

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	iii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	2
1.2 Zielsetzung	3
2 Theoretische Grundlagen der Verbrennung	5
2.1 Flamme und Rußbildung	5
2.2 Stickoxid-Bildung	8
2.3 Ruß-NO-Reaktionen	12
2.3.1 Homogene Reaktionen	12
2.3.2 Heterogene Reaktionen	13
3 Theoretische Grundlagen der Messmethoden	15
3.1 Extinktion	16
3.2 Wärmestrahlung	18
3.3 Absorption	21
3.3.1 Spektroskopische Grundlagen	21
3.3.2 Bestimmung der Temperatur	33
3.3.3 Bestimmung der Konzentration	34
3.3.4 Simulation der Absorptionsspektren	35
3.3.5 Auswahl der Spektrallinien	36
4 Experimentelle Grundlagen	41
4.1 Apparativer Aufbau	41
4.2 Untersuchte Flammen	43
4.3 Extinktionsmessungen	47
4.3.1 Lasersystem und optischer Aufbau	47
4.3.2 Auswertung der Daten	48
4.4 Temperaturmessung mittels Zwei-Farben-Pyrometrie	49
4.4.1 Optischer Aufbau	49
4.4.2 Auswertung der Daten	50
4.5 Absorptionsmessungen	51
4.5.1 Lasersystem und optischer Aufbau	51

4.5.2	Auswertung der Daten	58
5	Modellierung der Flammen	61
5.1	SOFOKLES	61
5.1.1	Rußbildung	62
5.1.2	Erhaltungsgleichungen	64
5.1.3	NO-Reaktionen	73
5.2	Resultate der Modellierung	75
6	Ergebnisse	77
6.1	Ergebnisse der Extinktionsmessungen	80
6.1.1	Rußvolumenbruch bei oxidierender Gegenströmung	81
6.1.2	Rußvolumenbruch bei nicht rußender Flamme als Gegenströmung	84
6.1.3	Vergleich der Messergebnisse mit der Modellierung	87
6.2	Ergebnisse der Zwei-Farben-Pyrometrie	90
6.2.1	Variation der Gegenströmung	92
6.2.2	Variation des C/O-Verhältnisses am unteren Brenner	94
6.2.3	Zumischung von NO am unteren Brenner	96
6.2.4	Zumischung von NO am oberen Brenner	97
6.2.5	Vergleich der Messergebnisse mit der Modellierung	99
6.3	Ergebnisse der Absorptionsmessungen	102
6.3.1	Temperatur und NO-Molenbruch bei nicht rußender Flamme	108
6.3.2	Temperatur und NO-Molenbruch bei rußender Flamme	112
6.4	Untersuchung der NO-Reaktionen mit Hilfe der Modellierung	120
6.4.1	Zumischung von NO am oberen Brenner	122
6.4.2	Zumischung von NO am unteren Brenner	126
6.4.3	Vergleich der Flammen mit NO-Zumischung am oberen und unteren Brenner	130
7	Zusammenfassung	143
	Literaturverzeichnis	147
	Anhang	155