

| | | | | | |
|----------|--|-----------|----------|---|-----------|
| 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 | | | |
| | 2.4 Zukunftsaussichten..... | 14 | | | |
| | 2.5 Einteilung der Verbrennungsmotoren..... | 15 | | | |
| 3 | Thermodynamische Grundlagen | 20 | 4.3 | Kräfte und Momente in Mehrzylindermotoren | 41 |
| | 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 | | | |
| | | | 5 | Kenngrößen | 49 |
| | | | 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 Kenngrößen | 59 |
| | | | 5.8 | Kennfelder | 61 |
| | | | | | |
| | | | 6 | Kraftstoffe | 67 |
| | | | 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 | 9 | Verbrennung..... | 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 |
| 7 | Gemischnbildung und Zündung..... | 81 | | 9.1.3 Luft ansaugende Motoren | 127 |
| 7.1 | Gemischnbildung beim Ottomotor | 81 | | 9.1.4 Kennwerte..... | 127 |
| 7.1.1 | Äußere Gemischnbildung durch Vergaser | 81 | | 9.2 Verbrennung beim Ottomotor..... | 129 |
| 7.1.2 | Äußere Gemischnbildung durch Einspritzung..... | 83 | 10 | 9.3 Verbrennung beim Dieselmotor.. | 130 |
| 7.1.3 | Innere Gemischnbildung durch Einspritzung | 87 | | Abgas und Abgasgrenzwerte | 135 |
| 7.2 | Zündung bei Ottomotoren | 91 | | 10.1 Entstehung der Schadstoffe | 135 |
| 7.2.1 | Arten der Zündsysteme | 91 | | 10.1.1 Ottomotor | 135 |
| 7.2.2 | Zündkerzen | 95 | | 10.1.2 Dieselmotor | 137 |
| 7.3 | Gemischnbildung 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 |
| 8 | Ladungswechsel | 109 | | 10.3.2 Außermotorische Maßnahmen | 143 |
| 8.1 | Steuerzeiten..... | 109 | | 10.4 Abgasmessung und Abgasgesetzgebung | 146 |
| 8.2 | Nockenauslegung | 110 | | | |
| 8.3 | Kennwerte des Nockens..... | 115 | 11 | Leistungssteigerung..... | 150 |
| 8.4 | Variable Ventilsteueringen | 116 | | 11.1 Möglichkeiten der Leistungssteigerung | 150 |
| 8.4.1 | Nockenwellenverstellung..... | 116 | | 11.2 Aufladungsarten | 154 |
| 8.4.2 | Ventilhubverstellung zweistufig | 118 | | 11.2.1 Fremdaufladung | 154 |
| 8.4.3 | Ventilhubverstellung vollvariabel | 120 | | 11.2.2 Mechanische Aufladung | 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 |
| 12 | Schmierung von Motoren..... | 176 | 13.2.3 | Werkstoffe..... | 190 |
| 12.1 | Anforderungen und Aufgaben.... | 176 | 13.3 | Kolben..... | 190 |
| 12.2 | Grundöle | 179 | 13.3.1 | Aufbau..... | 191 |
| 12.2.1 | Mineralöle..... | 179 | 13.3.2 | Beanspruchungen | 191 |
| 12.2.2 | Synthetische Flüssigkeiten..... | 179 | 13.3.3 | Herstellung, Gestaltung..... | 193 |
| 12.3 | Additive für Motoröle | 180 | 13.4 | Kolbenringe | 195 |
| 12.3.1 | Viskositätsindexverbesserer..... | 180 | 13.4.1 | Kolbenringformen | 197 |
| 12.3.2 | Detergent- und Dispersant-Zusätze..... | 180 | 13.4.2 | Herstellung..... | 198 |
| 12.3.3 | Reibungsverminderer und Verschleißschutz-zusätze | 181 | 13.4.3 | Werkstoffe..... | 198 |
| 12.3.4 | Schauminhibitoren..... | 182 | 13.5 | Zylinder | 199 |
| 12.4 | Viskositätsklassen für Motoröle.. | 182 | 13.5.1 | Aufbau und Gestaltung | 199 |
| 12.5 | Veränderungen des Motoröls im Betrieb | 182 | 13.5.2 | Belastung | 200 |
| 12.6 | Ölversorgung des Motors | 184 | 13.5.3 | Werkstoffe..... | 201 |
| 12.7 | Ölwechsel | 184 | 13.6 | Zylinderkopf | 201 |
| 13 | Bauteile von Motoren | 186 | 13.7 | Ventile..... | 202 |
| 13.1 | Kurbelwelle..... | 186 | <input type="checkbox"/> | Literaturverzeichnis | 206 |
| 13.1.1 | Aufbau | 186 | <input type="checkbox"/> | Sachwortverzeichnis | 208 |
| 13.1.2 | Gestaltung..... | 187 | | | |
| 13.1.3 | Beanspruchungen | 187 | | | |