

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
1 Einleitung.....	1
1.1 Der Paradigmenwechsel zur Elektromobilität.....	1
1.2 Die Herausforderung der Elektrolytbefüllung.....	2
2 Theoretische Grundlagen	4
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
3 Erkenntnisse zur Elektrolytbefüllung	20
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

4	Die eingesetzten Materialien und ihre befüllungsrelevanten Eigenschaften	50
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
5	Untersuchungen zum Kalandrieeinfluss auf die Elektrolytbefüllung von Lithium-Ionen-Batterien.....	58
5.1	Evaluierung von Technologien zur Reduktion der Wettingzeit.....	58
5.2	Versuchsdurchführung	62
5.3	Zelldesign, Prozesstechnik und -ablauf bei der Zellfertigung	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 Kalandrieeinflusses	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 Kalandrieeinflusses.....	83
5.6	Zusammenfassung	95
6	Experimentelle Untersuchungen und eine Simulation der Wettingfront beim Vakuuminfusionsverfahren	96
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
 7 Röntgenradiografie als Methode zur In-situ-Visualisierung des Einfüll- und Wettingprozesses.....	116
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
 8 Schlussbetrachtungen	133
8.1 Zusammenfassung.....	133
8.2 Ausblick.....	135
 9 Quellen	VII
10 Abkürzungsverzeichnis	XXII
11 Verzeichnis der Formelzeichen	XXIV
12 Abbildungsverzeichnis.....	XXV
13 Tabellenverzeichnis.....	XXX