

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Ziel	2
2	Grundlagen	3
2.1	Lithium-Ionen-Zellen: Aufbau und Funktion	3
2.2	Relevante Kenngrößen	5
2.3	Einfluss von internen Prozessen auf den Gasinnendruck einer Lithium-Ionen-Zelle	6
2.3.1	Interkalation und Deinterkalation	7
2.3.2	Legierungsbildung und Entlegierung	11
2.3.3	Gasbildung	12
2.3.4	Solid Electrolyte Interface	14
2.3.5	Lithium-Plating	15
2.4	Gaschromatographie	16
3	Materialien und experimentelle Methoden	19
3.1	Untersuchte Lithium-Ionen-Zelle: MJ1	19
3.2	Aufbau zur Gasinnendruck- und Innentemperaturmessung	22
3.3	Aufbau der Gaschromatographie-Messung	23
3.4	Verwendete Laborgeräte	24
3.4.1	Glovebox	24
3.4.2	Temperaturkammer	24
3.4.3	Batteriezyklisierer	24
3.4.4	Gaschromatograph	25
3.5	Messdurchführung der Gasinnendruck- und Innentemperaturmessung	25

3.6	Messdurchführung der Gaschromatographie	26
4	Modellbildung	27
4.1	Modellannahmen und Randbedingungen	27
4.2	Modellierung der Elektrodenausdehnung	28
4.2.1	Negative Elektrode	29
4.2.2	Positive Elektrode	37
4.3	Modellierung der Gasinnendruckänderung	38
5	Messergebnisse	41
5.1	Verlauf der Spannung und der relativen Gasinnendruckänderung . . .	41
5.2	Temperatur- und Gasinnendruckverlauf	42
5.3	Vergleich der gemessenen Verläufe der relativen Gasinnen- druckänderung	43
5.4	Zelle E	46
5.5	Differential Capacity Analysis (DCA) und Gasinnendruckverhalten .	47
5.6	Ergebnisse der Gaschromatographie	49
6	Ergebnisse der Modellierung und Vergleich mit Messergebnissen	53
6.1	Modellierung der Elektrodenausdehnung der negativen Elektrode . . .	53
6.2	Modellierung des Gasinnendrucks	54
6.3	Vergleich der Ergebnisse der Modellierung mit den Messergebnissen .	55
7	Zusammenfassung und Ausblick	59
A	Datenblatt der Lithium-Ionen-Zelle INR 18650 MJ1 von LG Chem.	63
B	Datenblatt des Drucksensors CPS 2184 Z der Metallux AG	75
C	Datenblatt des Innentempersensors SC30F103V von Am- phenol Thermometrics Inc.	79
	Abkürzungsverzeichnis	85
	Formelzeichen	87
	Tabellenverzeichnis	91

Abbildungsverzeichnis	93
Literaturverzeichnis	95