

## Funktionale Beschichtung von Batteriepulvern

### (FBBPulver)

#### Forschungsbedarf

Die Elektromobilität ist ein wesentlicher Bestandteil zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>. Um die Elektromobilität weiter voranzubringen, ist die Entwicklung und Fertigung zuverlässiger und langlebiger Batterien essenziell. Ein Problem von aktuellen Lithiumionenbatterien ist die Nutzung von kobalthaltigen Aktivmaterialien. Obwohl Kobalt schon teilweise aus Recyclingprozessen gewonnen werden kann, stellt der Abbau von Kobalterzen im Tagebau noch immer die Hauptressource bei der Gewinnung dieses Metalls dar. Aus diesem Grund besteht der Bedarf an der Entwicklung von Technologien, die die Nutzung von Kobalt oder anderen kritischen Rohstoffen vermeidet oder stark minimieren.

#### Zielstellung

Einen Schwerpunkt der Material- und Prozessentwicklung von Li-Ionen-Batterien stellt die Verbesserung verfügbarer Aktivmaterialien dar, um reduzierte Degradationsraten bzw. längere Lebensdauern in Batterien zu realisieren. Solche Verbesserungen können über funktionelle Beschichtungen erzielt werden, die unerwünschte Wechselwirkungen mit den Elektrolyten reduzieren. Im Fokus des Projektes stand die Erhöhung von Energiedichte und Lebensdauer der Batterien sowie die Vermeidung von Degradation des Elektrolyten. Durch das Aufbringen von Schutzschichten auf Aktivmaterial-Partikeln (NMC811 und LNMO) soll eine Degradation verringert und damit die Lebensdauer von Batterien erhöht werden.

#### Wirtschaftlicher Nutzen

Zur Abdeckung des zukünftigen Bedarfes an Batterien müssen neben Fertigungsstätten für komplette Batteriesysteme auch neue, skalierbare Prozesstechnologien für optimierte Halbzeuge und Rohstoffe (z.B. Aktivmaterialpulver) verfügbar sein. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass Hersteller von Beschichtungsanlagen, Dienstleister/Lohnbeschichter und Anbieter von Rohstoffen gerade am Anfang der Wertschöpfungskette der Batteriefertigung partizipieren können, insbesondere KMUs aufgrund ihrer tendenziell höheren Flexibilität.

#### Ergebnisse & Anwendungsmöglichkeiten

Zwei Beschichtungsverfahren, zum einen die Atomlagenabscheidung (ALD) und zum anderen die nass-chemische Sprühtrocknung, wurden ausgewählt, um die Aktivmaterialien NMC811 und LNMO mit Schutzschichten zu versehen. Es wurden sowohl im ALD-Prozess als auch in der Sprühtrocknung verschiedene Schichtmaterialien hinsichtlich Zusammensetzung und Schichtdicke hergestellt und bezüglich ihrer elektrochemischen Eigenschaften untersucht.

#### Projektinformation

IGF-Nr. 22233 BR  
Laufzeit: 01.04.2022  
bis 31.03.2024  
Fördersumme: 250.475 €

#### Forschungsvereinigung

Europäische  
Forschungsgesellschaft  
Dünne Schichten e.V.

#### Forschungseinrichtungen

Fraunhofer IKTS

#### Beteiligung der Wirtschaft

11 Unternehmen  
davon 6 KMU

vorhabenbezogene  
Aufwendungen der  
Wirtschaft: 61.800 €

#### Betreut durch

EFDS Fachausschuss

Optik, Elektronik  
& Energie

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Dabei zeigen sich positive Effekte im Ratenest und im Langzeittest von sehr dünner  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ALD-Schichten auf LNMO. Für die mit nur 1 nm beschichtete LNMO-Probe zeigt sich, dass der Verlust im Vergleich zur unbeschichteten Probe gering ist. Die Sprühtrocknungsschichten von NMC811 mit  $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{WO}_3$  zeigen eine Anlagerung von Wolfram an der Pulveroberfläche und entlang der Korngrenzen. Die elektrochemische Ratenfähigkeit und Zyklenstabilität des Aktivmaterials wird durch die Beschichtung mit 0,5 mol%  $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{WO}_3$  signifikant verbessert.

Eine Skalierung beider Beschichtungsverfahren in einen technischen Maßstab wird als möglich erachtet und kann für die Herstellung langlebiger Batterien genutzt werden.

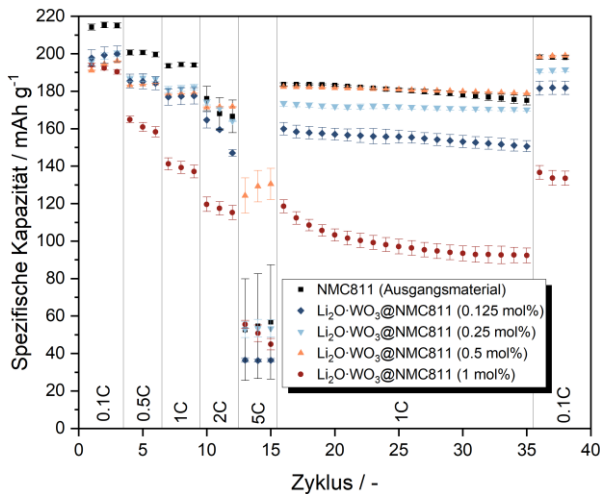


Abb.: Performancetest von NMC811 mit 4 verschiedenen  $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{WO}_3$  Beschichtungsanteilen im Vergleich zum Ausgangsmaterial, Halbzellen gegen Lithium, Spannungs-grenzen: 3,0-4,3 V, Lade- und Entladeprogramm der konstanten Stromstärke (CC) Entladegeschwindigkeiten sind dem Diagramm zu entnehmen

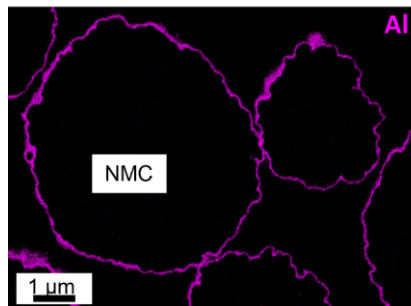
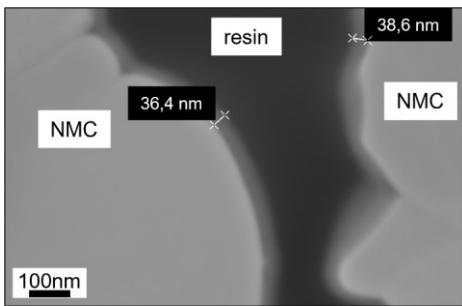


Abb.: REM-Aufnahme eines  $\text{Al}_2\text{O}_3$  beschichteten NMC-Pulvers (links) und EDX Mapping von Al der  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Beschichtung auf NMC (rechts) .

## Verwertung

Sowohl die Durchführung der Experimente als auch die Auswertung der Untersuchungen wurden kontinuierlich dokumentiert, in Berichten zusammengefasst und in regelmäßigen Projektsitzungen den Firmen im projektbegleitenden Ausschuss vorgestellt. Die gewonnenen relevanten Resultate wurden bereits in einem Journal (Vakuum in Forschung und Praxis) und auf einschlägigen Konferenzen (PSE2022, V2023, 244. ESC Fall Meeting 2023, ICACC 2023, DKG 2023, AVS ALD/ALE 2024, ALD for Industry 2024) als Vortrag und/oder Poster publiziert. Weiterhin wurden die Ergebnisse in den Fachausschuss-Sitzungen Optik, Elektronik und Energie den Mitgliedern des Fachausschusses vorgestellt und auf Messen (Hannover-Messe, V2023) präsentiert. Zum Abschluss des Projektes werden die getätigten Untersuchungen in Zusammenhang mit ihren Ergebnissen in einem umfassenden Abschlussbericht zusammengetragen und veröffentlicht.

## Innovativer Beitrag

- Erprobung der Sprühtrocknung im Labormaßstab als Methode mit einfacher Überführbarkeit in großtechnische Realisierung
- Entwicklung von homogenen, ultradünnen Beschichtungen mittels Vakuumbeschichtung (ALD)

## Projektbegleitende Abschlussarbeiten

- Kompatibilitätsuntersuchungen zur Co-Sinterung von phosphatischen Festelektrolyten und kommerziellen Kathodenaktivmaterialien (Promotion, 2024)

## Kontakt

Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V.  
Gostritzer Str. 63  
01217 Dresden  
E-Mail: [info@efds.org](mailto:info@efds.org)  
Tel.: 0351 8718370  
Web: [www.efds.org](http://www.efds.org)