

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	VII
Abstract	IX
Abkürzungsverzeichnis	XIII
Symbol-/Formelzeichenverzeichnis	XV
Abbildungsverzeichnis	XVII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	3
1.2 Zielsetzung der Arbeit	5
1.3 Übersicht themenverwandter wissenschaftlicher Arbeiten	7
1.4 Struktur der Arbeit	9
2 Dieselmotorische Grundlagen	11
2.1 Motorkomponenten und Beschreibung der innermotorischen Prozesse	11
2.2 Schadstoffe und Emissionen	13
2.2.1 Prozesse der Bildung von Emissionen	14
2.2.2 Maßnahmen zur Reduzierung des Ausstoßes	20
2.2.2.1 Innermotorische Maßnahmen	20
2.2.2.2 Zielkonflikt Ruß/ NO _x / Verbrauch	22
2.2.2.3 Außermotorische Emissionsminderung durch Abgasnachbehandlungssysteme	23
2.2.3 Gesetzgebung und Grenzwerte	26
3 Optimierte Regelung	29
3.1 Regelungstechnik	29
3.2 Systembeschreibung	31
3.3 Formulierung des Optimierungsproblems	32
3.4 Anwendung des Pontryagin'schen Minimumprinzips	33
3.5 Mögliche Lösungsansätze	36
3.6 Kausaler Lösungsansatz	37
3.6.1 Berechnung des Äquivalenzfaktors λ_{NO_x} in Abhängigkeit von der Stickoxid-Umsatzrate des SCR-Katalysators	37
3.6.2 Prädiktive Berechnung des Äquivalenzfaktors λ_{NO_x} in Abhängigkeit von äquivalenten Emissionskosten	38
3.6.2.1 Verschiebender Horizont	41

3.6.2.2	Modellprädiktive Trajektorien-Schar Regelung	42
3.7	Prädiktion	47
4	Beschreibung der Simulationsumgebung	51
4.1	Regelstruktur	51
4.2	Modellstruktur	52
4.2.1	Motor-Modellierung	53
4.2.2	Modellierung der Abgasnachbehandlung	54
4.2.3	Modellvalidierung	55
5	Technische Umsetzung und Auswertung	67
5.1	Kausale Lösung in Abhängigkeit von der Stickoxid-Umsatzrate als Referenz	67
5.2	Prädiktive Kausale Lösung über einen bewegten Horizont durch Modellprädiktive Regelung	72
5.2.1	Parametervariation	72
5.2.2	Auswertung verschiedener Parameterkombinationen	81
5.2.3	Untersuchung der Algorithmus-Sensitivität auf Prädiktionsunsicherheiten	94
5.2.4	Einführung eines zusätzlichen Bestrafungsterms	96
5.2.5	Übertragbarkeit der Parametrierung auf weitere Zyklen und Strecken	98
5.2.5.1	RDE-Zyklus	99
5.2.5.2	Stadt-Zyklus	101
6	Zusammenfassung und Ausblick	105
	Quellenverzeichnis	i