

1	Einführung	9	4.2	Kräfte und Momente im Triebwerk.....	35
2	Überblick	10	4.2.1	Kräfte und Momente im Einzylinder- triebwerk.....	35
	2.1 Geschichtlicher Überblick.....	10	4.2.2	Überlagerung von Gas- und Massenkräften	39
	2.2 Eigenschaften	11	4.2.3	Einfachster Massen- ausgleich der Massen- kräfte I. Ordnung	40
	2.3 Probleme	13	4.2.4	Vollständiger Massenausgleich der Massenkräfte I. und II. Ordnung	41
	2.3.1 Umweltprobleme	13			
	2.3.2 Kraftstoffe	14	4.3	Kräfte und Momente in Mehrzylindermotoren	41
	2.4 Zukunftsaussichten.....	14			
	2.5 Einteilung der Verbrennungsmotoren.....	15			
3	Thermodynamische Grundlagen	20	5	Kenngrößen	49
	3.1 Kreisprozesse	20	5.1	Hub/Bohrung	49
	3.1.1 Carnot-Prozess	21	5.2	Leistung und Mitteldruck.....	50
	3.1.2 Gleichraumprozess.....	22	5.3	Wirkungsgrade	52
	3.1.3 Gleichdruckprozess	24	5.4	Zylinderfüllung	56
	3.1.4 Seiliger-Prozess (Gemischter Prozess) ...	25	5.5	Kolbengeschwindigkeit.....	57
	3.1.5 Vergleich der Kreis- prozesse	28	5.6	Verdichtungsverhältnis	58
	3.2 Verluste des vollkommenen Motors.....	28	5.7	Weitere Kenngrößen	59
	3.3 Vergleich des wirklichen Prozesses mit dem des vollkommenen Motors	29	5.8	Kennfelder	61
	3.4 Gütegrad	30	6	Kraftstoffe.....	67
	3.5 Energiebilanz	32	6.1	Flüssige Kraftstoffe aus Erdöl.....	67
4	Kinematik, Kräfte und Momente im Motor	34	6.1.1	Eigenschaften der Kraftstoffe	69
	4.1 Kinematik des Kurbeltriebes.....	34	6.1.2	Oktanzahl.....	73
			6.1.3	Cetanzahl	74

6.2	Gaskraftstoffe	75
6.3	Alternative Kraftstoffe	77
6.3.1	Alternative Kraftstoffe für Ottomotoren	78
6.3.2	Alternative Kraftstoffe für Dieselmotoren	79

7	Gemischbildung und Zündung.....	81
7.1	Gemischbildung beim Ottomotor	81
7.1.1	Äußere Gemisch- bildung durch Vergaser	81
7.1.2	Äußere Gemisch- bildung durch Einspritzung.....	83
7.1.3	Innere Gemischbildung durch Einspritzung	87
7.2	Zündung bei Ottomotoren	91
7.2.1	Arten der Zünd- systeme	91
7.2.2	Zündkerzen	95
7.3	Gemischbildung bei Dieselmotoren.....	96
7.3.1	Brennräume	96
7.3.2	Einspritzpumpen.....	97
7.3.3	Einspritzdüsen.....	105
7.3.4	Einspritzparameter	107

8	Ladungswechsel	109
8.1	Steuerzeiten	109
8.2	Nockenauslegung	110
8.3	Kennwerte des Nockens.....	115
8.4	Variable Ventilsteuerungen	116
8.4.1	Nockenwellenver- stellung.....	116
8.4.2	Ventilhubverstellung zweistufig.....	118
8.4.3	Ventilhubverstellung vollvariabel	120

9	Verbrennung.....	124
9.1	Minimale Luftmenge und Heizwert	125
9.1.1	Gemischheizwert.....	126
9.1.2	Gemisch ansaugende Motoren	126
9.1.3	Luft ansaugende Motoren	127
9.1.4	Kennwerte.....	127
9.2	Verbrennung beim Ottomotor.....	129
9.3	Verbrennung beim Dieselmotor..	130

10	Abgas und Abgasgrenzwerte	135
10.1	Entstehung der Schadstoffe	135
10.1.1	Ottomotor	135
10.1.2	Dieselmotor	137
10.2	Senkung der Emission von Ottomotoren	138
10.2.1	Innermotorische Maßnahmen	138
10.2.2	Außermotorische Maßnahmen	138
10.3	Senkung der Emissionen von Dieselmotoren.....	140
10.3.1	Innermotorische Maßnahmen	140
10.3.2	Außermotorische Maßnahmen	143
10.4	Abgasmessung und Abgasgesetzgebung.....	146

11	Leistungssteigerung.....	150
11.1	Möglichkeiten der Leistungssteigerung.....	150
11.2	Aufladungsarten	154
11.2.1	Fremdaufladung	154
11.2.2	Mechanische Auf- ladung.....	154
11.2.3	Abgasturboaufladung (ATL)	156
11.2.4	Druckwellenaufladung	167

11.3	Berechnung von aufgeladenen Motoren	169	13.2	Pleuelstange	188
11.3.1	Mechanische Aufladung und geänderte Atmosphäre	169	13.2.1	Aufbau	189
11.3.2	Abgasturboaufladung ..	170	13.2.2	Beanspruchungen	189
			13.2.3	Werkstoffe.....	190
12	Schmierung von Motoren.....	176	13.3	Kolben.....	190
12.1	Anforderungen und Aufgaben....	176	13.3.1	Aufbau	191
12.2	Grundöle	179	13.3.2	Beanspruchungen	191
12.2.1	Mineralöle.....	179	13.3.3	Herstellung, Gestaltung.....	193
12.2.2	Synthetische Flüssigkeiten	179	13.4	Kolbenringe	195
12.3	Additive für Motoröle	180	13.4.1	Kolbenringformen	197
12.3.1	Viskositätsindexverbesserer.....	180	13.4.2	Herstellung.....	198
12.3.2	Detergent- und Dispersant-Zusätze.....	180	13.4.3	Werkstoffe.....	198
12.3.3	Reibungsverminderer und Verschleißschutz-zusätze	181	13.5	Zylinder	199
12.3.4	Schauminhibitoren.....	182	13.5.1	Aufbau und Gestaltung	199
12.4	Viskositätsklassen für Motoröle..	182	13.5.2	Belastung	200
12.5	Veränderungen des Motoröls im Betrieb	182	13.5.3	Werkstoffe.....	201
12.6	Ölversorgung des Motors	184	13.6	Zylinderkopf	201
12.7	Ölwechsel.....	184	13.7	Ventile.....	202
13	Bauteile von Motoren	186	<input type="checkbox"/>	Literaturverzeichnis	206
13.1	Kurbelwelle.....	186	<input type="checkbox"/>	Sachwortverzeichnis	208
13.1.1	Aufbau	186			
13.1.2	Gestaltung.....	187			
13.1.3	Beanspruchungen	187			