

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	IX
Symbolverzeichnis	XVII
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
2 Grundlagen von Tankflammen	5
2.1 Grundlegende Flammentypen	5
2.2 Fluidodynamische Strukturen	7
2.3 Abbrandgeschwindigkeit und Massenabbrandrate	9
2.4 Flammenlänge und -kontur	13
2.5 Auftriebskräfte und Luft-Entrainment	16
2.6 Strömungsgeschwindigkeiten	18
2.7 Flammentemperaturen	20
2.7.1 Temperaturfelder in Flammen	20
2.7.2 Ermittlung von Flammentemperaturen	24
2.8 Spezieszusammensetzung der Flammengase	26
3 Holographische Interferometrie von Phasenobjekten	31
3.1 Real-time- und Doppelbelichtungsverfahren	31
3.2 Interferogramme	32
3.3 Abel Transformation	35
3.4 Gladstone-Dale-Gleichung	37

4 Experimentelles	41
4.1 Holographisches real-time Mach-Zehnder Interferometer	41
4.1.1 Mechanischer Aufbau	41
4.1.2 Optischer Aufbau mit neuartiger Abbildungsoptik	43
4.2 Gaschromatographische Untersuchungen	46
4.3 Thermoelement Messungen der Flammentemperaturen	47
4.4 Apparaturen zur Aufzeichnung und Digitalisierung von Interferogrammen	48
4.5 Labortank und Brennstoff	49
5 CFD Simulation von Verbrennungsvorgängen	51
5.1 Erhaltungsgleichungen	51
5.1.1 Erhaltung der Gesamtmasse	51
5.1.2 Erhaltung der Speziesmassen	52
5.1.3 Erhaltung des Impulses	53
5.1.4 Erhaltung der Energie	54
5.2 Submodelle	56
5.2.1 Turbulenzmodelle	56
5.2.1.1 Reynolds-gemittelte Navier-Stokes-Gleichungen (RANS) .	58
5.2.1.2 Large-Eddy Simulation (LES)	61
5.2.1.3 Direkte numerische Simulation (DNS)	62
5.2.2 Verbrennungsmodelle	63
5.2.2.1 Eddy-Dissipations-Modell (EDM)	63
5.2.2.2 PDF-Transportmodell	65
5.2.2.3 Flamelet Modell	66
5.2.2.4 ILDM Methode	67
5.2.3 Konzept des Mischungsbruchs	68
5.2.3.1 Transportgleichungen für den Mischungsbruch und die Varianz	71

5.2.3.2	Zusammenhang des Mischungsbruchs mit den Feldgrößen .	72
5.2.3.3	Berücksichtigung der Turbulenz	73
5.2.3.4	Modellierung und Lösungsprinzipien	74
5.3	Durchführung der CFD Simulation	75
5.3.1	Geometrie- und Gittergenerierung	75
5.3.2	Anfangs- und Randbedingungen	79
5.3.3	Auswahl und Konfiguration der Submodelle	81
5.3.3.1	Turbulenzmodell	81
5.3.3.2	Verbrennungsmodell	82
5.3.4	Strömungslöser (Solver)	82
6	Ergebnisse und Diskussion	85
6.1	Experimentelle Interferogramme der Hexanflamme	85
6.2	Simulation von Interferogrammen	87
6.3	Digitales Auswerteverfahren der Interferogramme	93
6.4	Vorhergesagte und gemessene Profile der Interferenzstreifenordnung	96
6.5	Vorhergesagte und gemessene Brechzahlprofile	98
6.6	Spezieskonzentrationsprofile	100
6.6.1	Vorhergesagte und gemessene radiale Spezieskonzentrationsprofile .	100
6.6.2	Vorhergesagte und gemessene axiale Spezieskonzentrationsprofile . .	105
6.7	Profile der spezifischen Refraktion	108
6.7.1	Vorhergesagte und gemessene radiale Profile der spezifischen Refraktion	108
6.7.2	Vorhergesagte und gemessene axiale Profile der spezifischen Refraktion	111
6.8	Vorhergesagte und gemessene Dichteprofile	112
6.9	Vorhergesagte und gemessene Temperaturprofile	114
6.9.1	Fehleranalyse bei der Ermittlung von Flammentemperaturen aus Interferogrammen	119

6.9.2 Fehleranalyse bei der Ermittlung von Flammentemperaturen mit Thermoelementen	121
6.10 Einfluss der Spezieszusammensetzung auf die Flammentemperaturen . .	121
7 Folgerungen und Ausblick	127
Literatur	131
Anhang A	143
Anhang B	147
Publikationsliste	159
Lebenslauf	163