



Daniel Müller (Autor)
**Identifikation, Modellierung und Maßnahmen zur
Verringerung von Alterungseffekten in Li-Ionen
Zellen**

Herausgeber: Prof. Dr. Kai Peter Birke

ENERGIE & NACHHALTIGKEIT
Elektrische Energiespeichersysteme

Daniel Rainer Müller

**Identifikation, Modellierung und Maßnahmen
zur Verringerung von Alterungseffekten
in Li-Ionen Zellen**

Elektrische
Energiespeichersysteme



Nachhaltige
CO₂-Kreisläufe



Elektromobilität &
Batterietechnologie



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler Wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8695>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Abstract	1
Zusammenfassung	3
1 Einleitung	5
1.1 Motivation	5
1.2 Aufbau der Arbeit	6
2 Grundlagen	8
2.1 Aufbau und Funktion von Li-Ionen Zellen	8
2.2 Kenngrößen einer Zelle	11
2.3 Degradation von Li-Ionen Zellen	13
2.3.1 Solid Electrolyte Interface	14
2.3.2 Lithium Plating	17
2.4 Sudden-Death	19
2.5 Second-Life	20
2.6 Modellierung von Li-Ionen Zellen	21
2.6.1 Ersatzschaltbilder	21
2.6.2 Pseudo zweidimensionales Modell	22
2.7 Charakterisierungsmethoden	27
2.7.1 Zellformate	28
2.7.2 Elektrochemische Impedanzspektroskopie	29
2.7.3 Differentielle Analysen	32
3 Stand der Technik	35
3.1 Poröse Elektroden	35
3.2 Ladestrategie	38

4 Simulation	41
4.1 Modellierung	41
4.1.1 Zellmodellierung	41
4.1.2 Alterungsmodellierung	42
4.1.3 Parametersatz	44
4.2 Einordnung der Modells	47
4.3 Ansätze zur Verringerung	52
4.3.1 Ladeverfahren	53
4.3.2 Porositätsprofile	53
4.4 Ergebnisse	55
4.4.1 Ladeverfahren	55
4.4.2 Porositätsprofile	62
4.5 Fazit	69
5 Zweischicht-Anoden	72
5.1 Elektroden- und Zellherstellung	72
5.2 Charakterisierung der Beschichtung	76
5.2.1 Charakterisierung der NMC-Elektrode	76
5.2.2 Charakterisierung der Graphit-Elektrode	76
5.3 Charakterisierung in Coinzellen	79
5.3.1 Halbzellen	79
5.3.2 Symmetrische Coinzellen	86
5.3.3 Voll-Coinzellen	89
5.4 Charakterisierung in Pouchzellen	97
5.4.1 Methoden	97
5.4.2 Ergebnisse und Diskussion	100
5.5 Fazit	117
6 Ausblick	119
Abkürzungsverzeichnis	121
Tabellenverzeichnis	129
Abbildungsverzeichnis	130
Literaturverzeichnis	132

Veröffentlichungen	150
Curriculum Vitae	151
Danksagung	152
