

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis.....	XIX
Abkürzungsverzeichnis.....	XXI
Symbolverzeichnis	XXIII
Kurzfassung	XXVII
Abstract	XXXI

1 Einleitung und Motivation..... 1

2 Theoretische Grundlagen..... 3

2.1 Grundlagen der Thermodynamik	3
2.1.1 Wärmekraftmaschinen.....	3
2.1.2 Ideale Wärmekraftmaschinen	6
2.1.3 Reale Wärmekraftmaschinen.....	9
2.2 Dieselmotorische Grundlagen	12
2.2.1 Allgemeines	12
2.2.2 Einspritzung und Gemischbildung.....	15
2.2.3 Konventionelle Dieselmotorische Verbrennung	21
2.2.4 Weitere Brennverfahren	26
2.2.5 Schadstoffbildung.....	30
2.2.6 Innermotorische Maßnahmen zur Schadstoffreduktion....	39
2.2.7 Abgasnachbehandlung.....	40
2.3 Hybridantriebe	46
2.3.1 Grundlagen	46
2.3.2 Klassifizierung der Hybridantriebe	47
2.3.3 Aufbau von Hybridantrieben	49
2.3.4 Betriebsmodi eines Hybridantriebs	53
2.3.5 Elektrische Bauteile	56
2.4 Hybridfahrzeugsimulation.....	75
2.4.1 Simulationsansätze	75

2.4.2	Längsdynamikmodellierung.....	77
2.4.3	Energiemanagement.....	80
2.4.4	Lösung des Optimierungsproblems.....	84
2.5	Vorgängerarbeiten	90
2.5.1	Verbrennungsregelung I	90
2.5.2	Verbrennungsregelung II	91
3	Hybridantriebsstrangsimulation	93
3.1	Rahmenbedingungen	93
3.2	Empirische Modellierung der Abgastemperatur	95
3.2.1	Modellbildung	96
3.2.2	Experimentelle Applikation	100
3.3	Simulationsaufbau.....	105
3.3.1	Gesamtstruktur	105
3.3.2	Modul: Fahrerregler	106
3.3.3	Modul: Berechnung Radmoment.....	108
3.3.4	Modul: Antriebsstrang	108
3.3.5	Modul: Phlegmatisierung	110
3.3.6	Modul: ECMS und Penaltierung	118
3.3.7	Modul: Verbrennungsmotor	120
3.3.8	Modul: Elektrische Maschine	121
3.3.9	Modul: Batterie	123
3.3.10	Modul: Äquivalenzfaktor	126
3.3.11	Modul: Längsdynamikmodell.....	128
3.4	Simulationsergebnisse.....	128
3.4.1	HEV mit ECMS versus Konventionelles Fahrzeug	130
3.4.2	HEV mit ECMS versus HEV mit Phlegmatisierung	133
3.4.3	HEV mit Phlegmatisierung versus Konventionelles Fahrzeug	138
4	Motor und Prüfstands Aufbau	143
4.1	Übersicht	143
4.2	Motorsteuerung	145
4.3	Messtechnik.....	148
4.3.1	Allgemeine Messtechnik	148

4.3.2	Hochdruckindizierung	149
4.3.3	Abgasmesstechnik	152
4.4	Modifizierung der Abgasstrecke	154
5	Messergebnisse	159
5.1	Untersuchung der Hauptelemente	159
5.1.1	Einfluss der Phlegmatisierung	159
5.1.2	Messungen am elektrisch beheizten Katalysator	162
5.2	Worldwide harmonized Light-duty vehicle Test Cycle.....	171
5.2.1	Konventionelles Fahrzeug mit Betriebsartenumschaltung vs. HEV-Konzept.....	172
5.2.2	Konventionelles Fahrzeug mit diffusiver Dieselverbrennung vs. HEV-Konzept	178
5.3	Real Driving Emissions-konformer Fahrzyklus.....	183
5.3.1	Konventionelles Fahrzeug mit Betriebsartenumschaltung vs. HEV-Konzept.....	184
5.3.2	Konventionelles Fahrzeug mit diffusiver Dieselverbrennung vs. HEV-Konzept	198
5.4	Kraftstoffverbrauch und spezifische Abgasemissionen	210
5.4.1	Einleitung	210
5.4.2	Worldwide harmonized Light-duty vehicle Test Cycle ...	210
5.4.3	Real Driving Emissions-konformer Fahrzyklus	213
6	Zusammenfassung und Ausblick	219
	Literaturverzeichnis	223
	Anhang	231
A.1	Simulationsergebnisse RDE	231
A.1.1	Konventionelles Fahrzeug versus HEV mit ECMS	231
A.1.2	HEV mit ECMS versus HEV mit Phlegmatisierung	234
A.1.3	Konventionelles Fahrzeug versus HEV mit Phlegmatisierung.....	241
A.2	Zusätzliche WLTC Abbildungen	245
A.3	Prüfstandsbilder.....	250
A.4	Projektbearbeiter.....	253