

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziel	2
2 Grundlagen der Lithium-Ionen-Zelle	3
2.1 Aufbau und Grundprinzip	3
2.1.1 Grundprinzip	3
2.1.2 Negative Elektrode	5
2.1.3 Positive Elektrode	8
2.1.4 Separator	9
2.1.5 Elektrolyt	9
2.1.6 Inaktive Materialien	10
2.2 Wichtige Kenngrößen	12
2.3 Einflussfaktoren auf die Druck- und Volumenänderung der Zelle	14
2.3.1 Interkalation und Deinterkalation	14
2.3.2 Solid Electrolyte Interface	16
2.3.3 Gasbildung	18
2.3.4 Lithium-Plating	19
3 Versuchsaufbau	21
3.1 Untersuchte Lithium-Ionen-Zellen	21
3.2 Messaufbau für den Gasinnendruck und die Zellinnentemperatur	24
3.2.1 3D-gedruckte Komponenten und deren Ausbesserung	24
3.2.2 Drucksensor	27
3.2.3 Innentemperatursensor	27
3.3 Umgebungstemperaturmessung	27
3.4 Dehnungsmessstreifen	28

4 Versuchsvorbereitung	29
4.1 Aufbau und Funktion des Laserenikrometers	29
4.2 Messungen zum Ausdehnungsverhalten zur Ermittlung der DMS-Position	30
4.3 Charakterisierung der neuen Zellen mithilfe einer OCV-SoC-Kurve . .	31
4.4 Präparation der Zellen mit der Gasinnendruck- und Innentemperatursensorik	32
4.5 Dichtigkeitsprüfung	33
4.6 Anbringung des DMS auf der Zelle und Überprüfung der Funktionsfähigkeit	36
4.7 Charakterisierung der präparierten Zellen mithilfe einer OCV-SoC-Kurve	36
4.8 Erstellen der individuellen Testpläne	37
5 Messungsdurchführung	41
5.1 Verwendete Laborgeräte	41
5.2 Versuchsdurchführung	42
5.3 Aufgetretene Sensorprobleme und deren Ursache	43
6 Ergebnisse	45
6.1 Gasinnendruckverlauf	45
6.2 Vergleich der Gasinnendruckverläufe beider Zellchemien	49
6.3 Ausdehnungsverlauf	51
6.4 Vergleich des Ausdehnungsverhaltens beider Zellchemien	54
6.5 Zusammenhang zwischen Gasinnendruck- und Ausdehnungsverlauf . .	59
7 Zusammenfassung und Ausblick	63
A Datenblatt der Lithium-Ionen-Zelle INR 18650 MJ1 von LG Chem.	65
B Datenblatt der Lithium-Ionen-Zelle INR 18650 M29 von LG Chem.	71
C Datenblatt des Drucksensors CPS 2184 Z von Metallux AG	77
D Datenblatt des Innentemperatursensors SC30F103V von Amphenol Thermometrics Inc.	81
E Datenblatt des DMS 1-LD20-6/350 von Hottinger, Brüel & Kjær	85

Abkürzungsverzeichnis	87
Formelzeichen	89
Tabellenverzeichnis	91
Abbildungsverzeichnis	93
Literaturverzeichnis	96
Danksagung	99