

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	Innentempertursensor	27
3.3	Umgebungstemperaturmessung	27
3.4	Dehnungsmessstreifen	28

4	Versuchsvorbereitung	29
4.1	Aufbau und Funktion des Lasermikrometers	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 Innentempera- tursensorik	32
4.5	Dichtigkeitsprüfung	33
4.6	Anbringung des DMS auf der Zelle und Überprüfung der Funkti- onsfähigkeit	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 Am- phenol Thermometrics Inc.	81
E	Datenblatt des DMS 1-LD20-6/350 von Hottinger, Bruel & Kjær	85

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	vii
Abkürzungsverzeichnis	87
Formelzeichen	89
Tabellenverzeichnis	91
Abbildungsverzeichnis	93
Literaturverzeichnis	96
Danksagung	99