



Herstellung von NMC-Elektroden für Lithium-Ionen Batterien mit hohem Aktivmaterialanteil

A.J. Schuster, J. Hattendorff, H.A. Gasteiger
Technische Universität München, Lehrstuhl Technische Elektrochemie

Für die Produktion von Lithium-Ionen Batterien ist die Elektrodenherstellung ein entscheidender Schritt und dabei insbesondere die Prozesse Mischen und Beschichten. Diese haben Einfluss auf die Energie- und Leistungsdichte, die Kosten und die Qualitätssicherung. Speziell dicke Elektroden mit einem hohen Anteil an Aktivmaterial (>95 %) können den Anteil von Separator und Ableiterfolien deutlich reduzieren und so Gewicht und Preis der Batterie senken. Beschichtungstinten mit geeigneten rheologischen Eigenschaften trotz hohem Feststoffanteil sind dafür notwendig. Die Elektroden in Lithium-Ionen Batterien werden durch Beschichtung von Kupfer- bzw. Aluminium-Folie hergestellt. Typische Beschichtungstinten sind dabei Suspensionen aus den Aktivmaterialien Graphit oder NMC-111 ($\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$), einem Binder, Leitruß und Lösemittel (N-Methyl-2-pyrrolidone). Die homogene Verteilung der Bestandteile in den Tinten und Beschichtungen ist dabei ein kritischer Parameter für leistungsfähige und langlebige Elektroden.



Abb. 1: Vakuum-Rotations-Revolutions- Mischer THINKY ARV-310 mit Adapter

Noch bessere Ergebnisse können durch mehrstufige Mischprozesse erzielt werden, d.h. es gibt Zwischenstufen bei sehr hohen Feststoffanteilen (>80 %). Hier liegen dementsprechend sehr hohe Viskositäten vor, wodurch die Scherung in der Tinte stark vergrößert wird. Dadurch werden Leitrußagglomerate komplett zermahlen und sehr homogene Beschichtungen erzielt, wie Abbildung 3 zeigt. Der Mischprozess kann als sehr effektiv angesehen werden, da die so hergestellten Elektroden mit hohem

Mit dem Vakuums-Rotations-Revolutions-Mischer Thinky ARV-310 (Abb. 1) lassen sich dabei optisch homogene NMC-Tinten mit Feststoffanteilen von über 65 Gewichts-% in wenigen Minuten herstellen. Abbildung 2 zeigt, dass die Viskosität mit zunehmender Mischdauer abnimmt, d.h. durch verlängerte Mischdauern können wiederum Tinten mit höherem Feststoffgehalt bei gleichbleibender Viskosität hergestellt werden.

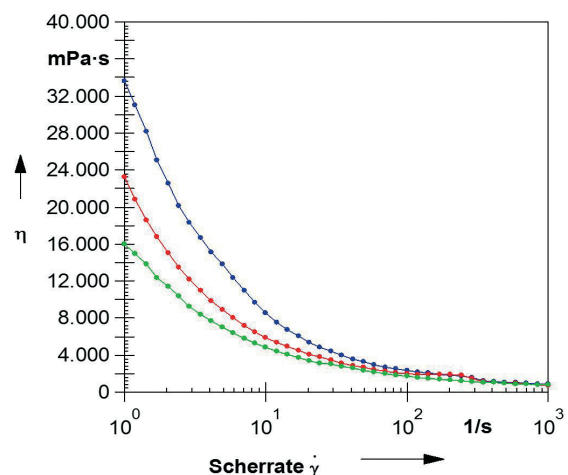


Abb. 2: Viskositäten von NMC-Beschichtungstinten mit 65 wt % Feststoff für die Elektrodenzusammensetzung 96-2-2 (wt %, NMC-Leitruß-Binder) und mit unterschiedlichen Mischdauern von 8 min, 16 min und 24 min

Aktivmaterialanteil (96 %) eine gute Haftung und Biegefestigkeit aufweisen. Diese Elektroden mit hohen Flächenkapazitäten ($>2 \text{ mAh/cm}^2$) wurden zudem in Knopfzellen untersucht, hier zeigen sie in Ratentests hohe Kapazitäten bei hohen Raten ($\sim 130 \text{ mAh/g}$ bei 3 C).

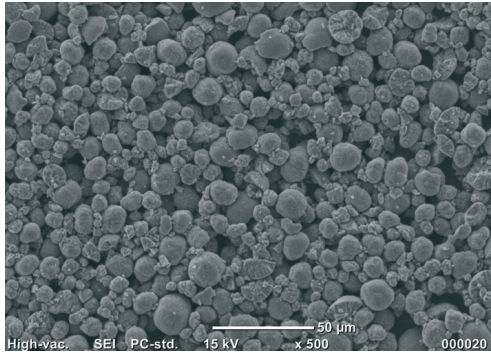


Abb. 3: REM-Bilder einer Raketbeschichtung nach mehrstufigem Mischprozess. Die Verteilung von Binder und NMC ist sehr homogen und es sind keine Leitruß-Agglomerate mehr zu sehen.

J. Schuster, J. Hattendorff, H.A. Gasteiger
Technische Universität München, Lehrstuhl Technische Elektrochemie,
Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching,
www.tec.ch.tum.de

Danksagung: Die Forschung wurde gefördert durch das BMBF Projekt
„ExZellTUM“, Fördernummer 03X4633A



C3 PROZESS- UND
ANALYSENTECHNIK

www.c3-analysentechnik.de | info@c3-analysentechnik.de