



Sascha Koch (Autor)

# Auswirkungen der Selbstentzündung von Lithium-Ionen-Zellen auf die Gesamtbatterie

Herausgeber: Prof. Dr. Kai Peter Birke

— ENERGIE & NACHHALTIGKEIT —

Sascha Koch

## Auswirkungen der Selbstentzündung von Lithium-Ionen-Zellen auf die Gesamtbatterie

Elektrische  
Energiespeichersysteme



Nachhaltige  
CO<sub>2</sub>-Kreisläufe



Elektromobilität &  
Batterietechnologie



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8161>

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>Verwendung von Anglizismen</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>6</b>
1.1 Motivation . . . . .	6
1.2 Aufbau der Arbeit . . . . .	8
<b>2 Batterie, Thermal Runaway und Propagation</b>	<b>10</b>
2.1 Lithium-Ionen-Batterie . . . . .	10
2.1.1 Lithium-Ionen-Zelle . . . . .	10
2.1.2 Batteriesystem . . . . .	13
2.2 Thermal Runaway . . . . .	15
2.3 Thermal Propagation . . . . .	16
2.3.1 Ausbreitung von Thermal Runaway . . . . .	16
2.3.2 Effekte und Auswirkungen . . . . .	17
<b>3 Messverfahren und -technik</b>	<b>19</b>
3.1 Adiabatisches Kalorimeter . . . . .	19
3.2 Heizplattenkalorimeter . . . . .	22
3.3 Autoklav . . . . .	23
3.4 Wärmeleitfähigkeitsmessung . . . . .	27
3.5 Thermoelemente . . . . .	29
3.6 TR-Auslöser für Tests . . . . .	31



---

3.6.1	Nagel-Penetration . . . . .	31
3.6.2	Überhitzen . . . . .	33
3.6.3	Überladen . . . . .	33
3.6.4	Weitere Auslöser . . . . .	34
3.7	Bestimmung TP-Zeiten . . . . .	34
<b>4</b>	<b>Thermal Propagation</b>	<b>38</b>
4.1	Ansätze der thermischen Modellierung . . . . .	38
4.1.1	RC-Gliedmodell . . . . .	38
4.1.2	Analytische Betrachtung . . . . .	40
4.2	Einflussfaktoren . . . . .	47
4.2.1	Wärmeleitfähigkeit . . . . .	47
4.2.2	Verpresskraft . . . . .	49
4.2.3	Ladezustand . . . . .	52
4.3	Elektrische Verschaltung der Zellen . . . . .	56
4.3.1	Versuchsreihe . . . . .	56
4.3.2	Modellbildung und Simulation . . . . .	60
4.3.3	Einflussanalyse . . . . .	68
<b>5</b>	<b>Venting-Gas</b>	<b>74</b>
5.1	Zellauswahl . . . . .	74
5.2	Gaszusammensetzung . . . . .	76
5.3	Einflussfaktoren . . . . .	80
<b>6</b>	<b>Thermal Runaway Erkennung</b>	<b>86</b>
6.1	Sensorik . . . . .	86
6.2	Versuchsreihe . . . . .	89
6.3	Bewertung . . . . .	93
<b>7</b>	<b>Ausblick</b>	<b>96</b>
<b>A</b>	<b>Strommessungen aus Kapitel 4.3</b>	<b>98</b>
<b>B</b>	<b>Anpassungsergebnisse aus Kapitel 4.3</b>	<b>101</b>



*INHALTSVERZEICHNIS*

iii

---

Abkürzungsverzeichnis	107
Tabellenverzeichnis	110
Abbildungsverzeichnis	111
Stichwortverzeichnis	113
Literaturverzeichnis	114
Veröffentlichungen	127
Curriculum Vitae	128
Danksagung	129