

Funktionale Beschichtung von Batteriepulvern

Forschungsziel

Die Elektromobilität ist ein wesentlicher Bestandteil zur Reduzierung von CO₂. Um die Elektromobilität weiter voranzubringen, ist die Entwicklung und Fertigung zuverlässiger und langlebiger Batterien essenziell. Zur Abdeckung des zukünftigen Bedarfes müssen neben den Fertigungsstätten für komplette Batteriesysteme auch neue, skalierbare Prozesstechnologien für optimierte Halbzeuge und Rohstoffe (z.B. Aktivmaterialpulver) verfügbar sein. 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 bestand ein Hauptziel darin, eine Technologie zu entwickeln, die die Nutzung von Kobalt oder anderen kritischen Rohstoffen vermeidet oder stark minimiert, um damit einen Beitrag zu einer nachhaltigen Technologieentwicklung zu leisten. Im Projekt wurden ALD- und Sprühtrocknungs-Beschichtungen auf Aktivmaterialien entwickelt und evaluiert, die die Verwendung Co-freier bzw. Co-armer Aktivmaterialien erleichtern und vorantreiben. Wichtiges Ziel stellten die Erhöhung der Energiedichte und Lebensdauer der Batterien sowie die Vermeidung von Degradation des Elektrolyten dar.

Wirtschaftliche Bedeutung für KMU

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. Die Forschungsergebnisse ermöglichen Rohstoff-Lieferanten die Anpassung ihrer Produkte gezielt für Batterieanwendungen in direktem Kontakt mit den Anwendern. Die Prozessierung und Beschichtung von Pulvermaterialien liefert wichtige technologische Informationen an Hersteller von Beschichtungsanlagen sowie zur Optimierung von Beschichtungsverfahren.

Forschungsergebnisse

Zwei Beschichtungsverfahren, zum einen die Atomlagenabscheidung (ALD) und zum anderen die nass-chemische Sprühtrocknung, wurden ausgewählt, um 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. Dabei zeigen sich positive Effekte im Raten- und im Langzeittest von sehr dünner Al₂O₃ 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. Dagegen führt eine 5 nm dicke Al₂O₃ Beschichtung bereits zu einer unerwünschten, erheblichen Isolierung des Materials. Die Sprühtrocknungsschichten von NMC811 mit Li₂O·WO₃ 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% Li₂O·WO₃ signifikant verbessert. Eine Skalierung beider Beschichtungsverfahren in einen technischen Maßstab wird als möglich erachtet.

Beteiligte Forschungseinrichtung



Fraunhofer Institut Keramische
Technologien und Systeme (IKTS)
Dr. Mandy Höhn
Dünnschichttechnologien
Tel. +49 351 2553 7623
mandy.hoehn@ikts.fraunhofer.de

Unternehmen und Organisationen des Projektbegleitenden Ausschusses

Powall, TANIOBIS, Picosun, Plasway Technologies, Umicore, FHR Anlagenbau, SEMPA Systems, Edwards, Keramischer Ofenbau, ECT-Kema, Von Ardenne

Das Vorhaben wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen AiF im Rahmen des Programmes zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung IGF vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

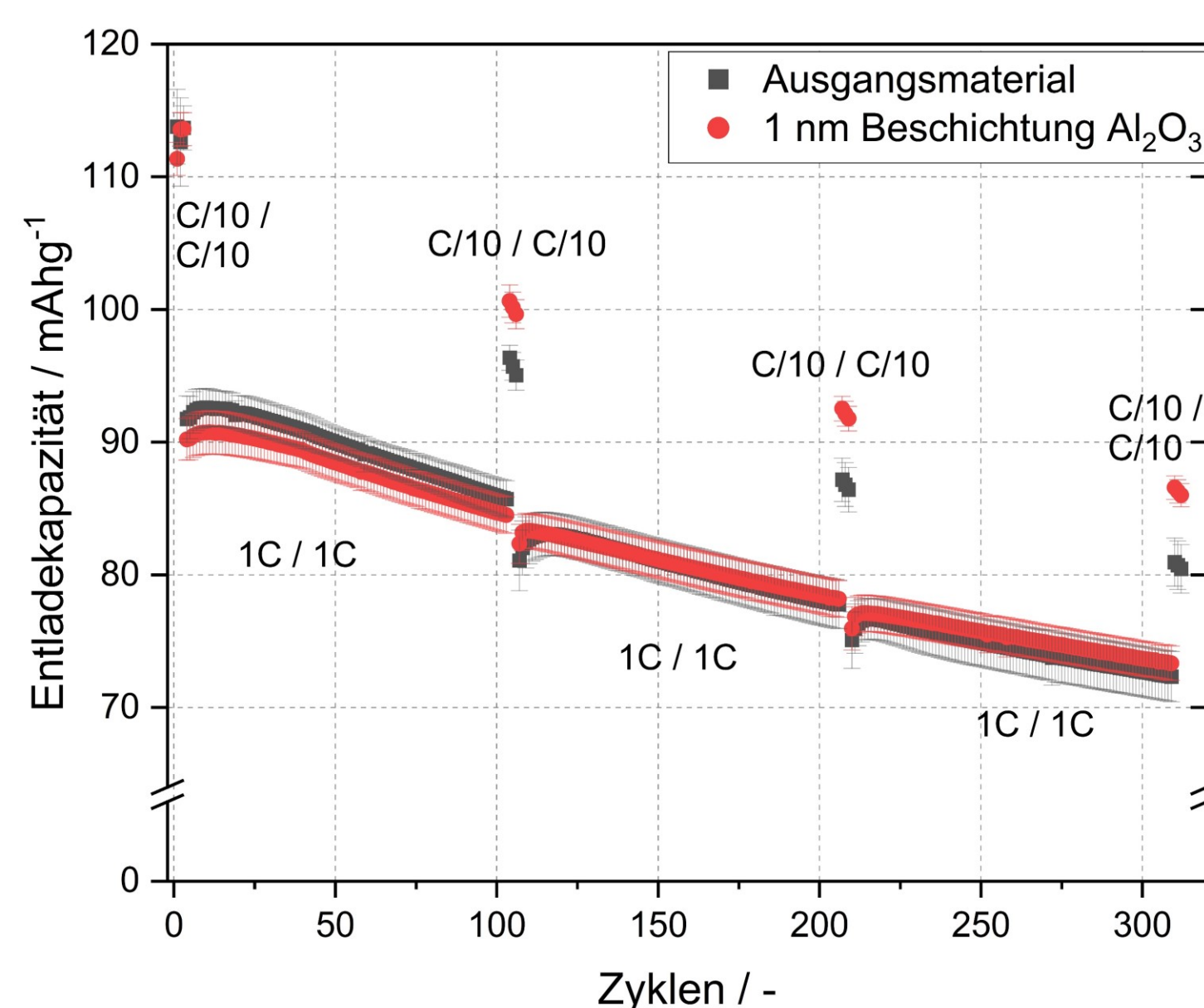


Abb. 1: Langzeittest von 1 nm beschichtetem LNMO im Vergleich zu unbeschichtetem LNMO: Prozentuale Abweichung von der Ausgangskapazität im symmetrischen Zyklen-Test, Spannungsgrenzen: 3,5-4,9 V.

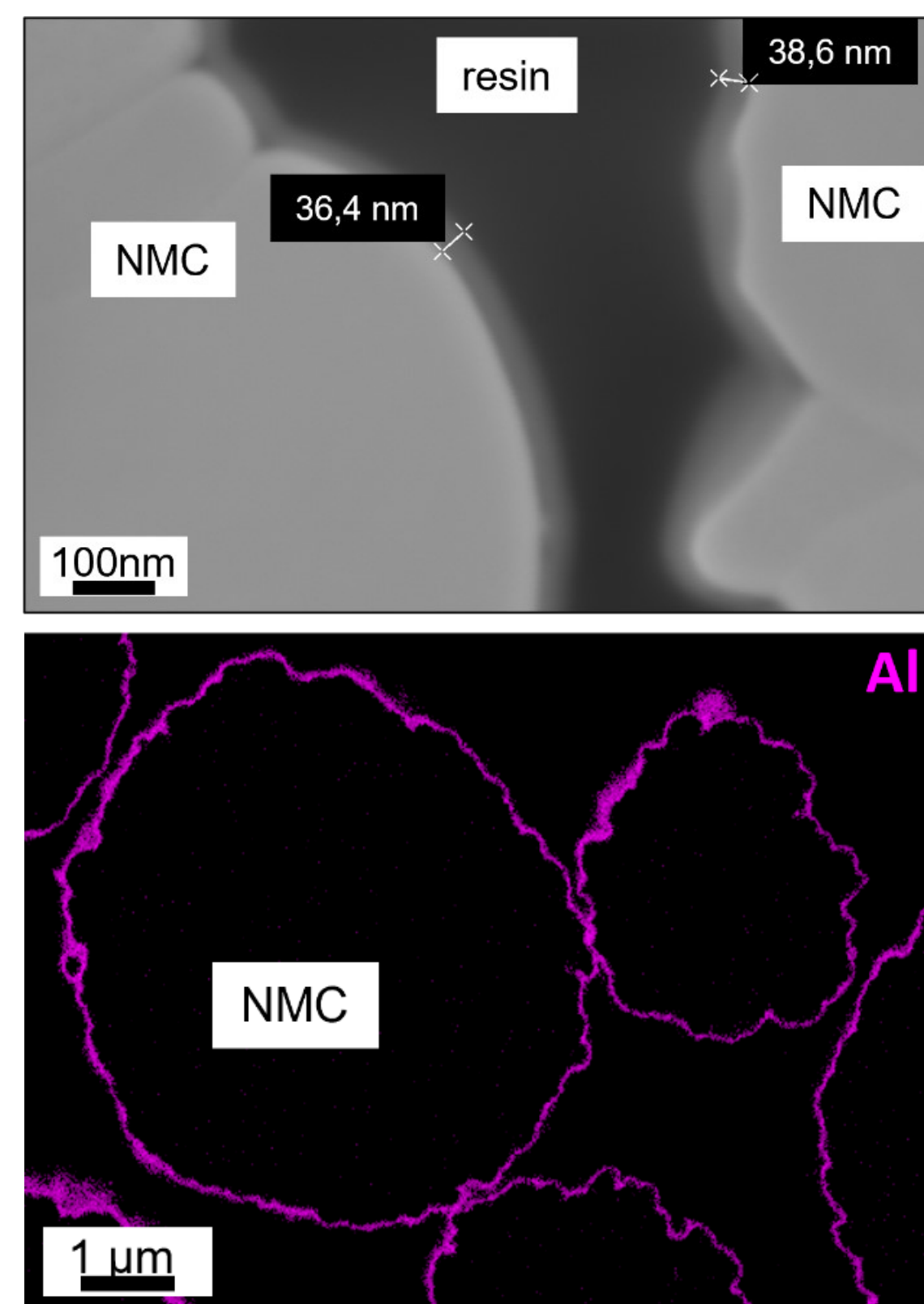


Abb. 2: REM-Aufnahme eines Al₂O₃ beschichteten NMC-Pulvers (oben) und EDX Mapping von Al der Al₂O₃ Beschichtung auf NMC (unten).

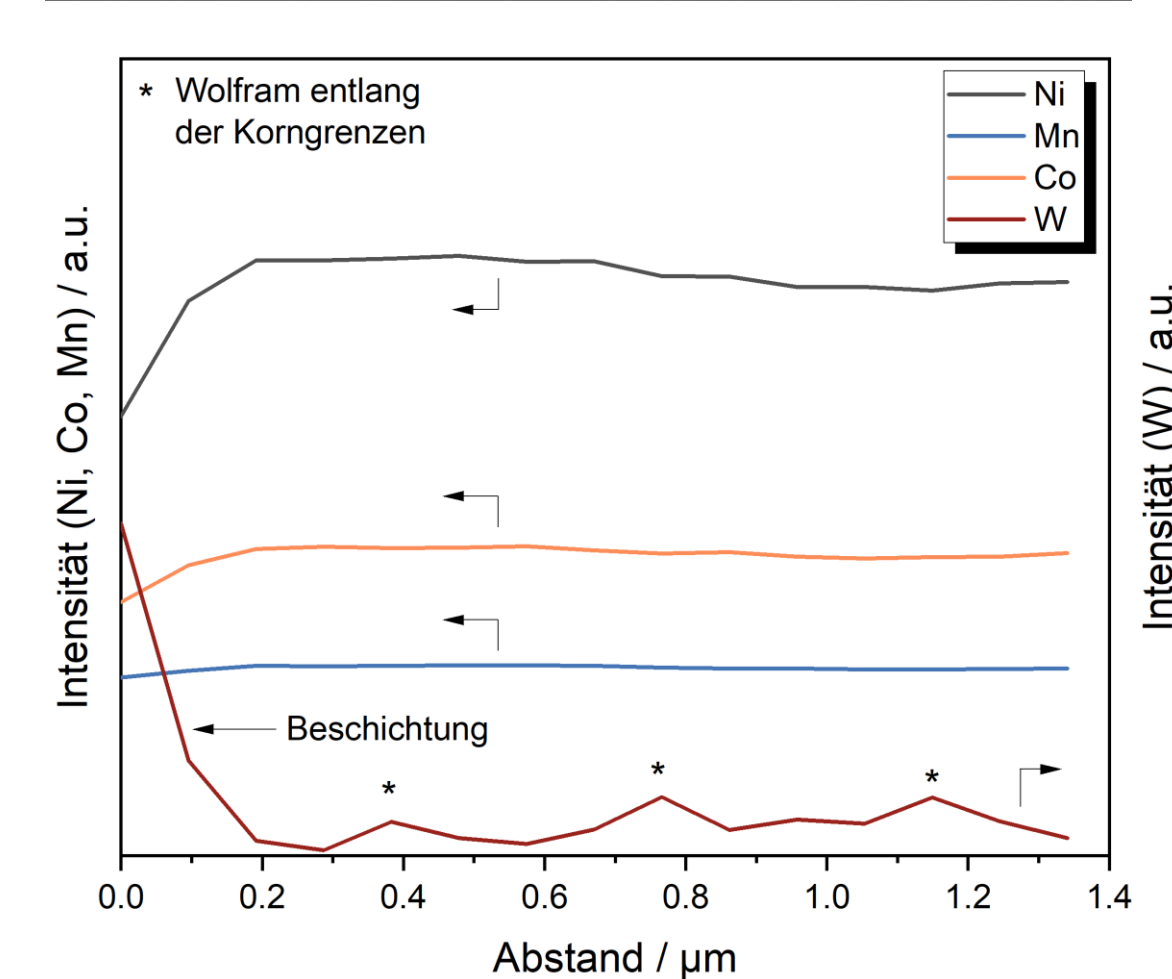
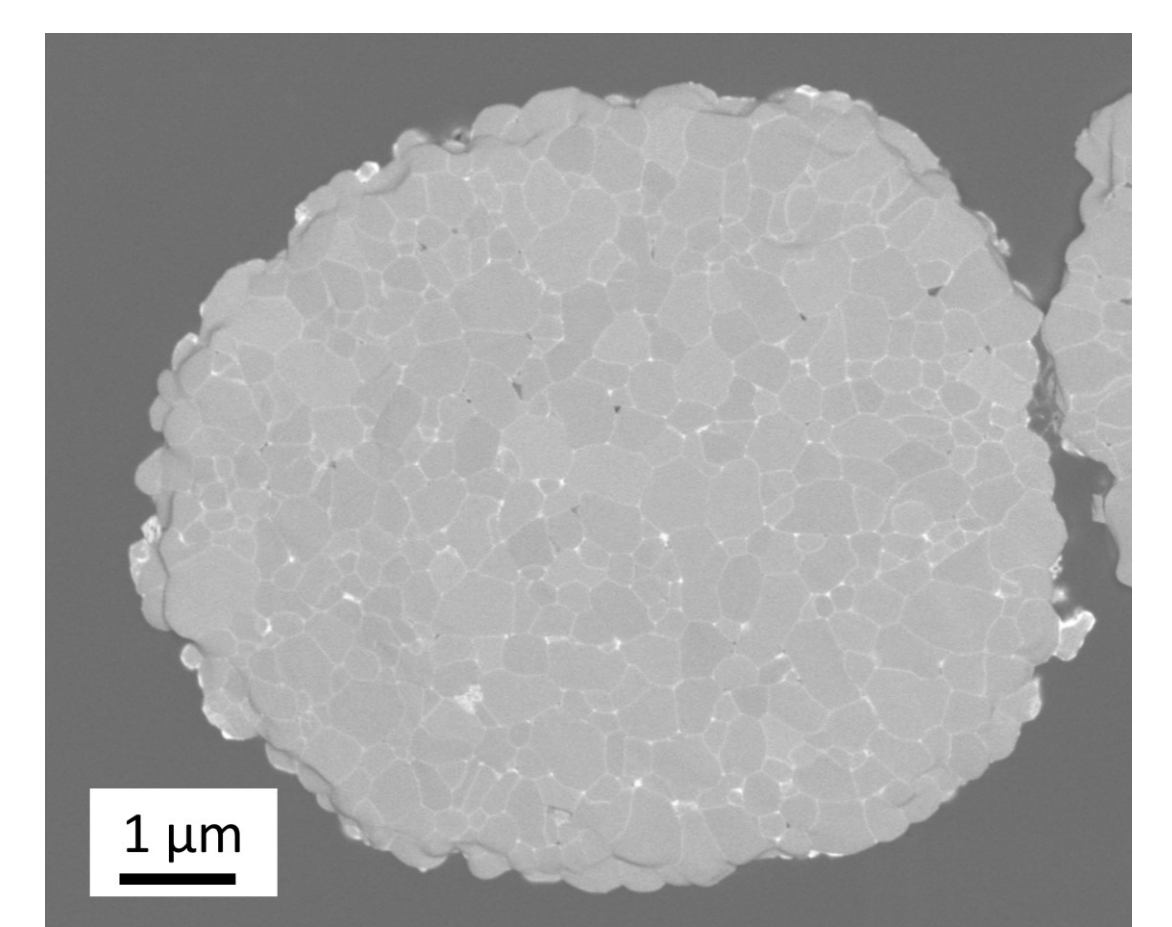


Abb. 3: FESEM-Querschnittsaufnahme (oben) von Li₂O·WO₃@NMC811 (1,0 mol%) nach der Kalzinierung und EDX-Linienscan (unten) desselben Partikels.

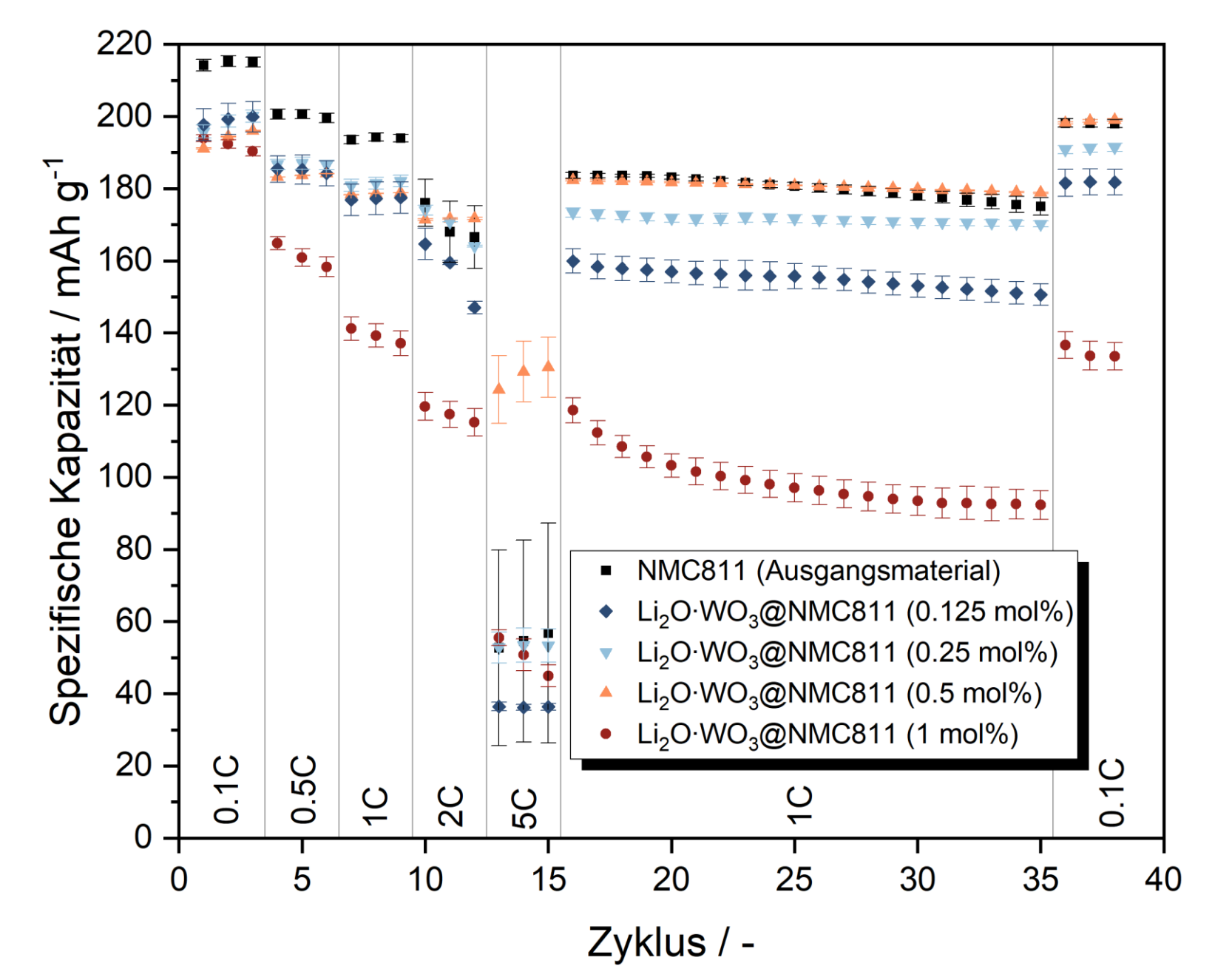


Abb. 4: Performancetest von NMC811 mit 4 verschiedenen Li₂O·WO₃ Beschichtungsanteilen im Vergleich zum Ausgangsmaterial, Halbzellen gegen Lithium, Spannungsgrenzen: 3,0-4,3 V, Lade- und Entladeprogramm der konstanten Stromstärke (CC) Entladegeschwindigkeiten sind dem Diagramm zu entnehmen

Betreut durch den
EFDS-Fachausschuss:
**Beschichtungstechnologien
für optische und elektronische
Funktionalisierung**

