

Entwicklung leistungsfähigen Bindemittelsystems für wasserbasierte Anoden-Slurries für Lithium-Ionen-Batterien basierend auf einer Mischung aus Polyvinylpyrrolidon (PVP) und Carboxymethylcellulose (CMC)

Development of a high performance binder system based on polyvinylpyrrolidone (PVP) and carboxymethylcellulose (CMC) for water-based anode slurries for lithium-ion batteries

Lithium-Ionen-Batterien (LIB) zeigen großes Potential für stationäre Energiespeicher und elektrische Fahrzeuge. Die Minimierung der Menge des elektrochemisch inaktiven Materials schlägt sich unmittelbar in der Erhöhung der Anodenkapazität nieder. Darüber hinaus kann durch geeignete Wahl des Bindemittels die Mikrostruktur der Anode so eingestellt werden, dass weiterreichende Vorteile für das elektrochemische Verhalten der Elektrode erzielt werden können.

Die Anode besteht aus einem metallischen Stromableiter (Kupfer) und einer Aktivmaterialschicht, die zusätzlich Leitfähigkeitsverstärker und polymere Bindemittel enthält. Diese Komponenten werden zunächst mit Hilfe eines Lösungsmittels als Paste verarbeitet. Zur Verbesserung der Leitfähigkeit der Elektrode werden meistens Rußpartikel zugegeben. Polymere Bindemittel gewährleisten die Haftung auf der Stromableiterfolie und die Kohäsion der getrockneten Elektrodenschicht. Zudem dienen sie auch als Dispergierhilfsmittel für das Aktivmaterial und für den Ruß sowie zur Einstellung des Fließverhaltens der Paste.

Ziel der Arbeit ist es, die für die Herstellung einer leistungsfähigen Anode erforderliche Bindemittelmenge zu reduzieren, ohne die erforderlichen Fließigenschaften der Slurry und die mechanische Stabilität der trockenen Anodenschicht zu beeinträchtigen und gleichzeitig die elektrochemische Performance der Batterie zu verbessern. Dieses Ziel soll durch eine Polymermischung bestehend aus kurzketzigem Polyvinylpyrrolidon (PVP) und langkettiger Carboxymethylcellulose (CMC) erreicht werden. Ersteres dient als Dispergiermittel, letzteres zur Steuerung der Slurry-Rheologie und der Kohäsion der trockenen Anodenschicht.

Im ersten Schritt soll das Adsorptionsverhalten von PVP mit unterschiedlichem Molekulargewicht an Graphitpartikeln untersucht werden. Hierfür werden die wässrigen Suspensionen aus PVP und Graphit hergestellt, zentrifugiert und die Überstände rheologisch vermessen. Auf diese Weise sollte die für die Suspensionsstabilisierung erforderliche PVP Menge ermittelt werden. Im nächsten Schritt werden die auf PVP-CMC Polymermischung basierenden Anodenslurries hergestellt. Durch systematische Variation der Rezeptur- und Prozessparameter wird herausgearbeitet, wie sich der Dispersionsgrad von Partikeln und Fließigenschaften der Slurry durch Zugabe des zweiten Polymers (CMC) ändert. Schließlich wird das für gewünschte Slurry-Eigenschaften erforderliche Mischverhältnis beider Polymere gewählt.

Die auf Basis des entwickelten Bindemittelkonzepts hergestellten Graphit-Anoden werden hinsichtlich ihrer mechanischen und elektrischen Eigenschaften untersucht. Die Elektrodenpasten werden mit Hilfe des Rakelverfahrens auf Kupferfolie aufgetragen. Die Adhäsion der Elektrodenschicht zur Ableiterfolie wird anhand von 90°-Schältests bestimmt. Zusätzlich werden dicke Elektrodenschichten hergestellt und deren Kohäsionskraft in Druckversuchen untersucht. Um die Leitfähigkeit der Anodenschichten zu bestimmen, werden die Elektrodenpasten auf Glas beschichtet und der Vierpunktmessung unterzogen. Außerdem sollen die erzeugten Beschichtungen hinsichtlich ihrer Mikrostruktur elektronenmikroskopisch (REM) analysiert werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in schriftlicher Form übersichtlich zu dokumentieren und in einem Seminarvortrag vorzustellen.

Art der Arbeit: Masterarbeit
Datum der Ausgabe: 20.10.2022
Beginn: 01.11.2022
Betreuerin: Katarzyna Pesta, M.Sc.
katarzyna.pest@kit.edu
CS 50.31, Raum 218
Tel.: +49 721 608-43757

Aufgabensteller: Prof. Dr. Norbert Willenbacher