

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 Batteriezylisierer	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 Gasinnendruckänderung	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 Innentemperatursensors SC30F103V von Amphenol Thermometrics Inc.	79
Abkürzungsverzeichnis		85
Formelzeichen		87
Tabellenverzeichnis		91

Abbildungsverzeichnis	93
Literaturverzeichnis	95