

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	1
2	Grundlagen zum Dieselmotor mit Direkteinspritzung	5
2.1	Einspritzsysteme	6
2.2	Gemischbildung	6
2.3	Zündung und Verbrennung	8
2.3.1	Prinzip der Selbstzündung	8
2.3.2	Verbrennungsablauf	9
2.4	Schadstoffbildung	10
2.4.1	Entstehung der einzelnen Schadstoffe	11
2.4.2	Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung	17
2.5	Verbrennungsgeräusch	21
3	Konzept räumlich getrennter Einspritzstrategien	23
3.1	Konventionelle Voreinspritzung	23
3.2	Anwendung einer räumlich getrennten Voreinspritzung	25
3.3	Räumliche Trennung des gesamten Einspritzvorgangs	26
3.4	Injektorenkonzepte	26
3.5	Einspritzlage und Kolbendesign	28
4	Versuchsaufbau und Analysemethoden	33
4.1	Aufbau des Versuchsträgers	33
4.1.1	Optischer Zugang	34
4.1.2	Zylinderkopf	35
4.1.3	Injektoren im Versuchsträger	38
4.2	Prüfstands Aufbau und Standardmesstechnik	39
4.2.1	Prüfstands Aufbau	39
4.2.2	Standardmesstechnik	40
4.3	Optische Analysemethoden und Messtechnik	41
4.3.1	Particle-Image-Velocimetry	41
4.3.2	MIE-Streulicht	44
4.3.3	2-Farben-Methode	46
4.3.4	Flammenvisualisierung	50
4.4	CFD-Simulation	52
4.4.1	Gittererstellung	52
4.4.2	Rahmenbedingungen	53

4.4.3	Auswertung	54
5	Strategie einer räumlich getrennten Voreinspritzung	57
5.1	Neue Parametrisierung	58
5.1.1	Einfluss auf Geräusch	59
5.1.2	Einfluss auf Schadstoffemissionen	60
5.1.3	Strategieableitung zur Parametrisierung	64
5.2	Gemischbildung	64
5.2.1	Strahlpenetration	65
5.2.2	Entzündung und Verbrennung	70
5.2.3	Luftausnutzung	72
5.3	Ergebnisse einer parameteroptimierten Voreinspritzung	78
5.3.1	Schadstoffe, Verbrauch und Verbrennungsgeräusch	79
5.3.2	Analyse der kritischen Schadstoffe	82
5.4	Konzept verschiedener Einspritzdrücke	92
5.4.1	Motivation	92
5.4.2	Versuchsaufbau und Ergebnisse	93
5.5	Potenzial einer räumlichen Trennung der Nacheinspritzung	95
6	Konzept der räumlich getrennten Haupteinspritzung	99
6.1	Variation der Kraftstoffmenge im Brennraumzentrum	99
6.2	Gemischbildung	103
6.3	Ergebnisse thermodynamischer Vermessungen	109
6.3.1	Verbrennungsgeräusch	109
6.3.2	Schadstoffemissionen	112
6.4	Auswirkungen verringerter Einspritzdrücke	114
7	Zusammenfassung und Diskussion	119
8	Ausblick	127
Nomenklatur		XIII
Abkürzungen		XIII
Symbole		XIII
Abbildungsverzeichnis		XVII
Tabellenverzeichnis		XXIII
Literatur		XXV
Lebenslauf		XXXV