

HELIOS

Vorhersage von thermischen und elektrischen Verlusten in Hochleistungs-Natrium-Ionen Speicher

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Kooperationsstrukturen, Bridge Ausschreibung 2023	Status	laufend
Projektstart	01.11.2024	Projektende	31.10.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Natrium-Ionen-Speicher; Batterie; Akku; Thermische Verluste; Elektrische Verluste;		

Projektbeschreibung

Die stetig steigende Bedeutung von leistungsfähigen elektrochemischen Energiespeichern (Akkumulatoren bzw. Akkus) ist unbestritten, und insbesondere in den beiden Anwendungssegmenten Pufferspeicher für Solar- und Windkraftanlagen sowie E-Mobility sind in den nächsten Jahren noch enorme Marktzuwächse zu erwarten. (Das sind jene Anwendungen mit den höchsten Anforderungen an Speicherkapazität, Ladegeschwindigkeit, Lebensdauer und Verlässlichkeit.)

Besonders die Lithium-Ionen-Akkus haben in den letzten Jahren eine unglaublich rasante Entwicklung genommen, gelten heute als der Stand der Technik und setzen sich in nahezu allen Bereichen durch. Jedoch ist die Lithium-Technologie in vieler Hinsicht auch sehr risikobehaftet und problematisch: Lithium-Akkus zeigen im Versagensfall ein schwer zu bändigendes Brandverhalten, und Lithium per se ist ein sehr knapper und teurer Rohstoff, der von der Gewinnung über die Anwendung bis hin zur Entsorgung sowohl in ökonomischer als auch in ökologischer Hinsicht Kopfzerbrechen bereitet. Deshalb prognostiziert die Fachwelt, dass die „post-Lithium-Ära“ unverzüglich starten wird, sobald geeignete Alternativtechnologien zur Verfügung stehen.

Natrium-Ionen-Akkus gelten heute als die vielversprechendste Zukunftsalternative zur Lithium-Technologie: Natrium [Na] – einer der beiden atomaren Bausteine von Kochsalz – ist verglichen mit Lithium [Li] quasi unbegrenzt verfügbar, billig und sowohl ökologisch als auch sicherheitstechnisch unproblematisch. Na-Akkuzellen haben zwar den grundsätzlichen Proof of Concept für eine Reihe von Materialkombinationen für Anode, Kathode und Elektrolyt bereits erbracht, und ihre theoretischen Leistungsgrenzen wären voll konkurrenzfähig mit jenen von Lithium-basierten Akkus. Das praktische Ausschöpfen dieses Potentials in größeren Akkumodulen und Komplettsystemen – und damit die breite Durchsetzung am Markt – scheitert jedoch gegenwärtig noch an dem Umstand, dass das elektrochemische und thermische Verhalten der für Na-Akkus in Frage kommenden Elektroden-Elektrolyt-Kombinationen noch nicht hinreichend systematisch untersucht und verstanden ist. Ein solches Verständnis wäre jedoch essentiell um Na-Akkusysteme ohne verschwenderische Überdimensionierung und Sicherheitspuffer über lange Zeiträume nahe an den theoretischen Leistungslimits betreiben zu können.

Daher hat sich das vorliegende Projekt HELIOS zum Ziel gesetzt, die aus heutiger Sicht für Na-Akkus mit organischen Elektrolyten attraktivste Elektrodenkombination (Anodenmaterial = NVPF, Kathodenmaterial = amorphes Hard Carbon) umfassend und systematisch zu untersuchen und jene Daten und daraus abgeleiteten Modelle bereit zu stellen, die erforderlich sind, um künftig die Batteriemanagementsysteme [BMS] solcher Na-Akku-Module so designen und programmieren zu können, dass die Na-Akku-Technologie ihr Potenzial voll ausspielen kann.

Aus systematischen Untersuchungen an selbst gefertigten Halb- und Vollzellen werden zunächst Impedanz- und Entropiemodelle abgeleitet und dann zu einem thermischen Modell zusammengeführt, welches experimentell validiert das gesamte Spektrum der in Frage kommenden Betriebsparameter abdeckt (bottom-up-approach). Die Absicherung der experimentellen Validierung dieser Modelle erfolgt parallel dazu anhand systematischer Untersuchungen an industriellen Vollzellen von neu bis komplett degradiert (top-down-approach).

Abstract

The steadily increasing importance of high-performance electrochemical energy storage systems (accumulators or batteries) is undisputed, and enormous market growth is expected in the coming years, particularly in the two application segments of buffer storage for solar and wind power plants and e-mobility. (These are the applications with the highest requirements in terms of storage capacity, charging speed, service life and reliability).

Lithium-ion batteries in particular have undergone incredibly rapid development in recent years, are now regarded as the state of the art and are becoming established in almost all areas. However, lithium technology is also very risky and problematic in many respects: in the event of failure, lithium batteries exhibit fire behavior that is difficult to tame, and lithium per se is a very scarce and expensive raw material that causes headaches in both economic and ecological terms, from extraction to application and disposal. Experts are therefore predicting that the "post-lithium era" will begin as soon as suitable alternative technologies are available.

Sodium-ion batteries are currently regarded as the most promising future alternative to lithium technology: compared to lithium [Li], sodium [Na] - one of the two atomic building blocks of common salt - is available in virtually unlimited quantities, is cheap and is unproblematic in terms of both ecology and safety. Na battery cells have already provided the basic proof of concept for a number of material combinations for anode, cathode and electrolyte, and their theoretical performance limits would be fully competitive with those of lithium-based batteries. However, the practical exploitation of this potential in larger battery modules and complete systems - and thus the broad market penetration - is currently still hampered by the fact that the electrochemical and thermal behavior of the electrode-electrolyte combinations that could be used for Na batteries has not yet been sufficiently systematically investigated and understood. However, such an understanding would be essential in order to be able to operate Na battery systems close to the theoretical performance limits over long periods of time without wasteful oversizing and safety buffers.

The HELIOS project has therefore set itself the goal of comprehensively and systematically investigating the most attractive electrode combination for Na batteries with organic electrolytes (anode material = NVPF, cathode material = amorphous hard carbon) from today's perspective and providing the data and models derived from it that are required to be able to design and program the battery management systems [BMS] of such Na battery modules in such a way that the Na battery technology can fully exploit its potential.

Impedance and entropy models are first derived from systematic investigations on self-manufactured half and full cells and then combined into a thermal model that covers the entire spectrum of possible operating parameters in an experimentally validated manner (bottom-up approach). In parallel, the experimental validation of these models is validated by means of systematic investigations on industrial full cells from new to completely degraded (top-down approach).

Projektkoordinator

- Universität Innsbruck Institut für Physikalische Chemie

Projektpartner

- ECOLYTE GmbH