

PROJEKT VORHABEN

Sicherheit und Betriebsstrategien Lithium-basierter Batterien: Dendriten- und SEI-Wachstum auf metallischem Lithium

Der Energiespeicherung kommt im Rahmen der Energiewende eine besondere Bedeutung zu. Der Einsatz von Batterien ist für die Speicherung von erneuerbarer Energie sowohl stationär als auch mobil, etwa in Elektrofahrzeugen, unumgänglich. Einen großen Einfluss auf den Batteriezustand und die Lebensdauer haben dabei die zum Teil stark wechselnden Bedingungen (Temperatur, Stromprofil, etc.). Die Aufgabe von Batteriemanagementsystemen ist daher die Überwachung und Steuerung komplexer Batteriepacks. Auf diese Weise sollen Sicherheitsprobleme verhindert werden und der Batteriezustand möglichst lange erhalten bleiben. Die Kenntnis über den Batteriezustand erlaubt es, fehlerhafte und beschädigte Batteriezellen zu identifizieren, wodurch die gezielte Entfernung dieser Zellen aus dem Verbund des Batteriepacks zur Vermeidung von Havarien möglich ist. Die Algorithmen des Batteriemanagementsystems müssen jedoch auf die jeweilige Zellchemie abgestimmt sein.

Im Fokus des Forschungsprojekts stehen die experimentelle Darstellung und simulatorische Modellierung elektrochemischer Energiespeicher mit metallischen Lithium-Elektroden. Im Gegensatz zu aktuellen Energiespeichern besitzen metallische Li-Elektroden höhere theoretische Energie- und Leistungsdichten. Eines ihrer wesentlichen Merkmale ist das Wachstum einer Schutzschicht zwischen Elektrode und Elektrolyt (SEI: Solid Electrolyte Interphase) und das Wachstum von nadelförmigem Li beim Zyklisieren (Dendriten, Abb. 1). Das SEI-Wachstum führt zu erhöhtem Innenwiderstand und damit zur Abnahme der Zellleistung bis hin zum Versagen. Die Dendriten stellen wegen des potentiellen Durchdringens des Separators bis zum Kurzschluss mit der Gegenelektrode ein ernsthaftes Sicherheitsrisiko dar. Beide Effekte sollen

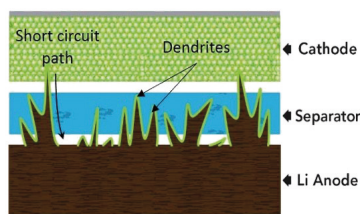


Abb.1: Dendriten-Wachstum am Beispiel einer Li-Ionen-Batterie. (Quelle: SLAC National Accelerator Laboratory: Study Finds a Way to Prevent Fires in Next-Generation Lithium Batteries, "2017)

untersucht und modelliert werden. Voraussetzung für die Entwicklung des mathematischen Modells der neuen Energiespeicher ist die experimentelle Analyse, welche die Eigenschaften der metallischen Li-Elektrode und ihr Verhalten innerhalb des Energiespeichers charakterisiert.

Ziel des Projektes ist es, die aus den experimentellen Verfahren gewonnenen empirischen Erkenntnisse und Parameter zur Modellierung dieser Prozesse auf physikalisch-elektrochemischer Basis zu verwenden. Die implementierte Software kann zukünftig zur Verifizierung von Algorithmen in Batteriemanagementsystemen Anwendung finden und teure, zeitaufwendige und unzureichend reproduzierbare Tests mit realen Batterien ersetzen. Ausgangspunkt für die Modellierung der physikalischen und elektrochemischen Vorgänge innerhalb der Batterie sind die bereits entwickelten Modelle für Li-Ionen-Batterien und die darauf basierende Simulationssoftware des Fraunhofer IEE. Die experimentellen Daten werden am fem generiert. Dabei kommen neben konventionellen elektrochemischen Methoden auch speziell auf die Charakterisierung von metallischem Lithium angepasste Untersuchungsverfahren zum Einsatz. Die so gewonnenen Daten werden dann als empirische Randbedingungen vom Fraunhofer IEE für die Simulation verwendet, um durch intelligente Ansteuerung von Batterien die Dendritenbildung zu vermeiden und das SEI-Wachstum zu minimieren. Zusätzlich dienen die am fem durchgeführten Messungen der Validierung des Modells.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 21113 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 21113 N

1.4.2020 – 30.9.2022

Industriepartner (Projektbegleitender Ausschuss)

CTC Battery Technology | EDI GmbH | Envites Energy BatteryCell | MicroNova AG | PTS Prüftechnik GmbH | rhd instruments GmbH & Co.KG | Unicorn Engineering GmbH | Varta Microbattery GmbH | Zahner Elektrik GmbH & Co.KG | Regionalmanagement Nordhessen GmbH

Forschungspartner

IEE | Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik Kassel | Dr. Tatjana Dabrowski

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
 Dr. Martin Opitz, opitz@fem-online.de, T +49 7171 1006-318