

Inhaltsverzeichnis

Abstract	III
Kurzfassung.....	IV
Symbol- und Abkürzungsverzeichnis.....	V
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Fest-Flüssig-Extraktion.....	3
2.2 Zersetzungsvorgänge.....	14
2.3 Lithium-Ionen-Batterien	14
2.4 Daten für die Modellierung	44
3 Material und Methoden	46
3.1 Chemikalien.....	46
3.2 Lithium-Ionen-Batterien	46
3.3 Extraktionsmethoden.....	48
3.4 Analytikmethoden.....	50
3.5 Versuchsdurchführung	53
3.6 Auswertung der Extraktionen	57
4 Ergebnisse	60
4.1 Vorbereitende Untersuchungen.....	60
4.2 Extraktion mit DMC.....	63
4.3 Extraktionen mit Wasser.....	77
4.4 Kombinationen der Extraktionen mit DMC und Wasser.....	79
5 Modellierung der Extraktion ohne Zersetzung.....	86
5.1 Modellierung basierend auf Rückhalt des Lösungsmittels.....	86
5.2 Bestimmung der Stufenzahl und Extraktionsmittelmenge für die Extraktion auf Basis der Zusammensetzung der 18650-Batterien	89
6 Modellierung der Extraktion mit Zersetzung.....	99

6.1	Zersetzung des Leitsalzes über den Lebenszyklus	99
6.2	Zersetzungsüberlegungen in Hinblick auf die Untersuchungen.....	101
6.3	Verfahrenstechnische Beschreibung der Extraktion mit Zersetzung	104
6.4	Zusammenfassung der Modellierung	113
7	Auslegungsempfehlungen für Fest-Flüssig-Extraktion zersetzungsempfindlicher Substanzen.....	114
8	Zusammenfassung.....	117
9	Ausblick.....	119
10	Literaturverzeichnis.....	121
11	Abbildungsverzeichnis	130
12	Tabellenverzeichnis	133
13	Anhang	136
13.1	Chemikalienliste	136
13.2	Stoffdaten.....	138
13.3	Daten für Modellierung.....	139
13.4	Analytik.....	140
13.5	Daten für Extraktionsversuche mit organischem Lösungsmittel	143
13.6	Daten für Extraktionsversuche mit Wasser	145
13.7	Herleitungen.....	147