

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Ziel . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Lithium-Ionen-Zelle</b>	<b>3</b>
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
<b>3</b>	<b>Versuchsaufbau</b>	<b>21</b>
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	Innentempersensur . . . . .	27
3.3	Umgebungstemperaturmessung . . . . .	27
3.4	Dehnungsmessstreifen . . . . .	28

---

<b>4</b>	<b>Versuchsvorbereitung</b>	<b>29</b>
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
<b>5</b>	<b>Messungsdurchführung</b>	<b>41</b>
5.1	Verwendete Laborgeräte . . . . .	41
5.2	Versuchsdurchführung . . . . .	42
5.3	Aufgetretene Sensorprobleme und deren Ursache . . . . .	43
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>45</b>
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
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>63</b>
<b>A</b>	<b>Datenblatt der Lithium-Ionen-Zelle INR 18650 MJ1 von LG Chem.</b>	<b>65</b>
<b>B</b>	<b>Datenblatt der Lithium-Ionen-Zelle INR 18650 M29 von LG Chem.</b>	<b>71</b>
<b>C</b>	<b>Datenblatt des Drucksensors CPS 2184 Z von Metallux AG</b>	<b>77</b>
<b>D</b>	<b>Datenblatt des Innentemperatursensors SC30F103V von Am- phenol Thermometrics Inc.</b>	<b>81</b>
<b>E</b>	<b>Datenblatt des DMS 1-LD20-6/350 von Hottinger, Bruel &amp; Kjær</b>	<b>85</b>

---

---

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

---