4	Einspritzsysteme	102
4.1	Bauarten	102
4.2	Common-Rail-Systeme	102
	4.2.1 Pumpe	102
	4.2.1.1 Vorförderpumpe	102
	4.2.1.2 Hochdruckpumpe...	102
	4.2.2 Injektor.....	104
	4.2.2.1 Aufgabe und Funktion	104
	4.2.2.2 Ansteuerungsarten	106
	4.2.3 Hochdruckspeicher (Rail) ...	107
	4.2.3.1 Bauteile.....	107
	4.2.3.2 Fazit.....	109
4.3	Pumpe-Düse-System	110
	4.3.1 Hochdruck-Einspritzelement (Pumpe)	110
	4.3.1.1 Aufgabe und Funktion	110
	4.3.1.2 System PDE (Pumpe-Düse-Element)	110
	4.3.1.3 System PLD (Pumpe-Leitung-Düse).....	112
	4.3.2 Einspritzdüse	115
	4.3.2.1 Aufgabe und Funktion	115
	4.3.2.2 Düsenarten	116
	4.3.3 Ansteuerung	117
4.4	Niederdrucksystem	118
	4.4.1 Tank	119
	4.4.2 Kraftstoffvorwärmung	119
	4.4.3 Kraftstofffilter	119
	4.4.4 Kraftstoffförderpumpe	121

4.4.5	Elektrisches Abschaltventil.....	122
4.4.6	Kraftstoffkühlung.....	122
4.4.7	Kraftstoffleitungen.....	122

5	Ansaugsystem und Abgasstrom	123
5.1	Ansaugsystem	123
5.1.1	Luftfilter	123
5.1.1.1	Kenngrößen zur Beurteilung von Filtermedien	125
5.1.1.2	Messung und Auswertung	125
5.1.2	Ansaugrohrkrümmer	125
5.2	Abgassystem	127
5.2.1	Abgaskrümmer.....	127
5.2.1.1	Gussskrümmer	128
5.2.1.2	Rohrkrümmer	129
5.2.1.3	Einfachwandige Halbschalenkrümmer	130
5.2.1.4	Luftspaltisolierte Krümmer (LSI-Krümmer)	131
5.2.1.5	Abgaskrümmer als „Teilmodul eines integrierten Systems“	131
5.2.1.6	Krümmer-Komponenten	132
5.2.2	Aufladung.....	133
5.2.2.1	Mechanische Aufladung	133
5.2.2.2	Abgasturboaufladung	134
5.2.2.3	Ladedruckregelung	135
5.2.2.4	Fazit.....	135
5.2.3	Ladeluftkühler	136
5.2.3.1	Arten der Ladeluftkühlung	136
5.2.3.2	Auslegung des Ladeluftkühlers	137
5.2.3.3	Werkstoffe für Ladeluftkühler	137
5.3	Motorstaubremsen	137

5.3.1	Motorbremsen mit Auspuffklappe.....	138
5.3.2	Motorbremsen mit Konstantdrossel.....	138
6	Verbrennung und Abgasbehandlung	140
6.1	Einspritzverfahren.....	140
6.1.1	Direkteinspritzverfahren.....	140
6.1.1.1	Mehrlochdüsenverfahren mit Luftdrall	142
6.1.1.2	MAN-M-Verfahren ...	143
6.1.2	Nebenkammer-Einspritzverfahren.....	143
6.1.2.1	Wirbelkammerverfahren	144
6.1.2.2	Vorkammerverfahren	144
6.1.2.3	Luftspeicherverfahren (Lanovaverfahren) .	144
6.2	Abgasrückführung	145
6.2.1	Aufgabe und Funktion	146
6.2.2	Mechanik.....	146
6.2.3	Antriebe.....	147
6.3	Katalysator	147
6.3.1	Reduktionskatalysator	147
6.3.2	Oxidationskatalysator	147
6.4	Partikelfilter	148
6.4.1	Gesundheitliche Bedenken	148
6.4.2	Verfahren, Aufbau und Funktion.....	149
6.4.3	Diesel-Grenzwerte nach Euro 5.....	151
6.5	Kaltstarthilfsanlagen	151
6.5.1	Glühanlage	152
6.5.2	Heizflanschanlage.....	153
6.5.3	Flammkerzenanlage.....	153
7	Kühlung und Schmierung.....	155
7.1	Kühlsystem	155
7.1.1	Aufgabe und Funktion	155
7.1.2	Kühlungsarten	155
7.1.3	Kühler.....	157

	7.1.3.1 Aufgabe und Funktion	157
	7.1.3.2 Kühlerauslegung ...	158
7.1.4	Ventilator	159
7.1.5	Wasserpumpe (Kühlflüssigkeitspumpe).....	160
7.1.6	Ausgleichsbehälter.....	160
7.1.7	Kühlkreislaufregelung	161
7.1.8	Heizung/Klimatisierung	163
	7.1.8.1 Anlagen mit motorabhängiger Heizung	164
	7.1.8.2 Auslegung der Heizung	165
7.1.9	Kühlmittel	166
7.1.10	Kühlmittleitungen	167
7.2	Schmierung	167
	7.2.1 Ölpumpe.....	167
	7.2.1.1 Aufgabe und Funktion	167
	7.2.1.2 Arten.....	168
7.2.2	Regelventil	168
7.2.3	Ölfilter	169
	7.2.3.1 Aufgabe und Funktion	169
	7.2.3.2 Arten.....	169
7.2.4	Ölkühler	171
	7.2.4.1 Aufgabe und Funktion	171
	7.2.4.2 Arten.....	172
7.2.5	Kolbenkühlung	173
	7.2.5.1 Arten.....	173
	7.2.5.2 Kühlungsvarianten für Otto- und Dieselmotoren.....	174
8	Motormanagement	175
8.1	Elektronikstruktur	176
	8.1.1 Sensoren	176
	8.1.1.1 Lufttemperaturmesser.....	180
	8.1.1.2 Luftmassenmesser .	181
	8.1.2 Wesentliche Steuergeräte ...	182
	8.1.3 Aktoren	183
8.2	Signalumwandlung	184

8.3	Software.....	186
8.3.1	Schichtenkonzept der Software.....	187
8.3.2	Optimierung des Motors durch Software	187
8.3.3	Software heute	189

9	Entwicklungs- und Innovationspotenziale.....	191
9.1	Einspritzung.....	193
9.2	Verbrennungsprozess sowie Steuer- und Regelungstechnik	194
9.3	Ansaug- und Abgasführung	200
9.4	Geräuschminimierung	202
9.5	Gewichtsoptimierung.....	204
9.6	Künftige Nutzfahrzeug-Dieselmotoren	206
9.6.1	Ausblick: Modul Motorblock	206
9.6.2	Ausblick: Modul Kurbeltrieb	208
9.6.3	Ausblick: Modul Ventiltrieb	209

9.6.4	Ausblick: Modul Einspritz- anlage.....	211
9.6.5	Ausblick: Modul Dichtungen	212
9.6.6	Ausblick: Modul Kühl- systeme.....	213
9.6.7	Ausblick: Modul Motor- schmierung	213
9.6.8	Ausblick: Modul Abgas- und Ansaugführung	213
9.6.9	Ausblick: Modul Sensoren und Nebenaggregate	216
9.6.10	Ausblick: Modul Aktoren und Steuerung.....	217
10	Überblick und Ausblick	219
11	Anhang	227
12	Literaturverzeichnis.....	248
13	Sachwortverzeichnis.....	252