

PROJEKT VORHABEN

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 Energie für stationäre Anwendungen zu speichern, sind effiziente Energiespeicher notwendig. Die derzeit hauptsächlich eingesetzten Li-Ionen-Batterien stoßen in Bezug auf die Energiedichten an ihre Grenzen: Sie weisen eine unzureichende Umweltbilanz und hohe Materialkosten, insbesondere für die Kathoden, auf. Eine interessante Alternative, die im Fokus der Forschung steht, sind Lithium-Schwefel-Batterien, deren theoretische Energiedichte ca. dreimal so hoch ist wie bei Li-Ionen-Batterien. Schwefel ist im Vergleich zu den in Li-Ionen-Batterien eingesetzten Kathodenmaterialien (Lithiummetalloxide, z. B. $\text{LiNi}_{0,5}\text{Co}_{0,3}\text{Mn}_{0,2}\text{O}_2$) 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. Dabei diffundieren die während der Zellreaktion entstehenden gelösten Polysulfide durch den Separator zur Anode. Dies verursacht einen Verlust des Aktivmaterials an der Kathode und an der Anode finden Nebenreaktionen statt, wodurch eine Passivschicht an der Anode entsteht, die eine Barriere für den Li^+ -Transport bildet. Die Zyklenfestigkeit von Lithium-Schwefel-Batterien wird also in hohem Maße davon bestimmt, ob die Polysulfide in der Kathode gehalten werden können. Um dies zu erreichen, werden in diesem Projekt Separatoren mit maßgeschneiderten, per Plasmabeschichtung aufgetragenen Übergangsmetallverbindungen entwickelt. Diese Verbindungen adsorbieren Polysulfide und verhindern damit deren Übergang zur Anode. Als weiteren Lösungsansatz sollen in die Kathode unterschiedliche Übergangsmetallverbindungen eingebracht werden. Im Ergebnis entsteht ein Zelldesign mit deutlich reduziertem Polysulfid-Shuttle-Mechanismus (Abb. 1).

Als Ausgangspunkt für dieses Vorhaben sollen handelsübliche Separatoren aus Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP) dienen. Die-

se werden mittels PVD am fem mit Übergangsmetalloxiden und -sulfiden beschichtet. Mit dieser Methode lassen sich verschiedene Schichten kontrolliert herstellen, ohne dass einzelne Synthesemethoden entwickelt werden müssen. Der zweite Ansatz zur Reduzierung des Polysulfid-Shuttle-Mechanismus liegt im Kathodendesign. Hier können am ZBT mittels Zugabe geeigneter Mengen von Übergangsmetallverbindungen mit großer Oberfläche die Polysulfide in der Elektrode gehalten werden. Die oben beschriebenen Maßnahmen sollen am fem und ZBT von in-situ UV/VIS-spektroskopischen Untersuchungen in speziellen Testzellen analytisch begleitet werden. Auf diese Weise lässt sich der Polysulfid-Shuttle-Mechanismus quantifizieren. Die so generierten Erkenntnisse hinsichtlich der Polysulfid-Konzentration im Elektrolyten sollen dabei helfen, die Übergangsmetallbeschichtung der Separatoren zur Hemmung der Polysulfiddiffusion anzupassen und zu verbessern.

Diese Methoden sollen zur nahezu vollständigen Unterdrückung der Polysulfid-Diffusion zur Anode führen und die Bildung einer für Li^+ undurchlässigen Passivierungsschicht ausschließen. Auf diese Weise wird die Verwendung von Graphitanoden, die in früheren Projekten des ZBT entwickelt wurden, ermöglicht.

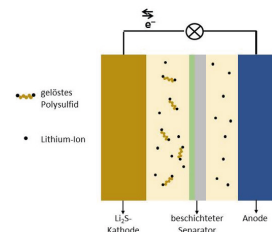


Abb. 1: Darstellung der geplanten Li_2S -Zelle, bestehend aus Li_2S -Kathode, beschichtetem Separator und Anode

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 21119 N der Forschungsvereinigung Edelmetalle+Metallchemie wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 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 (Batterietechnik) | Dipl.-Ing. (FH) Herbert Kappl, kappl@fem-online.de (PVD-Beschichtung)