

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

XVII

1	Einleitung	3
2	Theoretische Grundlagen und Stand des Wissens	7
2.1	Lithium-Ionen-Technologie	7
2.1.1	Funktionsweise	7
2.1.2	Elektrodenmaterialien	9
2.1.3	Leitruß in der Batterieanwendung	16
2.2	Prozesse zur Fertigung von Lithium-Ionen-Batterien	19
2.3	Die kontinuierliche Dispergierung mittels Doppelschneckenextruder	24
2.3.1	Aufbau und Prozesszonen	24
2.3.2	Wichtige verfahrenstechnische Kenngrößen	27
2.4	Einführung in ein Beanspruchungsmodell für Dispergierprozesse	29
2.4.1	Prozesseitige Einflussfaktoren und Optimierungsziele	29
2.4.2	Maschinen- und produktbezogenes Beanspruchungsmodell	31
2.4.3	Zusammenhang zwischen Modell- und verfahrenstechnischen Parametern	33
2.4.4	Anwendung in Dispergiermodellen	35
2.5	Grundlagen wichtiger Analysemethoden	36
2.5.1	Bestimmung des scherbelastungsabhängigen Fließverhaltens	36
2.5.2	Partikelgrößenanalyse mittels statischer Laserlichtstreuung	41
3	Material und Methoden	45
3.1	Versuchsmaterial	45
3.1.1	Aktivmaterial	45
3.1.2	Elektrochemisch inaktive Elektrodenmaterialien	45
3.1.3	Rezepturen	47
3.2	Prozesstechnik	49
3.2.1	Trockenmischen	49
3.2.2	Dispergieren	49
3.2.3	Beschichten und Kalandrieren	55
3.3	Analysemethoden	56
3.3.1	Analysen auf Suspensionsebene	57
3.3.2	Analysen auf Elektrodenoberfläche	60
3.3.3	Analysen auf Zellebene	63
4	Charakterisierung des Extrusionsprozesses	65
4.1	Bestimmung der Rußgröße	66

4.2	Scherbeanspruchung im Extrusionsprozess	73
4.3	Bestimmung der Verweilzeit und des Füllgrades	79
4.4	Zusammenfassung des Kapitels 4	81
5	Entwicklung eines Beanspruchungsmodells	83
5.1	Allgemeines Beanspruchungsmodell	83
5.2	Extruderspezifisches Beanspruchungsmodell	85
5.3	Einfluss des Modellparameters Schubspannung	87
5.4	Anwendung des extruderspezifischen Beanspruchungsmodells . .	91
5.5	Zusammenfassende Diskussion des Kapitels 5	93
6	Untersuchung der Elektrodeneigenschaften	97
6.1	Haftfestigkeitsuntersuchung	98
6.2	Bestimmung des Durchgangswiderstandes	103
6.3	Porenstrukturanalyse der Elektrodenbeschichtung	107
6.4	Deformationsverhalten der Beschichtung	113
6.5	Elektrochemische Untersuchungen an Vollzellen	118
6.6	Zusammenfassende Diskussion des Kapitels 6	125
6.7	Weiterführende Diskussion und Schlussfolgerungen	130
7	Zusammenfassung und Ausblick	133
7.1	Zukünftige Anwendungsfelder einzelner Analysemethoden	134
7.2	Optimierung des Beanspruchungsmodells und automatisierte Datenverarbeitung	135
	Literaturverzeichnis	139
A	Ergänzungen zu Kapitel 4	153
A.1	Zusatzdaten Rußgrößenanalyse	153
A.2	Zusatzdaten zur Bestimmung der Verweilzeit	159
B	Ergänzungen zu Kapitel 5	161