

Verringerung der Stickoxid- und Partikelemissionen am direkteinspritzenden Pkw-Dieselmotor durch den Einsatz angepasster Kraftstoffe

Von der Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
der Technischen Universität Dresden zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktoringenieur (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktoringenieurs (Dr.-Ing.)
vorgelegte Dissertation

von Daniel Eckardt
aus Dresden
geb. am 23.03.1978 in Sangerhausen

Tag der Einreichung: 07. 04. 2010

Tag der Verteidigung: 26. 11. 2010

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. O. Michler

1. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. H. Zellbeck

2. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. habil. R. Lange

Inhaltsverzeichnis

1	Formelzeichen, Indizes, Abkürzungen	4
1.1	Formelzeichen.....	4
1.2	Indizes.....	5
1.3	Abkürzungen.....	5
2	Einleitung	7
3	Grundlagen der dieselmotorischen Einspritzung und Verbrennung	9
3.1	Dieselmotorische Kraftstoffeinspritzung.....	10
3.1.1	Düseninnenströmung.....	11
3.1.2	Strahlzerfall.....	13
3.1.2.1	Primärer Strahlzerfall.....	13
3.1.2.2	Sekundärer Strahlzerfall.....	17
3.2	Modellvorstellungen der Tropfenverdampfung.....	19
3.3	Ausbreitung des Einspritzstrahls.....	22
3.4	Kraftstoffentflammung.....	23
3.5	Emissionen der dieselmotorischen Verbrennung.....	26
3.5.1	Rußbildung und -emission.....	27
3.5.2	Stickoxidbildung.....	31
3.5.3	Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxidemissionen.....	34
4	Kraftstoffe und deren Eigenschaften	37
4.1	Aktuelle Entwicklungsschwerpunkte.....	42
4.2	Wissenschaftliche Zielsetzung der Arbeit.....	53
5	Versuchsträger	55
5.1	Untersuchte Kraftstoffe.....	55
5.2	Einspritzsystem.....	58

5.3	Einspritzverlaufsindikator	58
5.4	Versuchsmotor 1	60
5.5	Versuchsmotor 2	61
5.6	Optisch zugängliche Hochdruckkammer	62
6	Angewandte Messtechniken	67
6.1	Messung des Einspritzratenverlaufs	67
6.2	Messung der motorischen Messgrößen	67
6.3	Optische Messtechniken.....	68
6.3.1	MIE-Streulichttechnik	68
6.3.2	Schattenmesstechnik.....	69
7	Versuchsergebnisse	71
7.1	Applikation Versuchsmotor 1	73
7.1.1	Hydraulische Auswertung.....	73
7.1.2	Optische Auswertung	79
7.1.3	Auswertung Versuchsmotor 1	85
7.1.3.1	Teillastpunkt 1	85
7.1.3.2	Teillastpunkt 2	95
7.1.3.3	Schwärzungspunkt	99
7.1.3.4	Leistungspunkt.....	103
7.2	Applikation Versuchsmotor 2	106
7.2.1	Hydraulische Auswertung.....	106
7.2.2	Optische Auswertung	109
7.2.3	Auswertung Versuchsmotor 2.....	111
7.2.3.1	Vergleich der Dreifacheinspritzungen.....	111
7.2.3.2	Vergleich der optimalen Einspritzstrategien	114
7.2.3.3	Anhebung Einspritzdruck und Ladedruck.....	118

8	Zusammenfassung und Ausblick	122
9	Literaturverzeichnis.....	127
10	Abbildungsverzeichnis.....	138
11	Tabellenverzeichnis.....	144
12	Anhang	145