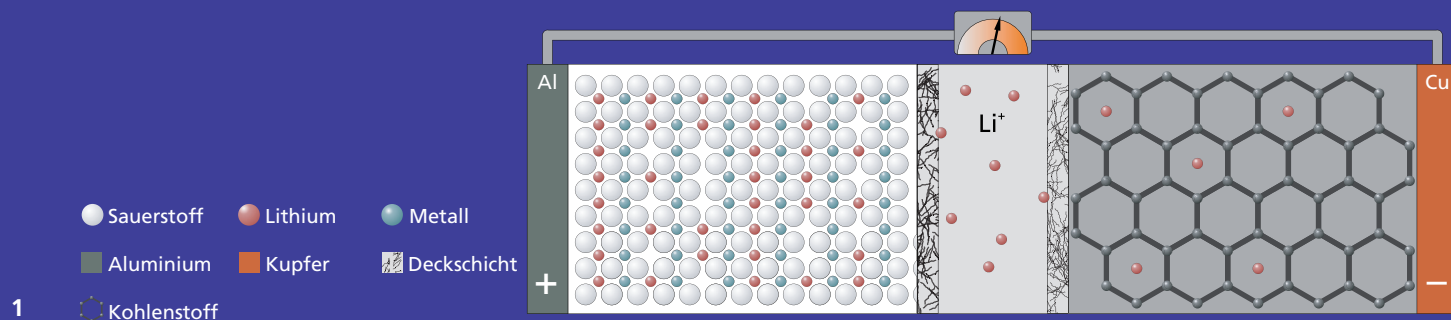




1 Prinzip einer Lithium-Ionen Batterie.

SIMULATION VON LI-IONEN-BATTERIEN

Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität

Bauweisen und Infrastruktur
Sprecher:
Dr.-Ing. Bernhard Budaker

Kontakt:
Dipl.-Ing. Matthias Puchta
Fraunhofer IWES

Telefon +49 561 7294-367
Telefax +49 561 7294-100
matthias.puchta@iwes.fraunhofer.de

www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/li-ionen

Batteriemodelle für die Automobil- industrie auf Basis physikalisch-elektro- chemischer Modelle

Simulationen und Hardware in the Loop Tests spielen in modernen Entwicklungsprozessen eine bedeutende Rolle, da sie eine große Zeit- und Kostenersparnis versprechen. Dies gilt vor allem auch im Bereich elektrischer Systeme, wo Speicher, wie Li-Ionen Batterien, in vielen Fällen eine zentrale Komponente darstellen. Das Fraunhofer IWES bietet für diese ein detailliertes Simulationsmodell unter dem Namen ISET-LIB an.

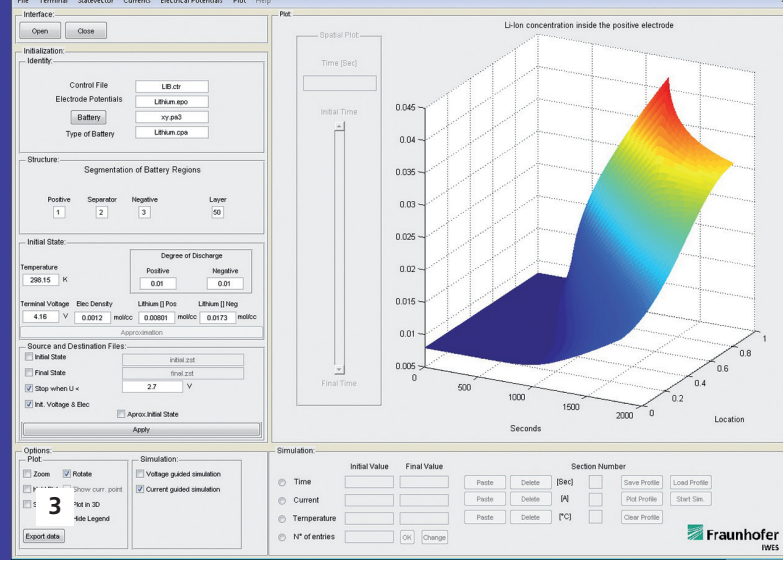
Das Modell

ISET-LIB simuliert das Verhalten von Li-Ionen Batterien unter verschiedenen Betriebsbedingungen ausgehend von der Modellierung

aller relevanten physikalisch-elektrochemischen Vorgänge.

Hierdurch lassen sich auch unterschiedliche Alterungszustände modellieren, sofern die entsprechenden physikalisch-chemischen Veränderungen bekannt sind. Unabhängig davon ermöglicht dieser Ansatz einen detaillierten Einblick in den Zustand sowie die inneren Vorgänge einer Li-Ionen Batterie, was speziell für die Entwicklung neuer Zellkonzepte und Batteriemanagementsysteme große Vorteile bringt. So können beispielsweise Zustandserkennungsalgorithmen effektiv getestet und weiterentwickelt werden.

Das Modell bildet das hochgradig nicht-lineare Verhalten einer Li-Ionen Batterie auf Zellebene nach, wodurch eine hohe Simulationsgenauigkeit über den gesamten



Betriebsbereich erreicht wird. Als Eingangsgrößen dienen neben dem Anfangszustand auch die Temperatur sowie das Strom- oder Spannungsprofil an den Batterieklemmen. Die Verbindung mehrerer Zellen zu einem Pack mit den entsprechenden Wechselwirkungen auf thermischer und elektrischer Ebene ist möglich.

Die Parameter

Als Grundlage dienen konstruktive Daten sowie charakteristische Parameter der Zellchemie, wodurch nahezu beliebige Bauformen nachgebildet werden können. Die charakteristischen und konstruktiven Parameter für das Modell können bei Bedarf am Fraunhofer IWES ermittelt werden. Auch die Parametrierung gealterter Zellen / Batterien ist möglich.

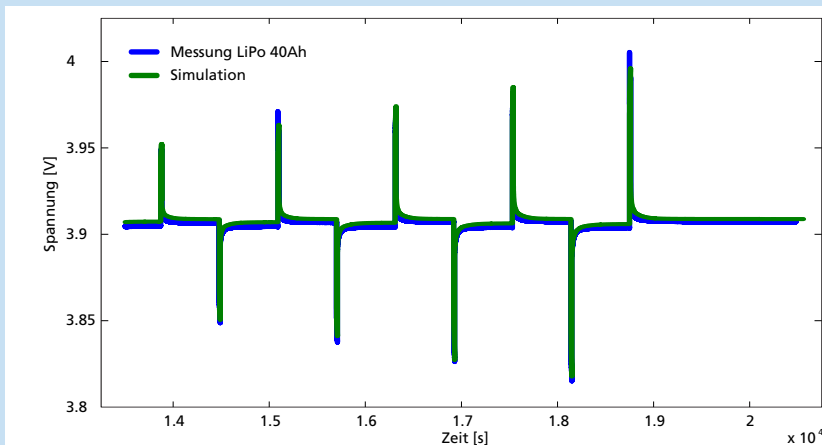
Die Software

ISET-LIB ist als S-Function für den Einsatz unter Matlab/Simulink lieferbar, eine Implementierung für weitere Simulationsumgebungen ist auf Anfrage möglich. Das Softwarepaket verfügt über eine grafische Benutzeroberfläche zur Parametrierung, Initialisierung und Auswertung von Simulationen.

Hier können neben dem Klemmenverhalten und der Temperaturentwicklung auf einfache Weise alle inneren Vorgänge und Zustände angezeigt und analysiert werden. Eine Echtzeitvariante für den Einsatz in allen gängigen Hardware in the Loop Plattformen ist ebenfalls verfügbar. In Verbindung mit einer geeigneten Stromversorgung ist so beispielsweise der Bau virtueller Batterien (Batterieemulatoren) möglich, die das Klemmenverhalten realer Batterien präzise nachbilden.

Unser Angebot

- Vorhersage des Klemmenverhaltens
- Simulation beliebiger Batteriezustände
- Test von Zustandserkennungsalgorithmen für Batteriemanagementsysteme
- Bewertung von Zellkonzepten
- Parametrierung über konstruktive Daten
- Nachbildung beliebiger Alterungszustände
- Echtzeitvariante für Hardware in the Loop Teststände verfügbar



Vergleich Messung / Simulation an einer 40 Ah LiPo Zelle mit Strompulsen von 20-40 A nach einer Entladung auf 75% SOC bei 25 °C

- 2 Test eines Elektrofahrzeugs auf dem Rollenprüfstand des Fraunhofer IWES mit Unterstützung einer virtuellen Batterie.
- 3 Grafische Benutzeroberfläche für ISET-LIB.