

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Der Paradigmenwechsel zur Elektromobilität.....	1
1.2 Die Herausforderung der Elektrolytbefüllung.....	2
<b>2 Theoretische Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
2.1 Grundlagen zur Lithium-Ionen-Batterie .....	4
2.1.1 Funktionsweise der Lithium-Ionen-Batterie .....	4
2.1.2 Grundkomponenten der Lithium-Ionen-Batterie .....	7
2.1.3 Aufbau und Formate von Lithium-Ionen-Batterien .....	12
2.1.4 Die Prozesskette zur Zellfertigung .....	13
2.2 Die Benetzung von Festkörpern mit Fluiden .....	15
2.2.1 Allgemeine Grundlagen .....	15
2.2.2 Die Benetzung idealer Oberflächen .....	15
2.2.3 Das Aufspreiten von Fluiden auf porösen Oberflächen.....	17
2.2.4 Die Penetration von Flüssigkeiten in poröse Medien .....	18
<b>3 Erkenntnisse zur Elektrolytbefüllung .....</b>	<b>20</b>
3.1 Begriffsabgrenzungen.....	20
3.2 Die Elektrolytbefüllung von Lithium-Ionen-Batterien .....	23
3.3 Technologische Ansätze zur Reduktion der Prozesszeit .....	29
3.3.1 Ansätze beim Einfüllprozess .....	29
3.3.2 Ansätze beim Wettingprozess .....	31
3.4 Die Modellierung kapillarer Strömungen in Lithium-Ionen-Batterien.....	35
3.4.1 Die Modellierung poröser Medien.....	35
3.4.2 Die Impulsbilanz kapillarer Strömungen.....	36
3.4.3 Kapillare Strömungen in Lithium-Ionen-Batterien .....	40
3.5 Handlungsbedarf, Zielstellung und Vorgehensweise .....	46
3.5.1 Handlungsbedarf.....	46
3.5.2 Zielstellung und Vorgehensweise .....	48

<b>4 Die eingesetzten Materialien und ihre befüllungsrelevanten Eigenschaften .....</b>	<b>50</b>
4.1 Grundcharakterisierung der Elektrolyteigenschaften.....	50
4.2 Strukturelle Eigenschaften der Elektroden- und des Separators.....	51
4.2.1 Elektrodenstruktur.....	51
4.2.2 Separatorstruktur.....	51
4.3 Benetzungseigenschaften von Elektroden und Separator.....	53
4.3.1 Messsystem und Versuchsdurchführung.....	53
4.3.2 Auswertemethodik beim Wetting-Balance-Test .....	54
4.3.3 Ergebnisse bei der Bestimmung des K-Werts.....	56
<b>5 Untersuchungen zum Kalandriereinfluss auf die Elektrolytbefüllung von Lithium-Ionen-Batterien.....</b>	<b>58</b>
5.1 Evaluierung von Technologien zur Reduktion der Wettingzeit.....	58
5.2 Versuchsdurchführung .....	62
5.3 Zelldesign, Prozesstechnik und -ablauf bei der Zelfertigung .....	64
5.3.1 Zelldesign .....	64
5.3.2 Prozesstechnik und -ablauf bei der Montage .....	64
5.3.3 Prozesstechnik und -ablauf bei der Elektrolytbefüllung.....	66
5.4 Prozesstechnik und -ablauf beim Kalandrieren.....	69
5.4.1 Aufbau des Kalanders .....	69
5.4.2 Prozessablauf bei der Bestimmung der Elektrolytmenge .....	72
5.4.3 Prozessablauf bei der Abgrenzung des Lastbereichs.....	73
5.4.4 Prozessablauf bei der Untersuchung des Kalandriereinflusses .....	75
5.5 Ergebnisse und Auswertung zum Einfluss des Kalandrierens .....	76
5.5.1 Bestimmung der optimalen Elektrolytmenge.....	76
5.5.2 Abgrenzung des Lastbereichs .....	80
5.5.3 Untersuchung des Kalandriereinflusses.....	83
5.6 Zusammenfassung.....	95
<b>6 Experimentelle Untersuchungen und eine Simulation der Wettingfront beim Vakuuminfusionsverfahren .....</b>	<b>96</b>
6.1 Die Versuchsinfrastruktur bei der Vakuuminfusion .....	96

6.1.1 Die Entwicklung transparenter Zellen.....	96
6.1.2 Der Versuchsaufbau bei der Vakuuminfusion .....	102
6.1.3 Versuchsdurchführung und Bildauswertung .....	103
6.2 Modellierung der Benetzungsfront .....	105
6.2.1 Zielsetzung und Modellannahmen .....	105
6.2.2 Das Modell für den Kapillaranstieg im Zellstapel .....	106
6.3 Experimentelle Untersuchungen zum Evakuierdruck und eine Simulation der Benetzungsfront .....	109
6.3.1 Festlegung der Modellparameter .....	109
6.3.2 Simulation und Validierung des Wettingprozesses am Beispiel des Evakuierdrucks .....	111
6.4 Zusammenfassung.....	115
<b>7 Röntgenradiografie als Methode zur In-situ-Visualisierung des Einfüll- und Wettingprozesses.....</b>	<b>116</b>
7.1 Evaluierung von In-situ-Visualisierungsmethoden.....	116
7.2 Physikalische Grundlagen zur Röntgenradiografie .....	121
7.3 Versuchsaufbau und -durchführung .....	122
7.4 Ergebnisse der In-situ-Visualisierung des Benetzungsprozesses .....	124
7.5 Zusammenfassung.....	132
<b>8 Schlussbetrachtungen .....</b>	<b>133</b>
8.1 Zusammenfassung.....	133
8.2 Ausblick.....	135
<b>9 Quellen .....</b>	<b>VII</b>
<b>10 Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XXII</b>
<b>11 Verzeichnis der Formelzeichen .....</b>	<b>XXIV</b>
<b>12 Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>XXV</b>
<b>13 Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XXX</b>