

|  |     |
|--|-----|
| <b>Zusammenfassung</b>   | i   |
| <b>Summary</b>   | iii |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>  | v   |
| <b>1 Einleitung</b>  | 1   |
| <b>2 Grundlagen</b>  | 5   |
| 2.1 Lithium-Ionen-Batterien  | 5   |
| 2.2 Aufbau und Funktionsweise von Festkörperbatteriezellen           | 9   |
| 2.3 Eigenschaften und Eignung unterschiedlicher Festelektrolyte      | 10  |
| 2.4 Ionenleitung innerhalb des oxidkeramischen Granatwerkstoffs      | 11  |
| 2.5 Kathodenaktivmaterialien   | 14  |
| 2.6 Aerosolbasierte Kaltabscheidung                                  | 16  |
| 2.6.1 Apparativer Aufbau   | 16  |
| 2.6.2 Schichtbildungsmechanismus                                     | 17  |
| 2.6.3 Schichteigenschaften   | 20  |
| 2.6.4 Einfluss einer thermischen Nachbehandlung                      | 21  |
| 2.7 Wechselwirkung von Strahlung und Materie                         | 22  |
| <b>3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit</b>                           | 25  |
| <b>4 Theoretische Untersuchungen zum Zelldesign</b>                  | 27  |
| 4.1 Einfluss der Schichtdicken auf die Energiedichte                 | 27  |
| 4.2 Einfluss der Kathodenzusammensetzung auf die Energiedichte       | 31  |
| <b>5 Experimentelle Durchführung</b>                                 | 33  |
| 5.1 Pulversynthese von ALLZTO  | 33  |
| 5.2 Beschichtungsanlagen zur Prozessierung der Funktionsschichten    | 34  |
| 5.3 Substratwahl für die elektrochemische Vermessung                 | 38  |
| 5.4 Anlagen zur Nachbehandlung von Festelektrolytschichten           | 40  |
| 5.4.1 Ofenbasierte Nachbehandlung                                    | 40  |
| 5.4.2 Laserbasierte Nachbehandlung                                   | 40  |
| 5.4.3 LED-basierte Nachbehandlung                                    | 41  |
| 5.5 Methoden der Charakterisierung                                   | 42  |
| 5.5.1 Materialwissenschaftliche Methoden                             | 43  |
| 5.5.2 Elektrochemische Methoden                                      | 44  |
| 5.5.1 Optische Methoden  | 46  |
| <b>6 Schichtherstellung mittels aerosolbasierter Kaltabscheidung</b> | 49  |
| 6.1 Pulveranalyse  | 49  |

|   |            |
|---|------------|
| 6.1.1 Festelektrolytpulver ALLZTO   | 49         |
| 6.1.2 Kathodenpulver NMC622   | 53         |
| 6.2 Schichtabscheidung  | 55         |
| 6.2.1 Festelektrolytherstellung   | 55         |
| 6.2.2 (Misch-)Kathodenherstellung   | 60         |
| 6.2.3 Halbzellenaufbau  | 64         |
| <b>7 Elektrochemische Eigenschaften der Festelektrolytschichten</b>       | <b>67</b>  |
| 7.1 Elektrochemische Charakterisierung der abgeschiedenen Schichten       | 67         |
| 7.2 Einfluss einer thermischen Nachbehandlung                             | 71         |
| 7.3 Einordnung der elektrochemischen Schichteigenschaften                 | 74         |
| <b>8 Laserbasierte Nachbehandlung von Festelektrolytschichten</b>         | <b>79</b>  |
| 8.1 Morphologischer Einfluss der Laserstrahlung                           | 79         |
| 8.2 Einfluss der Laserstrahlung auf die Kristallinität                    | 81         |
| 8.3 Reduzierung des Schichtwiderstands                                    | 83         |
| 8.4 Simulation des Schichtmodells   | 86         |
| <b>9 Nachbehandlung mittels Hochleistungsleuchtdioden</b>                 | <b>91</b>  |
| 9.1 Einfluss der Bestrahlungsstärke                                       | 91         |
| 9.2 Einfluss der Bestrahlungsdauer  | 95         |
| <b>10 Ökonomische Betrachtung der Beschichtungstechnologie</b>            | <b>101</b> |
| <b>11 Fazit</b>   | <b>107</b> |
| <b>12 Anhang</b>  | <b>111</b> |
| A.1 Aufbau und Funktionsweise eines Akkumulators im Lade- und Entladefall | 111        |
| A.2 Einfluss der Generatorbandgeschwindigkeit auf die Schichtqualität     | 112        |
| A.3 Materialparameter zur Bestimmung der theoretischen Energiedichte      | 113        |
| A.4 Randbedingungen für die Simulation des Zwei-Schicht-Modells           | 114        |
| A.5 Untersuchungen der LED-Strahlung                                      | 115        |
| A.6 Berechnung der Messstellentemperaturen aus Thermospannungen           | 116        |
| <b>Abkürzungen und Symbole</b>  | <b>117</b> |
| <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>121</b> |
| <b>Verzeichnis eigener Publikationen</b>                                  | <b>133</b> |
| <b>Danksagung</b>   | <b>137</b> |