



Andrea Held (Autor)  
Kai Peter Birke (Herausgeber)  
**Mathematische Modellierung der  
Gasinnendruckveränderungen in zylindrischen  
Lithium-Ionen-Zellen**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8967>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Ziel . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
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
<b>3</b>	<b>Materialien und experimentelle Methoden</b>	<b>19</b>
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
<b>4</b>	<b>Modellbildung</b>	<b>27</b>
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
<b>5</b>	<b>Messergebnisse</b>	<b>41</b>
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
<b>6</b>	<b>Ergebnisse der Modellierung und Vergleich mit Messergebnissen</b>	<b>53</b>
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
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>59</b>
<b>A</b>	<b>Datenblatt der Lithium-Ionen-Zelle INR 18650 MJ1 von LG Chem.</b>	<b>63</b>
<b>B</b>	<b>Datenblatt des Drucksensors CPS 2184 Z der Metallux AG</b>	<b>75</b>
<b>C</b>	<b>Datenblatt des Innentempersensors SC30F103V von Am- phenol Thermometrics Inc.</b>	<b>79</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>85</b>
	<b>Formelzeichen</b>	<b>87</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>91</b>

---

**Abbildungsverzeichnis**

**93**

**Literaturverzeichnis**

**95**