

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>iv</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Stand der Technik . . . . .	2
1.1.1 Stationäres und dynamisches Emissionsverhalten . . . . .	3
1.1.2 Emissionsorientierte Steuerungskonzepte . . . . .	5
1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung . . . . .	6
<b>2 Grundlagen und Vorbetrachtung</b>	<b>7</b>
2.1 Dieselmotorische Verbrennung . . . . .	7
2.2 Emissionen . . . . .	9
2.3 Versuchsträger . . . . .	13
2.4 Entwicklungssystem und Messtechnik . . . . .	15
2.5 Konventionelle Motorsteuerung . . . . .	20
2.6 World Harmonized Light Duty Test Procedures (WLTP) . . . . .	22
2.7 Mess-, Prüfverfahren und Vergleichbarkeit . . . . .	24
2.8 Mehrgrößen-Optimierung . . . . .	27
2.9 Optimierungsverfahren . . . . .	29
<b>3 Potenzialanalyse der dynamischen Führung von Dieselmotoren</b>	<b>31</b>
3.1 Untersuchungen am Motorprüfstand . . . . .	31
3.2 Messergebnisse und Interpretation . . . . .	33
<b>4 Steuerungskonzept Allgemein</b>	<b>39</b>
4.1 Prädiktion . . . . .	40
4.2 Limitierung . . . . .	41
4.3 Zielgrößen-Bewertung . . . . .	42
4.4 Optimierungsfunktion . . . . .	43
4.5 Steuerungskonzept - Beispiel . . . . .	45
4.5.1 Optimierungsfunktion . . . . .	48
4.6 Optimierungsfunktion für mehrere Führungsgrößen . . . . .	52
4.6.1 Lokale Optimierung . . . . .	53
4.6.2 Mehrkriterielle Optimierung . . . . .	57
4.6.3 Verschachtelte lokale Optimierung . . . . .	62
4.7 Berechnungsschema der Steuerungsstruktur . . . . .	65

<b>5</b>	<b>Steuerungskonzept dynamisch geführter Dieselmotor</b>	<b>67</b>
5.1	Randbedingungen	67
5.1.1	Erweiterte Limitierungsfunktion für die AGR-Rate	68
5.2	Zeitverhalten von Führungsgrößen	71
5.3	Prädiktionsverfahren	72
5.3.1	Lineare Extrapolation	72
5.3.2	Mehrschrittverfahren	75
5.3.3	Physikalisch basierte Prädiktion	78
5.4	Emissionsmodellierung	79
5.4.1	Lineare Methode	80
5.4.2	Skalierbare Methode	81
5.5	Empfindlichkeitsanalyse	85
5.6	Integration in die bestehende Motorsteuerung	94
5.7	Applikationsmethodik	96
5.7.1	Anbindung und Ablauf am Motorenprüfstand	96
5.7.2	Evolutionäre Algorithmen	98
5.7.3	Strength Pareto Evolutionary Algorithm	99
5.7.4	Messergebnisse vom Motorenprüfstand	100
<b>6</b>	<b>Verifikation des Steuerungskonzeptes</b>	<b>103</b>
6.1	Aktivierung der Steuerung	103
6.2	Analyse des dynamischen Fahrprofils	106
6.3	Variation AGR-Rate	107
6.4	Variation Raildruck	109
6.5	Variation Verbrennungsschwerpunktlage	110
6.6	Bewertungskriterium effektive Leistung	112
6.7	Kombination der Führungsgrößen	115
6.8	Validierung im Fahrzeug	117
<b>7</b>	<b>Weiterführende Überlegungen</b>	<b>123</b>
7.1	Dynamische Führung der Zylindergasfüllung	123
7.2	Möglichkeiten im Einspritzsystem	129
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>137</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>139</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>149</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>155</b>