

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIX
Abkürzungsverzeichnis	XXI
Symbolverzeichnis	XXIII
Kurzfassung	XXVII
Abstract	XXIX
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Theoretische Grundlagen	5
2.1 Hybridfahrzeuge	5
2.1.1 Einführung	5
2.1.2 Kategorisierung der Hybridfahrzeuge	6
2.1.3 Hybridfahrzeugarchitekturen	8
2.1.4 Betriebsarten eines Hybridfahrzeugs	13
2.1.5 Elektrische Komponenten	16
2.2 Antriebsstrangsimulation	34
2.2.1 Vorwärts- und Rückwärtssimulation	34
2.2.2 Längsdynamikmodellierung	36
2.2.3 Energiemanagement	39
2.2.4 Optimierungsbasierte Betriebsstrategien	43
2.3 Thermodynamische Grundlagen	49
2.3.1 Kreisprozesse	49
2.3.2 Der Carnot-Prozess	51
2.3.3 Der verbrennungsmotorische Kreisprozess	54
2.4 Dieselmotorentechnik	58
2.4.1 Grundlagen	58
2.4.2 Einspritzung und Gemischbildung	60
2.4.3 Das dieselmotorische Brennverfahren	66
2.4.4 Alternative Dieselmotorenverfahren	72

2.4.5	Schadstoffentstehung	75
2.4.6	Innermotorische Maßnahmen zur Schadstoffreduktion....	84
2.4.7	Abgasnachbehandlung.....	85
2.5	Vorausgegangene Forschung.....	91
2.5.1	Verbrennungsregelung I	92
2.5.2	Verbrennungsregelung II	93
3	Simulation des Hybridfahrzeugs	95
3.1	Fahrzeugkonzept.....	95
3.2	Modellbildung.....	97
3.2.1	Gesamtstruktur	97
3.2.2	Modul: Fahrerregler	99
3.2.3	Modul: Berechnung Radmoment.....	100
3.2.4	Modul: Antriebsstrang.....	101
3.2.5	Modul: Phlegmatisierung	103
3.2.6	Modul: ECMS und Penaltierung	103
3.2.7	Modul: Verbrennungsmotor	105
3.2.8	Modul: Elektrische Maschine	107
3.2.9	Modul: Batterie	109
3.2.10	Modul: Äquivalenzfaktor	110
3.2.11	Modul: Längsdynamikmodell.....	113
3.3	Phlegmatisierung	115
3.3.1	Einbindung in die Gesamtstruktur	115
3.3.2	Untermodule.....	118
3.4	Temperaturmodellierung des Diesel-Oxidations-Katalysators	122
3.4.1	Empirische Temperaturfunktion.....	123
3.4.2	Kennfeldbestimmung	127
3.5	Ergebnisse	132
3.5.1	Konventionelles Fahrzeug versus HEV mit ECMS	132
3.5.2	HEV mit Phlegmatisierung versu HEV mit ECMS.....	134
3.5.3	Konventionelles Fahrzeug versus HEV mit Phlegmati- sierung	142
4	Versuchsaufbau	147
4.1	Überblick	147

4.2	Umbau auf elektrisch beheizten Katalysator	150
4.3	Messtechnik	153
4.3.1	Allgemeine Messtechnik	153
4.3.2	Hochdruckindizierung	154
4.3.3	Abgasmesstechnik	157
4.4	Forschungssteuergerät PROtronic	158
5	V Versuchsergebnisse	163
5.1	Einfluss der Kernkomponenten	163
5.1.1	Phlegmatisierung	163
5.1.2	Elektrisch beheizter Katalysator	166
5.2	Real Driving Emissions-konformer Fahrzyklus	175
5.2.1	Konventionelles Fahrzeug mit Betriebsartenumschal- tung vs. HEV-Konzept	177
5.2.2	Konventionelles Fahrzeug mit diffusiver Dieselverbren- nung vs. HEV-Konzept	190
5.3	Worldwide harmonized Light-duty vehicle Test Cycle	202
5.3.1	Konventionelles Fahrzeug mit Betriebsartenumschal- tung vs. HEV-Konzept	203
5.3.2	Konventionelles Fahrzeug mit diffusiver Dieselverbren- nung vs. HEV-Konzept	209
5.4	Kraftstoffverbrauch und spezifische Abgasemissionen	212
5.4.1	Einleitung	212
5.4.2	Real Driving Emissions-konformer Fahrzyklus	214
5.4.3	Worldwide harmonized Light-duty vehicle Test Cycle ...	218
6	Zusammenfassung und Ausblick	221
	Literaturverzeichnis	225
	Anhang	233
A.1	Simulationsergebnisse RDE	233
A1.1	Konventionelles Fahrzeug versus HEV mit ECMS	233
A1.2	HEV mit ECMS versus HEV mit Phlegmatisierung	236
A1.3	Konventionelles Fahrzeug versus HEV mit Phlegmati- sierung	243

A.2	Zusätzliche WLTC Abbildungen	247
A.3	Prüfstandsbilder.....	252
A.4	Projektbearbeiter.....	255