

KURZBERICHT

Entwicklung innovativer, beschichteter Separatoren zur signifikanten Steigerung der Zyklenfestigkeit von Lithium-Schwefel-Batterien

Im Rahmen der Energiewende nimmt die Energiespeicherung eine zentrale Stellung ein. Um die Reichweite von Fahrzeugen zu erhöhen, den wachsenden Energiebedarf von portablen elektronischen Geräten zu decken oder um Energie für stationäre Anwendungen zwischen zu speichern, sind effiziente Energiespeicher notwendig. Die aktuell hauptsächlich eingesetzten Lithium-Ionen-Batterien stoßen in Bezug auf die Energiedichten an ihre Grenzen und weisen eine unzureichende Umweltbilanz und hohe Materialkosten auf.

Eine interessante Alternative, die im Fokus der Forschung steht, sind Lithium-Schwefel-Batterien, deren theoretische Energiedichte ca. dreimal so hoch ist wie bei Lithium-Ionen-Batterien. Schwefel ist im Vergleich zu den in Li-Ionen-Batterien eingesetzten Kathodenmaterialien weder giftig noch umweltgefährdend und aufgrund der höheren globalen Verfügbarkeit auch deutlich kostengünstiger.

Trotz intensiver Forschung sind Lithium-Schwefel-Batterien aufgrund der geringen Zyklenfestigkeit und Coulomb-Effizienz noch nicht wirtschaftlich nutzbar. Eine Ursache für die geringe Zyklenfestigkeit ist der so genannte Polysulfid-Shuttle-Mechanismus. Die Zyklenfestigkeit von Lithium-Schwefel-Batterien wird in hohem Maße davon bestimmt, ob die während der Zellreaktion entstehenden Polysulfide in der Kathode gehalten bzw. an der Passivierung der Anode gehindert werden können.

Ziel dieses Projektes war zum einen die Entwicklung von Separatoren mit maßgeschneiderten, per Plasmabeschichtung aufgetragenen Übergangsmetallverbindungen. Diese Verbindungen adsorbieren Polysulfide und verhindern damit deren Übergang zur Anode. Als weiteren Lösungsansatz sollten in die Kathode unterschiedliche Übergangsmetallverbindungen eingebracht werden.

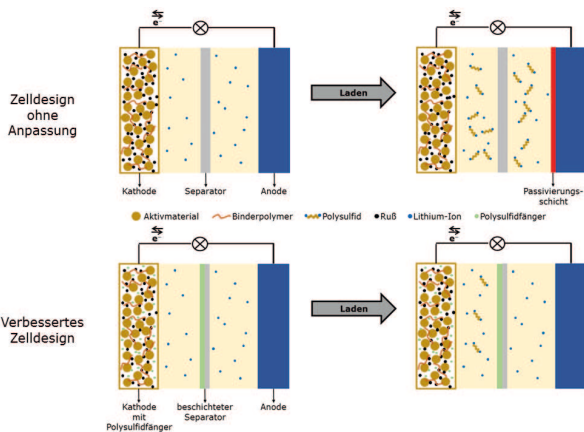


Abb.1: Darstellung einer LSB mit herkömmlichem Zelldesign (oben) und den hier geplanten Entwicklungen (unten).

Die Entwicklung der Separatorbeschichtung fand am fem statt. Dabei wurden handelsübliche Separatoren als Grundmaterial verwendet und unterschiedliche Übergangsmetalloxide, bzw. -sulfide per Plasma-Gasphasen-Abscheidung (PVD) aufgebracht.



Abb.2: Separatorbeschichtungen von unterschiedlichen Übergangsmetalloxiden (oben); PVD-Beschichtungsanlage (unten).

Die erhaltenen Schichten wurden hinsichtlich Morphologie und chemischer Zusammensetzung charakterisiert und die für Li-S-Zelle relevante Eigenschaften, wie Li-Ionenleitfähigkeit und Polysulfid-diffusion untersucht.

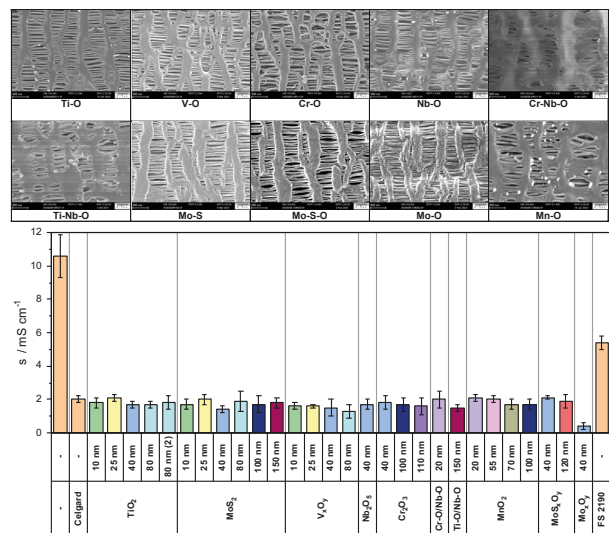


Abb.3: Charakterisierung der Separatoren; Strukturaufklärung (oben); Li-Ionenleitfähigkeit (unten)

In Vollzellen wurde am ZBT das elektrochemische Verhalten untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass einige Materialien den Polysulfid-Shuttle unterdrücken können.

Am ZBT wurden Kathoden mit unterschiedlichen Übergangsmetallverbindungen entwickelt und elektrochemisch untersucht. Ebenso wurden die Polysulfide mit Hilfe einer insitu UV/Vis-Zelle während des Zyklisierens untersucht. Insgesamt konnten Materialien identifiziert werden, die den Polysulfid-Shuttle unterdrücken und damit zur Verlängerung der Lebensdauer von Li-S-Zellen beitragen.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 21119 N der Forschungsvereinigung Edelmetalle + Metallchemie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IGF 21119 N

1.7.2020 – 31.12.2022

INDUSTRIEPARTNER (PROJEKTBEGLEITENDER AUSSCHUSS)

ALSE Deutschland GmbH | Arlanxeo Deutschland GmbH | BASF SE | CS Additive GmbH | Freudenberg Technology Innovation SE & Co. KG | Future Carbon GmbH | Georg H. Luh GmbH | Gustav Grolman GmbH & Co. KG | High Performance Battery Technology GmbH | HSWmaterials GmbH | IOLITEC Ionic Liquids Technologies GmbH | Limedion GmbH | Plasma Electronic GmbH rhd instruments GmbH & Co. KG | SGL Carbon GmbH | VARTA Microbattery GmbH

FORSCHUNGSPARTNER

ZBT | Zentrum für Brennstoffzellentechnik GmbH | Bernd Oberschachtsiek

ANSPRECHPARTNER

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
Dr. Martin Opitz, opitz@fem-online.de T +49 7171 1006-606 | Dipl.-Ing. (FH) Herbert Kappl, kappl@fem-online.de