

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis- und Symbolverzeichnis	1
1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen und Stand des Wissens	3
2.1 Lithium-Ionen-Batterien	3
2.1.1 Aktivmaterialien.....	4
2.1.2 Leitadditive, Binder, Stromsammlerfolien.....	7
2.2 Prozesskette der Elektrodenfertigung.....	9
2.2.1 Prozess-Struktur-Eigenschaft-Beziehungen unverdichteter Elektroden	11
2.3 Kalandrierung.....	14
2.3.1 Grundlagen der Walzenverdichtung.....	14
2.3.2 Prozess-Struktur-Beziehung.....	17
2.3.3 Struktur-Eigenschaft-Beziehung	22
3 Material und Methoden.....	29
3.1 Versuchsmaterialien	29
3.1.1 Aktivmaterialien.....	29
3.1.2 Additive	30
3.2 Prozessierung.....	31
3.2.1 Trockenmischung und Dispergierung	31
3.2.2 Beschichtung und Trocknung.....	35
3.2.3 Kalandrierung	36
3.3 Elektrodenkonfiguration.....	40
3.4 Strukturanalyse.....	41
3.4.1 Pyknometrie	42
3.4.2 Gravimetrische und volumetrische Messungen	42

3.4.3	Porosimetrie.....	44
3.4.4	Reflektometrie - Oberflächenglanz.....	45
3.5	Rheologie	45
3.6	Mechanische Analyse	46
3.6.1	Mikrokompression	46
3.6.2	Stirnabzugstest.....	48
3.7	Elektrische Analyse	49
3.8	Elektrochemische Charakterisierung.....	51
4	Prozessmodellierung der Kalandrierung	55
4.1	Einfluss der Linienlast	55
4.2	Einfluss der Massenbeladung.....	61
4.3	Einfluss der Walzentemperatur.....	64
4.4	Einfluss der Beschichtzungszusammensetzung	70
4.5	Abschätzung der mechanischen Spannungen im Walzenspalt.....	79
5	Prozesskontrolle und Weiterverarbeitbarkeit.....	89
5.1	Oberflächenstruktur und Glanz	89
5.2	Haftfestigkeit	95
6	Kalandrierung von energiereichen Kathoden.....	101
6.1	Charakterisierung der Zwischenprodukte	101
6.1.1	Struktur der Aktivmaterialpartikel.....	101
6.1.2	Bruchfestigkeit der Aktivmaterialpartikel.....	104
6.1.3	Rheologie der Suspension.....	106
6.2	Prozess-Struktur-Beziehung	107
6.2.1	Porenstruktur.....	107
6.2.2	Charakterisierung der Kalandrierung.....	110
6.2.3	Oberflächenstruktur und Glanz	121

6.3	Struktur-Eigenschaft-Beziehung	123
6.3.1	Haftfestigkeit.....	124
6.3.2	Elektrische Leitfähigkeit.....	126
6.3.3	Elektrochemisches Zyklisierverhalten – Variation des Aktivmaterials	132
6.3.4	Elektrochemisches Zyklisierverhalten – Variation der Aktivmaterial- Partikelgrößenverteilung	138
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	143
7.1	Prozess-Struktur-Beziehung	143
7.2	Struktur-Eigenschaft-Beziehung	144
7.3	Ausblick.....	146
8	Literaturverzeichnis	149
9	Anhang	157
9.1	Herleitungen zu den Grundlagen.....	157
9.2	Prozessmodellierung der Kalandrierung	159
9.3	Prozesskontrolle und Weiterverarbeitbarkeit.....	178
9.4	Kalandrierung von energiereichen Kathoden.....	179