

Fraunhofer-Allianz Batterien

Simulation und Modellierung

*Festkörperionenleiter
(© Fraunhofer IWM)*

Die Fraunhofer-Allianz Batterien bündelt die Kompetenzen von 26 Mitgliedsinstituten, und hat das Ziel, durch innovative Forschung auf dem Themengebiet der elektrochemischen Energiespeicher geeignete technische und konzeptionelle Lösungen zu entwickeln und in die Anwendung zu überführen. Dabei umfassen die Kompetenzen der Fraunhofer-Allianz Batterien die gesamte Wertschöpfungskette der Batterietechnologie.

Arbeitsfelder und Kompetenzen

Computergestützte Simulationen erlauben in unterschiedlichen Detaillierungsgraden kostengünstig reproduzierbare Untersuchungen und beschleunigen damit die Entwicklung von Batteriespeichern. Der Einsatz dieser Simulationen reicht dabei von quantenchemischen Methoden zur Materialcharakterisierung über physikalische Kontinuumsmodelle zur Zellauslegung bis hin zu echtzeitfähigen Batteriemodellen zur Einbindung in Batteriemanagementsysteme oder Prüfstände und zur Batteriesimulation in Hardware-in-the-Loop (HiL) Systemen.

Quantenchemische Methoden erlauben Einblicke in die Funktionsweise von Materialien, die durch Experimente nicht zugänglich sind. Hierdurch können Eigenschaften neuartiger Materialien und Prozesse, beispielsweise beim Laden/Entladen, besser verstanden werden. Makroskopische Parameter, die die Leistungsfähigkeit des Materials bestimmen, können mittels moderner

Multiskalenverfahren ermittelt werden. Darüber hinaus bietet die numerische Simulation auf der Nanoskala die Möglichkeit das qualitative Verständnis der zugrunde liegenden Vorgänge zu verbessern. Auf Zellebene spielen neben den Materialeigenschaften auch geometrische Faktoren eine wichtige Rolle für das Batterieverhalten. Basierend auf den physikalischen Prozessen für Ionen-, Ladungs- und Wärmetransport wurden Modelle entwickelt, die ein- oder dreidimensionale prädikative Simulationen einer Batteriezelle erlauben. Der Einfluss der Elektrodenmikrostruktur (zum Beispiel Partikelgröße und Topologie) kann ebenso wie der des makroskopischen Zelllayouts am Computer untersucht werden. Die detaillierten orts aufgelösten Informationen über die Verhältnisse im Innern der virtuellen Zelle erhöhen darüber hinaus auch das Verständnis spezifischer Zelleigenschaften.

Zur Vorhersage des Versagens von Zellen, zum Beispiel des Kurzschlusses unter Crashbelastung und dessen Folgen, liefern numerische Simulationen einen wesentlichen Beitrag. Neben

Stauch- und Biegetests von Zellen können auch extreme Fälle wie Perforation analysiert und Zellstruktur oder Schutzgehäuse optimiert werden. Für derartige Simulationen werden besondere Materialmodelle benötigt, die zur Beschreibung des Verhaltens der eingesetzten Materialien unter hohen dynamischen Lasten geeignet sind. Eine spezialisierte Werkstoffcharakterisierung liefert die hierzu erforderlichen Grunddaten. Zentrales Element ist dabei die enge Kopplung mit Versuchen zur Erstellung geeigneter Versagens- bzw. Gefährdungskriterien.

Für die Auslegung des Gesamtsystems sind eigens angepasste, effiziente Simulationsmodelle unverzichtbar. Ausgehend von der messtechnischen Analyse von Speicherzellen oder Detailmodellen stehen Simulationsmodelle zur Verfügung, die das elektrische und thermische Betriebsverhalten oder die Alterung der Batteriezelle so gut und schnell abbilden, dass sie die Grundlage zur Auslegung und Untersuchung von Batteriesystemen bilden. Dies ermöglicht eine verbesserte Analyse und anwendungsgerechte Dimensionierung des Energiespeicher- sowie des Batteriemanagementsystems. Echtzeitfähige Simulationen ermöglichen sogar den Einsatz von virtuellen Batterien in HiL-Systemen. Für die Parametrierung der elektrischen und thermischen Verhaltensmodelle steht eine hochflexible Testinfrastruktur mit modularer Leistungselektronik, hochgenauen Messsystemen und einem breiten Temperaturbereich sowohl auf Zell- als auch auf Systemebene zur Verfügung.



Kommen Sie gerne auf uns zu – mit langjähriger Erfahrung und Expertise entwickeln wir gemeinsam mit Ihnen maßgeschneiderte und an Ihre Wünsche angepasste Lösungen.

Kontakt

Prof. Dr. Jens Tübke
Sprecher

Dr. Kai-Christian Möller
Stellv. Sprecher

Dr. Katharina Ahlbrecht
Geschäftsstellenleitung

c/o Fraunhofer ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal

allianz.batterien@zv.fraunhofer.de
www.batterien.fraunhofer.de



Unser Angebot

- Physikalische und elektrochemische Modellentwicklung von der quantenmechanischen Ebene bis zur kompletten Batterie
- Analyse von Nanostruktur-Einflüssen auf Materialparameter
- Virtuelles Zelldesign
- Erstellung von Detail- und Ersatzmodellen für Festigkeitsanalysen oder Crashsimulation mit Modellierung des Versagens
- Optimierung von Zellstrukturen aus Sicht der Betriebs- und Crashesicherheit
- Analyse und anwendungsgerechte Dimensionierung des Energiespeichersystems einschließlich eines optimalen Energiemanagements
- Ermittlung optimaler Schaltungsvarianten von Einzelzellen im Zellverbund sowie die Auslegung und Betriebsstrategie von Balancing-Schaltungen
- Entwicklung des Batteriemanagementsystems zur Überwachung von Ladezustand (SOC), Alterungszustand (SOH) und Zellinnentemperatur sowie zur Diagnose von Speichermodulen
- Einbindung von echtzeitfähigen Batteriesimulationen als virtuelle Batterien in HiL-Systemen
- Testen und Prüfen von Bordnetzen, Batteriemanagementsystemen oder Gesamtsystemen, wie Elektrofahrzeuge mit virtuellen Batterien (HiL-Batterieemulatoren)

Produkte

- **BEST – Battery and Electrochemistry Simulation Tool** dient zur Zellauslegung und Performanceanalyse sowohl auf der mikroskopischen Material- wie auch der makroskopischen Zellskala und basiert auf einer Kontinuumsbeschreibung der Batterietransportprozesse. → www.itwm.fraunhofer.de/best
- **BaSiS – Battery Simulation Studio** simuliert dynamisch alle relevanten elektrochemischen Prozesse in Li-Ionen- und Blei-Säure-Zellen sowie Batterien unter verschiedenen Betriebsbedingungen und deren Alterung. Durch eine Schnittstelle an Simulink® ist die Software auch für den Einsatz in automobilen Simulationsumgebungen angepasst und als Echtzeitvariante für HiL-Systeme verfügbar. → www.iee.fraunhofer.de/basis
- **foxBMS – The Most Advanced Open Source BMS Platform** ist eine flexible Forschungs- und Entwicklungsumgebung von Batteriemanagementsystemen und zielt darauf ab moderne sowie komplexe elektrische Energiespeichersysteme und Lithium-Ionen-Batteriepacks zu steuern. foxBMS ist geeignet und anpassbar für aktuelle und zukünftige wiederaufladbare Energiespeichersysteme. → <https://foxbms.org/>