

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis- und Symbolverzeichnis	v
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 Beschichtungszusammensetzung	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 Zyklierverhalten – Variation des Aktivmaterials	132
6.3.4	Elektrochemisches Zyklierverhalten – 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