

Abkürzungsverzeichnis	XI
Formelzeichen	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	1
1.2 Grundlagen elektrischer Antriebsstränge und Maßnahmen zur Steigerung des Wirkungsgrads.....	2
1.2.1 Traktionsbatterie	3
1.2.2 Leistungselektronik	4
1.2.3 Antriebsmaschine	6
1.2.4 Gesamtantriebsstrang	8
1.3 Herleitung der Problemstellung	9
1.4 Aufbau der Arbeit.....	10
2 Stand der Wissenschaft	13
2.1 Optimierung der Zwischenkreisspannung in Elektrofahrzeugen ohne Zusatzsysteme	14
2.2 Variable Zwischenkreisspannung mittels Gleichspannungswandler	16
2.2.1 Einphasige Hochsetzsteller	16
2.2.2 Mehrphasige Hochsetzsteller	17
2.2.3 Mehrphasige Hochsetzsteller mit Antriebsstrangoptimierung	20
2.2.4 Mehrphasige Hochsetzsteller mit zwei Spannungsquellen	20
2.3 Variable Zwischenkreisspannung mittels Batterieverschaltung	22
2.3.1 Elektromechanische Batterieverschaltung	22
2.3.2 Elektronische Batterieverschaltung zur Notstromversorgung	23
2.3.3 Elektronische Batterieverschaltung für batteriebetriebene Kleinelektronik...	24
2.3.4 Modulare mehrstufige Batterieverschaltung für Traktionsanwendungen	25
2.4 Effizienzsteigerung mittels Mehrganggetriebe	27
2.5 Kritik am Stand der Wissenschaft	28
2.6 Thematische Vorarbeiten	30

3 Vorgehen	31
3.1 Funktionsprinzip der aktiven Batteriepackverschaltung	31
3.2 Prototyp der aktiven Batteriepackverschaltung	33
3.2.1 Versuchsfahrzeug	33
3.2.2 Voraussetzungen für eine aktive Batteriepackverschaltung	36
3.2.3 Prototypische Umsetzung	37
3.3 Prüfstandsversuche zur aktiven Batteriepackverschaltung	39
3.3.1 Versuchsaufbau	40
3.3.2 Messtechnik	40
3.3.3 Versuchsdurchführung	41
3.4 Prüfstandsversuche zum Einfluss der aktiven Batteriepackverschaltung auf den Antriebsstrang	43
3.4.1 Versuchsaufbau	43
3.4.2 Messtechnik	44
3.4.3 Versuchsdurchführung	45
3.5 Simulative Potentialanalyse der aktiven Batteriepackverschaltung	47
3.5.1 Simulationsumgebung und Modellaufbau	47
3.5.2 Modellierung Antriebsmaschine	49
3.5.3 Modellierung Leistungselektronik	52
3.5.4 Simulierte Antriebsstränge	52
3.5.5 Simulationsdurchführung	53
4 Ergebnisse	55
4.1 Ergebnisse aus Prüfstandsversuchen zur aktiven Batteriepackverschaltung	55
4.1.1 Nachweis der Umsetzbarkeit und Praxistauglichkeit	55
4.1.2 Wirkungsgrad der aktiven Batteriepackverschaltung	56
4.1.3 Wirkungsgradkennfeld des Antriebsstrangs	59
4.1.4 Analyse der Umschaltvorgänge	61
4.2 Ergebnisse aus Prüfstandsversuchen zum Einfluss der aktiven Batteriepackverschaltung auf den Antriebsstrang	62
4.2.1 Reglerabweichung	62
4.2.2 Zyklusbasierte Potentialanalyse der aktiven Batteriepackverschaltung	63
4.2.3 Kennfeldbasierte Potentialanalyse der aktiven Batteriepackverschaltung	66

4.3 Ergebnisse aus simulativer Potentialanalyse der aktiven Batteriepackverschaltung	70
4.3.1 Validierung des Simulationsmodells	70
4.3.2 Wirkungsgradkennfelder	74
4.3.3 Entwicklung von Betriebsstrategien	75
4.3.4 Optimierung der Hysterese und Anzahl der Schaltstufen	77
4.3.5 Simulation von Fahrzyklen	79
4.4 Möglicher Einsatz der aktiven Batteriepackverschaltung in Serienfahrzeugen	80
4.4.1 Nutzerakzeptanz	80
4.4.2 Industrialisierbarkeit	84
4.4.3 Kostenschätzung	87
5 Diskussion	89
5.1 Diskussion der Forschungsergebnisse	89
5.1.1 Diskussion der Prüfstandsversuche	89
5.1.2 Diskussion der simulativen Untersuchungen	93
5.2 Vergleich mit Systemen des Stands der Wissenschaft	95
5.3 Empfehlung an die Automobilindustrie	98
5.4 Einschränkungen im Rahmen der Arbeit und Ausblick	99
6 Zusammenfassung	101
Abbildungsverzeichnis	i
Tabellenverzeichnis	v
Literaturverzeichnis	vii
Verzeichnis eigener Veröffentlichungen	xv
Verzeichnis studentischer Arbeiten	xvii
Anhang	xix