

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
Abstract	8
Formel- und Symbolverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis.....	14
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	17
2 Theoretische Grundlagen und Stand der Technik	20
2.1 Kraftstoffaufbereitung und -einbringung	21
2.1.1 Einspritzsysteme für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung	22
2.1.2 Beurteilung der Einspritzsysteme.....	25
2.1.3 Einspritzdüse	28
2.1.4 Mehrfacheinspritzung und kontinuierliche Einspritzverlaufsformung	33
2.2 Gemischbildung	37
2.2.1 Strahlausbreitung.....	38
2.2.2 Verdampfung.....	48
2.2.3 Air-Entrainment	49
2.2.4 Spray-Wand Interaktion	51
2.3 Selbstzündung und Verbrennung	52
2.3.1 Zündverzug.....	52
2.3.2 Zündung und Verlauf der Verbrennung	55
2.4 Emissionsbildung.....	59
2.4.1 Mechanismen der Rußbildung	60
2.4.2 Mechanismen der Stickoxidbildung	61
2.4.3 Innermotorische Maßnahmen zur Reduzierung von Ruß- und Stickoxidemissionen.....	62
2.5 Alternative Dieselmotoren.....	65
2.6 Hochdruckeinspritzung alternativer Dieselmotoren	72
3 Versuchsträger, Messtechnik und methodische Vorgehensweise	75
3.1 Einspritzsystem zur Höchstdruckerzeugung.....	75
3.2 Messsystem zur Einspritzmengen- und -verlaufsanalyse.....	79
3.3 Messsystem zur Nadelhub- und Düsenraumdruckerfassung	81
3.4 Druckkammer und optische Messtechnik	82
3.4.1 Versuchsträger	82

3.4.2 Makroskopische Spraystruktur	84
3.4.3 Mikroskopische Spraygrößen	85
3.5 Einzylindermotorprüfstand	87
4 Experimentelle Ergebnisse.....	92
4.1 Einfluss des Einspritzdrucks und der Kraftstoffart auf die Ruß- und Stickoxidemissionen	92
4.1.1 Hydraulische Untersuchungen	94
4.1.2 Makroskopische Sprayanalyse	101
4.1.3 Mikroskopische Sprayanalyse	110
4.1.4 Brennverfahrensuntersuchung	114
4.2 Einfluss des Einspritzdrucks und der Kraftstoffart auf weitere Motoreigenschaften	134
4.2.1 Kraftstoffverbrauch	134
4.2.2 CO- und HC-Emissionen	137
4.2.3 Geräuschpegel	140
4.3 Düsen-/Betriebspunktvariation	142
4.3.1 Düsenvariation	142
4.3.2 Lastvariation	146
4.3.3 Drehzahlvariation	149
4.3.4 Ladedruckvariation	153
5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	158
6 Anhang.....	161
6.1 Prinzipielle Funktionsweise des verwendeten Injektors CRIN4s-LD	161
6.2 PDA-Messverfahren	164
6.3 Aufbau Einzylindermotorprüfstand	167
6.4 Mess- und Prüfstandtechnik des Einzylindermotors	168
6.5 Einfluss der Verbrennungsschwerpunktlage auf Emissionen, Verbrauch und Geräusch	169
6.6 Methodisches Vorgehen bei der Fehleranalyse und Variationskoeffizienten unterschiedlicher Stellgrößen	170
6.7 Ergänzende Abbildungen zu Kapitel 4.1: Einfluss des Einspritzdrucks und der Kraftstoffart auf die Ruß- und Stickoxidemissionen	171
6.8 Ergänzende Abbildungen zu Kapitel 4.2: Einfluss des Einspritzdrucks und der Kraftstoffart auf weitere Motoreigenschaften	175
6.9 Ergänzende Abbildungen zu Kapitel 4.3: Düsen-/Betriebspunktvariation	176
Literaturverzeichnis.....	180