FILK Freiberg Institute

DIE ALUMINIUMBATTERIE: HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE INDUSTRIELLE FERTIGUNG – PROBASOL

BMWK Anwendungsorientierte nichtnukleare FuE; FKZ: 03EI3014C | Laufzeit: 01.2020 – 12.2023 | Dr. Frauke Junghans, FILK Freiberg Institute gGmbH; Sophia Rau, FILK Freiberg Institute gGmbH; Koordinator: Dr. Hartmut Stöcker, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Experimentelle Physik

Kategorien: **Chemie der Polymere**, **Verfahren/Prozesse**, **Werkstoffcharakterisierung**

AUSGANGSSITUATION

Das Vorhaben verfolgte das Ziel der Implementierung einer neuartigen Technologie zur Fertigung elektrochemischer Energiespeicher als Alternative zu Li-basierten Batteriesystemen (LIB). Dabei sollte es von den Ergebnissen eigener abgeschlossener bzw. aktuell laufender Verbundvorhaben profitieren und den systematischen Aufbau einschlägiger Kompetenzen im Sinne eines Transfers vervollständigen. Schwerpunktmäßig wurde auf eine Festkörperbatterie für mobile hochvalente Ionen sowie die dazugehörige Fertigungstechnologie für Festkörperelektrolyte (FKE) und Elektroden, insbesondere mittels Kurzzeittempern mit Blitzlampen (engl. Flash Lamp Annealing – FLA) sowie Anodischem Oxidieren (AO) gesetzt. Wesentliche Vorteile sollten die erzielbaren Energiedichten, die hohe Sicherheit, die umfassende Verfügbarkeit der Materialien sowie die Recyclierbarkeit der Systeme sein. Im Ergebnis sollte neben einer detaillierten Komponente-Eigenschaft-Matrix (KEM) sowie Zellstudien ein Prototyp in Einsatzumgebung als Voraussetzung für die industrielle Fertigung vorliegen. Die volumetrische Energiedichte kann potentiell doppelt bis viermal so hohe Werte im Vergleich zu kommerziellen LIB erreichen. Zudem ist ein Kostensenkungspotential von bis zu 20 % bezogen auf den Preis pro kWh gegeben. Das Erreichen der Ziele sollte durch begleitendes Technologiemanagement und Systemanalyse unterstützt werden.

PROJEKTZIEL

Das Projektziel des Teilprojektes des FILK Freiberg Institute gGmbH (FILK) bestand in der Entwicklung einer Fertigungstechnologie für Festkörperelektrolyte (FKE) und Elektroden für die Herstellung von Aluminiumbatterien in einem Rolle-zu-Rolle-Fertigungsprozess.

Kathodenmaterial (kontinuierlicher Nassauftrag) auf PI-Folie

LÖSUNGSWEG / ERGEBNISSE

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden verschiedene Strategien zur Herstellung von Festkörperelektrolyten verfolgt. Am FILK wurden dabei folgende FKE betrachtet:

- Polytetrahydrofuran-epoxid-basierter FKE
- Poly(ethylenglykol)-methacrylat-basierter / Poly(ethylenglykol)-dimethacrylat-basierter FKE
- PVDF-HFP-basierter FKE
- weiterer Festkörperelektrolyte (PES FKE, Polyethylenoxid-MMT-basierter FKE, Ionische Flüssigkeiten, Festkörperelektrolyte mit AlCl3·6H2O, Polyurethanfolie)

Trotz zahlreicher Variationen in den Rezepturbestandteilen, verschiedener Methoden zur Verfestigung/Vernetzung der Polymermischungen sowie Variationen in der Quellung der Polymere und dem Einbringen von Leitsalzen ist die Herstellung von FKEs für eine später angedachte Rolle-zu-Rolle-Fertigungstechnologie von Batteriezellen nicht gelungen.
Darüber hinaus wurde im Forschungsvorhaben zunächst die Prozesskette zur Herstellung von Kathodenmaterial im Labormaßstab entwickelt und optimiert. Für die Herstellung des Kathodenmaterials wurden alle benötigten Komponenten zu einem Slurry zusammengemischt. Nach der Trockenmischung erfolgte das Dispergieren. Anschließend wurde das Kathodenmaterial (Slurries) auf ein Grundsubstrat, zumeist eine leitfähige Folie, appliziert und schließlich im Ofen getrocknet. Um eine höhere Zellleistung zu generieren, wurde das applizierte Kathodenmaterial kalandriert und damit komprimiert. Dann ist das Zusammenfügen der Einzelkomponenten (Anode, Kathode und Elektrolyt) möglich.
Es erfolgte die Applikation des Kathodenmaterials zunächst auf Umkehrpapier und PI-Polymerfolie mittels

Labcoater im Labormaßstab, gefolgt von einem Kalandrierprozess. Die erhaltenen Kathodenmaterialien wurden ausgiebig hinsichtlich Haftung auf dem Beschichtungsmaterial, Schichtstabilität und chemischer-physikalischer Eigenschaften charakterisiert. So wurden optimale Prozessparameter zur Kathodenbeschichtung sowie zum Kalandrierprozess ermittelt.

Anschließend erfolgte die Übertragung der Abscheideparameter der Kathodenbeschichtung auf eine halbtechnische Rolle-zu-Rolle-Anlage. Im Forschungsvorhaben wurde ein Fertigungsprozess zur kontinuierlichen Beschichtung (Rolle-zu-Rolle) einer PI-Polymerfolie mit Kathodenmaterial erarbeitet. Zudem konnte im Anschluss das Kathodenmaterial kontinuierlich kalandriert werden. Damit ist der Fertigungsprozess zur Herstellung von Kathodenmaterialien für Batteriezellen problemlos in einem Rolle-zu-Rolle-Verfahren umsetzbar und kann in einen Gesamtprozess zur Batterieherstellung integriert werden.

DANK

Das Projekt "Entwicklung einer Fertigungstechnologie für Festkörperelektrolyte (FKE) und Elektroden für die Herstellung von Aluminiumbatterien in einem Rolle-zu-Rolle Fertigungsprozess", FKZ: 03EI3014A, wurde über den Projektträger Jülich im Rahmen des Förderprogramms des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) "Anwendungsorientierte nichtnukleare Forschung und Entwicklung" aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.

Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages