

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Abkürzungsverzeichnis	VII
Formelzeichen	VIII
Indizes	IX
1 Einleitung	1
2 Herausforderungen für das IT-SCR-Konzept und Ziel der Arbeit	7
3 Grundlagen und verwendete Methoden	10
3.1 Simulation des Motorgesamtprozesses.....	10
3.1.1 Ein-Zonen-Zylindermodell.....	10
3.1.2 Eindimensionale Luftpfadmodellierung (Kreisprozessberechnung).....	17
3.2 Abgasturboaufladung	18
3.2.1 Prinzip der Abgasturboaufladung.....	18
3.2.2 Kennfelddarstellung des Turboladers	22
3.3 Miller-Verfahren	26
3.4 Notwendigkeit der zweistufigen Aufladesysteme.....	29
3.5 Verbrennungsmodell.....	34
3.6 NO _x -Emissionsbildung	38
4 Versuchsmotor Caterpillar MaK M32C	39
5 Validierung des Simulationsmodells	41
5.1 Stationäres Betriebsverhalten	41
5.2 Transientes Betriebsverhalten.....	46
6 Einfluss variabler Steuerzeiten auf das transiente Betriebsverhalten	56
6.1 FCT-Umschaltungszeitpunkte	56
6.2 Einlassventil-Steuerzeiten.....	60
6.3 Einspritzbeginn (späte Einspritzung).....	63
6.4 Spitzendruck- und Temperaturgrenze	66
7 Potentialuntersuchung der Aufladesysteme mit Regeleingriffen	70
7.1 Potentialuntersuchung der VTG	70
7.1.1 VTG an beiden Turbinen	71
7.1.2 HD-VTG mit unveränderter ND-Turbine.....	73

7.2 Potentialuntersuchung des Wastegates	75
8 Potentialuntersuchung der ungeregelten Aufladesysteme	77
8.1 Methodik zum Ermitteln der passenden Konfigurationen der Aufladegruppen für den gegebenen Auslegungspunkt.....	77
8.2 Optimierung der Dimensionierung der Aufladegruppen.....	87
8.3 Einfluss der Massenträgheit-Aufteilung und Wirkungsgrad-Gewichtung an HD- und ND-Stufen	92
8.4 Einfluss der Kennfeldverbreiterung auf das Betriebsverhalten	96
8.5 Einfluss des Turbolader-Massenträgheitsmoments auf das Betriebsverhalten....	99
8.6 Einfluss der Stufendruckaufteilung auf das Betriebsverhalten.....	102
8.7 Einfluss der Systemabstimmung von Ventilsteuerzeiten, Einspritzzeiten und Auslegung des Aufladesystems auf das Betriebsverhalten	107
8.7.1 Miller-Variationen bei variierenden gesamten Turboladerwirkungsgraden	107
8.7.2 Miller-Variationen mit angepassten Ventilüberschneidungen bei variierenden gesamten ATL-Wirkungsgraden.....	112
8.7.3 Zusammenwirkung von Ventilsteuerzeiten, Einspritzzeiten und Auslegungen des Aufladesystems sowie deren Einfluss auf das stationäre und transiente Verhalten.	115
8.7.4 Ableitung eines Kennwerts zur Beschreibung des Transientverhaltens für das zweistufige Aufladesystem.....	124
8.7.5 Optimierung der Auslegungsstrategien unter Einbeziehung des Beschleunigungskennwerts	129
9 Zusammenfassung	138
Literaturverzeichnis.....	143
Abbildungsverzeichnis.....	149
Tabellenverzeichnis.....	153
Anhang 1: Detaillierte Darstellung der Auslegungsstrategien	155
Anhang 2: Stationäre Betriebspunkte zur Validierung des Motormodells.....	161