

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	iii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	2
1.2 Aufbau und Inhalt der Arbeit	3
2 Stand der Forschung	5
2.1 Abgrenzung des Versuchsräums	5
2.2 Einsatzszenarien in der Optimierung	9
2.3 Bewertungsfunktion	10
2.4 Simulations- und Optimierungswekzeuge	12
2.5 Zusammenfassung und Fazit	15
3 Repräsentative Kundenzyklen	17
3.1 3F-Methodik und Kundeneinsatzraum	17
3.2 Einfluss der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf das 3F-Verhalten	20
3.3 Methodiken zur Generierung repräsentativer Kundenzyklen	23
3.3.1 Methode 1 Streckenverläufe aus realen Fahrverläufen	24
3.3.2 Methode 2 Synthetische Zyklusverläufe	29
3.3.3 Zusammenfassung Zyklengenerierung	32
3.4 Fazit Kundenzyklen für EVID	34
4 EVID-Methode: kundenorientierte Auslegung von BEV-Antriebssträngen	35
4.1 BEV-Variantenspektrum – Definition des Lösungsraums	36
4.1.1 Fahrzeugkonfigurationen Topologie- und Komponentenvarianten	36
4.1.2 Grundparameter Auslegungsgrößen von Komponenten	38
4.2 Bewertungsfunktion	44
4.2.1 Kennparameter	44
4.2.2 Gewichtungsfaktoren	47
4.2.3 Mindestanforderungen	48
4.3 Modulares Simulationsmodell	49
4.3.1 Fahrer- und Fahrumgebungsmodell	52

4 3 2 Getriebemodellierung	53
4 3 3 E-Maschine und Leistungselektronik	60
4 3 4 Batteriemodell	62
4 3 5 Antriebsachse(n)	63
4 3 6 Validierung des Fahrzeugmodells	66
4 4 Analytische Funktionen zur Kennparameterermittlung	67
4 4 1 Fahrlistungsberechnung	68
4 4 2 Kostenmodelle	74
4 5 Versuchsplanung (DoE) und Mathematische Modelle (MM)	75
4 5 1 Auswahl geeigneter DoE mittels Gutekriterien	77
4 5 2 Ermittlung der Versuchraumgrenzen	83
4 5 3 Eignung und Potential Mathematischer Modelle	89
4 6 Algorithmus zur Topologieoptimierung	95
4 6 1 Ein- vs mehrkriterielle Optimierung	95
4 6 2 Genetische Evolutionsverfahren	96
4 7 Zusammenfassung	98
5 Ergebnisse der EVID-Methode	99
5 1 Kundensatzraum der Optimierungsaufgabe	99
5 1 1 Fahrzeugeigenschaften und Lastenheftanforderungen	99
5 1 2 3F Fahrzyklus	101
5 2 Systemebene Optimales Antriebsstrangkonzept im Kundensatzraum	104
5 3 Komponentenebene	120
5 3 1 Getriebe	120
5 3 2 E-Maschine	130
5 4 Marktvergleich	139
5 5 Zusammenfassung und Fazit	142
6 Zusammenfassung	145
Literaturverzeichnis	149
A Anhang	157
A 1 Vergleich 3F-Fahrpramt konventioneller und hybrider Antrieb	157
A 2 Marktvergleich Stadtfahrzeug Anforderungen und Ergebnisse	160