

Inhaltsverzeichnis

Abstract	1
Kurzfassung	3
1 Einleitung	5
1.1 Motivation	5
1.2 Einflussfaktoren auf die Stromaufteilung	8
1.3 Stand der Technik	10
1.3.1 Zellunterschiede	10
1.3.2 Auswirkungen auf die Stromaufteilung	13
1.4 Ziel und Aufbau der Arbeit	17
2 Grundlagen der Lithium-Ionen Zelle	20
2.1 Aufbau und Funktionsweise	20
2.2 Thermodynamik	24
2.3 Grundbegriffe	25
3 Zell- und Batteriemodellierung	26
3.1 Modellübersicht	26
3.2 Elektrische Modellierung	27
3.2.1 Elektrische Transformation	30
3.2.2 Lösungsverfahren	34
3.3 Thermische Modellierung	35
3.4 Charakterisierung	41
3.5 Validierung	45
4 Analytisches Modell	49
4.1 Grundmodell	49

4.2	Analytische Lösung	53
4.3	Erweiterung der Zelltopologie	57
4.4	Erweiterung auf Lastprofile	61
4.5	Einfluss der OCV-Krümmung	63
5	Prüfstand	70
5.1	Anforderungen	70
5.2	Aufbau und Funktionsweise	71
5.2.1	Komponenten und Schnittstellen	71
5.2.2	Messdatenerfassung und Kommunikation	74
5.2.3	Thermische Regulierung	76
5.2.4	Elektrische Kontaktierung	78
5.3	Datenverarbeitung	84
6	Messprozedur und Messmatrix	88
6.1	Zelltopologie und Zellparameter	88
6.2	Modellierung der Batteriearchitektur	90
6.3	Reference Performance Test (RPT)	95
6.4	Belastung mit konstantem Batteriestrom	97
6.5	Belastung mit dynamischem Batteriestrom	100
6.6	Chronologische Abfolge der Messungen	103
7	Auswirkungen konstanter Strombelastungen	106
7.1	Zellcharakteristika	106
7.2	Einfluss der Topologie	118
7.3	Auswirkung der Batteriearchitektur	119
8	Auswirkungen dynamischer Strombelastungen	132
8.1	Zellcharakteristika	132
8.2	Einfluss der Topologie	148
8.3	Auswirkung der Batteriearchitektur	157
9	Zusammenfassung und Ausblick	169
9.1	Zusammenfassung	169
9.2	Ausblick	172

A Ergebnisse der RPTs	173
A.1 Auswertung der DVA und ICA	173
A.2 Entwicklung der Zellparameter	179
B Material: Konstante Strombelastung	180
C Material: Dynamische Strombelastung	185
Abkürzungsverzeichnis	193
Tabellenverzeichnis	200
Abbildungsverzeichnis	200
Literaturverzeichnis	212
Veröffentlichungen	225
Studentische Arbeiten	228
Curriculum Vitae	229
Danksagung	233