

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	v
Nomenklatur und Abkürzungen	vii
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Phänomenologie der Hochdruck–Gas–Diesel–Verbrennung</b>	<b>3</b>
2.1 Dieselpiloteinspritzung . . . . .	3
2.1.1 Düseninnenströmung . . . . .	4
2.1.2 Tropfenzerfall . . . . .	5
2.1.3 Turbulente Dispersion . . . . .	6
2.1.4 Verdampfung . . . . .	6
2.1.5 Zündung und Verbrennung der Voreinspritzung . . . . .	7
2.1.6 Emissionen der Voreinspritzung . . . . .	8
2.2 Gaseinblasung . . . . .	9
2.2.1 Subsonische Eindüsung . . . . .	10
2.2.2 Supersonische Eindüsung . . . . .	10
2.2.3 Strahlausbreitung . . . . .	12
2.3 Interaktion von Diesel– und Gasstrahl . . . . .	13
2.3.1 Zündung und Verbrennung der Gaseinblasung . . . . .	13
2.3.2 Emissionen der Gas–Hauptverbrennung . . . . .	16
<b>3 Modellierung</b>	<b>21</b>
3.1 Strömungsmechanische Grundlagen . . . . .	21
3.1.1 Erhaltungsgleichungen . . . . .	21
3.1.2 Turbulenzbehandlung . . . . .	23
3.1.3 Die gemittelten Erhaltungsgleichungen . . . . .	30
3.2 Dieseleinspritzung . . . . .	31
3.2.1 Lagrangesches Strahlmodell . . . . .	32
3.2.2 Schließung der Strahlgleichung . . . . .	32
3.3 Erweiterung der Modellkette für die Hochdruck–Gaseinblasung . . . . .	36
3.3.1 Prinzip der Vorgabe der Gaseinblasung . . . . .	36
3.3.2 Erzeugung der Randbedingungen für die Gaseinblasung . . . . .	38
3.4 Zündung und Verbrennung . . . . .	41
3.4.1 Mischungsbruch und Mischungsbruch–Varianz . . . . .	41
3.4.2 Laminares Flamelet–Konzept . . . . .	43
3.4.3 Presumed–PDF–Konzept . . . . .	43
3.4.4 Stand der Technik der Modellierung der Zündung . . . . .	44
3.4.5 Erweiterung der Modellierung der Zündung . . . . .	45
3.4.6 Stand der Technik der Modellierung der Verbrennung . . . . .	48
3.4.7 Erweiterung der Modellierung der Verbrennung . . . . .	50

3.5	Rußemissionen . . . . .	52
3.5.1	Stand der Technik der Rußmodellierung . . . . .	53
3.5.2	Erweiterung der Rußmodellierung . . . . .	56
3.6	Anwendung auf motorische Randbedingungen . . . . .	60
3.6.1	Diskretisierung des Rechengebiets . . . . .	60
3.6.2	Strömungsinitialisierung . . . . .	62
<b>4</b>	<b>Validierung der Modellerweiterungen</b>	<b>63</b>
4.1	Validierung des Turbulenzmodells . . . . .	63
4.1.1	Validierung am Einzelstrahl . . . . .	63
4.1.2	Auswirkung des Turbulenzmodells auf die Strahl–Strahl–Interaktion	66
4.2	Validierung der Hochdruck–Gaseinblasung . . . . .	68
4.2.1	Validierung der Randbedingungserzeugung für die Hochdruck– Gaseinblasung . . . . .	68
4.2.2	Vergleich mit Kammermessungen . . . . .	71
4.3	Untersuchung der Zündung und Verbrennung . . . . .	72
4.4	Validierung des Rußmodells . . . . .	78
4.4.1	Vergleich FSM, CMC und homogenes PDF–Rußmodell . . . . .	80
4.4.2	Kalibrierung und Validierung des FSM PDF–Rußmodells . . . . .	82
<b>5</b>	<b>Motorische Simulation</b>	<b>89</b>
5.1	Versuchsträger und Messtechnik . . . . .	89
5.2	Betriebspunkte . . . . .	91
5.3	Analyse der Teillastbetriebspunkte . . . . .	93
5.3.1	Thermodynamische Validierung der Zündung und Verbrennung . .	93
5.3.2	Simulation der Rußrohmissionen . . . . .	97
5.3.3	Lokale Validierung . . . . .	99
5.4	Analyse des Vollastbetriebspunkts . . . . .	104
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>109</b>
<b>7</b>	<b>Ausblick</b>	<b>113</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>115</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>125</b>