

Inhaltsverzeichnis

I	Abbildungsverzeichnis	X
II	Tabellenverzeichnis	XV
III	Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	XVI
1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2	Anspruch und Gang der Arbeit	4
2	Theoretische Grundlagen	7
2.1	Aufbau und Funktionsweise einer Lithium-Ionen-Batteriezele	7
2.1.1	Zusammensetzung und Aufbau von Elektroden	8
2.1.2	Inaktive Komponenten der Batteriezele	13
2.1.3	Lade- und Entladevorgänge in Lithium-Ionen-Batterien	22
2.2	Prozess zur Herstellung einer Lithium-Ionen-Batterie: Zellfertigung	26
3	Der Laminationsprozess und das Laminat als Produkt	40
3.1	Der Laminationsprozess als Teil der Prozesskette der Batteriezellfertigung	41
3.2	Das Elektrode-Separator-Laminat als Produkt des Laminationsprozesses	49
3.3	Literatur- und Patentrecherche	57
4	Potenziale der Lamination und Ableitung der Zielsetzung dieser Arbeit	64
4.1	Chancen beim Einsatz von Lamination	64
4.2	Zielstellung der Arbeit	68
5	Prozess-Produkt-Wirkbeziehungen bei der Lamination	73
5.1	Vorstellung der Laminationsanlage und der eingesetzten Materialien	74
5.2	Einfluss der Lamination auf die Haftung innerhalb des Elektrode-Separator-Laminats	84
5.2.1	Detailbetrachtung der stoffschlüssigen Verbindung innerhalb eines Elektrode-Separator-Laminats	84
5.2.2	Auswirkung der Variation von Elektroden und Separatoren auf die Schälkraft von Laminaten	87
5.2.3	Bewertung des Einflusses des Laminationswalzenbeschaffenheit	103
5.2.4	Fazit zur Haftung innerhalb von Elektrode-Separator-Laminaten	107
5.3	Einfluss der Lamination auf die elektrochemischen Zelleigenschaften	109
5.3.1	Elektrochemische Charakterisierung von Elektrode-Separator-Laminaten	110
5.3.2	Korrelation von Prozess- und Materialparametern mit ausgewählten Qualitätsmessgrößen	115
5.4	Zusammenfassende Betrachtung der Auswirkungen des Laminationsprozesses auf Eigenschaften von Elektrode-Separator-Laminaten	123
6	Inline-Überwachung des Laminationsprozesses	126

6.1	Überwachung des Laminationsprozesses mittels akustischer Messungen	128
6.2	Optische Inspektion von Elektrode-Separator-Laminaten mittels Grauwertmessung.....	137
6.3	Funktionalitätsprüfung des Separators mittels High-Potential-Test	143
6.4	Zusammenfassende Betrachtung inline-fähiger Messverfahren zur Überwachung des Laminationsprozesses	150
7	Ökonomische Bewertung der Lamination als Teil der Prozesskette einer Batteriezellfertigung.....	153
7.1	Betrachtung der Materialkosten	154
7.2	Betrachtung der Prozesskosten	157
7.3	Kombinierte Betrachtung der Veränderung der Material- und Prozesskosten	161
8	Schlussbetrachtung.....	165
8.1	Zusammenfassende Darstellung zentraler Ergebnisse	165
8.2	Ausblick	170
9	Literaturverzeichnis	173