

PROJEKTVORHABEN

Nachhaltige, leistungsstarke Natrium-Schwefel-Batterien mit neuartigem synergetischem Polymerseparator- und Elektrodenkonzept (NaPolEon)

Für das Gelingen der Energiewende spielen Energiespeichersysteme eine entscheidende Rolle. Ein Schlüssel zur Entwicklung nachhaltiger und ökologisch verträglicher Energiespeicherlösungen sind die Erforschung von Systemen, die aus preiswerten und leicht verfügbaren Materialien bestehen und somit aktuelle Lithium-Ionen-Batterien teilweise ersetzen können. Ein vielversprechender Kandidat in diesem Bereich ist das System der Natrium-Schwefel-Batterien, das durch sein exzellentes Preis-Leistungsverhältnis hervorsteht, da Natrium kostengünstig aus Meerwasser in Form von Natriumchlorid gewonnen werden kann und sich Schwefel ebenfalls durch reichhaltige Vorkommen, geringe Kosten, sowie eine hohe Umweltfreundlichkeit und nicht vorhandene Toxizität auszeichnet.

Ausgangslage, Vorarbeiten und Projektidee

In vorangegangenen Projekten (BMBF 03FH01312; IGF 19134N; IGF N08401/13; PTJ 03ETE026B) der Hochschule Aalen konnte ein innovatives Kathodenmaterial für Lithium/Schwefel-Akkumulatoren erfolgreich entwickelt werden. Anders als beim klassischen Ansatz, bei dem Aktivmaterial mit Leitfähigkeitsadditiven und Bindern auf eine Stromsammelrfolie aufgebracht wird, ermöglicht das neue Kathodenkonzept die vollständige Einsparung dieser Zusätze. In einem einstufigen Prozess wird die Stromsammelrfolie direkt galvanogeformt, während das Aktivmaterial simultan mittels Dispersionsabscheidung in die Metallmatrix eingebracht wird. Diese Metallmatrix dient sowohl zur elektrischen Ableitung als auch zur mechanischen und elektrischen Anbindung des Aktivmaterials Schwefel (Abb. 1).

Gleichzeitig führt die dendritische Morphologie der Aktivmaterialschichten zu größeren Oberflächen und einer erhöhten Porosität, was zu einer starken Vergrößerung der Grenzfläche Elektrode/Elektrolyt führt. Dies verringert die Überspannung und erhöht, in Verbindung mit der deutlich erhöhten Elektrodenleitfähigkeit die Effizienz.

Im Rahmen dieses Projekts werden kompositgalvanogeformte Ni/S-Kathodenfolien für den Einsatz in Na-Schwefel-Batterien weiterentwickelt. Die hergestellten Schichten werden anschließend mit einer porösen Polymerschicht überzogen, die neben ihrer Funktion als Separator auch als mechanischer Schutz und Reservoir für den Elektrolyten dient. Erfahrungen mit solchen porösen polymerbasierten Separatorschichten konnten bereits im IGF-Projekt FiberBat gesammelt werden.

Ausgehend von den Erfahrungen des fem im Bereich der galvanischen Herstellung von Lithium- Calcium- und Natriumanden (IGF 19134N, BMWK 03ETE026C, BMBF 03XPO487E, IGF 011F22793N, IGF 011F23177N) sollen auf der Anodenseite galvanisch hergestellte Natriumlegierungsschichten verwendet werden. Die Galvanotechnik ist dabei in der Lage, dünne Schichten maßgeschneidert herzustellen, die mit mechanischen Verfahren nicht darstellbar wären. Auf diese Weise kann nun auch die Zellbalance exakt eingestellt und ein unnötiger Natriumüberschuss vermieden werden. Dies führt zur Erhöhung der Zellsicherheit.

Die erstmalige Abscheidung von Natriumlegierungsschichten im Rahmen von NaPolEon soll die elektrochemischen Eigenschaften der Anode verbessern, was sich auch auf die Zellper-

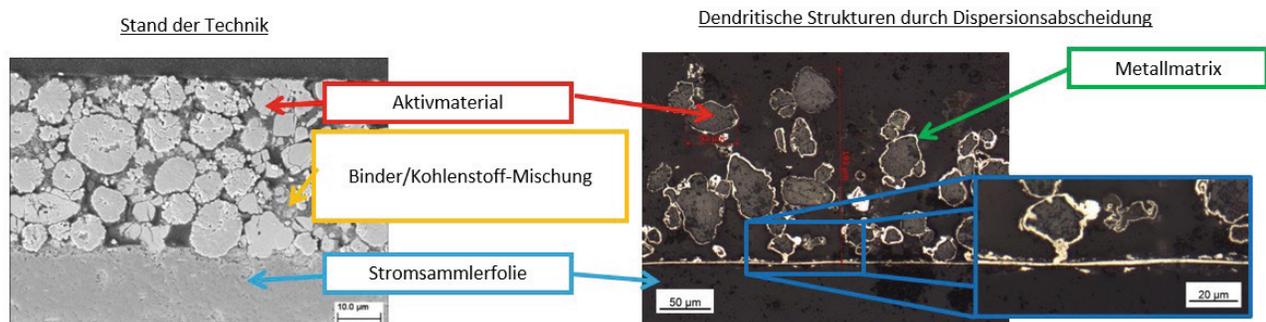


Abb. 1: Schematischer Aufbau der Kathode nach Stand der Technik (links) dendritische Strukturen der durch Dispersionsabscheidung neu entwickelten Kathode (rechts)

formance auswirken wird. Die Anode soll dann mit einer für Natriumionen leitfähigen Schutzschicht versehen werden, welche unerwünschte Nebenreaktionen zwischen Natrium und Elektrolyt bzw. Schwefelverbindungen von der Kathode verhindern und die Handhabung der Anoden bei der Zellemblierung erleichtern soll.

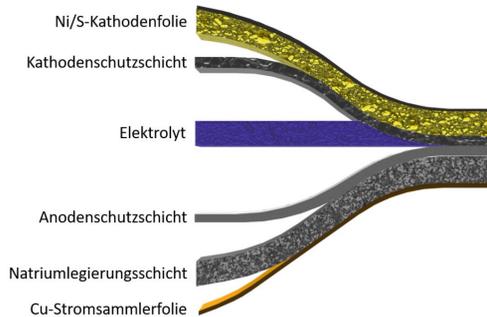


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Natrium-Schwefel-Zelle

Projektpartner und Expertise

Dieses Projekt wird in enger Zusammenarbeit zwischen den zwei Forschungseinrichtungen durchgeführt:

fem Forschungsinstitut

- Expertise in der Entwicklung von galvanisch hergestellten Lithium-, Calcium- und Natriumschichten
- Schwerpunkt ist die Entwicklung einer Na-Legierungsschicht zur Verbesserung der Anodeneigenschaften und der Entwicklung einer geeigneten Schutzschicht für die Anode.

Zentrum Elektrochemische Oberflächentechnik (ZEO) der HS-Aalen:

- Expertise in der Kompositgalvanoformung (KGF) von Ni/S-Kathodenfolien.
- Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung der polymerbasierten Separatorschicht der Kathodenfolie für das Natrium-Schwefel-Batteriesystem und der Weiterentwicklung der Ni/S-Kathodenfolien.

Durch die Kombination der Kompetenzen beider Institute wird eine synergetische Zusammenarbeit ermöglicht, die die Innovationskraft und die Erfolgswahrscheinlichkeit des Projektes signifikant erhöht.

Projektziele und Innovationsgehalt

Das geplante Projekt zielt darauf ab, die gewonnenen Erkenntnisse und Technologien auf die Herstellung folienförmiger Elektroden für Natrium-Schwefel-Batterien zu übertragen. Dabei sollen die folgenden Innovationsziele erreicht werden:

1. Entwicklung einer neuartigen Separatorschicht
 - Entwicklung einer polymerbasierten Separatorschicht, die für das chemische Gesamtsystem der Natrium-Schwefel-Batterie auf der Kathodenseite geeignet ist.
 - Anpassung der Separatorschicht an die speziellen Anforderungen der Anode.
2. Verbesserung der Anoden- und Kathodeneigenschaften
 - Weiterentwicklung der Abscheidparameter zur Anpassung der Kathodeneigenschaften an die Natriumlegierungsanoden.
 - Entwicklung einer maßgeschneiderten Na-Legierungsanode und deren Charakterisierung.
 - Erhöhte Sicherheit in Bezug auf die Natriumanode durch direkte Beschichtung mit kationenselektiver Schutzschicht.
3. Optimierung der Herstellungsprozesse:
 - Entwicklung der Präprozesse für die Elektrodenfolien und Assemblierung in Knopfzellen.
 - Evaluierung verschiedener Applikationsmethoden für die Beschichtung der KGF-Nickel/Schwefel-Kathodenfolien mit der Separatorschicht.
4. Elektrochemische Charakterisierung:
 - Elektrochemische Charakterisierung der Gesamtzellen zur Bewertung der Leistungsfähigkeit und Langzeitstabilität der entwickelten Systeme.

Danksagung

Das IGF-Projekt 01IF23620N wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

01IF23648N

1.7.2025 – 31.12.2027

PROJEKTBEGLEITENDER AUSSCHUSS

ARLANXEO Deutschland GmbH / BMW Group / BRW Elektrochemie GmbH & Co. KG / CCT Composite Coating Services GmbH Elanis / FUJIFILM Wako Chemicals Europe GmbH / Hugo Kern und Liebers GmbH & Co. KG / Ing.-Büro Ulrich Bingel / IoLiTec Ionic Liquids Technologies GmbH / Ke-Tec GmbH / NovoPlan GmbH / RENA Technologies GmbH / rhd instruments GmbH & Co. KG / Soliture / Varta Microbattery GmbH / Willibald Speth - TecPro

FORSCHUNGSPARTNER

ZEO Zentrum Elektrochemische Oberflächentechnik der HS Aalen

ANSPRECHPARTNER

fem Forschungsinstitut, Katharinenstr. 13–17, 73525 Schwäbisch Gmünd, Deutschland

Dr. Seniz Sörgel, soergel@fem-institute.com, +49 7171 1006-600 / Dr. Martin Opitz, opitz@fem-institute.com