

Prinzip einer Lithium-Ionen  
Batterie

## SIMULATION VON LI-IONEN BATTERIEN

### Fraunhofer IWES

Königstor 59  
34119 Kassel

### Kontakt:

Dipl.-Ing. Matthias Puchta  
Tel: +49 561 7294-367  
matthias.puchta@iwes.fraunhofer.de

[www.iwes.fraunhofer.de](http://www.iwes.fraunhofer.de)



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

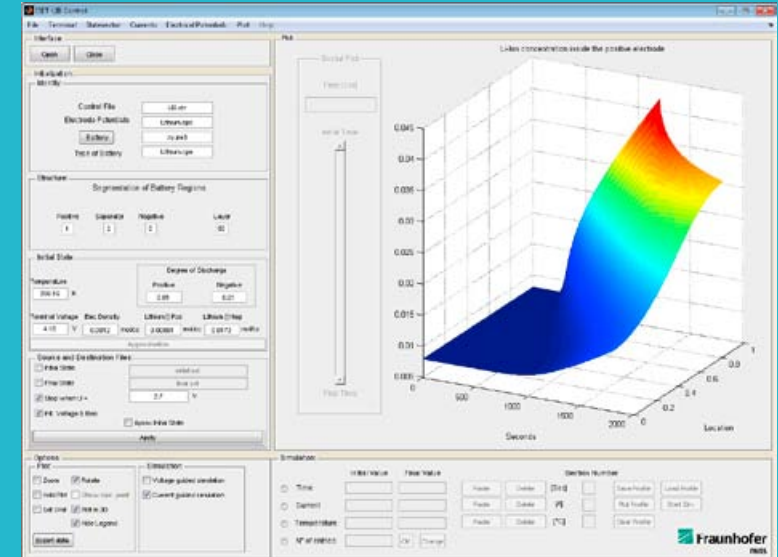
Batteriesimulationen ersparen aufwändige  
Messreihen und helfen Entwicklungsprozes-  
se zu beschleunigen.

Die Software ISET-LIB simuliert alle relevan-  
ten physikalischen und elektrochemischen  
Vorgänge in Li-Ionen Batterien unter  
verschiedenen Betriebsbedingungen. Als  
Grundlage dienen konstruktive Daten  
sowie charakteristische Parameter der Zell-  
chemie.

Die Batteriemodelle des Fraunhofer IWES  
werden seit mehr als 15 Jahren erfolgreich  
in der internationalen Automobilindustrie  
eingesetzt. Profitieren auch Sie von unserer  
Erfahrung. Wir beraten Sie gern!

### Eigenschaften

- Nichtlineares Modell
- Vorhersage des Klemmenverhaltens
- hohe Genauigkeit über gesamten Betriebsbereich
- Simulation beliebiger Batteriezustände
- Einblick in die inneren Vorgänge
- genaue Kenntnis des Batteriezustands
- Test von Zustandserkennungsalgorithmen für Batteriemanagementsysteme
- Bewertung von Zellkonzepten
- Parametrierung über konstruktive Daten
- keine Messungen erforderlich
- Nachbildung beliebiger Alterungs-zustände
- Echtzeitvariante für Hardware in the Loop Teststände verfügbar



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.

### Das Modell

ISET-LIB simuliert das Verhalten von Li-Ionen Batterien unter verschiedenen Betriebsbedingungen ausgehend von der Modellierung aller relevanten physikalisch-chemischen Vorgänge. Als Grundlage dienen konstruktive Daten sowie charakteristische Parameter der Zellchemie, wodurch nahezu beliebige Bauformen nachgebildet werden können, ohne aufwändige Messreihen zur Parametrierung durchführen zu müssen. Hierdurch lassen sich auch unterschiedliche Alterungszustände

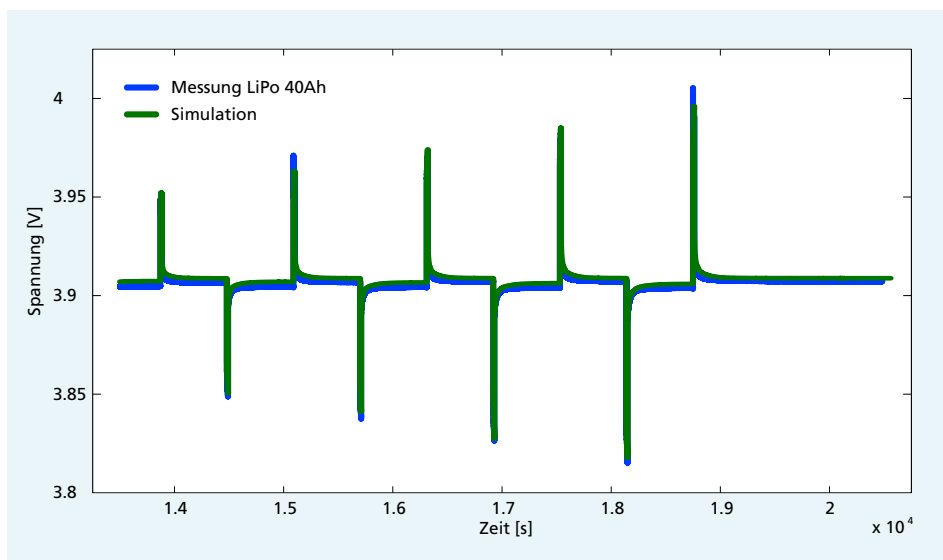
modellieren, sofern die entsprechenden physikalisch-chemischen Veränderungen bekannt sind. Unabhängig davon ermöglicht dieser Ansatz einen detaillierten Einblick in den Zustand sowie die inneren Vorgänge einer Li-Ionen Batterie, was speziell für die Entwicklung neuer Zellkonzepte und Batteriemanagementsysteme 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 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.



- 1 Test eines Elektrofahrzeugs auf dem Rollenprüfstand des Fraunhofer IWES mit Unterstützung einer virtuellen Batterie
- 2 Grafische Benutzeroberfläche für ISET-LIB
- 3 Vergleich Messung/Simulation an einer 40Ah LiPo Zelle mit Strompulsen von 20-40 A nach einer Entladung auf 75% SOC bei 25 °C