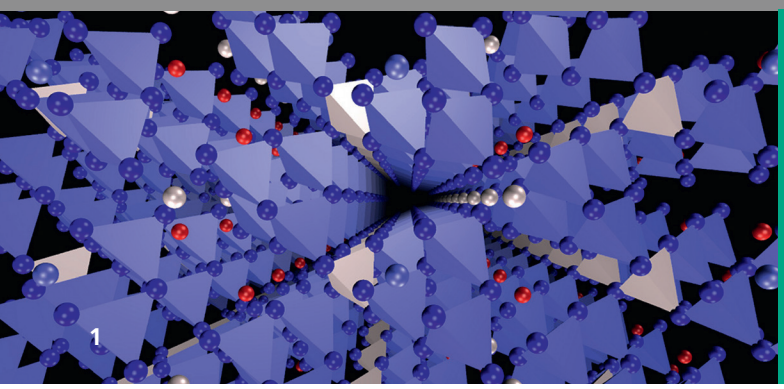
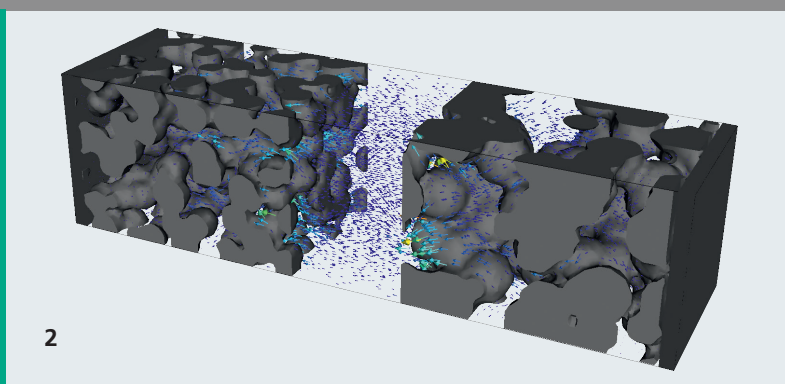
Fraunhofer
BATTERIEN

FRAUNHOFER-ALLIANZ BATTERIEN





1 *Festkörperionenleiter.*
Foto: Fraunhofer IWM.
2 *Mikrostruktursimulation mit BEST (Battery and Electrochemistry Simulation Tool).*
Foto: Fraunhofer ITWM.

FRAUNHOFER-ALLIANZ BATTERIEN
SIMULATION

Die Fraunhofer-Allianz Batterien, bestehend aus 19 Mitgliedsinstituten, setzt sich zum Ziel, durch relevante Forschung auf dem Themengebiet der elektrochemischen Energiespeicher (Batterien, Superkondensatoren) geeignete technische und konzeptionelle Lösungen unter besonderer Berücksichtigung der sozialen, ökonomischen und ökologischen Konsequenzen zu entwickeln und in die Anwendung zu überführen.

Neben den Themen Material, System und Testung liegt eine der Kernkompetenzen der Allianz im Bereich Simulation.

Arbeitsfelder und Kompetenzen

Die Simulationsaktivitäten reichen dabei von quantenchemischen Methoden zur Materialcharakterisierung über physikalische Kontinuumsmodelle zur Zellauslegung bis hin zu echtzeitfähigen Batteriemodellen zur Einbindung in Batteriemanagementsysteme oder zur Batteriesimulation.

Materialien und atomistische Prozesse

Quantenchemische Methoden erlauben Einblicke in die Funktionsweise von Materialien, die durch Experimente nicht zugänglich sind. Dies kann genutzt werden, um Eigenschaften neuartiger Materialien und Prozesse, welche zum Beispiel beim Laden/Entladen eines Batteriesystems auftreten, besser zu verstehen. Makroskopische Parameter, die die Leistungsfähigkeit des Materials bestimmen, können mittels moderner Multiskalenverfahren bestimmt werden. Darüber hinaus bietet die numerische Simulation auf der Nanoskala die Möglichkeit das qualitative Verständnis der zugrunde liegenden Vorgänge zu verbessern.

Elektroden- und Zelldesign

Auf der Ebene der Zelle 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

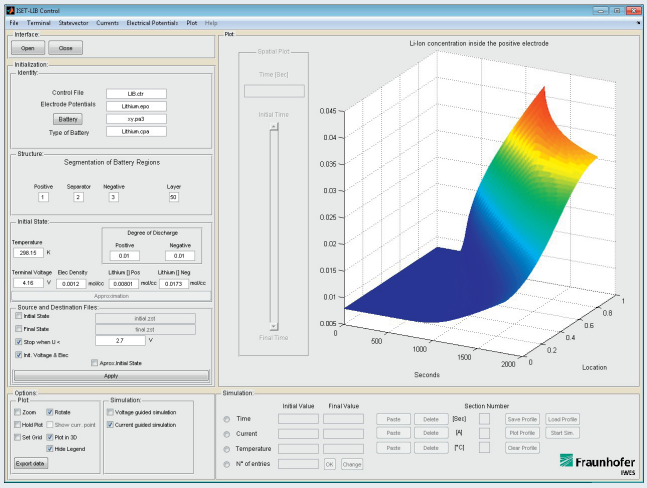
Fraunhofer-Allianz Batterien

Ansprechpartner

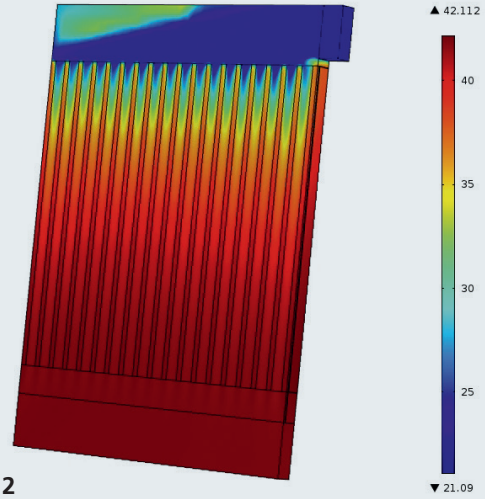
Prof. Dr. Jens Tübke
Telefon +49 721 4640-343
jens.tuebke@ict.fraunhofer.de

Dr. Jochen Zausch
Telefon +49 631 31600-4688
jochen.zausch@itwm.fraunhofer.de

www.batterien.fraunhofer.de



1



2

Simulationen einer Batteriezelle erlauben. Der Einfluss der Elektrodenmikrostruktur (zum Beispiel Partikelgrößen und Topologie) kann ebenso am Computer untersucht werden wie der des makroskopischen Zelllayouts. Die detaillierten lokalen Informationen über die Verhältnisse im Innern der virtuellen Zelle erhöhen darüber hinaus auch das Verständnis spezifischer Zelleigenschaften.

Zellstruktur und Sicherheit

Zur Vorhersage des Versagens von Zellen, zum Beispiel des Kurzschlusses unter Crashbelastung und dessen Folgen, können numerische Simulationen einen wesentlichen Beitrag liefern. 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 in jedem Fall eine enge Kopplung mit Versuchen zur Erstellung geeigneter Versagens- bzw. Gefährdungskriterien.

Systemdesign

Für die elektrische und thermische Auslegung des Gesamtsystems sind eigens angepasste, effiziente Simulationsmodelle unverzichtbar. Ausgehend von der messtechnischen Analyse von Speicherzellen oder Detailmodellen werden schneller rechenbare Zellmodelle abgeleitet, die das elektrische und thermische Betriebsverhalten je nach Ansatz gut bis sehr gut beschreiben. Sie bilden die Grundlage für die Analyse und anwendungsgerechte Dimensionierung des Energiespeichersystems einschließlich Kühlsystem sowie des Batteriemanagementsystems. 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.

Dienstleistungen

- Physikalische Modellentwicklung von der quantenmechanischen Ebene bis zur kompletten Batterie
- Ermittlung von Modellparametern für alle verwendeten Modellsätze
- Virtuelles Zelldesign
- Erstellung von Detail- und Ersatzmodellen für Festigkeitsanalysen oder Crashsimulation mit Modellierung des Versagens
- Optimierung von Zellstrukturen aus Sicht der Betriebs- und Crashsicherheit
- Analyse von Nanostruktur-Einflüssen auf Materialparameter
- Analyse und anwendungsgerechte Dimensionierung des Energiespeichersystems einschließlich eines optimalen Energiemanagements
- Ermittlung optimaler Schaltungsvarianten von Einzelzellen 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
- Testen und Prüfen von Bordnetzen, Elektrofahrzeugen oder Batteriemanagementsystemen mit virtuellen Batterien (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
- ISET-LIB simuliert dynamisch alle relevanten physikalischen und elektrochemischen Prozesse in Li-Ionen Zellen & Batterien unter verschiedenen Betriebsbedingungen (U,I, T, SOC, SOH). Die Software ist für den Einsatz in automobilen Simulationsumgebungen angepasst und als Echtzeitvariante für HiL-Systeme verfügbar.
  http://battery-simulation.de/
- ISET-LAB simuliert das dynamische Verhalten von Blei-Säure Batterien. Es werden alle gängigen Echtzeitbetriebssysteme unterstützt.
  http://battery-simulation.de/

1 Grafische Benutzeroberfläche für ISET-LIB. Foto: Fraunhofer IWES.
2 Simulation einer luftgekühlten Pouchzelle. Foto: Fraunhofer ICT.