

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XV
Nomenklatur	XIX
Kurzfassung	XXI
Abstract	XXIII
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
2 Grundlagen der Gemischbildung und Verbrennung in Ottomotoren	3
2.1 Grundlagen der strahlgeführten Benzindirekteinspritzung	4
2.1.1 Thermodynamik des Magerbrennverfahrens	6
2.1.2 Charakterisierung der Ladungsbewegung	7
2.2 Innermotorische Schadstoffentstehung	9
2.2.1 Gasförmige Emissionen	9
2.2.2 Grundlagen der Rußbildung und -oxidation	11
2.2.3 Thermodynamische und chemische Aspekte der Rußbildung	15
2.2.4 Partikelemission bei Ottomotoren mit Direkteinspritzung	17
3 Versuchsaufbau und Messverfahren	23
3.1 Versuchsaggregate und Prüfstands Aufbau	23
3.1.1 Vierzylinderottomotor	23
3.1.2 Einzylinder-Transparentaggregat	24
3.1.3 Messtechnik am instationären Motorprüfstand	26
3.1.4 Konstruktive Maßnahmen zur Beeinflussung der Ladungsbewegung	28
3.2 Grundlagen der Partikelmesstechnik	32
3.2.1 Herkömmliche Messverfahren	32
3.2.2 Alternative Messverfahren	33
3.3 Optische Partikelmessverfahren und Analysemethoden	35
3.3.1 Strahlungseigenschaften von Verbrennungsflammen	35
3.3.2 Zweifarbenmethode	37
3.3.3 Laserinduzierte Inkadeszenz	39
3.3.4 Hochgeschwindigkeitsvisualisierung der Verbrennung	42
4 Untersuchungen der Partikeleigenschaften bei motorischer Verbrennung	49
4.1 Charakterisierung der Partikelgrößenverteilung	49
4.1.1 Kalter Motorbetrieb	51
4.1.2 Schichtbetrieb	56
4.2 Theoretische Bestimmung der Partikelmasse im Schichtbetrieb	61
4.2.1 Versuchsdurchführung und Auswerteverfahren	61
4.2.2 Ermittlung der effektiven Partikeldichte und der Partikelmasse	65
5 Optische Untersuchung der Partikelentstehung im Schichtbetrieb	71
5.1 Einfluss motorischer Parameter auf die Partikelentstehung	71
5.1.1 Einfluss der Verbrennungsschwerpunktlage	72
5.1.2 Einfluss des Luftverhältnisses	75

5.1.3	Einfluss des Kurbelwinkelabstands zwischen der Einspritzung zur Zündung	77
5.1.4	Einfluss der Einlasssteuerzeiten	80
5.2	Wechselwirkungen zwischen Einspritzung und Rußentstehung	82
5.2.1	Thermodynamische und optische Charakterisierung der Einspritzstrahlgeometrie	83
5.2.2	Arbeitsspielaufgelöste Charakterisierung der Rußstrahlung	89
5.3	Variation der Zylinderinnenströmung durch konstruktive Maßnahmen	91
5.3.1	Einfluss auf die Einspritzstrahlgeometrie	93
5.3.2	Einfluss auf den Verbrennungsablauf	96
5.3.3	Einfluss auf die innermotorische Rußstrahlung und die Partikelemission	100
6	Laserbasierte Erfassung des Abgasrußes im Schichtbetrieb	105
6.1	Zielsetzung und Versuchsdurchführung	105
6.1.1	Versuchsaufbau	106
6.1.2	Vergleichbarkeit der optischen Messtechnik	108
6.1.3	Sensitivitätsanalyse der Rußerfassung im Abgas	111
6.2	Korrelation zwischen Rußkonzentration im Brennraum und im Abgas	114
6.2.1	Analyse der Zyklusschwankungen im Abgasruß	114
6.2.2	Statistische Analyse der auffälligen Arbeitsspiele	117
6.2.3	Vergleich der Versuchsaggregate	123
7	Zusammenfassung und Ausblick	127
7.1	Zusammenfassung	127
7.2	Ausblick	129
	Literaturverzeichnis	131
A	Anhang	143

Partikelemissionsuntersuchungen an einem Ottomotor
mit Benzindirekteinspritzung und aufgeladenem
Magerbetrieb

Torruella, M.C.

2017, XXIV, 143 S. 86 Abb., 30 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-17186-5