

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	ix
Symbolverzeichnis	x
1 Einleitung	1
2 Einführung in die Problemstellung	4
2.1 Stand der Forschung zum Thema Brennkammerschwingungen	7
2.1.1 Das Rayleigh-Kriterium	7
2.1.2 Auswirkungen	7
2.1.3 Quellen von Brennkammerschwingungen	8
2.1.4 Beseitigung von Brennkammerschwingungen	9
2.2 Vorangegangene Arbeiten zur Gemischbildung	14
2.3 Vorangegangene Arbeiten zum Filmzerfall	16
2.4 Existierende Messtechniken	23
2.4.1 Geschichtliche Entwicklung der Particle Tracking Velocimetry	26
2.5 Existierende Vorrichtungen zur periodischen Anregung der Luftströmung	29
2.6 Existierende Filmleger	33
2.7 Zusammenfassung, Zielsetzung und Vorgehensweise	34
3 Versuchsaufbau	37
3.1 Funktionsprinzip und Auslegung	37
3.2 Pulsationseinheit	39
3.2.1 Konzeptioneller Aufbau	39
3.2.2 Technische Umsetzung der Pulsationseinheit	47
3.3 Filmlegermodul	48
3.3.1 Infrastruktur	49
3.3.2 Validierung der Auslegung der Pulsationseinheit	51
3.4 Übertragbarkeit auf Maschinenbedingungen	60
3.4.1 Ähnlichkeitsbetrachtung – Physikalische Stoffeigenschaften von Luft	60
3.4.2 Ähnlichkeitsbetrachtung – Physikalische Stoffeigenschaften von Kerosin	63

4	Messtechnik	65
4.1	Akustische Messungen	65
4.2	Laser Doppler Anemometer (LDA)	65
4.3	Laser Focus Displacement Meter (LFDM)	69
4.4	Messung des Sprühwinkels mittels Laserlichtschnitt	72
4.5	Das erweiterte Particle Tracking Velocimetry (PTV) Messverfahren	72
4.5.1	Anwendungen im Rahmen dieser Arbeit	73
4.5.2	Übersicht über die Möglichkeiten und Grenzen	75
4.5.3	Methodik	76
4.5.4	Optischer Aufbau	76
4.5.5	Kalibrierung der geometrischen Abbildung	79
4.5.6	Bildvorbereitung	79
4.5.7	Segmentierung des Bildinhalts	81
4.5.8	Merkmalerkennung der Zerfallsstruktur	85
4.5.9	Merkmalerkennung der Tropfen – Morphologie und Größe	87
4.5.10	Merkmalerkennung der Tropfen – kalibrierter Durchmesser	90
4.5.11	Merkmalerkennung der Tropfen – Tiefenschärfe	93
4.5.12	Merkmalerkennung der Tropfen – Geschwindigkeit	94
4.5.13	Fehlerbetrachtung	96
5	Messergebnisse	99
5.1	Modellbildung	99
5.2	Gasphase	100
5.3	Filmströmung	101
5.4	Auswirkungen auf die Zerfallsstruktur an der Zerstäuberkannte	106
5.5	Bestimmung des Sprühwinkels	111
5.6	Disperse Phase	112
5.6.1	Phasenabhängige Fluktuation des Tropfendurchmessers	112
5.6.2	Einfluss der Luftströmung	114
5.6.3	Auswirkungen auf die Gemischbildung und die Verbrennung	119
5.6.4	Einfluss der Stoffeigenschaften	122
5.6.5	Zeitlicher Zusammenhang zur Gasphase	124
5.7	Partikeldispersion	126

6 Zusammenfassung und Ausblick	128
Literaturverzeichnis	131
Anhang	153
A.1 Festigkeit des Sirenenläufers	153
A.2 Erweiterung des PTV-Messverfahrens zu Stereo-Particle-Tracking-Velocimetry	155
A.2.1 Bisherige Umsetzungen	155
A.2.2 Das Verfahren	158
A.3 Stoffdaten von Shellsol D70	164