PRESSEINFORMATION

Aluminium-Anoden für anspruchsvolle Batterie-Anwendungen

Aluminium gilt seit Langem als vielversprechendes Anodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien, doch Kapazitätsverluste und der strukturelle Zerfall des Materials verhinderten bislang den industriellen Einsatz. Das Fraunhofer IPA hat nun einen technologischen Innovationssprung erzielt: Eine patentierte Technologie stabilisiert die Aluminium-Anode während wiederholter Lade- und Entladezyklen. Damit wird eine Technologie praktisch nutzbar, die hohe Energiedichten mit einer nachhaltigen, sicheren, kostengünstigen und robusten Zellarchitektur verbindet.

Hohes Potenzial – bislang durch Materialschäden begrenzt

Aluminium gilt seit Langem als vielversprechendes Anodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien. Es ist verfügbar, kostengünstig und ermöglicht hohe Kapazitäten. Der bisherige Stand der Technik zeigte jedoch eine wesentliche Herausforderung: Beim Laden und Entladen verändert Aluminium sein Volumen. Dadurch entstehen mechanische Spannungen, die zu Rissen, Porenbildung und letztlich zur Pulverisierung des Elektrodenmaterials führen. Die Folge ist eine sinkende Kapazität und eine begrenzte Lebensdauer der Zelle. Diese Materialschäden verhinderten bislang den industriellen Einsatz von Aluminium-Anoden.

Patentierte Innovationen stabilisieren die Aluminium-Anode

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA hat zusammen mit dem Institut für Photovoltaik der Universität Stuttgart eine Zell- und Elektrodentechnologie entwickelt und nun patentiert, die genau diese Alterungsprozesse verhindert und damit das zentrale Problem löst. Die Innovationen stabilisieren die Materialien während des Betriebs und erhalten den elektrischen Kontakt innerhalb der Elektrode über viele Lade- und Entladezyklen.

»Wir machen eine seit Langem bekannte, aber bislang schwer beherrschbare Batterietechnologie praktisch nutzbar«, sagt Professor Kai Peter Birke, wissenschaftlicher Direktor für Batterie- und Wasserstoffsysteme und -speicher am Fraunhofer IPA. »Unser Ansatz verbindet hohe Energiedichten mit einer einfachen, robusten und auf Sicherheit ausgelegten Zellchemie.« Die Technologie kommt ohne Graphit oder Silizium in der

Pressekommunikation
Jörg-Dieter Walz | Telefon +49 711 970-1667 | presse@ipa.fraunhofer.de
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA | Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | www.ipa.fraunhofer.de

Anode aus. Damit entfallen die für konventionelle Hochenergieanoden mit großem Siliziumanteil typischen Herausforderungen rund um die starken Volumenänderungen und die daraus entstehenden Materialschäden während der Lade- und Entladevorgänge. Zudem kann auf das verbreitete Graphit in der Anode verzichtet werden, was als ein großes Versorgungsrisiko der europäischen Batterieindustrie gilt.

Ausgangsmaterial der Aluminium-Anode ist eine kostengünstige, handelsüblich legierte Aluminiumfolie, welche gleichzeitig die Rolle des Stromableiters und des Aktivmaterials einnimmt. So kann vollständig auf Kupfer als Trägerfolie verzichtet werden. Zudem entfällt der aufwendige Beschichtungsprozess, der das Aktivmaterial erst als Elektrode nutzbar macht. Dies reduziert neben den Prozesskosten auch den Energiebedarf in der Elektrodenfertigung erheblich.

Lithium-Manganoxid-Kathode als Alternative zur Lithium-Eisenphosphat-Kathode

Als Zellkonzept kann diese Aluminium-Anode hervorragend mit einer günstigen fluorfreien Lithium-Manganoxid-Kathode (LMO) kombiniert werden. Das ermöglicht eine konkurrenzfähige Energiedichte von LMO-basierten Batteriezellen und bietet eine phosphatfreie und kostengünstige Alternative zur weitverbreiteten Lithium-Eisenphosphat-Zelle.

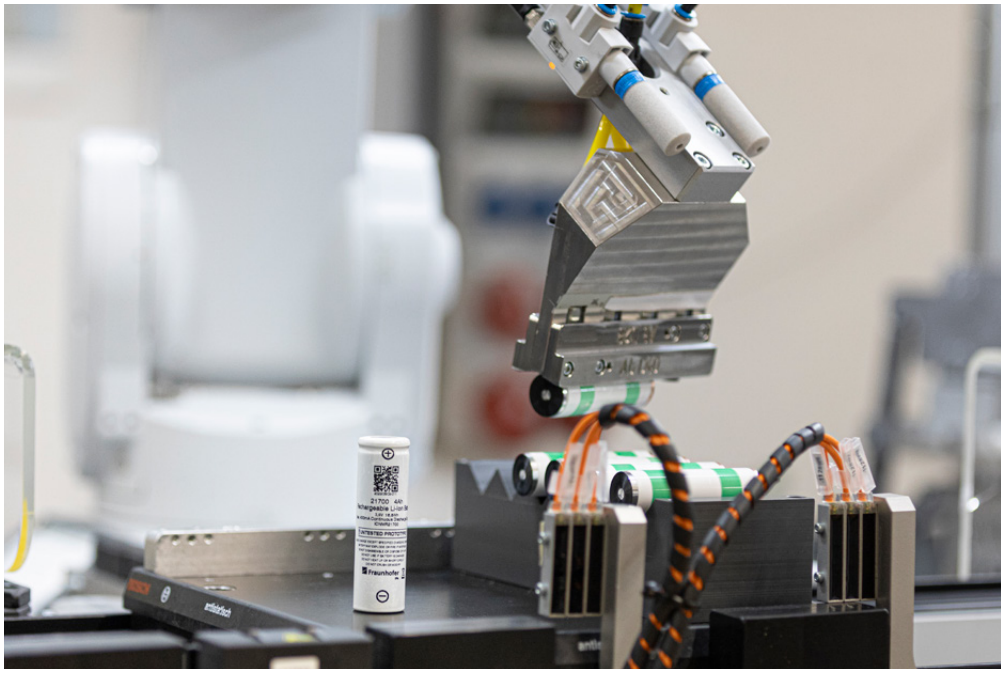
Des Weiteren kann diese Aluminium-Anode mit alternativen Elektrolytlösemitteln mit hohem Flammpunkt verwendet werden, die einen sicheren Betrieb bei erhöhten Temperaturen ermöglichen. Diese Kombination aus einem alternativen fluorfreien Elektrolyten und einer fluorfreien LMO-Kathode würde einen komplett fluor- und damit auch PFAS-freien Zellaufbau erlauben. Das Risiko, dass hochgiftiger Fluorwasserstoff aus einer Lithium-Ionen-Batterie austritt, wäre damit komplett eliminiert.

Weil die Materialstabilität nun beherrschbar wird, eröffnen sich neue Einsatzmöglichkeiten für die Aluminium-Anode. Diese sichere und robuste Zellchemie erlaubt den Einsatz in der Luftfracht, beispielsweise für das Tracking von Transportbehältern oder in spezialisierten medizintechnischen Geräten. Diese Anwendungen benötigen Energiespeicher, die kompakt, zuverlässig und sicher betrieben werden können.

Produktion auf bestehenden Anlagen möglich

Ein weiterer Vorteil: Die Zellchemie ist für die Herstellung auf bestehenden Produktionsanlagen konzipiert. Damit kann sie ohne den vollständigen Aufbau neuer Fertigungsinfrastrukturen in bestehende industrielle Prozesse integriert werden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Professor Birke haben mehrere Prototypen ihrer neu entwickelten Batterie gebaut und testen sie derzeit in den Laboren des Zentrums für Digitalisierte Batteriezellenproduktion (ZDB) am Fraunhofer IPA.

»Unser Ziel ist eine Batterietechnologie, die hohe Energiedichte, robusten Zellbetrieb und wirtschaftliche Herstellbarkeit verbindet«, sagt Kathrin Schad vom Forschungsteam Batterietechnologien am Fraunhofer IPA. »Der Durchbruch bei der Materialstabilität macht Batterien mit Aluminium-Anoden zu einer realistischen Option für die nächste Generation anspruchsvoller Energiespeicher.«



Verbindet hohe Energiedichten mit einer nachhaltigen, sicheren, kostengünstigen und robusten Zellarchitektur: Batterien mit Aluminium-Anode.
Quelle: Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez

Fachliche Kontakte
Prof. Dr.-Ing. Kai Peter Birke | Telefon +49 711 970-3621 | kai.peter.birke@ipa.fraunhofer.de | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA | www.ipa.fraunhofer.de
Kathrin Schad | Telefon +49 711 970-1992 | kathrin.schad@ipa.fraunhofer.de | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA | www.ipa.fraunhofer.de

Pressekommunikation
Hannes Weik | Telefon +49 711 970-1664 | hannes.weik@ipa.fraunhofer.de

Das **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA**, kurz Fraunhofer IPA, ist mit ca. 1130 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eines der größten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Der gesamte Haushalt beträgt 99 Mio. €. Organisatorische und technologische Aufgaben aus der Produktion bilden unsere Entwicklungs- und Forschungsschwerpunkte in 11 Forschungsbereichen. Methoden, Komponenten und Geräte bis hin zu kompletten Maschinen und Anlagen werden von uns entwickelt, erprobt und umgesetzt. In 11 Geschäftsbereichen setzen wir unsere Forschungsergebnisse gemeinsam mit kleinen und großen Unternehmen um. Dabei fokussieren wir uns insbesondere auf die Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik und Mikrosystemtechnik, Energie, Medizin- und Biotechnologie sowie Prozessindustrie.