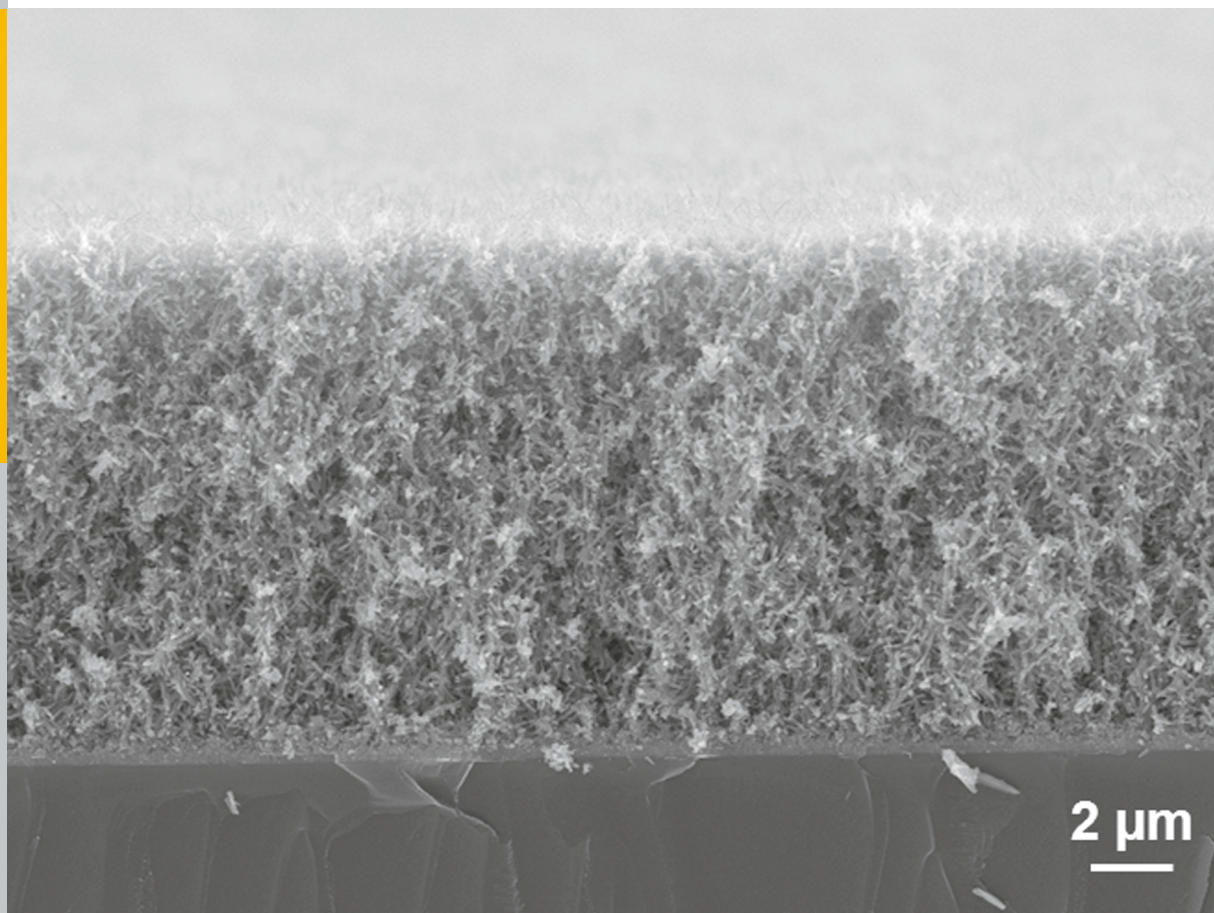


Herstellung von Elektrodenstrukturen für Lithium-Ionen-Dünnschichtbatterien

Aiko Bünting



Energie & Umwelt /
Energy & Environment
Band/ Volume 277
ISBN 978-3-95806-073-9

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren (IEK-1)

Herstellung von Elektrodenstrukturen für Lithium-Ionen-Dünnschichtbatterien

Aiko Bünting

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 277

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-073-9

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	Lithium-Ionen-Batterien	5
2.1.1	Aufbau und Funktionsweise	6
2.1.2	Korrelation Freie Gibbs-Energie und Spannung	8
2.1.3	Elektrolytstabilität	10
2.2	Lithium- und Lithium-Ionen-Festkörperbatterien	11
2.2.1	Herstellung von Dünnschicht-Batterien	12
2.2.2	Eigenschaften von Dünnschicht-Batterien	14
2.3	Materialien	15
2.3.1	Lithiumeisenphosphat	15
2.3.2	Titan, Aluminium	21
2.3.3	Titannitrid	21
3	Methoden	23
3.1	Herstellungsverfahren	23
3.1.1	Magnetron-Kathodenzerstäuben	23
3.2	Charakterisierungsmethoden	26
3.2.1	Bildgebende und optische Methoden	26
3.2.2	Strukturelle und chemische Charakterisierung	28
3.2.3	Elektrochemische Charakterisierung	33
4	Experimentelle Durchführung	37
4.1	Herstellung von Lithiumeisenphosphatpulver und Präparation eines Pulvertargets	37
4.1.1	Lithiumeisenphosphat-Pulversynthese	37
4.1.2	Herstellung eines Pulvertargets	37
4.2	Zerstäubungsanlage, verwendete Substrate und Reinigung	38
4.2.1	Substrate	39

4.3	Magnetron-Kathodenzerstäuben	40
4.3.1	Herstellung von Titan- und Titanitrid-Schichten	40
4.3.2	Herstellung von Lithiumeisenphosphat-Dünnschichtkathoden	41
5	Ergebnisse und Diskussion	43
5.1	Pulvereigenschaften und Abscheideverhalten des Pulvertargets	43
5.1.1	Pulvercharakterisierung	43
5.1.2	Abscheideverhalten des Pulvertargets	46
5.1.3	Pulvercharakterisierung nach Zerstäubungsprozessen	49
5.2	Kristallisationsverhalten von Dünnschicht-Lithiumeisenphosphat	51
5.3	Lithiumeisenphosphat-Dünnschichtelektroden auf Titansubstraten	56
5.3.1	Kristallisationsverhalten von Lithiumeisenphosphat unterschiedlicher Schicht- dicke	56
5.3.2	Zyklovoltammetrie an Lithiumeisenphosphat unterschiedlicher Schichtdicke	60
5.3.3	Rasterelektronenmikroskopie an Lithiumeisenphosphat unterschiedlicher Schicht- dicke	63
5.3.4	Zusammenfassung Lithiumeisenphosphat unterschiedlicher Schichtdicke . .	68
5.4	Lithiumeisenphosphat Dünnschichtelektroden auf Titanitrid-Zwischenschichten . .	69
5.4.1	Kristallisationsverhalten von Lithiumeisenphosphat unterschiedlicher Schicht- dicke	69
5.4.2	Zyklovoltammetrie an Lithiumeisenphosphat unterschiedlicher Schichtdicke	71
5.4.3	Rasterelektronenmikroskopie an Lithiumeisenphosphat unterschiedlicher Schicht- dicke	72
5.4.4	Sekundärionen-Massenspektrometrie an Lithiumeisenphosphat auf Titan und Titanitrid	73
5.4.5	Vergleich der elektrochemischen Eigenschaften von Lithiumeisenphosphat auf Titan und Titanitrid	75
5.4.6	Zusammenfassung	81
5.5	Lithiumeisenphosphat auf Aluminiumsubstraten	83
5.5.1	Kristallisation von Lithiumeisenphosphat auf Aluminium	83
5.5.2	Elektrochemische Charakterisierung von Lithiumeisenphosphat auf Aluminium	84
5.5.3	Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersive Röntgenanalyse an Lithi- umeisenphosphat auf Aluminium	86
5.5.4	Lithiumeisenphosphat auf Titanitrid beschichtetem Aluminium	87
5.5.5	Zusammenfassung	89

5.6	Lithiumeisenphosphat mit additivem Kohlenstoff	90
5.6.1	Eigenschaften von Lithiumeisenphosphat mit additivem Kohlenstoff in Ab- hängigkeit der Abscheidetemperatur	90
5.6.2	Eigenschaften von Lithiumeisenphosphat mit additivem Kohlenstoff in Ab- hängigkeit der Schichtdicke	103
5.7	Diskussion der elektrochemischen Eigenschaften von reinen und von Lithiumeisen- phosphatschichten mit additivem Kohlenstoff.	113
5.7.1	Spezifische Kapazität in Abhängigkeit der Elektrodenmasse	114
6	Zusammenfassung und Ausblick	119
6.1	Ausblick	121
	Literaturverzeichnis	123
	Abbildungsverzeichnis	141
	Tabellenverzeichnis	145
7	Anhang	147

Energie & Umwelt /
Energy & Environment
Band / Volume 277
ISBN 978-3-95806-073-9

