

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Kurzzusammenfassung	III
Abstract.....	V
1 Einleitung und Motivation	1
2 Zielsetzung und Konzept der Arbeit.....	4
3 Grundlagen.....	8
3.1 Aufbau und Funktionsweise elektrochemischer Energiespeicher	8
3.2 Elektrochemische Grundlagen	9
3.2.1 Thermodynamische und kinetische Prozesse	9
3.2.2 Elektrische Kenngrößen einer Batterie.....	12
3.3 Funktionsweise von Zink-Luft-Batterien.....	14
3.4 Stand der Technik von sekundären Zink-Luft-Batterien.....	18
3.4.1 Zyklusbegrenzende Mechanismen der Zinkanode.....	18
3.4.2 Strategien zur Verringerung der Zinkdegradation.....	21
3.4.3 Fertigungsverfahren und Bindersysteme für Zinkanoden	25
3.5 Grundlagen von sekundären Nickel-Zink-Batterien	28
3.6 Glasbildung und Glasstruktur	28
4 Methodisches Vorgehen.....	33
4.1 Partikuläre Zinkpulver	33
4.2 Synthese bismutoxid-/lithiumoxiddhaltiger Gläser	33
4.2.1 Glassystem $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Li}_2\text{O-ZnO}$	33
4.2.2 Glassystem $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO}$	34
4.2.3 Glassystem $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$	35
4.3 Mechanischer Beschichtungsprozess	35
4.4 Filmelektrodenpräparation.....	36
4.4.1 Herstellung der Elektrodenpaste.....	36
4.4.2 Elektrodenherstellung im Rakelverfahren.....	37
4.5 Zellaufbau und elektrochemische Untersuchungsmethoden	37
4.5.1 Halbzellaufbau mit Pulverschüttungen	37
4.5.2 Vollzellaufbau mit Filmelektroden in Zn/NiOOH -Zellen.....	39
4.5.3 Vollzellaufbau mit Filmelektroden im Zn/O_2 -Aufbau	40

4.6	Charakterisierungsmethoden	42
4.6.1	Materialcharakterisierungsmethoden	42
4.6.2	Sonstige Charakterisierungsmethoden	44
5	Ergebnisse und Diskussion	48
5.1	Charakterisierung bismutoxid-/lithiumoxidhaltiger Gläser	48
5.1.1	Einfluss von Temperatur und Schmelziegel auf den Glasbildungsprozess ..	48
5.1.2	Chemische Stabilität bismutoxid-/lithiumoxidhaltiger Gläser gegenüber Kalilauge	59
5.1.3	Mechanische Stabilität bismutoxid-/lithiumoxidhaltiger Gläser	67
5.2	Charakterisierung der Zinkpartikel und der beschichteten Zink-Glas-Komposite ..	69
5.2.1	Beschichtungsgüte in Abhängigkeit von den Beschichtungsparametern Zeit und Rotordrehzahl für Pb-haltige Zinkpartikel	69
5.2.2	Beschichtungsgüte in Abhängigkeit von der Glaszusammensetzung für Pb-freie Zinkpulver	76
5.2.3	Korrosionsverhalten und chemische Stabilität unbeschichteter und beschichteter Zinkpartikel	82
5.3	Elektrochemische Eigenschaften der Zinkelektroden im Halbzellenaufbau	88
5.3.1	Einfluss von Glasbeschichtungsanteil und Homogenität auf die Zyklenstabilität	89
5.3.2	Reversibilität der Zinkelektrode in Abhängigkeit vom Glassystem	96
5.3.3	Effekt der Elektrolytkonzentration auf die Zyklenstabilität	105
5.3.4	Auswirkung von Calciumzinkaten auf die Zyklenstabilität	109
5.3.5	Bedeutung der chemischen Alterung und C-Rate für die Zyklenstabilität ..	113
5.4	Charakterisierung der Filmelektroden	118
5.4.1	Einfluss der Binderrezeptur und der Glasbeschichtung auf die Schicht- dicke und Porosität	118
5.4.2	Funktion der Binderzusammensetzung und der Glasbeschichtung für die Elastizität der Filmelektroden	125
5.4.3	Beeinflussung der Haftungseigenschaften und elektrischen Leitfähigkeit der Filmelektroden durch die Binderzusammensetzung	128
5.4.4	Haftungseigenschaften und elektrische Leitfähigkeit der glasbeschichte- ten Filmelektroden in Abhängigkeit von dem Binderanteil	131
5.5	Elektrochemische Eigenschaften der Filmelektroden im Zn/NiOOH-Vollzellen- aufbau	133
5.5.1	Einfluss der Binderzusammensetzung und Glasbeschichtung auf die Zyklenstabilität	134
5.5.2	Post-Mortem-Analyse der Elektroden nach den Zn/NiOOH-Vollzellen- tests	139

5.6	Elektrochemische Eigenschaften der Filmelektroden im Zn/O ₂ -Vollzellaufbau	141
5.6.1	Einfluss der Glasbeschichtung auf die Zyklenstabilität	141
5.6.2	Post-Mortem-Analyse der Elektroden nach den Zn/O ₂ -Vollzellentests	145
6	Fazit und Ausblick	147
7	Literaturverzeichnis	154
Anhang		171
Verzeichnis der eigenen Publikationen		183