

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>ix</b>
<b>Formelzeichenverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung . . . . .	1
1.2 Forschungsmethodischer Rahmen und Aufbau der Arbeit . . . . .	2
<b>2 Grundlagen dieser Arbeit</b>	<b>5</b>
2.1 Lithium-Ionen-Batteriezellen . . . . .	5
2.1.1 Aufbau, Funktionsweise und Elektrodenmaterialien . . . . .	6
2.1.2 Begriffsdefinitionen . . . . .	11
2.1.3 Produktion . . . . .	13
2.2 Verdichtung mit Walzenpaaren . . . . .	16
2.2.1 Verhältnisse im Walzspalt und Verdichtungsmechanismen . . . . .	16
2.2.2 Kalandrieren von Lithium-Ionen-Batterieelektroden . . . . .	22
2.3 Verfahren zur Strukturbestimmung von Elektroden . . . . .	24
2.3.1 Berechnung der Porosität . . . . .	24
2.3.2 Quecksilberporosimetrie . . . . .	25
2.4 Diskrete-Elemente-Methode . . . . .	26
2.4.1 Kontaktdetektion zwischen Partikeln und Ablauf einer DEM-Simulation . . . . .	26
2.4.2 Kontaktmodelle Edinburgh-Elasto-Plastic-Adhesion und Bonding . . . . .	30
<b>3 Stand des Wissens</b>	<b>33</b>
3.1 Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Kalandrierens . . . . .	33
3.1.1 Einfluss des Kalandrierens auf die Elektrode und die Zellperformance . . . . .	33
3.1.2 Beeinflussung der nachfolgenden Prozessschritte durch Kalandrieren . . . . .	45
3.2 Ansätze zur Beschreibung des Kalandrierprozesses . . . . .	47
3.2.1 Analytische Modellierung . . . . .	47
3.2.2 Simulationsbasierte Betrachtung . . . . .	48
3.3 Fazit . . . . .	51
<b>4 Kumulative Darstellung der Publikationen</b>	<b>53</b>
4.1 Handlungsbedarf und Teilziele . . . . .	53
4.2 Überblick und Einordnung der Veröffentlichungen . . . . .	55
4.3 Publikation I: Analyse des Einflusses der Kalandrieranlage und der Prozessparameter auf die Verdichtungseigenschaften . . . . .	57
4.4 Publikation II: Untersuchung des Einflusses der Elektrode auf die Verdichtungseigenschaften am Beispiel der Kathoden-Aktivmaterialien LMR-NCM und NCA . . . . .	59
4.5 Publikation III: Konzept zur Modellierung des Kalandrierprozesses in der DEM . . . . .	61

4.6	Publikation IV: Parametrisierung des Elektrodenmodells in der DEM . . . . .	63
4.7	Publikation V: Simulationsbasierte Prozessparameterstudie und experimentelle Validierung . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Themenübergreifende Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>67</b>
5.1	Material-, prozess- und maschinentechnische Bewertung . . . . .	67
5.2	Wirtschaftliche Bewertung . . . . .	70
<b>6</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>79</b>
6.1	Zusammenfassung . . . . .	79
6.2	Ausblick . . . . .	81
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>83</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>95</b>
A.1	Annahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung . . . . .	95
A.2	Relevante, betreute Studienarbeiten . . . . .	96
A.3	Publikationsliste . . . . .	98