

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichenverzeichnis.....	IX
Abkürzungsverzeichnis.....	XIII
Kurzfassung	XV
Abstract	XIX
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Stand der Technik und Grundlagen von Lithium-Ionen-Batterien	3
2.1 Antriebskonzepte und Batteriesysteme	3
2.2 Lithium-Ionen-Batterietechnologie.....	7
2.3 Simulation von Batteriesystemen.....	12
2.4 Thermomanagement elektrifizierter Antriebsstränge	16
2.5 Fahrzyklen und Lastanforderungen.....	20
3 Simulationsmodelle – Aufbau und Funktion	23
3.1 Fluidkreisläufe.....	24
3.1.1 Hydraulisches Kühlmittelkreislaufmodell.....	24
3.1.2 R134a Kältemittelkreislaufmodell	27
3.2 Batteriemanagementsystem.....	33
3.3 Batteriemodell	34
3.3.1 Thermisches Batteriemodell.....	34
3.3.2 Elektrisches Batteriemodell.....	38
3.4 Gekoppelter Simulationsverbund.....	43
3.5 Zusammenfassung und Bewertung	47
4 Experimentelle Untersuchungen und Validierung.....	49
4.1 Validierung des Kühlkreislaufmodells.....	49
4.2 Validierung des Kältekreislaufmodells	50
4.3 Thermoelektrische Untersuchungen an Einzelzellen	56
4.3.1 Versuchsaufbau	57
4.3.2 Abstimmung des thermoelektrischen pseudo-2D-Simulationsmodells	59
4.3.3 Validierung des thermoelektrischen pseudo-2D-Simulationsmodells	63
4.4 Thermoelektrische Untersuchungen an einem Batteriemodul	71

4.4.1	Versuchsaufbau und Messprogramm	72
4.4.2	Thermisches Verhalten des Batteriemoduls bei Abkühlung	74
4.4.3	Thermoelektrisches Verhalten bei elektrischer Last	76
4.5	Validierung im Gesamtfahrzeugverbund	85
4.6	Zusammenfassung und Bewertung	93
5	Ergebnisse	95
5.1	Thermisches Systemverhalten unter Reichweitenaspekten	95
5.1.1	Fahrzyklen und thermisches Systemverhalten	95
5.1.2	Thermische Reichweiteneinflüsse in der „Stuttgart-Runde“	100
5.1.3	Reichweitenuntersuchungen für die „End-of-Life“ Betrachtung	105
5.1.4	Zusammenfassung und Bewertung	107
5.2	Thermisches Systemverhalten im Rennstreckenbetrieb	108
5.2.1	Vergleich verschiedener Streckenprofile und Betriebsarten	109
5.2.2	Einfluss von Start- / Umgebungstemperatur auf die Batterietemperatur ...	112
5.2.3	Einfluss der thermischen Kontaktierung des Batteriesystems	116
5.2.4	Vergleich unterschiedlicher Regelungsstrategien	117
5.2.5	Thermische Interaktion mit dem Motorkühlsystem	119
5.2.6	Zusammenfassung und Bewertung	121
6	Schlussfolgerungen und Ausblick	123
	Literaturverzeichnis	125