



# Systemdesign eines Batteriemanagementsystems für Elektrofahrzeuge

## Workshop der ASIM/GI-Fachgruppen 2017

M. Eng. S. Jacobitz  
M. Eng. S. Scherler  
Prof. Dr.-Ing. X. Liu-Henke

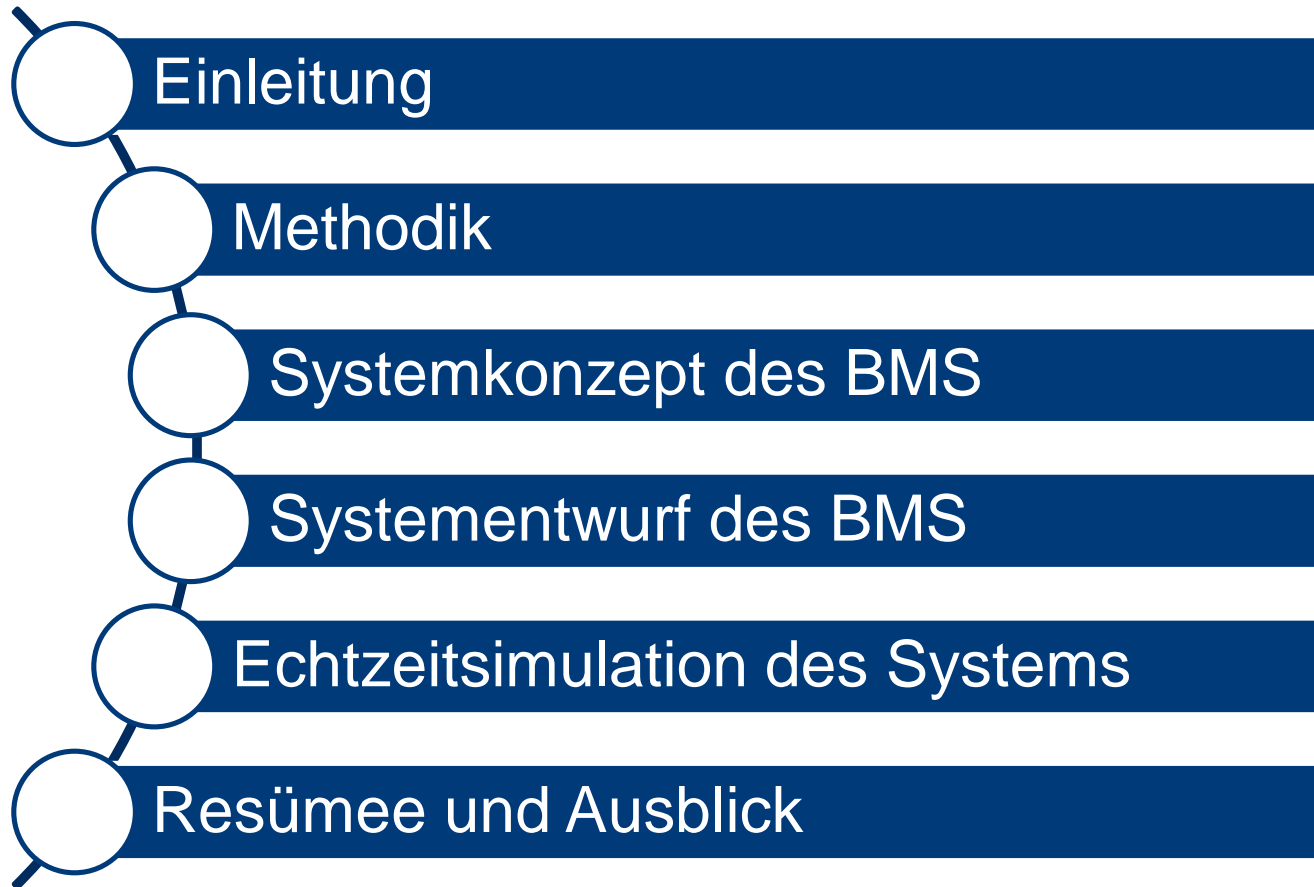
Fakultät Maschinenbau  
Institut für Mechatronik (IMEC)

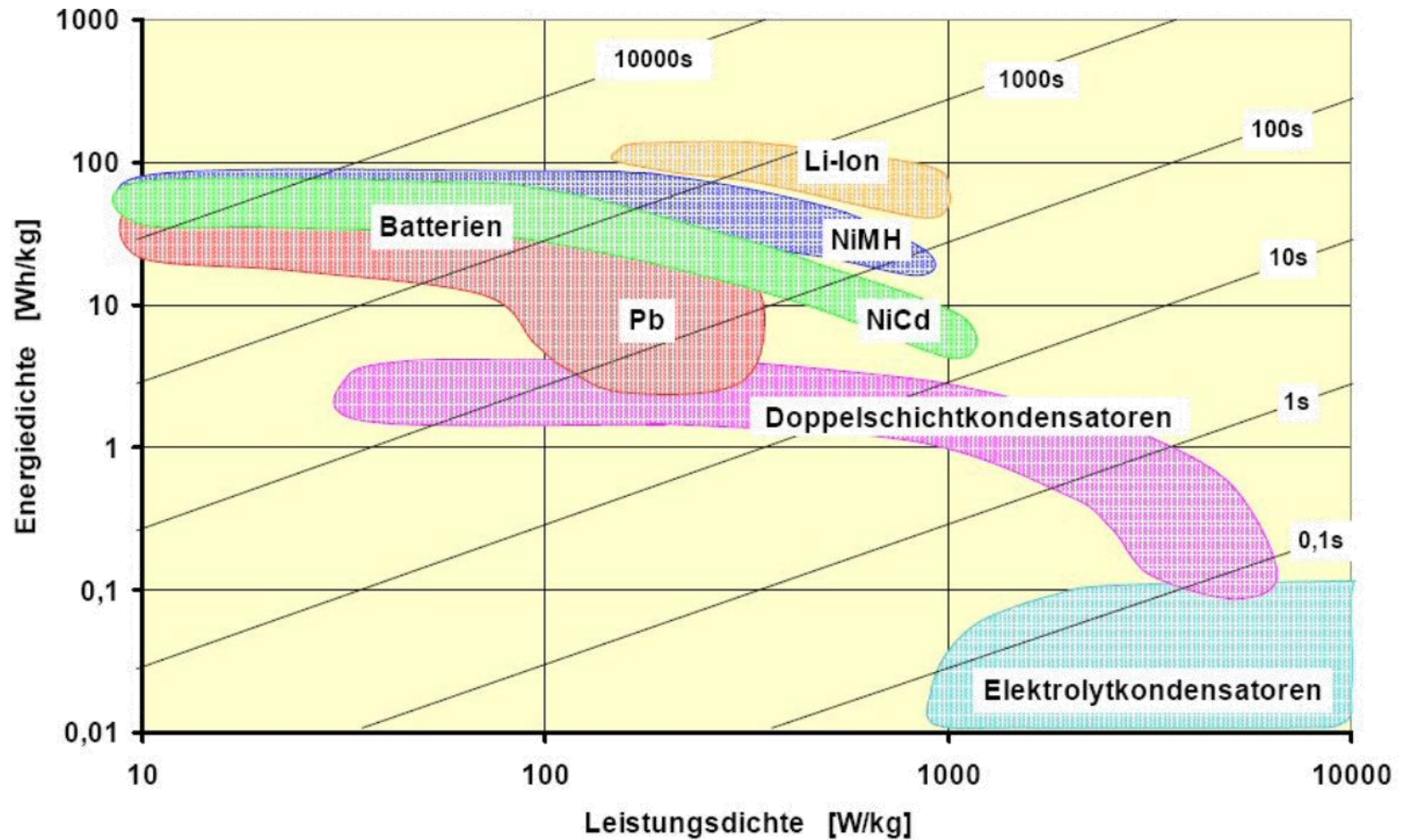
Salzgitter

Suderburg

Wolfenbüttel

Wolfsburg

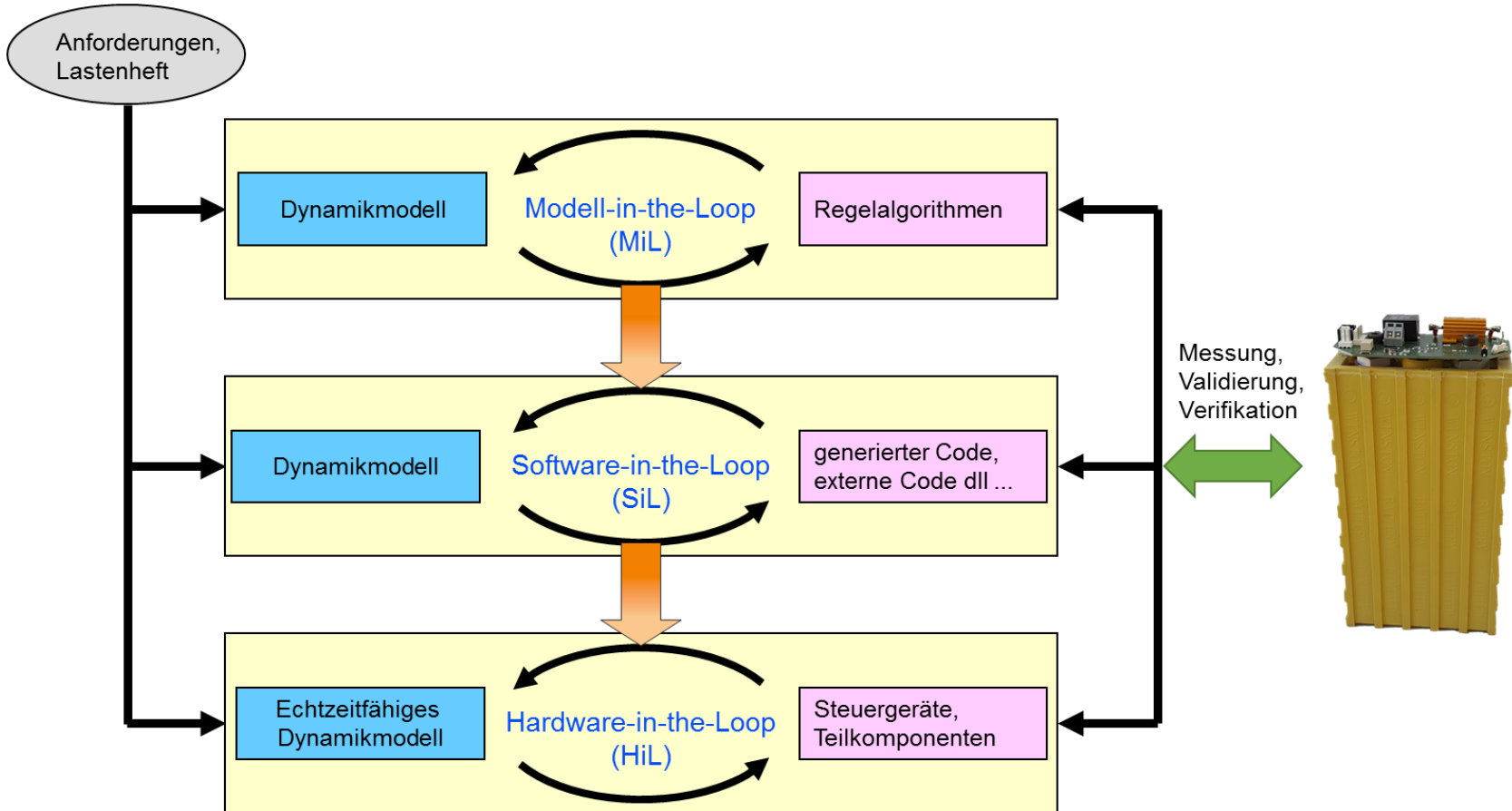




Zusammenhang zwischen Energie- und Leistungsdichte diverser Energiespeicher [1]



## Wolfenbüttel



Systementwicklung mit modellbasiertem, verifikationsorientiertem Entwicklungsprozess

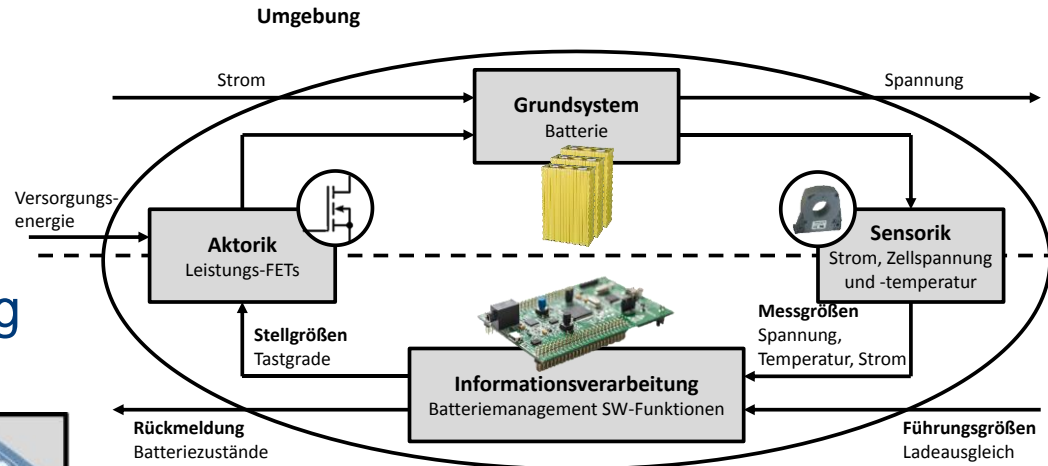
# Systemkonzept des BMS

## Hardwarekonzept



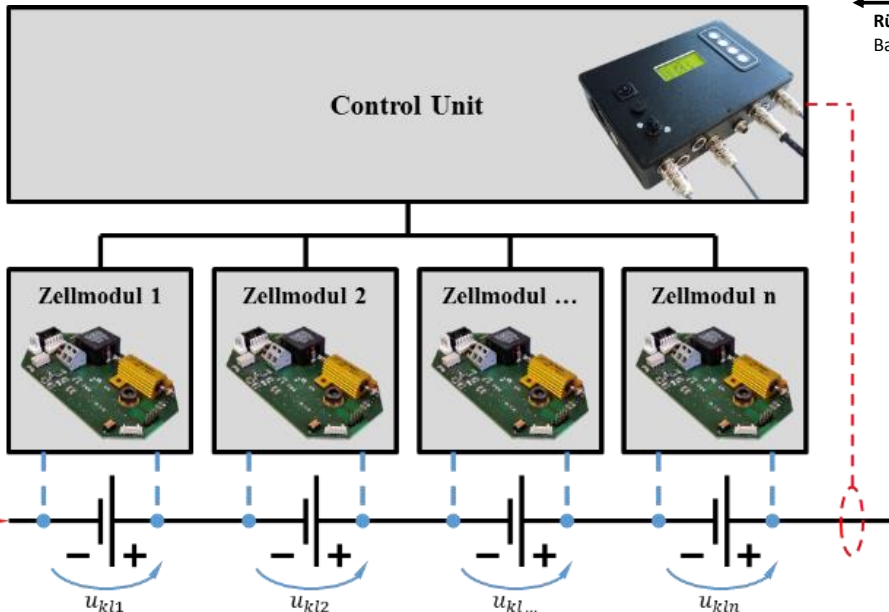
Wolfenbüttel

- Embedded System
  - $LiFePO_4$  Zellen
  - Sensorik / Aktorik
  - Informationsverarbeitung



Systemkonzept des BMS als Embedded Control System [2]

- Dezentrale Topologie
  - Control Unit
  - Zellmodule



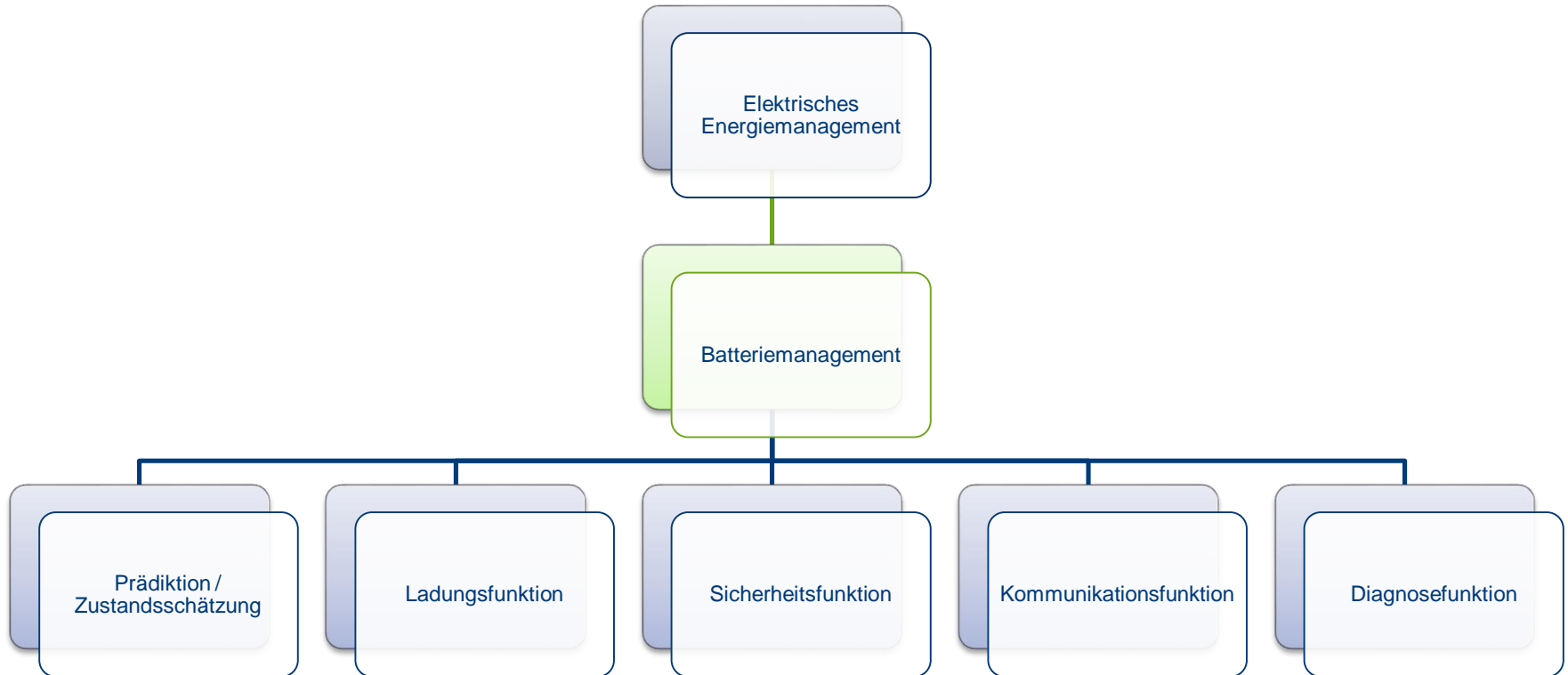
Dezentrale Topologie des BMS

# Systemkonzept des BMS

## Softwarekonzept



Wolfenbüttel

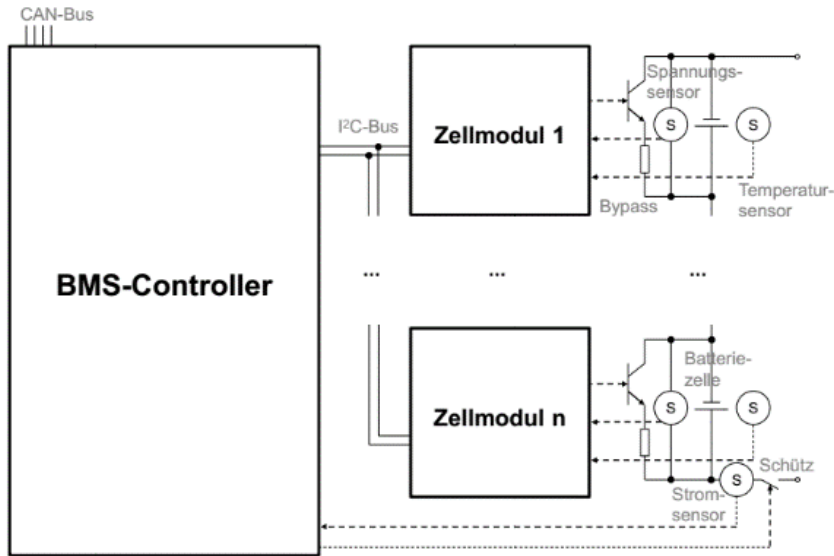


# Systementwurf des BMS

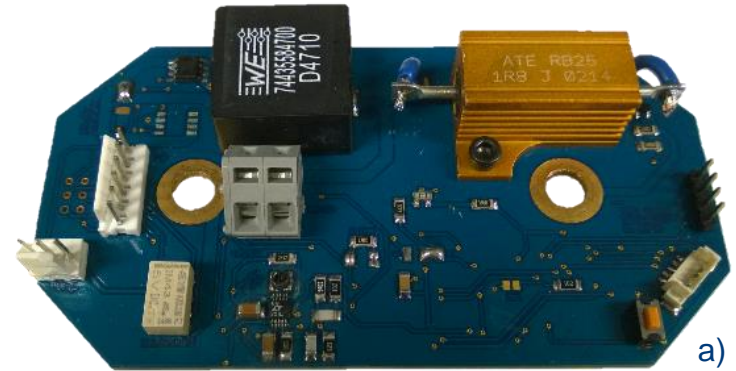
## Hardwaredesign



Wolfenbüttel



Dezentrales Hardwarekonzept des BMS [2]

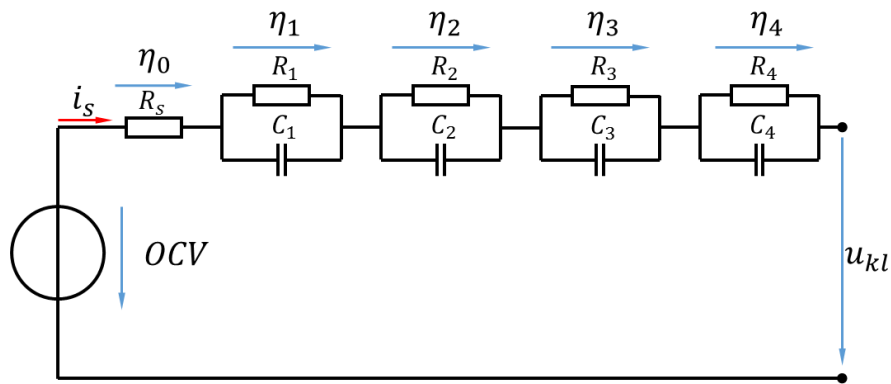


a)



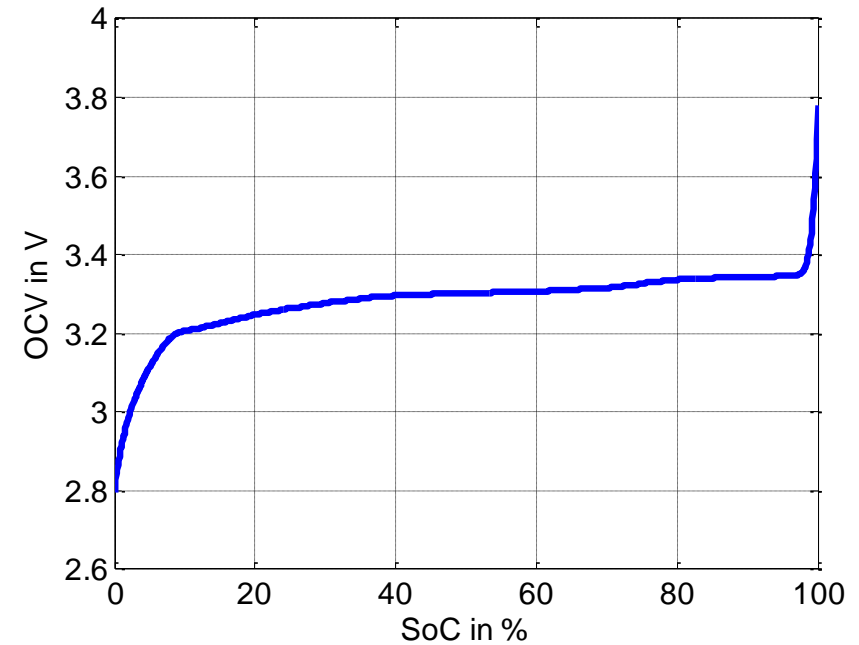
b)

Realisierung der Control Unit (a) und des Zellmoduls (b)



Elektrisches Ersatzschaltbild der Batterie

$$SoC(t) = SoC_0 + \int \frac{\eta_c}{C_n} i_s(t) dt$$



Ruhespannungskennlinie der Batterie

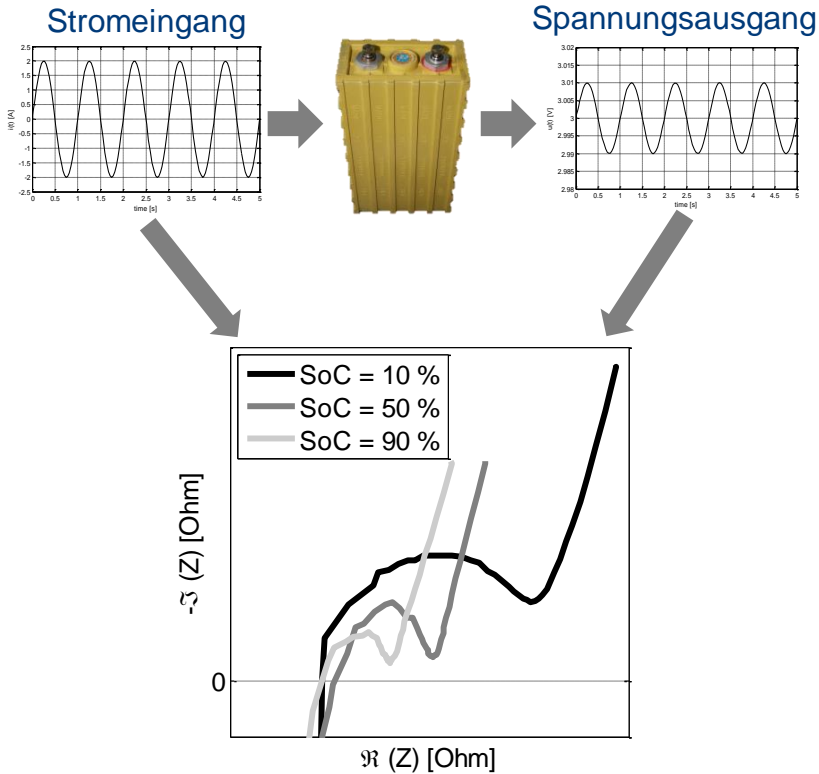


# Systementwurf des BMS

## Softwaredesign

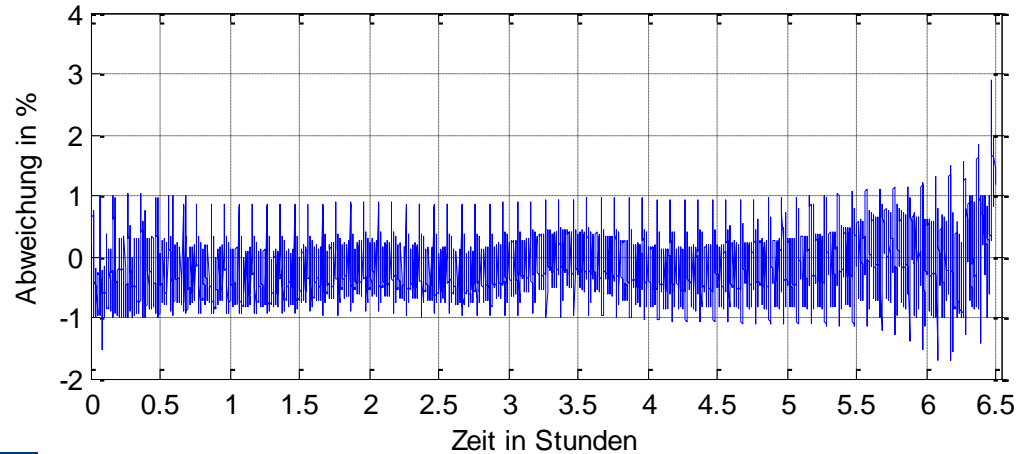
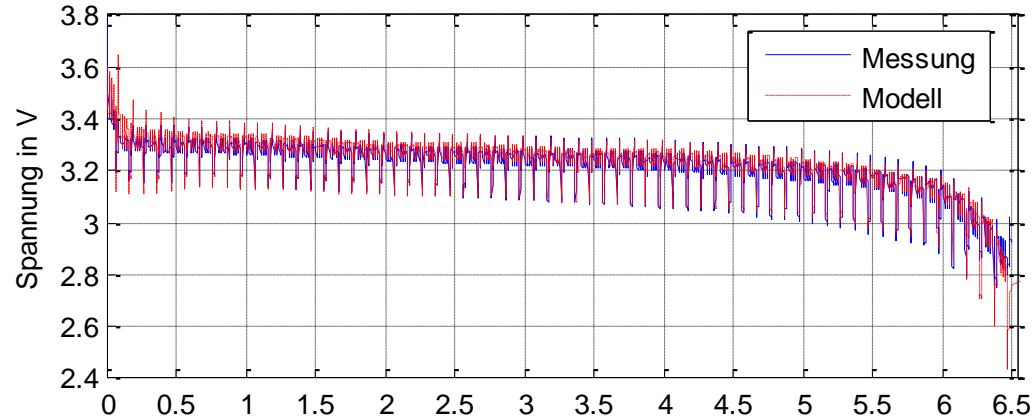
Identifikation / Validierung

Wolfenbüttel

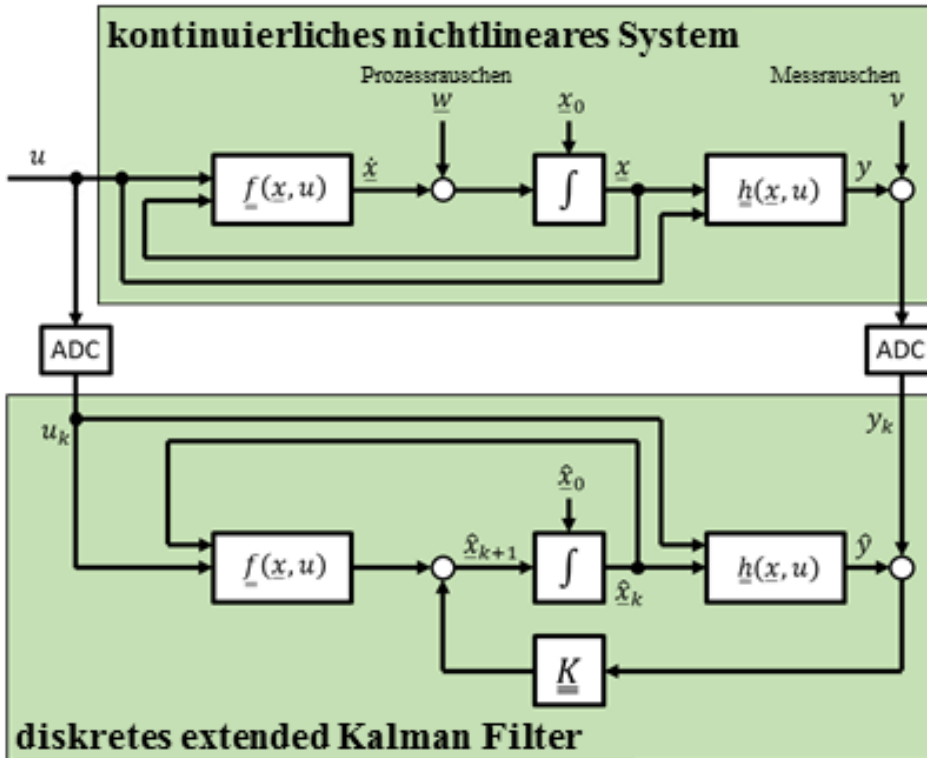


Identifikation des Batteriemodells im Frequenzbereich

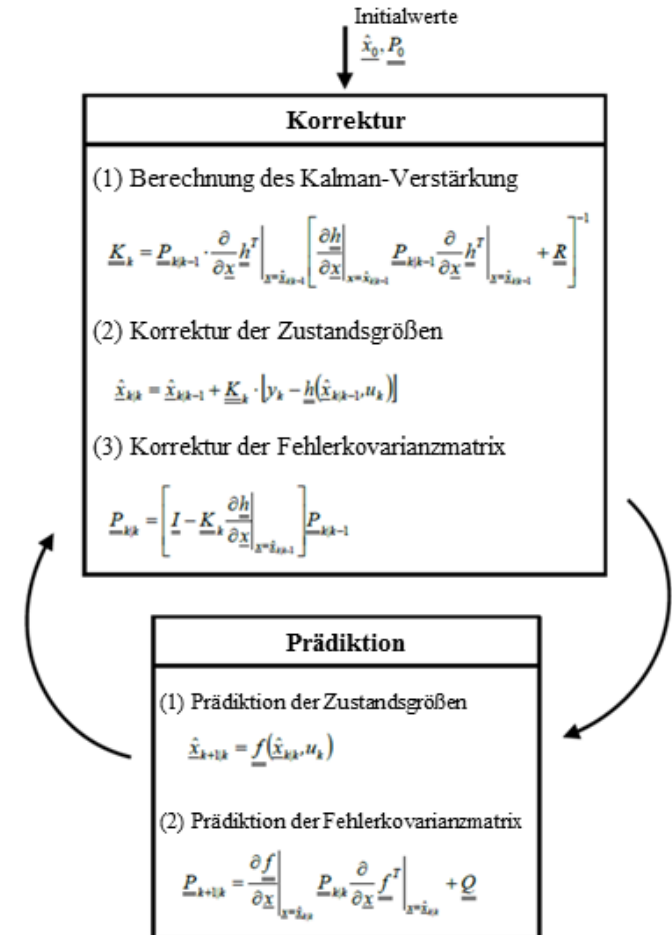
$$\frac{u_{kl}(s)}{i_s(s)} = R_s + \frac{R_1}{R_1 C_1 s + 1} + \dots + \frac{R_4}{R_4 C_4 s + 1}$$



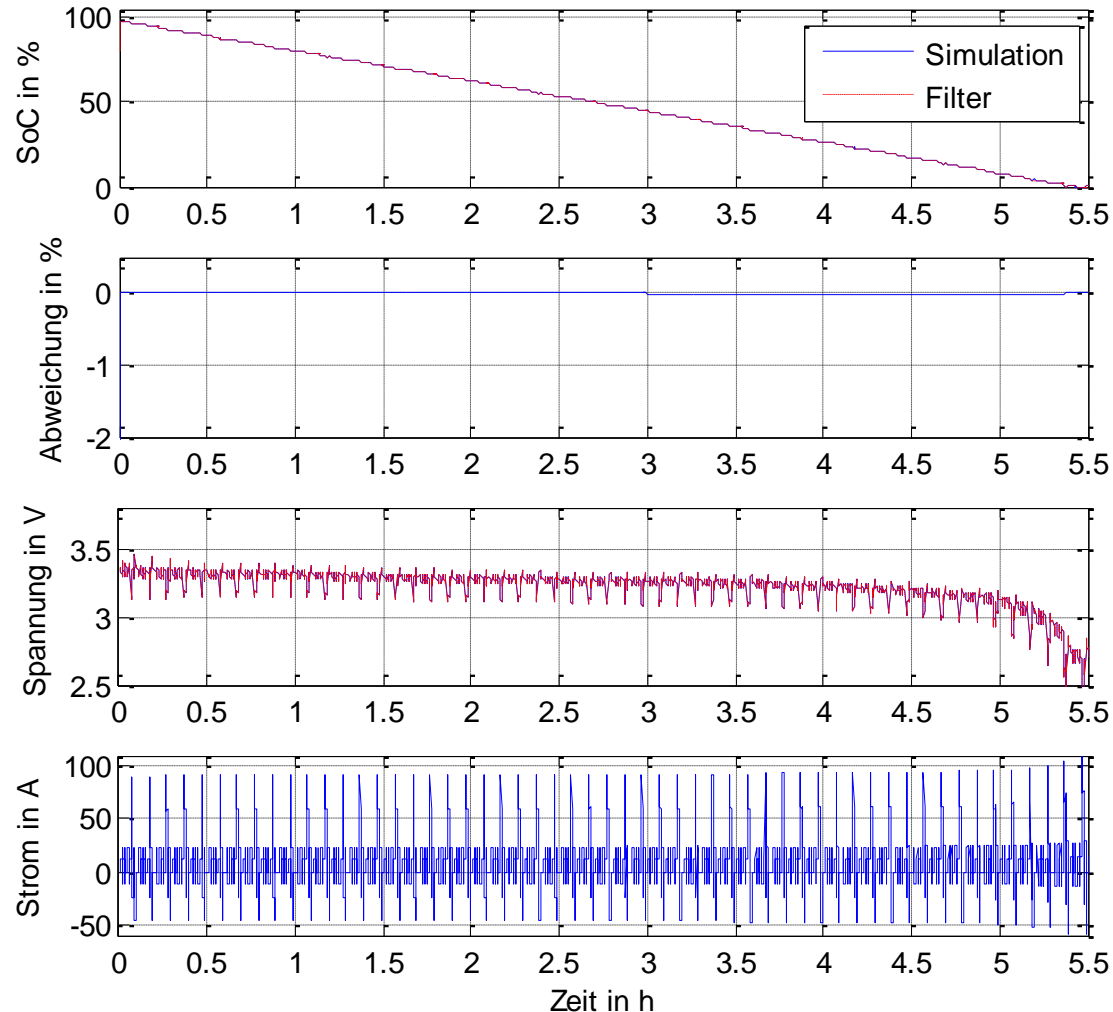
Validierung des Batteriemodells im Zeitbereich



Diskretes EKF mit kontinuierlichem Systemmodell [3]



Algorithmus des EKF [3]



Validierung des EKF mittels MiL-/SiL-Simulation

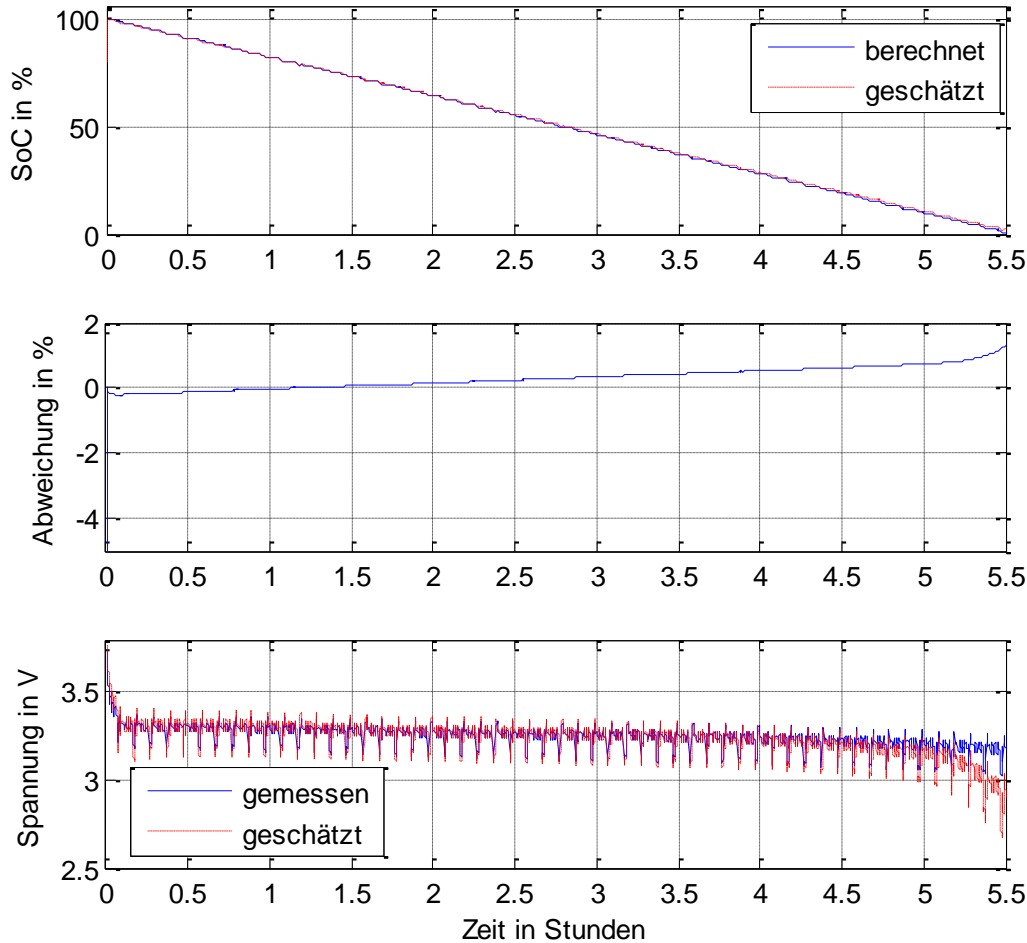
# Systementwurf des BMS

## Software-Design

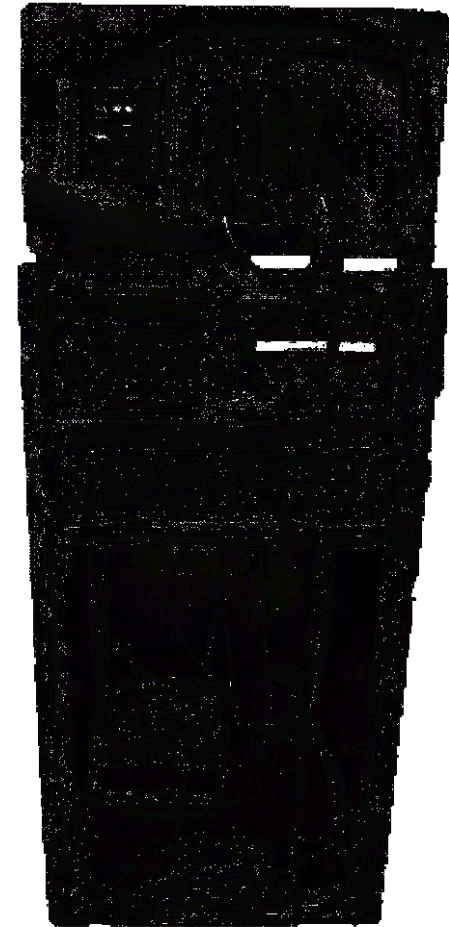
Modellbasierte Funktionsabsicherung / Optimierung mittels HiL



### Wolfenbüttel



HiL-Simulation des Kalmanfilters



HiL-Simulator



Ganzheitliches Systemdesign



Flexibel skalierbares BMS



Entwurf eines SoC Schätzers



Implementierung auf dezentralem  
Hardwaresystem



Validierung der Ergebnisse

**Ausblick:** Optimierung unter  
Echtzeitbedingungen am FREDY





[1]	Heinemann, D.: <i>Strukturen von Batterie- und Energiemanagementsystemen mit Bleibatterien und Ultracaps</i> . Dissertation, TU Berlin, 2007.
[2]	Quantmeyer, F., Roch, M., Diehl, W. u. Liu-Henke, X.: <i>Ein skalierbares Echtzeitsystem zur Erprobung des Batteriemagements in Elektrofahrzeugen</i> . Tagungsband ASIM-Workshop STS/GMMS 2014. S. 161–166
[3]	Quantmeyer, F. u. Liu-Henke, X.: <i>State of Charge Estimation for Lithium-ion batteries in Electric Vehicles using Extended Kalman Filtering</i> . 1st International Symposium on Energy Challenges & Mechanics (ECM). Aberdeen, UK 2014



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**