

Jürgen Stoffregen

Motorradtechnik

Grundlagen und Konzepte von
Motor, Antrieb und Fahrwerk

6., durchgesehene und erweiterte Auflage

Mit 357 Abbildungen und 21 Tabellen

ATZ/MTZ-Fachbuch



Inhaltsverzeichnis

Gesamtfahrzeug

| | |
|--|----|
| 1 Einführung | 1 |
| 1.1 Verkehrsmittel Motorrad und wirtschaftliche Bedeutung | 1 |
| 1.2 Charakteristische Eigenschaften von Motorrädern..... | 6 |
| 1.3 Baugruppen des Motorrades und technische Trends..... | 7 |
| 2 Fahrwiderstände, Leistungsbedarf und Fahrleistungen | 10 |
| 2.1 Stationäre Fahrwiderstände..... | 10 |
| 2.1.1 Rollwiderstand..... | 10 |
| 2.1.2 Luftwiderstand..... | 12 |
| 2.1.3 Steigungswiderstand..... | 14 |
| 2.2 Instationäre Fahrwiderstände..... | 15 |
| 2.2.1 Translatorischer Beschleunigungswiderstand..... | 15 |
| 2.2.2 Rotatorischer Beschleunigungswiderstand..... | 15 |
| 2.3 Leistungsbedarf und Fahrleistungen..... | 16 |

Motor und Antrieb

| | |
|--|----|
| 3 Arbeitsweise, Bauformen und konstruktive Ausführung von Motorradmotoren.. | 21 |
| 3.1 Motorischer Arbeitsprozess und seine wichtigsten Kenngrößen..... | 21 |
| 3.1.1 Energiewandlung im Viertakt- und Zweitaktprozess..... | 22 |
| 3.1.2 Reale Prozessgrößen und ihr Einfluss auf die Motorleistung | 28 |
| 3.2 Ladungswechsel und Ventilsteuerung beim Viertaktmotor..... | 32 |
| 3.2.1 Ventilöffnungsdauer und Ventilsteuerdiagramm..... | 33 |
| 3.2.2 Ventilerhebung und Nockenform..... | 36 |
| 3.2.3 Geometrie der Gaskanäle im Zylinderkopf..... | 46 |
| 3.3 Ladungswechsel und Steuerung beim Zweitaktmotor..... | 48 |
| 3.3.1 Grundlagen des Ladungswechsels bei der Schlitzsteuerung | 49 |
| 3.3.2 Membransteuerung für den Einlass..... | 55 |
| 3.3.3 Schiebersteuerung für Ein- und Auslass..... | 57 |
| 3.3.4 Externes Spülgebläse..... | 59 |
| 3.3.5 Kombinierte Steuerungen und Direkteinspritzung..... | 61 |
| 3.4 Zündung und Verbrennung im Motor..... | 63 |
| 3.4.1 Reaktionsmechanismen und grundsätzlicher Verbrennungsablauf..... | 64 |
| 3.4.2 Beeinflussung der Verbrennung durch den Zündzeitpunkt..... | 66 |
| 3.4.3 Irreguläre Verbrennungsabläufe..... | 72 |
| 3.4.4 Bildung der Abgasschadstoffe..... | 77 |
| 3.5 Gas- und Massenkräfte im Motor..... | 78 |
| 3.5.1 Gaskraft..... | 78 |
| 3.5.2 Bewegungsgesetz des Kurbeltriebs und Massenkraft..... | 80 |
| 3.5.3 Ausgleich der Massenkräfte und -momente..... | 83 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.6 | Motorkonzeption und geometrische Grundauslegung..... | 106 |
| 3.7 | Konstruktive Gestaltung der Motorbauteile..... | 110 |
| 3.7.1 | Bauteile des Kurbeltriebs und deren Gestaltung..... | 110 |
| 3.7.2 | Gestaltung von Kurbelgehäuse und Zylinder..... | 126 |
| 3.7.3 | Gestaltung von Zylinderkopf und Ventiltrieb..... | 135 |
| 3.7.4 | Beispiele ausgeführter Gesamtmotoren..... | 158 |
| 3.8 | Kühlung und Schmierung..... | 162 |
| 3.8.1 | Kühlung..... | 162 |
| 3.8.2 | Schmierung..... | 167 |
| 3.9 | Systeme zur Gemischaufbereitung und Sauganlagen..... | 169 |
| 3.9.1 | Vergaser..... | 169 |
| 3.9.2 | Einspritzung..... | 175 |
| 3.10 | Abgasanlagen..... | 182 |
| 3.10.1 | Konventionelle Schalldämpferanlagen..... | 182 |
| 3.10.2 | Abgasanlagen mit Katalysatoren..... | 184 |
| 4 | Motorleistungsabstimmung im Versuch..... | 189 |
| 4.1 | Grundlagen der Gasdynamik beim Ladungswechsel..... | 189 |
| 4.2 | Einfluss der Steuerzeit..... | 191 |
| 4.3 | Auslegung der Sauganlage..... | 193 |
| 4.4 | Auslegung der Abgasanlage..... | 198 |
| 5 | Motorentuning..... | 200 |
| 6 | Kupplung, Schaltgetriebe und Radantrieb..... | 212 |
| 6.1 | Kupplung..... | 212 |
| 6.2 | Schaltgetriebe..... | 217 |
| 6.3 | Radantrieb..... | 221 |
| 7 | Kraftstoff und Schmieröl..... | 226 |
| 7.1 | Erdöl als Basis für die Herstellung von Kraft- und Schmierstoffen..... | 226 |
| 7.1.1 | Kettenförmige Kohlenwasserstoffe..... | 227 |
| 7.1.2 | Ringförmige Kohlenwasserstoffe..... | 230 |
| 7.1.3 | Weitere in der Petrochemie gebräuchliche Bezeichnungen..... | 231 |
| 7.2 | Rohölverarbeitung..... | 232 |
| 7.2.1 | Destillation..... | 232 |
| 7.2.2 | Konversionsverfahren..... | 234 |
| 7.2.3 | Entschwefeln im Hydratreater..... | 235 |
| 7.3 | Ottokraftstoffe..... | 235 |
| 7.3.1 | Zusammensetzung von Ottokraftstoffen..... | 235 |
| 7.3.2 | Unerwünschte Bestandteile im Ottokraftstoff..... | 236 |
| 7.3.3 | Kraftstoffzusätze (Additive)..... | 236 |
| 7.3.4 | Wesentliche Eigenschaften von Ottokraftstoffen..... | 237 |
| 7.3.5 | Rennkraftstoffe..... | 241 |
| 7.4 | Motorenöle..... | 241 |
| 7.4.1 | Grundöle..... | 244 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 7.4.2 | Additive..... | 245 |
| 7.4.3 | Viskositätsindexverbesserer..... | 247 |
| 7.4.4 | Klassifizierung von Motorenölen..... | 249 |
| 7.4.5 | Zweitaktöle..... | 253 |
| 7.4.6 | Rennöle..... | 254 |
| 7.5 | Getriebeöle..... | 256 |
| 7.6 | Ölzusätze..... | 258 |

hrwerk

| | |
|--|------------|
| Konstruktive Auslegung von Motorradfahrwerken..... | 259 |
| 8.1 Begriffe und geometrische Grunddaten..... | 259 |
| 8.2 Kräfte am Motorradfahrwerk..... | 261 |
| 8.3 Rahmen und Radführungen..... | 265 |
| 8.3.1 Bauarten und konstruktive Ausführung von Motorradrahmen..... | 265 |
| 8.3.2 Bauarten und konstruktive Ausführung der Vorderradführung..... | 279 |
| 8.3.3 Bauarten und konstruktive Ausführung der Hinterradführung..... | 294 |
| 8.3.4 Federung und Dämpfung..... | 309 |
| 8.4 Lenkung..... | 316 |
| 8.4.1 Steuerkopflenkung..... | 317 |
| 8.4.2 Achsschenkellenkung..... | 317 |
| 8.4.3 Radnabenlenkung..... | 319 |
| Bremsen..... | 320 |
| 8.6 Räder und Reifen..... | 322 |

I Festigkeits- und Steifigkeitsuntersuchungen an Motorradfahrwerken..... 327

| | |
|---|------------|
| 2.1 Betriebsfestigkeit von Fahrwerkskomponenten..... | 327 |
| Steifigkeitsuntersuchungen..... | 331 |
| 3 Dauererprobung des Gesamtfahrwerks..... | 332 |

drdynamik und Fahrversuch..... 334

| | |
|--|------------|
| 10.1 Geradeausfahrt und Geradeaustabilität..... | 334 |
| 10.1.1 Kreiselwirkung und Grundlagen der dynamischen Stabilisierung..... | 334 |
| 10.1.2 Fahrinstabilitäten Flattern, Pendeln und Lenkerschlagen..... | 340 |
| 10.2 Kurvenfahrt..... | 345 |
| 10.2.1 Einlenkvorgang und Grundlagen der idealisierten Kurvenfahrt..... | 346 |
| 10.2.2 Reale Einflüsse bei Kurvenfahrt..... | 348 |
| 10.2.3 Handling..... | 350 |

li Physikalische Grundlagen der Bremsung und Bremsenregelungssysteme..... 352

| | |
|--|------------|
| 11.1 Grundlagen..... | 352 |
| 11.2 Bremsenregelung (ABS) und Fahrstabilität beim Bremsen..... | 356 |
| 11.3 Kurvenbremsung..... | 371 |

Karosserie und Gesamtentwurf

12 Design, Aerodynamik und Karosserieauslegung.....374

 12.1 Design als integraler Bestandteil der Motorradentwicklung.....374

 12.2 Aerodynamik und Verkleidungsauslegung.....383

 12.3 Fahrerplatzgestaltung und Komfort.....389

Individualisierung

13 Zubehör, Spezialteile und technische Verfeinerung.....391

 13.1 Verbesserungen und Spezialteile für Motor und Antrieb.....391

 13.2 Verbesserungen und Spezialteile für das Fahrwerk.....396

 13.2.1 Rahmen, Radführungen und Federbeine.....396

 13.2.2 Räder.....401

 13.2.3 Bremsanlage.....402

 13.2.4 Lenker, Bedienelemente, Fußrasten, Sitzbänke.....405

 13.2.5 Verkleidungen, Karosserieteile und Tanks.....407

 13.3 Gepäcksysteme und sonstiges Zubehör.....410

 13.4 Komplettumbauten.....412

Zukunftsentwicklungen

14 Trends und zukünftige Anforderungen im Motorradbau.....415

Literaturverzeichnis.....423

Anhang - Glossar technischer Grundbegriffe.....425

Sachwortverzeichnis.....433