

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis.....	XIX
Abkürzungsverzeichnis.....	XXI
Symbolverzeichnis	XXV
Abstract	XXIX
Kurzfassung	XXXV
1 Einleitung und Motivation.....	1
2 Theoretische Grundlagen	5
2.1 Motorische Grundlagen	6
2.1.1 Thermodynamik	6
2.1.2 Dieselmotorische Verbrennung	9
2.1.3 Schadstoffbildung.....	11
2.1.4 Abgasrückführung	15
2.1.5 Aufladung	16
2.1.6 Abgasnormen und Fahrzyklen für schwere Nutzfahr- zeuge	20
2.2 Grundlagen des WHR-Systems	24
2.2.1 Clausius-Rankine-Prozess	24
2.2.2 Arbeitsmedium	27
2.2.3 Wirkungsgrad	30
2.3 Thermomanagement für schwere Nutzfahrzeuge.....	31
2.4 Simulationemethode	33
2.5 Grundlagen der modellbasierten Optimierung	37
2.5.1 Festlegung des Variationsraums	38
2.5.2 Statistische Versuchsplanung.....	38
2.5.3 Statistische Modellbildung	40
2.5.4 Modellbasierte Sollwert-Optimierung	43
2.5.5 Softwaretools	45

3	Modellierung und Simulation	47
3.1	OD/1D-Motorsimulation	49
3.1.1	Luft-/Kraftstoffpfad	51
3.1.2	Virtuelles Abgasturboladermodell	55
3.1.3	Druckverlaufsanalyse und Verbrennungsmodell	68
3.1.4	Modellvalidierung	73
3.1.5	Ableiten der Abgasturboladervariante	83
3.2	Simulationsmodell des Kühlsystems	92
3.2.1	Thermische Zustände des Motorkühlsystems	96
3.2.2	Kühlungspotential für Abgaswärmenutzung	97
3.3	Simulationsmodell des Restwärmenutzungssystems	107
3.3.1	Systemaufbau	107
3.3.2	Modellierung des virtuellen WHR-Systems.....	109
3.3.3	Simulation mit WHR-Systemmodell.....	118
3.4	Fahrzyklussimulation mit Motormodell	119
4	Wechselwirkung der Subsysteme.....	125
4.1	Äußere Energiebilanz des integrierten Systems.....	126
4.2	Diskussion der motorischen Wechselwirkung.....	129
4.3	Variation der Motorbetriebsparameter.....	137
4.3.1	Variation der Saugrohrtemperatur.....	138
4.3.2	Variation des Ladedrucks	146
4.3.3	Variation der Abgasrückführungsrate	151
4.3.4	Variation des Raildrucks	158
4.3.5	Variation des Haupteinspritzzeitpunktes	165
4.3.6	Variation der Voreinspritzparameter.....	171
5	Optimierung des Integrationssystems	179
5.1	Schnelllaufendes Modell des Integrationssystems	180
5.2	Modellbasierte Motoroptimierung	185
5.3	Simulation in Gesetz-/Kundenzyklus.....	195
6	Schlussfolgerungen und Ausblick	207
	Literaturverzeichnis	213

Anhang	225
A.1 Wärmekapazität des Abgases.....	225
A.2 Bestimmtheitsmaß.....	225
A.3 Vorsteuerung für Massenstrom des Arbeitsmediums durch den AGT-Verdampfer	226
A.4 Simulationsergebnisse im WHTC-Zyklus.....	227
A.5 Modell der Fahrzeuglängsdynamik	227
A.6 Äußere Energiebilanz bei Variation der Voreinspritzparameter ...	228
A.7 Modellgüte des statistischen Modells von Integrationssystem	230