

---

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abkürzungsverzeichnis .....  | IV |
| Kurzzusammenfassung.....   | 6  |
| Abstract.....  | 8  |
| 1 Einleitung .....   | 10 |
| 2 Grundlagen & Methoden .....  | 13 |
| 2.1 Elektrochemische Grundlagen.....   | 13 |
| 2.2 <i>Nernst</i> -Gleichung .....   | 15 |
| 2.3 pH-Wert & pH-Puffer .....  | 16 |
| 2.4 Potential-pH-Diagramm .....  | 21 |
| 2.5 Cyclovoltammetrie .....  | 23 |
| 2.6 Elektrochemische Impedanzspektroskopie .....   | 24 |
| 3 Stand der Technik.....   | 27 |
| 3.1 Einführung.....  | 27 |
| 3.2 Materialien .....  | 28 |
| 3.3 Reaktionsmechanismus.....  | 35 |
| 3.4 Batteriemodul – industrielle Ansätze .....   | 43 |
| 4 Evaluation des Elektroden-Herstellungsverfahrens .....   | 46 |
| 4.1 Hintergrund.....   | 46 |
| 4.2 Evaluation des Rakelbeschichtungsverfahrens mit unterschiedlichen<br>Bindermaterialien ..... | 49 |
| 4.2.1 Experimentaltteil .....  | 50 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 4.2.2 Ergebnisse & Auswertung .....                                   | 53  |
| 4.2.3 Diskussion .....  | 65  |
| 4.3 Evaluation der Elektroabscheidung als Herstellungsverfahren ..... | 66  |
| 4.3.1 Experimentalteil .....  | 66  |
| 4.3.2 Ergebnisse & Auswertung .....                                   | 68  |
| 4.3.3 Diskussion .....  | 70  |
| 4.4 Evaluation der Materialstruktur an der Anode .....                | 71  |
| 4.4.1 Experimentalteil .....  | 73  |
| 4.4.2 Ergebnisse & Auswertung .....                                   | 75  |
| 4.4.3 Diskussion .....  | 80  |
| 4.5 Zwischenfazit .....   | 81  |
| 5 Reaktionsmechanismus & Elektrolyt .....                             | 83  |
| 5.1 Elektrolytstudie mit <i>in-operando</i> pH-Untersuchungen .....   | 84  |
| 5.1.1 Experimentalteil .....  | 84  |
| 5.1.2 Ergebnisse & Auswertung .....                                   | 86  |
| 5.1.3 Diskussion .....  | 104 |
| 5.2 Identifikation von pH-Puffersubstanzen .....                      | 106 |
| 5.2.1 Auswahlkriterien .....  | 106 |
| 5.2.2 Experimentalteil .....  | 112 |
| 5.2.3 Ergebnisse & Auswertung .....                                   | 116 |
| 5.2.4 Diskussion .....  | 133 |
| 5.3 Untersuchung von pH-Pufferelektrolyten .....                      | 135 |
| 5.3.1 Elektrolytberechnungen .....                                    | 136 |
| 5.3.2 Experimentalteil .....  | 141 |
| 5.3.3 Ergebnisse & Auswertung .....                                   | 142 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 5.3.4 Diskussion .....                            | 153 |
| 5.4 Zwischenfazit .....                           | 154 |
| 6 Herstellung eines Batteriemodul-Prototyps ..... | 156 |
| 6.1 Konstruktion.....                             | 156 |
| 6.2 Modulbau.....                                 | 161 |
| 6.3 Elektrochemische Charakterisierung .....      | 166 |
| 6.4 Techno-ökonomische Bewertung.....             | 170 |
| 6.5 Diskussion.....                               | 173 |
| 7 Zusammenfassung & Ausblick .....                | 175 |
| 7.1 Zusammenfassung.....                          | 175 |
| 7.2 Ausblick.....                                 | 179 |
| A Anhang.....                                     | 181 |
| Literaturverzeichnis.....                         | 233 |
| Publikationen.....                                | 250 |
| Studentische Arbeiten .....                       | 251 |
| Lebenslauf .....                                  | 252 |
| Danksagung .....                                  | 253 |