

# Inhaltsverzeichnis

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

6.2	Gaskraftstoffe .....	75	<b>9</b>	<b>Verbrennung</b> .....	124	
6.3	Alternative Kraftstoffe .....	77		9.1	Minimale Luftmenge und Heizwert.....	125
6.3.1	Alternative Kraftstoffe für Ottomotoren .....	78		9.1.1	Gemischheizwert.....	126
6.3.2	Alternative Kraftstoffe für Dieselmotoren.....	79		9.1.2	Gemisch ansaugende Motoren.....	126
<b>7</b>	<b>Gemischbildung und Zündung</b> .....	<b>81</b>		9.1.3	Luft ansaugende Motoren.....	127
7.1	Gemischbildung bei Ottomotoren	81		9.1.4	Kennwerte.....	127
7.1.1	Äußere Gemischbildung durch Vergaser .....	81		9.2	Verbrennung beim Ottomotor.....	129
7.1.2	Äußere Gemischbildung durch Einspritzung.....	83	<b>10</b>	9.3	Verbrennung beim Dieselmotor..	130
7.1.3	Innere Gemischbildung durch Einspritzung .....	87		<b>Abgas und Abgasgrenzwerte</b> .....	<b>135</b>	
7.2	Zündung bei Ottomotoren .....	91		10.1	Entstehung der Schadstoffe .....	135
7.2.1	Arten der Zündsysteme .....	92		10.1.1	Ottomotor .....	135
7.2.2	Zündkerzen .....	95		10.1.2	Dieselmotor .....	137
7.3	Gemischbildung bei Dieselmotoren.....	96		10.2	Senkung der Emission von Ottomotoren .....	138
7.3.1	Brennräume .....	96		10.2.1	Innermotorische Maßnahmen .....	138
7.3.2	Einspritzpumpen.....	97		10.2.2	Außermotorische Maßnahmen .....	138
7.3.3	Einspritzdüsen.....	105		10.3	Senkung der Emissionen von Dieselmotoren.....	140
7.3.4	Einspritzparameter .....	107		10.3.1	Innermotorische Maßnahmen .....	140
				10.3.2	Außermotorische Maßnahmen .....	143
<b>8</b>	<b>Ladungswechsel</b> .....	<b>109</b>		10.4	Abgasmessung und Abgasgesetzgebung.....	146
8.1	Steuerzeiten.....	109		<b>11</b>	<b>Leistungssteigerung</b> .....	<b>150</b>
8.2	Nockenauslegung .....	110		11.1	Möglichkeiten der Leistungssteigerung.....	150
8.3	Kennwerte des Nockens.....	115		11.2	Aufladungsarten .....	154
8.4	Variable Ventilsteuerungen .....	116		11.2.1	Fremdaufladung .....	154
8.4.1	Nockenwellenverstellung.....	116		11.2.2	Mechanische Aufladung.....	154
8.4.2	Ventilhubverstellung zweistufig.....	118		11.2.3	Abgasturboaufladung (ATL).....	156
8.4.3	Ventilhubverstellung vollvariabel.....	120		11.2.4	Druckwellenaufladung	169

11.3	Berechnung von aufgeladenen Motoren .....	170	13.2	Pleuelstange .....	188
11.3.1	Mechanische Aufladung und geänderte Atmosphäre .....	170	13.2.1	Aufbau .....	189
11.3.2	Abgasurboaufladung ..	171	13.2.2	Beanspruchungen .....	189
			13.2.3	Werkstoffe.....	190
<b>12</b>	<b>Schmierung von Motoren.....</b>	<b>176</b>	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 .....	196
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.....	199
12.3.3	Reibungsverminderer und Verschleißschutz-zusätze .....	181	13.5	Zylinder .....	200
12.3.4	Schauminhibitoren.....	182	13.5.1	Aufbau und Gestaltung	200
12.4	Viskositätsklassen für Motoröle..	182	13.5.2	Belastung .....	201
12.5	Veränderungen des Motoröls im Betrieb .....	182	13.5.3	Werkstoffe.....	201
12.6	Ölversorgung des Motors .....	184	13.6	Zylinderkopf .....	202
12.7	Ölwechsel.....	184	13.7	Ventile.....	203
<b>13</b>	<b>Bauteile von Motoren .....</b>	<b>186</b>		<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>206</b>
13.1	Kurbelwelle.....	186		<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>209</b>
13.1.1	Aufbau .....	186			
13.1.2	Gestaltung.....	187			
13.1.3	Beanspruchungen .....	187			