

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>vii</b>
<b>Abstract</b>	<b>viii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Zielsetzung . . . . .	1
1.3 Aufbau der Arbeit . . . . .	2
<b>2 Physikalische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 Verbrennungsmotorische Grundlagen . . . . .	3
2.1.1 Verbrennungsanomalien im ottomotorischen Prozess . . . . .	3
2.1.2 Charakterisierung von Vorentflammungsereignissen . . . . .	3
2.2 Beschreibung von Tropfenaufprallereignissen . . . . .	5
2.2.1 Einzeltropfenaufprall . . . . .	5
2.2.2 Kennzahlen zur Bewertung von Aufprallereignissen . . . . .	6
2.2.3 Geometrische Aufprallbedingungen . . . . .	7
2.2.4 Einfluss der Stoffeigenschaften . . . . .	8
2.2.5 Mehrfachtropfen . . . . .	9
2.3 Aerodynamische Kräfte auf Flüssigkeiten . . . . .	10
2.4 Kraftstoff-Wand-Interaktion unter motorrelevanten Bedingungen . . . . .	10
2.5 Visualisierung von Flüssigkeiten . . . . .	12
2.5.1 Laser-Induzierte Fluoreszenz . . . . .	12
2.6 Visualisierung von Gasströmungen . . . . .	14
2.6.1 Lichtbrechung . . . . .	14
2.6.2 Background Oriented Schlieren Methode . . . . .	15
<b>3 Entwicklungsmethodik</b>	<b>17</b>
3.1 Entwicklung des Tracer-Setups . . . . .	17
3.1.1 Versuchsstand zur Charakterisierung von Fluoreszenz-Tracern . . . . .	17
3.1.2 Anregung und Eigenfluoreszenz . . . . .	18
3.1.3 Methodik zur Charakterisierung der Fluoreszenztracer . . . . .	19
3.1.4 Kraftstoffmarkierung . . . . .	20
3.1.5 Ölmarkierung . . . . .	22
3.2 Auslegung des optischen Setups zur spektralen Trennung . . . . .	23
3.2.1 Zwei-Farben-LIF . . . . .	24
3.2.2 Spektrale Trennung . . . . .	24
3.2.3 Kamerasetup . . . . .	27
3.3 Kalibrierung der spektralen Trennung (Cross talk) . . . . .	28
3.3.1 Spektraler Cross Talk . . . . .	29
3.3.2 Mie-Cross Talk . . . . .	31
3.4 Entwicklung der Lichtquelle . . . . .	32

<b>4</b>	<b>Entwicklung des Versuchsaufbaus</b>	<b>33</b>
4.1	Ölfilmgenerierung . . . . .	33
4.1.1	Ölfilme in Verbrennungsmotoren . . . . .	33
4.1.2	Entwicklung der Vorrichtung . . . . .	34
4.1.3	Validierung der Ölfilmerzeugung . . . . .	35
4.2	Kraftstoffspray-Erzeugung . . . . .	36
4.3	Entwicklung der Druckkammer . . . . .	38
<b>5</b>	<b>Charakterisierung der Interaktionsprozesse</b>	<b>43</b>
5.1	Parametervariation . . . . .	43
5.1.1	Kraftstoffdruck . . . . .	43
5.1.2	Auftreffwinkel . . . . .	44
5.1.3	Injektorhöhe . . . . .	45
5.1.4	Ölfilmstärke . . . . .	46
5.1.5	Öltemperatur . . . . .	47
5.1.6	Umgebungsdruck . . . . .	47
5.2	Mittelwertbetrachtung . . . . .	47
5.3	Verwendete Fluide . . . . .	48
<b>6</b>	<b>Versuchsdurchführung unter Referenzbedingungen</b>	<b>51</b>
6.1	Versuchsdurchführung . . . . .	51
6.2	Charakterisierung des Referenzpunktes . . . . .	52
6.3	Zeitlicher Verlauf des Interaktionsprozesses . . . . .	52
6.4	Analyse der charakteristischen Teilprozesse . . . . .	53
6.4.1	Splashingnebel . . . . .	53
6.4.2	Verformung des Ölfilms . . . . .	55
6.4.3	Air-Blast-Spray . . . . .	55
6.4.4	Verschäumung . . . . .	57
6.4.5	Kraftstoffanreicherung . . . . .	59
<b>7</b>	<b>Sensitivitätsanalyse und Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>61</b>
7.1	Einflussfaktoren auf Splashingeffekte . . . . .	61
7.1.1	Theoretische Betrachtungsweise . . . . .	61
7.1.2	Kraftstoffdruck . . . . .	63
7.1.3	Auftreffwinkel . . . . .	65
7.1.4	Injektorhöhe und Ölfilmstärke . . . . .	65
7.1.5	Öltemperatur . . . . .	66
7.1.6	Umgebungsdruck . . . . .	67
7.1.7	Bewertung der Sensitivitäten . . . . .	68
7.2	Einflussfaktoren auf die Verformung des Ölfilms . . . . .	68
7.2.1	Theoretische Betrachtungsweise . . . . .	68
7.2.2	Kraftstoffdruck . . . . .	70
7.2.3	Auftreffwinkel . . . . .	71
7.2.4	Injektorhöhe . . . . .	71
7.2.5	initialen Filmstärke . . . . .	72
7.2.6	Öltemperatur . . . . .	72
7.2.7	Umgebungsdruck . . . . .	73
7.2.8	Bewertung der Sensitivitäten . . . . .	74
7.3	Einflussfaktoren auf das Air-Blast Spray . . . . .	74
7.3.1	Theoretische Betrachtung . . . . .	74

7.3.2	Kraftstoffdruck . . . . .	75
7.3.3	Auftreffwinkel . . . . .	75
7.3.4	Injektorhöhe . . . . .	77
7.3.5	initialen Ölfilm Dicke . . . . .	77
7.3.6	Öltemperatur . . . . .	78
7.3.7	Umgebungsdruck . . . . .	78
7.3.8	Bewertung der Sensitivitäten . . . . .	78
7.4	Einflussfaktoren auf Verschäumungseffekte . . . . .	80
7.4.1	Theoretische Betrachtungsweise . . . . .	80
7.4.2	Kraftstoffdruck . . . . .	81
7.4.3	Auftreffwinkel . . . . .	81
7.4.4	Injektorhöhe . . . . .	82
7.4.5	initialen Ölfilm Dicke . . . . .	83
7.4.6	Öltemperatur . . . . .	83
7.4.7	Umgebungsdruck . . . . .	84
7.4.8	Bewertung der Sensitivitäten . . . . .	84
7.5	Einflussfaktoren auf die Kraftstoffanreicherung . . . . .	85
7.5.1	Theoretische Betrachtungsweise . . . . .	85
7.5.2	Auswertemethodik . . . . .	85
7.5.3	Kraftstoffdruck . . . . .	86
7.5.4	Auftreffwinkel . . . . .	86
7.5.5	Injektorhöhe . . . . .	88
7.5.6	initialen Ölfilm Dicke . . . . .	88
7.5.7	Öltemperatur . . . . .	88
7.5.8	Umgebungsdruck . . . . .	89
7.5.9	Bewertung der Sensitivitäten . . . . .	89
<b>8</b>	<b>Alternative Kraftstoffe</b>	<b>91</b>
8.1	Dimethylcarbonat . . . . .	91
8.1.1	Vergleich DMC und ROZ95 - Theoretische Betrachtung . . . . .	91
8.1.2	Vergleich der Versuchsergebnisse . . . . .	92
8.1.3	Kraftstoffanreicherung . . . . .	94
8.1.4	DMC-ROZ95-Vergleich . . . . .	95
8.2	Gasförmiger Kraftstoff . . . . .	95
8.2.1	Beschreibung des Versuchsaufbaus . . . . .	95
8.2.2	Versuchsergebnisse - Vergleich zu Superkraftstoff ROZ95 . . . . .	96
<b>9</b>	<b>Fazit - Übertrag auf die motorische Verbrennung</b>	<b>99</b>
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>103</b>
10.1	Zusammenfassung . . . . .	103
10.2	Ausblick . . . . .	104
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>105</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>111</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>113</b>
	<b>Eigene Veröffentlichungen</b>	<b>120</b>

**Anhang**

**121**