

UMWELTFREUNDLICHE HERSTELLUNG VON BATTERIEELEKTRODEN OHNE LÖSUNGSMITTEL

Mit den stetig wachsenden Zahlen an Elektrofahrzeugen und portablen elektronischen Geräten steigt auch der Bedarf an kosteneffizienten Herstellungsverfahren für Batteriezellen. Insbesondere bei der Batterieelektrodenherstellung kommen derzeit jedoch noch energie- und kostenaufwendige Prozesse zum Einsatz. Dafür stellt das IWS-Trockenfilmverfahren eine geeignete Alternative dar.

Wie kann man die Kosten zukünftiger Batteriezellen weiter senken? Diese Frage beantworten Wissenschaftler des Fraunhofer IWS mit zwei Ansätzen: Neben der Materialentwicklung für den Einsatz kostengünstiger Aktivmaterialien stellen vor allem alternative Fertigungsprozesse für Batterieelektroden eine entscheidende Stellschraube dar. Aktuell werden die Batterieelektroden in einem vierstufigen Verfahren hergestellt. Dafür werden die Aktivmaterialien und Additive gemischt und mit einem organischen Lösungsmittel zu Pasten verarbeitet. Aufgetragen auf dünne Metallfolien erfolgt abschließend ein intensiver Trocknungsschritt. Dieses ist besonders aufwendig, wenn toxische organische Lösungsmittel zum Einsatz kommen, die nicht in die Umwelt freigesetzt werden dürfen. Sie werden über Destillationsprozesse aufgereinigt und für die erneute Verwendung im Prozess zurückgewonnen. Die Entwicklungen zielen darauf ab, die auf toxischen Stoffen basierten Prozesse durch umweltfreundliche und kosteneffizientere Verfahren auf Wasserbasis zu ersetzen. Jedoch kommen immer häufiger wasserempfindliche Batteriematerialien zum Einsatz, sodass die pastenbasierte Elektrodenherstellung in einer Sackgasse steckt. Einen Ausweg bieten lösungsmittelfreie Beschichtungsverfahren. Die Batterieforscher des Fraunhofer IWS nutzen diese bereits seit einigen Jahren für ihre Versuche zur Materialentwicklung im Labormaßstab. Dabei kommen sie komplett ohne die Verwendung von Lösungsmitteln aus. Den Schlüssel stellt ein Binder dar, der im Gemisch mit dem Aktivmaterial unter der Einwirkung von Scherkräften sogenannte Fibrillen ausbildet. Ähnlich den Fäden eines Spinnennetzes

halten diese die Aktivmaterialpartikel zusammen. Dies erlaubt die Verarbeitung des Gemisches zu Schichten auf metallischen Stromableiterfolien.

Erfolgreiche Batteriezelltests im Labor

Die Forscher am IWS erprobten diese Form der Elektrodenherstellung bereits für unterschiedliche Batteriezelltechnologien im Labormaßstab. Sowohl Aktivmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien, wie Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid (NMC), als auch Batteriematerialien der nächsten Generation wurden erfolgreich verarbeitet und in Batteriezellen getestet. Auf diese Weise war es möglich, Kathoden für sogenannte Lithium-Schwefel-Batterien herzustellen. Mit diesen Kathoden ließen sich Batteriezellen mit einem höheren Energiegehalt (360 Wattstunden pro Kilogramm) herstellen als es mit heutiger Lithium-Ionen-Technologie (250 Wattstunden pro Kilogramm) möglich ist. Gemeinsam mit dem finnischen Start-up-Unternehmen BroadBit Batteries Oy entwickelte das IWS zudem Trockenfilmelektroden für eine Natrium-Ionen-basierte Batterietechnologie. Diese besticht durch die geringen Kosten der eingesetzten Aktivmaterialien.

Neuer Standard in Forschung und Entwicklung

Ein Ziel des Fraunhofer IWS besteht darin, kompakte Trockenfilmkalandere zur Elektrodenherstellung als Ergänzung zu den weitverbreiteten Rakelverfahren in den Laboren der Batterieforschung weltweit zu etablieren. In einem interdisziplinären



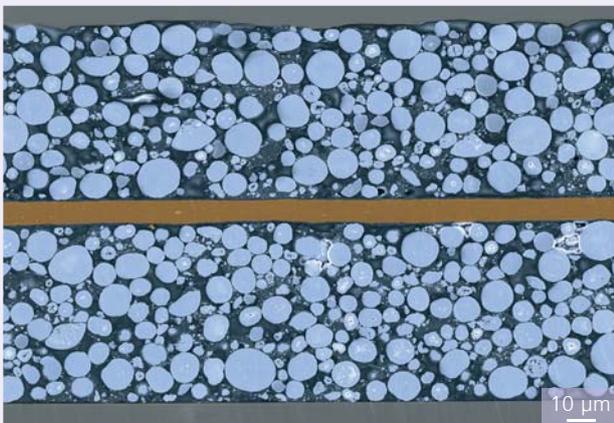
Team aus Maschinenbauingenieuren sowie Material- und Naturwissenschaftlern entwickelten die Wissenschaftler ein Gerät, das die Herstellung von Trockenfilmelektroden auf zehn Zentimetern Breite im Labormaßstab effizient und reproduzierbar ermöglicht. Das kompakte Tischgerät erlaubt zudem die Verarbeitung extrem feuchtigkeitssensibler Materialien, wie sie in Festkörperbatterien zum Einsatz kommen. Dafür lässt sich das Gerät unter Trockenluft oder sogar in Schutzgashandschuhboxen betreiben.

Entwicklung von Prototypanlagen

Nicht nur im Labormaßstab forschen und entwickeln die Batterieexperten an Lösungen, auch im Hinblick auf Prozesse und Systemtechnik im Prototypmaßstab sind sie bereits aktiv. Mit einem innovativen Pulver-zu-Rolle-Verfahren gelang es, den Trockenfilmprozess zur kontinuierlichen Herstellung von Batterieelektroden auf bis zu zwanzig Zentimeter breite Rollenware

zu übertragen. Dies stellt einen für die industrielle Anwendbarkeit des Verfahrens entscheidenden Entwicklungsschritt dar. Auch hier sind es die Ingenieure und Wissenschaftler des IWS, die Prototypenanlagen und Systemtechnik gestalten, um dieses neuartige Elektrodenherstellungsverfahren produktionstechnisch näher zu erforschen. Im Rahmen des europäischen Verbundprojekts DryProTex arbeiten sie mit Material- und Zellherstellern sowie Anlagen- und Maschinenherstellern zusammen, um den technologischen Reifegrad des innovativen Trockenfilmverfahrens weiter in Richtung industrieller Prozessführung zu steigern. Auf diese Weise wird es demnach zukünftig möglich sein, Batterieelektroden ohne toxische Lösungsmittel herzustellen. Auch die kostenaufwendigen Trocknungsschritte lassen sich vermeiden, sodass neuartige Materialien zum Einsatz kommen können. Somit leistet das Fraunhofer IWS einen maßgeblichen Beitrag zur Senkung der Herstellungskosten von Batteriezellen.

Rasterelektronenmikroskopische Querschnittsaufnahme einer im IWS-Trockenfilmverfahren hergestellten NCM-Elektrode (Lithium-Nickel-Cobalt-Mangan-Oxid)



Der IWS-Prozess zur lösungsmittelfreien Elektrodenherstellung macht es möglich, eine Vielzahl von Aktivmaterialien zu verarbeiten. In der Abbildung ist eine beidseitig mit NCM (blau eingefärbt) beschichtete 10 µm dünne Aluminiumfolie (orange eingefärbt) zu erkennen. Der extrem geringe Binderanteil ermöglicht es, hochverdichtete Elektroden mit guter Elektrolytzugänglichkeit auf ultradünnen Metallfolien herzustellen.

- 1 Die Prototypanlage des Fraunhofer IWS stellt kontinuierlich und lösungsmittelfrei Elektroden her. Meterlange Trocknungsstrecken sowie Anlagen zur Lösungsmittelrückgewinnung werden dadurch obsolet.
- 2 Mit dem kompakten Trockenfilmkalandrier können Batterieelektroden lösungsmittelfrei im Labormaßstab hergestellt werden. Das IWS führt mit dem Tischgerät eine Alternative zu etablierten Filmziehgeräten für Forschung und Entwicklung ein.

Gefördert vom



FKZ: 02P17E010

KONTAKT

Dr. Benjamin Schumm

Chemische Beschichtungsverfahren

☎ +49 351 83391-3714

✉ benjamin.schumm@iws.fraunhofer.de

