

# Inhaltsverzeichnis

## Symbolverzeichnis

v

<b>1 Einleitung und Motivation dieser Arbeit</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen und wissenschaftlicher Kenntnisstand</b>	<b>5</b>
2.1 Kraftstoffzerstäubung durch luftgestützte Zerstäuber . . . . .	5
2.2 Kennzahlen zur Beschreibung von Zerfallsprozessen . . . . .	6
2.3 Charakterisierung von Sprays . . . . .	7
2.3.1 Verteilungsfunktionen . . . . .	8
2.3.2 Charakteristische Durchmesser . . . . .	9
2.4 Experimentelle Untersuchungen zum Zerfall von Flüssigkeitsfilmen . . . . .	10
2.4.1 Zerfall von Flüssigkeitsfilmen mit Eigenimpuls . . . . .	10
2.4.2 Zerfall von schubspannungsgetriebenen Flüssigkeitsfilmen . . . . .	14
2.5 Sekundärzerfall von Einzeltropfen . . . . .	25
2.6 Vorhandene Korrelationen zur Beschreibung der Zerfallsprodukte . . . . .	26
2.7 Numerische Beschreibung von Zerstäubungsvorgängen . . . . .	28
2.8 Ziele und Vorgehensweise dieser Arbeit . . . . .	29
<b>3 Versuchsaufbau und untersuchte Betriebspunkte</b>	<b>33</b>
3.1 Anforderungen an den Versuchsaufbau . . . . .	33
3.2 Atmosphärische Messstrecke . . . . .	34
3.3 Hochdruckmessstrecke . . . . .	36
3.4 Generische Zerstäuberkonfigurationen . . . . .	38
3.5 Untersuchte Betriebspunkte . . . . .	39
3.5.1 Verwendete Ersatzkraftstoffe . . . . .	40
3.5.2 Untersuchte Geschwindigkeits- und Druckbereiche . . . . .	41
<b>4 Messtechnik</b>	<b>43</b>
4.1 Charakterisierung der Gasphase . . . . .	44
4.1.1 Messungen des Strömungsfeldes am Zerstäuberaustritt . . . . .	45
4.1.2 Zeitaufgelöste Messungen am Austritt des Zerstäubers . . . . .	46
4.2 Charakterisierung der Flüssigphase . . . . .	48

4.2.1	Charakterisierung der Filmströmung . . . . .	49
4.2.2	Charakterisierung des Filmzerfalls . . . . .	54
4.2.3	Charakterisierung der Tropfen . . . . .	59
<b>5</b>	<b>Aerodynamische Untersuchungen der Zerstäuber</b>	<b>67</b>
5.1	Überprüfung der Zweidimensionalität der Zerstäuber . . . . .	67
5.2	Vergleich der beiden Messstrecken . . . . .	68
5.3	Vergleich der unterschiedlichen Zerstäuber . . . . .	72
5.3.1	Zeitlich gemittelte Geschwindigkeitsprofile . . . . .	72
5.3.2	Bestimmung der Wirbelgrenzschichtdicke . . . . .	74
5.3.3	Energiespektren und instationäre Effekte . . . . .	75
5.4	Zusammenfassende Beurteilung der aerodynamischen Untersuchungen . . . . .	81
<b>6</b>	<b>Einblicke in den Primärzerfall eines Flüssigkeitsfilms</b>	<b>83</b>
6.1	Einfluss der mittleren Gasgeschwindigkeit . . . . .	84
6.2	Einfluss der Zerstäuberkantendicke . . . . .	89
6.3	Einfluss der physikalischen Eigenschaften des Ersatzkraftstoffs . . . . .	92
6.4	Einfluss der Filmbeladung . . . . .	93
6.5	Einfluss des Umgebungsdrucks . . . . .	95
6.6	Zusammenfassung der qualitativen Zerfallsuntersuchung . . . . .	97
<b>7</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen der Flüssigphase</b>	<b>99</b>
7.1	Analyse des Flüssigkeitsfilms . . . . .	100
7.1.1	Mittlere Filmdicke . . . . .	102
7.1.2	Wellenlänge und Wellenfrequenz . . . . .	104
7.2	Primärzerfall der Flüssigkeitsansammlung . . . . .	111
7.2.1	Einfluss der mittleren Gasgeschwindigkeit und der Flüssigkeitseigenschaften . . . . .	112
7.2.2	Einfluss der Filmbeladung . . . . .	120
7.2.3	Einfluss der Zerstäuberkantendicke . . . . .	123
7.2.4	Einfluss des Umgebungsdrucks . . . . .	127
7.2.5	Auswirkung einer konstanten aerodynamischen Kraftaufbringung . . . . .	132
7.2.6	Einfluss der Filmströmung und aerodynamischen Ablösefrequenz auf den Primärzerfall . . . . .	136
7.3	Zusammenfassung der quantitativen Untersuchungen der Flüssigphase . . . . .	138

---

<b>8 Entwicklung neuer Korrelationen zur Vorhersage der Primärzerfallsprodukte</b>	<b>141</b>
8.1 Vorgehensweise . . . . .	142
8.2 Korrelation für die zeitliche Erzeugung von Primärtropfen . . . . .	144
8.3 Korrelationen für die Primärtropfengröße und -verteilung . . . . .	145
8.4 Korrelation für die Primärtropfengeschwindigkeit . . . . .	149
8.5 Zusammenfassung und Einsatzgrenzen der Korrelationen . . . . .	150
<b>9 Zusammenfassung</b>	<b>153</b>
<b>Literatur</b>	<b>155</b>