

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis.....	XVII
Abkürzungsverzeichnis	XIX
Formelzeichen	XXI
Kurzfassung.....	XXIX
Abstract	XXXI
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Wärmeübertragung.....	3
2.2 Antrieb.....	5
2.2.1 Topologie / Fahrzeug.....	5
2.2.2 Elektrische Maschine.....	6
2.2.3 Leistungselektronik	18
2.2.4 Getriebe	22
2.2.5 Batterie	23
2.3 Optimierung.....	23
2.3.1 Auswahl der Optimierungsverfahren.....	24
2.3.2 NSGAI	25
2.3.3 Dynamische Programmierung	26
2.4 Zusammenfassung Grundlagen	27

3	Simulationsmodelle.....	29
3.1	Gesamtfahrzeugmodell.....	29
3.1.1	Vorwärts-/Rückwärtssimulation.....	30
3.1.2	Integration in das Gesamtfahrzeugmodell	35
3.2	Thermisches Modell elektrische Maschine	36
3.2.1	Thermisches Netzwerk	36
3.2.2	Vereinfachungen.....	37
3.2.3	Parameter und Kennfelder	38
3.2.4	Berechnung Thermisches Netzwerk.....	40
3.2.5	Parameteranpassung	41
3.3	Thermisches Modell Leistungselektronik	43
3.3.1	Thermisches Netzwerk	43
3.3.2	Vereinfachungen.....	44
3.3.3	Parameter und Kennfelder	44
3.3.4	Berechnung Thermisches Netzwerk.....	44
3.3.5	Parameteranpassung	45
3.4	Batteriemodell	46
3.5	Zusammenfassung Simulationsmodelle	47
4	Modellvalidierung.....	49
4.1	Verifizierung des Gesamtfahrzeugmodells	49
4.2	Modellvalidierung elektrische Maschine.....	50
4.2.1	Positionierung der Temperatursensoren	50
4.2.2	Messprogramm	51
4.2.3	Bestimmung der Verlustleistungskennfelder.....	51
4.2.4	Parameteranpassung elektrische Maschine.....	52
4.2.5	Validierung elektrische Maschine	54

4.3	Modellvalidierung Leistungselektronik.....	56
4.3.1	Parameteranpassung Leistungselektronik.....	56
4.3.2	Validierung Leistungselektronik	57
4.4	Zusammenfassung Modellvalidierung	58
5	Theoretische Betrachtungen	59
5.1	Ersatzsystem.....	59
5.1.1	Ersatzmodell des thermischen Systems	59
5.1.2	Ersatzprofil der Belastung	61
5.1.3	max. Verlustleistung Dauerhafte Leistungsfähigkeit.....	65
5.2	Thermisch effiziente Beschleunigung	70
5.2.1	Zeitgewinn.....	70
5.2.2	Kennzahl thermisch effizienter Beschleunigung	72
5.3	Optimale Verteilung der Antriebsleistung.....	74
5.3.1	Umsetzung der Rundstreckenoptimierung	74
5.3.2	Ergebnisse der Rundstreckenoptimierung	77
5.4	Zusammenfassung theoretische Betrachtungen.....	79
6	Betriebsstrategien	81
6.1	Grundlagen.....	81
6.1.1	Betriebsstrategien für Hybridfahrzeuge.....	81
6.1.2	Derating	83
6.2	Anforderungen an die Betriebsstrategie	85
6.3	Bewertung der Fahrbarkeit	86
6.3.1	Bewertungsgröße	87
6.3.2	Schwankungszahl	89
6.4	Auswahl der Betriebsstrategien.....	91
6.4.1	Beschreibung möglicher Betriebsstrategien	91
6.4.2	Bewertung und Auswahl der Betriebsstrategien.....	95

6.5	Beschreibung der Betriebsstrategien	96
6.5.1	Beschreibung der Dämpfungs-Strategie	96
6.5.2	Beschreibung der Verlustleistungs-Strategie mit Zeitschätzung	101
6.6	Zusammenfassung Betriebsstrategie	113
7	Ergebnisse und Bewertung	115
7.1	Ergebnisse Standard-Strategie	115
7.2	Ergebnisse Dämpfungs-Strategie	116
7.3	Ergebnisse Verlustleistungs-Strategie	119
7.4	Vergleich der Betriebsstrategien	123
7.5	Adaptionsfähigkeit der optimierten Betriebsstrategien	127
7.6	Bewertung der Betriebsstrategien	130
7.7	Diskussion	132
8	Zusammenfassung und Ausblick	135
	Literaturverzeichnis	139
	Anhang	147
	Anhang A – Parameteranpassung des Ersatzmodells	147
	Anhang B – Effizienter Leistungseinsatz	148