

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes

XIII

1. Grundlagen der Verbrennung

1

1.1 Allgemeines	1
1.2 Bestimmung des Heizwertes	2
1.3 Grundlagen des motorischen Arbeitsprozesses	3
1.3.1 Allgemeines, idealisierte Kreisprozesse, Vergleichsprozesse	3
1.3.2 Der Carnot-Prozeß (idealisierte Kreisprozeß)	4
1.3.3 Der Gleichraum-Prozeß (idealisierte Kreisprozeß)	5
1.3.4 Der Gleichdruck-Prozeß (idealisierte Kreisprozeß)	5
1.3.5 Der Seiliger-Prozeß (idealisierte Kreisprozeß)	6
1.3.6 Die Vibe-Funktion	7
1.3.7 Dissoziation	9
1.3.8 Prozeßrechnung	9
1.4 Einzelheiten der Verbrennung beim Ottomotor	10
1.4.1 Reaktionen vor der Zündung	10
1.4.2 Glühzündung (Frühzündung)	10
1.4.3 Zündung	11
1.4.4 Zündverzug	13
1.4.5 Verbrennungsablauf und Ladungsbewegung	14
1.4.6 Klopfen	27
1.4.7 Arbeitsverfahren	29
1.4.8 Wirkungsgrad	33

2. Grundlagen der Gemischbildung

38

2.1 Luft	38
2.2 Kraftstoff	43

2.2.1 Anforderungen an die Kraftstoffe	43
2.2.2 Zusammensetzung und Aufbau der Kraftstoffe	44
2.2.2.1 Grundsätzliches	44
2.2.2.2 Reine Kohlenwasserstoffe	45
2.2.2.2.1 Kettenförmige (aliphatische) Kohlenwasserstoffe	45
2.2.2.2.2 Ringförmige (zyklische) Kohlenwasserstoffe	48
2.2.2.3 Sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe	50
2.2.2.3.1 Alkohole (Alkanole)	50
2.2.2.3.2 Ether	51
2.2.2.4 Kraftstoffadditive	52
2.2.3 Eigenschaften und Kenngrößen der Kraftstoffe	54
2.2.3.1 Ottokraftstoffe (Benzin)	54
2.2.3.2 Permanentgas	60
2.2.3.3 Flüssiggas	61
2.3 Stöchiometrisches Mischungsverhältnis; Luftzahl	64
2.4 Gemischdosierung	66
2.4.1 Gemischmenge	66
2.4.2 Gemischzusammensetzung	69
2.5 Gemischaufbereitung	75
2.5.1 Kraftstoffzerstäubung	78
2.5.1.1 Druckzerstäubung	80
2.5.1.2 Druckluftzerstäubung	85
2.5.2 Kraftstoffverdampfung	88
2.6 Gemischtransport und -verteilung	94
2.6.1 Gemischtransport und -verteilung bei zentraler Gemischbildung	94
2.6.1.1 Allgemeine Beschreibung	94
2.6.1.2 Luft und Kraftstoffdampf (Gas)	95
2.6.1.3 Kraftstofftropfen	96
2.6.1.4 Wandfilm	101
2.6.2 Gemischtransport und -verteilung bei dezentraler Gemischbildung	107
3. Labormeßtechnik	112
3.1 Kraftstoff- und Luftmassenbestimmung	112
3.1.1 Luftmassenmessung	112
3.1.2 Kraftstoffmessung	113
3.2 Luftzahlbestimmung	114

3.2.1 Allgemeines	114
3.2.2 Genauigkeitsbetrachtung zu den verschiedenen Luftzahl-Bestimmungs-Verfahren	116
3.2.2.1 Atombilanzverfahren	116
3.2.2.2 Ein-Komponenten-Luftzahl-Berechnungsverfahren	117
3.2.3 Gegenüberstellung der Luftzahl-Bestimmungs-Verfahren aus der Abgasanalyse	119
3.2.4 Instationäre Luftzahlbestimmung	120
3.2.5 Luftzahlbestimmung an Zweitakt-Motoren	120
3.3 Wandfilmbestimmung	121
3.4 Meßtechnische Erfassung der Tropfengröße	122
3.4.1 Meßmethoden zur Tropfengrößenbestimmung	122
3.4.1.1 Abbildende optische Verfahren	123
3.4.1.2 Extinktionsverfahren	124
3.4.1.3 Streulichtverfahren	124
3.4.2 Theoretische Grundlagen des Streulichtverfahrens	125
3.4.3 Aufbau und Meßeinrichtung des Streulichtverfahrens	127
3.4.4 Abschätzung von Fehlereinflüssen und Beurteilung der Meßgenauigkeit des Streulichtverfahrens	129
3.4.4.1 Doppelbrechung	129
3.4.4.2 Inhomogenitäten im Meßstrahl	129
3.4.4.3 Auswerteverfahren	131
3.4.4.4 Weitere Einflüsse auf das Meßergebnis	132
3.4.4.5 Beurteilung der Meßgenauigkeit	132
3.4.5 Darstellungsmöglichkeiten stationärer Tropfenspektren	133
3.4.6 Darstellung instationärer Tropfenspektren	135
3.5 Vermessung der Strahlbilder von Einspritzventilen	137
4. Ausführungen der Gemischbildner	139
4.1 Zentrale Gemischbildner	139
4.1.1 Vergaser	140
4.1.1.1 Grundgleichungen	141
4.1.1.2 Die einzelnen Grundsysteme des Vergasers	144
4.1.1.2.1 Lufttrichter, Drosselklappe	144
4.1.1.2.2 Einrichtungen zur Konstanthaltung des Kraftstoffniveaus	156
4.1.1.2.3 Hauptdüsensystem	160
4.1.1.2.4 Leerlaufsystem	165
4.1.1.2.5 Bypaß-System	166

4.1.1.2.6 Start und Warmlaufsystem	171
4.1.1.2.7 Beschleunigungspumpen	174
4.1.1.2.8 Gemischabmagerungs- und Gemischanreicherungs-Einrichtungen	176
4.1.1.2.9 Zusatzgemischsysteme	177
4.1.1.2.10 Schiebebetrieb	178
4.1.1.2.11 Atmosphärische Korrekturen	178
4.1.1.2.12 Vereisung	184
4.1.1.2.13 Dampfblasen	186
4.1.1.3 Vergaserbauarten	186
4.1.1.4 Gleichdruckvergaser	189
4.1.1.5 Vergaser mit elektronischer Steuerung oder Regelung	191
4.1.1.6 Ausführungsbeispiele von Vergasern	194
4.1.1.6.1 Pierburg Registervergaser 2E	194
4.1.1.6.2 Pierburg Doppelregistervergaser 4A1	200
4.1.1.6.3 Vergaser für Kleinmotoren, Bing-Vergaser	204
4.1.1.6.4 Elektronischer Vergaser von Pierburg	208
4.1.2 Zentraleinspritzung	211
4.1.2.1 Bosch-Mono-Jetronic	212
4.1.2.2 Nissan-Single-Point-Injection	215
4.1.2.3 Opel-Multec-Zentraleinspritzung	218
4.1.2.4 Zwei-Düsen-Zentraleinspritzung (Dual Point Injection) von Honda	222
4.1.3 Gasmischer	223
4.1.4 Einfluß der Gemischbildungsgesetzmäßigkeit auf die Gemischverteilung	229
4.1.4.1 Grundsätzliches	229
4.1.4.2 Drosselklappe	230
4.1.4.3 Mischkammer	232
4.1.4.4 Ansaugluftführung	236
4.1.4.5 Einfluß des Einspritzzeitpunktes auf die Gemischverteilung	237
4.2 Dezentrale Gemischbildner	240
4.2.1 Einzelzylindereinspritzung	240
4.2.1.1 Verlauf der Entwicklung	240
4.2.1.2 Elektronisch intermittierende Einspritzung	252
4.2.1.2.1 L-Jetronic von Bosch	252
4.2.1.2.2 LH-Jetronic von Bosch	263
4.2.1.3 Mechanisch-elektronische kontinuierliche Einspritzung	264
4.2.1.3.1 K-Jetronic von Bosch	264
4.2.1.3.2 KE-Jetronic von Bosch	271
4.3 Elektromagnetische Einspritzventile	278
4.3.1 Grundsätzliche Funktion und Aufbau	278
4.3.2 Vergleich verschiedener Einspritzventilbauarten	280
4.3.2.1 Allgemeines	280

4.3.2.2 Spritzzapfenventile (Kegelstrahlventile)	282
4.3.2.3 Einlochventile (Schnurstrahlventil)	282
4.3.2.4 Mehrlochventile	283
4.3.3 Wichtige Kenngrößen elektromagnetischer Einspritzventile	283
4.4 Luftmassenmessung	286
4.4.1 Stauklappenluftmengenmessung	286
4.4.2 Wirbelfrequenz-Durchflußmesser	287
4.4.3 Thermische Sensoren	287
4.4.3.1 Hitzdrahtluftmassenmesser	288
4.4.3.2 Heißfilmluftmassenmesser	290
4.5 Kombination Gemischbildung-Zündung-Motormanagement	293
4.6 Anforderungen von Mehrventilmotoren an die Gemischbildung	297
4.6.1 Unterschiede zwischen Zwei- und Mehrventilmotoren im Hinblick auf die Gemischbildung	297
4.6.2 Auswirkungen der Unterschiede zwischen Zwei- und Mehr-Ventilmotoren auf die Gemischbildung und Optimierungsmöglichkeiten	299
4.7 Vergleichende Bewertung der Gemischbildner	304
5. Ausführung der Saugrohre	307
5.1 Saugrohre für zentrale Gemischbildner	307
5.1.1 Anforderungen an das Saugrohr	307
5.1.2 Grundsätzliche Gestaltungsrichtlinien	307
5.1.3 Saugrohrgrundform	310
5.1.3.1 Ansaugsystemart	310
5.1.3.2 Saugrohrformtyp	312
5.1.4 Saugrohrbeheizung	316
5.1.5 Saugrohrvolumen	324
5.1.5.1 Einzelrohrquerschnitt	324
5.1.5.2 Einzelrohrlänge	327
5.1.5.3 Volumen des Verteilkörpers	328
5.1.6 Gemischumlenkungen und -verzweigungen	328
5.1.7 Rohrquerschnittsform	330
5.1.8 Verteilkörperperform inklusive Einbauten	331
5.1.9 Neigung des Saugrohres	334
5.1.10 Anschlußbohrungen	334
5.1.11 Saugrohrmaterial	334
5.1.12 Oberflächenrauhigkeit	335

5.1.13 Zwischenflansch Saugrohr-Gemischbildner	336
5.2 Saugrohrgestaltung für dezentrale Gemischbildner	338
5.2.1 Allgemeines	338
5.2.2 Resonanzaufladung	338
5.2.3 Schwingrohraufladung	343
5.2.4 Unkonventionelle Sauganlagen ohne variable Abmessungen	349
5.2.5 Variable Sauganlagen	353
5.2.6 Berechnung von Saugrohren für Einzeleinspritzung	358
6. Sonderformen der Gemischbildung	360
6.1 Sonderformen zentraler Gemischbildung	360
6.2 Sonderformen dezentraler Gemischbildung	364
7. Literaturverzeichnis	367
Sachverzeichnis	392