
Energiesysteme neu denken

Batteriemangement in dezentralen Energiespeichern

Steffen Bockrath
Erlangen, 08.07.2019



Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

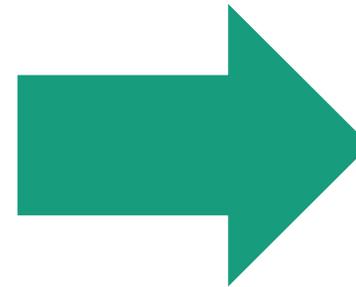
Die Batterie in SEEDs



Prismatische
Lithium-Ionen Zelle



Batteriemodul mit
30 Zellen



- Fünf stationäre Speicher mit 14 Modulen
- Insgesamt 100 kWh

Sichere und effiziente Nutzung von Lithium-Ionen Batterien



- Die Lithium-Ionen Batterie (LIB) sollte innerhalb ihres elektrischen und thermischen Sicherheitsbereichs betrieben werden.
- Für eine genaue Bestimmung der verbleibenden verfügbaren Energie muss der Ladezustand präzise vorhergesagt werden.
→ Beide Punkte sind wesentlich für eine sichere und wirtschaftliche Nutzung von LIB.

Batteriemanagementsystem (BMS), z.B. foxBMS

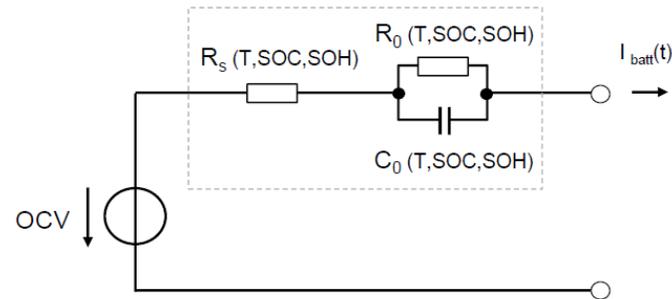
Klassische Ladezustandsbestimmung

Coulomb Counting:

$$SOC(t) = SOC(t_0) - \int_{t_0}^t \frac{\eta \cdot i \cdot d\tau}{C_{bat}}$$

- Lade- oder Entladestrom wird über die Zeit summiert und dann zum aktuellen Ladezustand addiert bzw. subtrahiert.
- Zwei Nachteile: Wert muss initialisiert werden und der berechnete SOC verschiebt sich aufgrund numerischer Fehler

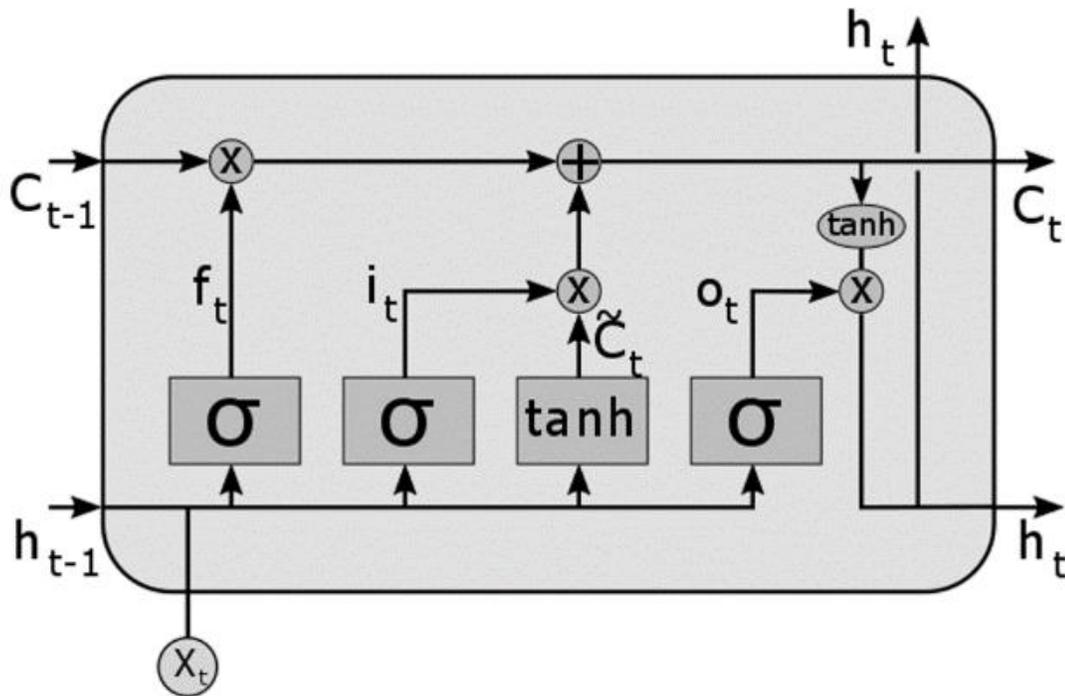
Ersatzschaltbildmodell (ECM):



- Das ECM muss kalibriert werden, um reale Spannungsprofile zu repräsentieren.
- Kalibrierung und hinreichend große Datenmenge nötig, damit das Modell die Lithium-Ionen Batterie korrekt abbildet.

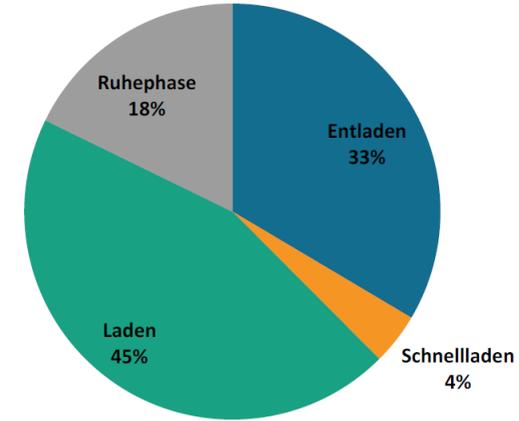
Rekurrente neuronale Netze mit Long Short-Term Memory zur Ladezustandsbestimmung

Long Short-Term Memory (LSTM):



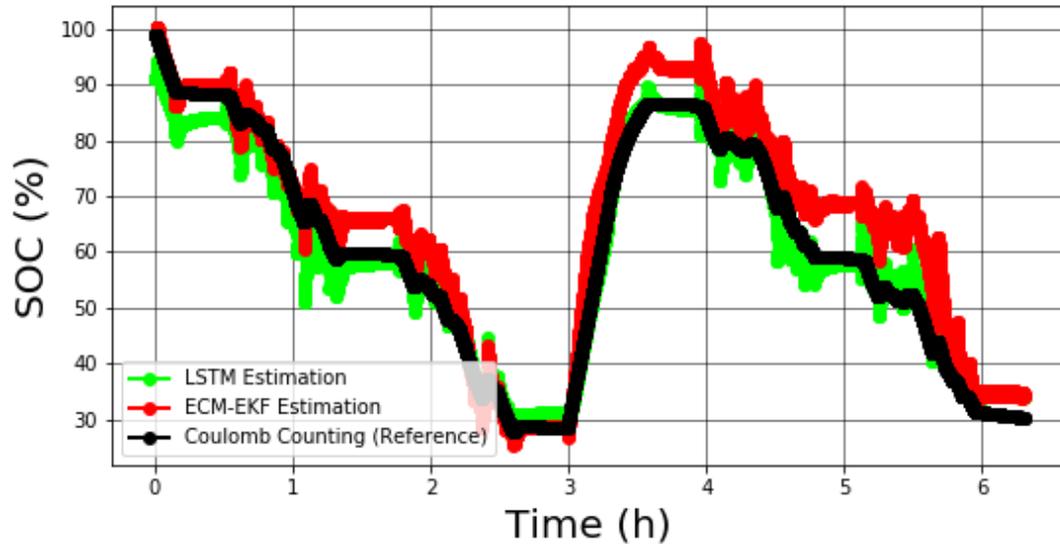
- LSTMs sind auf die Verarbeitung von Zeitreihen zur Erkennung und Speicherung von Mustern spezialisiert
- Die wesentlichen Informationen werden im Zellzustandsvektor gespeichert und vom LSTM zu einem späteren Zeitpunkt abgerufen.
- Informationen fließen durch drei unterschiedliche Knoten, mit denen entschieden wird, welche Informationen vergessen oder gespeichert werden sollen

Nutzbarmachung der Daten



- Zum besseren Verständnis der Daten werden diese in die vier wichtigsten Batteriezustände gruppiert.
- Basierend auf dem Clustering kann die kumulierte Verteilung der Betriebsphasen ausgewertet werden.
- Anhand dieser Informationen wird überprüft, ob repräsentative Daten vorliegen

Bestimmung des Ladezustandes



Models	Error
	RMSE
ECM-EKF	9.5%
LSTM	5.0%

Die LSTM-Schätzung verhält sich für verschiedene Arten von Datensätzen konsistent, während der mit dem Ersatzschaltbildmodell bestimmte SOC in Abhängigkeit von dem Datensatz stark variiert

→ Angesichts der wachsenden Datenmenge, die mit den stationären Speichern generiert wird, kann die Genauigkeit des LSTM-Ansatzes weiter verbessert werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Danksagung

Diese Arbeiten wurden im Rahmen des Projekts SEEDs durch das [Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie](#) gefördert.

Der Autor dankt allen Kolleginnen und Kollegen, die an den vorgestellten Themen mitgearbeitet haben.

Kontakt

Steffen Bockrath M.Sc.

Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB

Schottkystraße 10, 91058 Erlangen, Germany

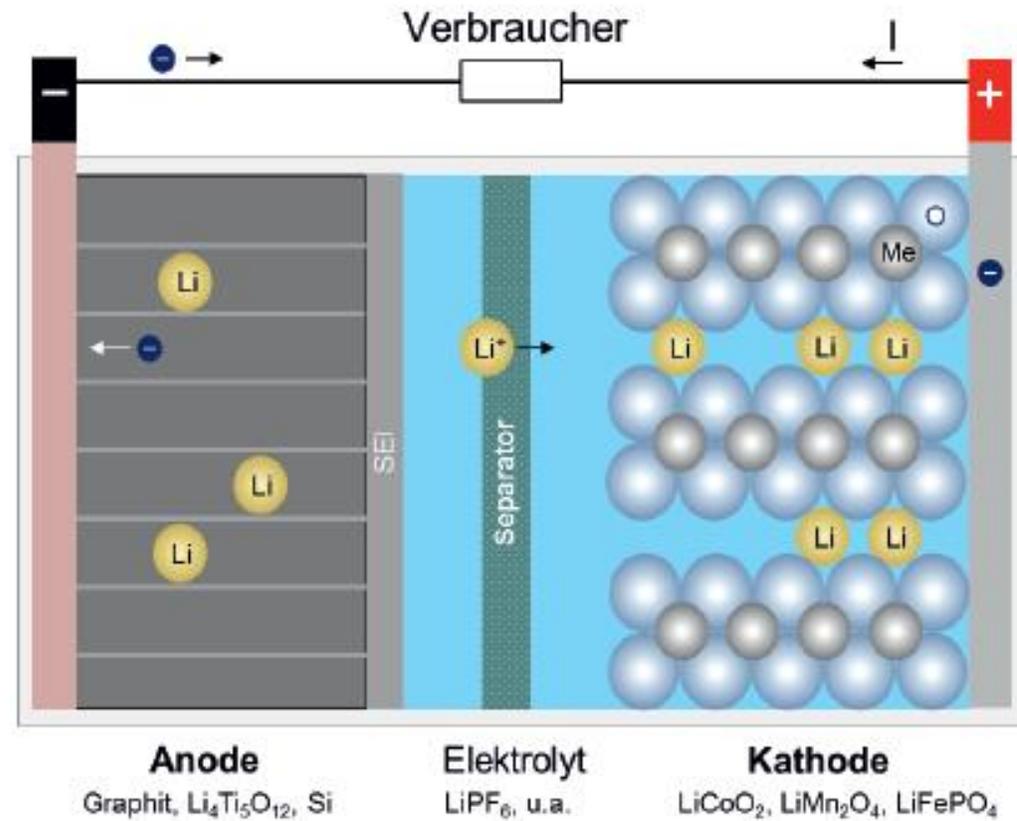
Tel.: +49 (0) 9131 761-644

Steffen.bockrath@iisb.fraunhofer.de

www.iisb.fraunhofer.de

Back Up Folien

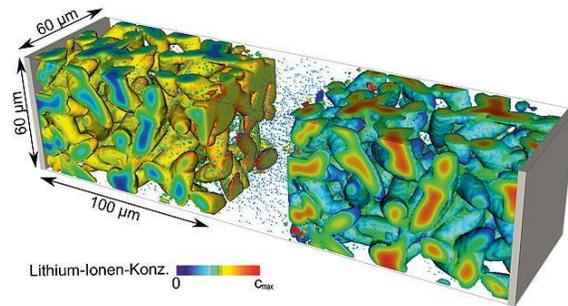
Funktionsweise Lithium-Ionen Batterie



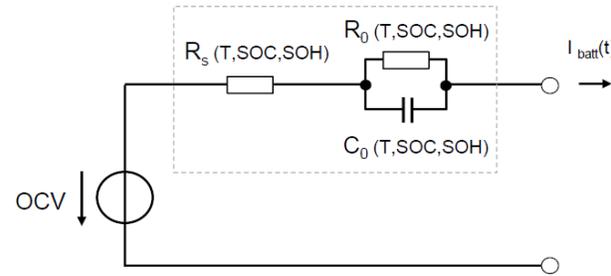
Modellierung der Lithium-Ionen Batterie

Physikalische Interpretierbarkeit

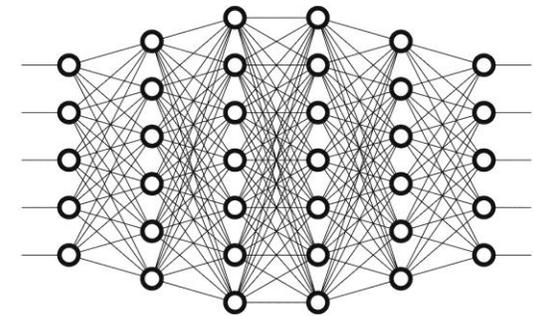
Ortsaufgelöstes Dolye-Fuller
Newman Model



Ersatzschaltbildmodell



Datengetriebene Ansätze, wie
Neuronale Netze

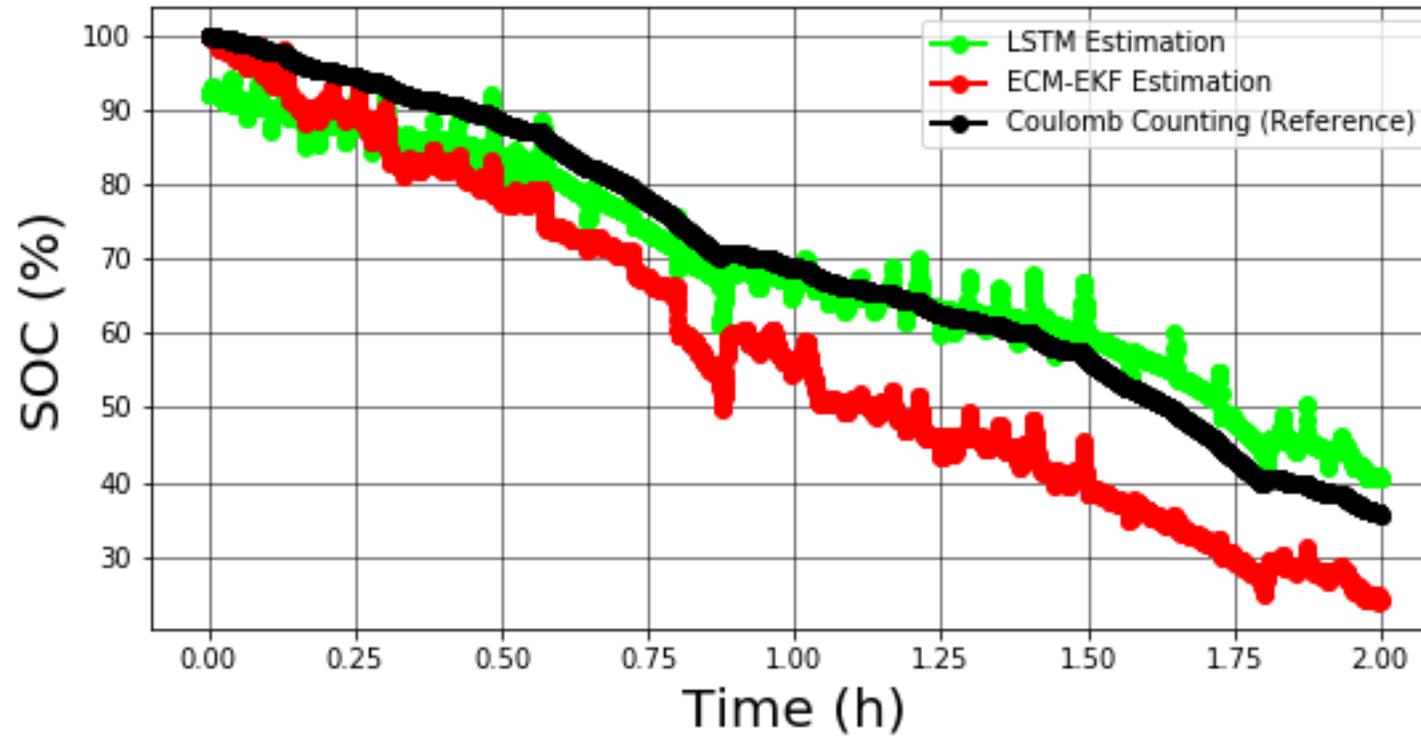


Selbstanpassungsfähigkeit

Ersatzschaltbildmodell und Kalman Filter



Bestimmung des Ladezustandes (1)



Bestimmung des Ladezustandes (2)

