

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	ix
Abstract	x
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Problemstellung	3
2.2 Dieselmotorische Verbrennung	4
2.2.1 Konventioneller dieselmotorischer Arbeitsprozess	4
2.2.2 Entstehung von Schadstoffen in der motorischen Verbrennung	6
2.2.3 Methoden der aussermotorischen Schadstoffreduktion	7
2.2.4 Methoden der innermotorischen Schadstoffreduktion	9
2.2.5 Niedertemperaturverbrennung	10
2.2.6 Oxidation von Kohlenwasserstoffen	11
2.2.7 Auftreten von Formaldehyd in Verbrennungsprozessen	14
2.2.8 Zusammenfassung	15
2.3 Physikalische Grundlagen der laserbasierten CH ₂ O-Messverfahren	16
2.3.1 Energiezustände von Atomen und Molekülen	16
2.3.2 Interaktion von Licht und Molekülen	17
2.3.3 Fluoreszenz	19
2.3.4 Charakteristische Spektren und ihre Anwendung	19
2.3.5 Laser	20
2.3.6 Frequenzkonversion	23
2.4 Formaldehyddetektion mittels laserinduzierter Fluoreszenz	23
2.4.1 Grundlagen der laserinduzierten Fluoreszenz	24
2.4.2 Selektivität in Anregung und Detektion	26
2.4.3 Zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie	28
2.5 Detektion von Formaldehyd in Verbrennungsvorgängen	29
2.5.1 Grundlagen	30
2.5.2 Fluoreszenzeigenschaften von Formaldehyd	31
2.5.3 Bildgebende Messungen	34
2.5.4 Spektral selektive Messmethoden	35
2.5.5 Methoden der Quantifizierung	39
2.6 Untersuchungen zur Formaldehyddetektion in technischen Umgebungen	42
3 Anregungsspektren von Formaldehyd	45
3.1 Simulation von Absorptionsspektren mit Pgopher	45

3.2	Experimentelle Untersuchung	46
3.2.1	Versuchsaufbau	46
3.2.2	Farbstofflaser	48
3.2.3	Datenaufnahme	49
3.2.4	Auswertung	49
3.2.5	Fehlerbetrachtung	50
3.3	Ergebnisse	51
3.3.1	Vergleich mit Literaturwerten	51
3.3.2	Temperatureinfluss	51
3.3.3	Druckeinfluss	53
3.3.4	Betrachtung ausgewählter Laserlinien	55
3.3.5	Fazit	55
4	Selektive Anregung von Formaldehyd mit einem Scheibenlaser	57
4.1	Motivation	57
4.2	Versuchsaufbau	58
4.2.1	Scheibenlaser	58
4.2.2	Messobjekt	59
4.2.3	Messsystem	59
4.3	Auswertung	60
4.4	Ergebnisse	61
4.4.1	Anregungswellenlänge	61
4.4.2	Druckabhängigkeit	61
4.4.3	Bunsenbrenner	62
4.4.4	Fazit	63
5	Zeitlich-spektrale Charakterisierung der Formaldehydfluoreszenz	65
5.1	Versuchsaufbau	65
5.2	Messung und Auswertung	66
5.3	Ergebnisse	67
5.3.1	Druck- und Temperaturabhängigkeit der Lebensdauer der Formaldehydfluoreszenz	67
5.3.2	Druck- und Temperaturabhängigkeit des Spektrums der Formaldehydfluoreszenz	69
5.3.3	Zusammenfassung	72
6	Bildgebende Fluoreszenzdiagnostik in der Dieselmotorkammer	73
6.1	Berechnungen zur Detektion mit spektraler Filterung	73
6.1.1	1-Band-Filter	73
6.1.2	11-Band-Filter	75
6.2	Versuchsaufbau	78
6.3	Validierung des Messprinzips an einfachen Messobjekten	79
6.3.1	Brennerflamme	79
6.3.2	Messfehlerabschätzung des Kamerasystems an einer Druckzelle	83
6.3.3	Formalineinspritzung in die Dieselmotorkammer	83
6.4	Messung mit 1-Band-Filter	86

6.5	Messung mit 11-Band-Filter	92
6.6	Verbesserungsmöglichkeiten am Versuchsaufbau	93
7	Ergebnisdiskussion und Ausblick	97
7.1	Ergebnisdiskussion	97
7.2	Ausblick	99
8	Zusammenfassung	101
9	Literaturverzeichnis	103
10	Abkürzungsverzeichnis	107