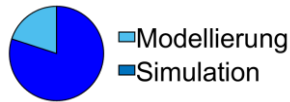


Masterarbeit

Modellierung einer neuartigen Li-Ionen-Batterie mit Metallfasernetzwerk

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Nieten
Böblinger Straße 78
70199 Stuttgart



Schlüsselwörter: Elektromobilität, neuartige Batterie, elektrochemische Transportprozesse

Stuttgart, 02.07.2024

Motivation

Im Kommunikations-, Mobilitäts- oder dem Medizinsektor spielen Li-Ionen-Batterien bereits seit mehreren Jahrzehnten eine fundamentale Rolle. Mit der voranschreitenden Elektrifizierung, wie zum Beispiel im Mobilitätssektor, wird sich der Anwendungsbereich dieser Batterien zukünftig weiter vergrößern.

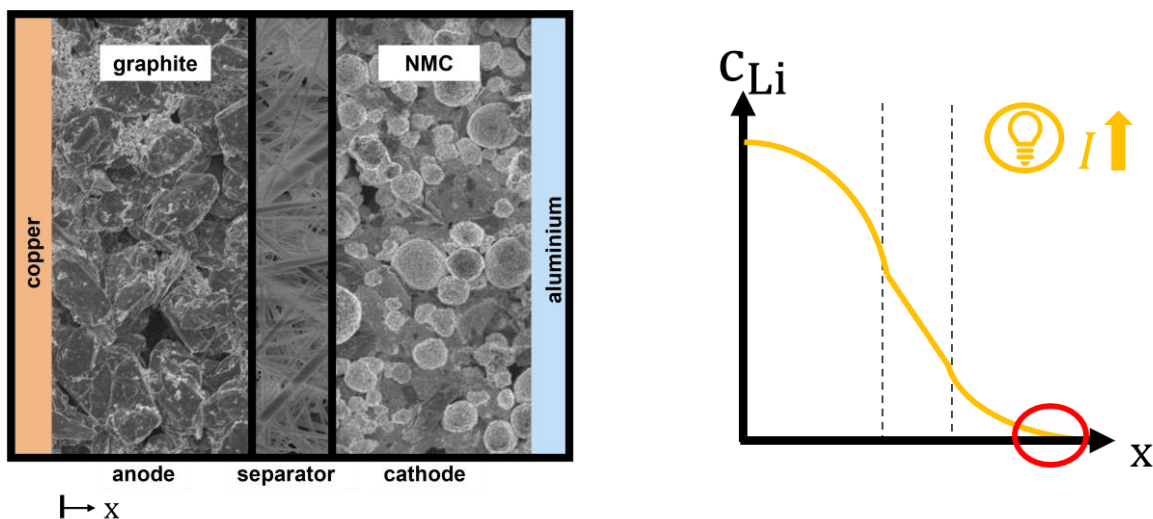


Abbildung 1: Herkömmliche Li-Ionen-Batterie inklusive Transportlimitierung im Elektrolyten

In vielen dieser potenziellen Anwendungen kann die gewünschte Leistungsfähigkeit der Batterien aufgrund auftretender Transportlimitierungen nicht abgerufen werden. Wie in Abbildung 1 dargestellt, ist die Dicke von Batteriezellen durch den Li-Ionen-Transport im Elektrolyten bestimmt. Bei zu dicken Zellen verarmt die Li-Ionen-Konzentration (hier in der Kathode, da Entladevorgang) und es kommt zu Kapazitätsverlust.

Um dieses Problem zu lösen, hat unser Projektpartner (Max-Planck-Institut) eine neuartige Li-Ionen-Batterie mit dreidimensionalen Metallfasernetzwerk entwickelt. Mittels des Metallfasernetzwerks wird der Transport entlang der x-Richtung stark verbessert, sodass bei gleicher Leistungsanforderung keine Limitierung mehr auftreten. Mit dickeren Batterien können dadurch in Zukunft neue Anwendungsbereiche erschlossen werden.

Die dafür zu Verfügung stehende elektrochemischen Batteriemodelle lassen sich in Mikro- und Makroskalenmodelle aufteilen. Hinsichtlich der Optimierung sind Mikroskalenmodelle ungeeignet, da die dreidimensionale Elektrodengeometrie vollständig aufgelöst wird und daher der Rechenaufwand sehr hoch ist. Um dieses Problem zu umgehen, wurde durch Mittelungsoperationen ein eindimensionales Makroskalenmodell entwickelt. Dieses 1D-Modell ermöglicht die zuverlässige Vorhersage des Batterieverhaltens trotz geringer Rechenzeit.

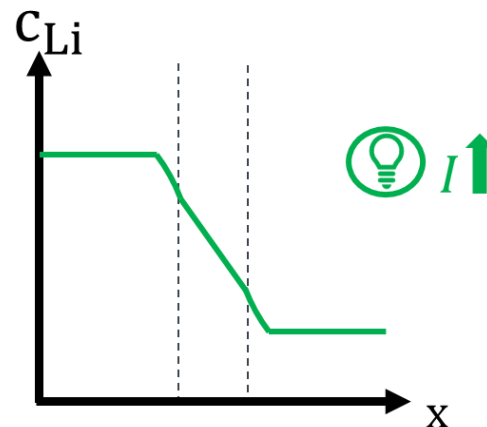
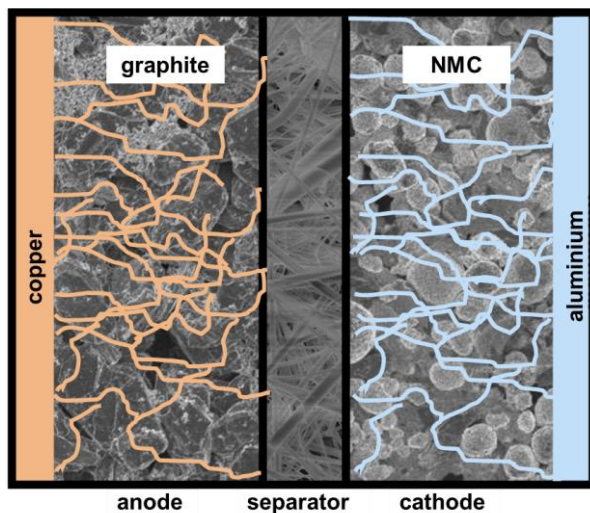


Abbildung 2: Neuartige Li-Ionen-Batterie mit Metallfasernetzwerk

Aufgabenstellung

Im Rahmen dieser Arbeit soll

- ein bereits aufgestelltes Batteriemodell mit Hilfe experimenteller Daten parametrisiert werden (im Austausch mit Max-Planck-Institut)
- eine Parameteranalyse des Batteriemodells anhand einfacher Geometrien
- das Batteriemodell anhand bekannter Theorien reduziert werden (optional)

Qualifikation und Vorkenntnisse

- Interesse an elektrochemische Modellierung und Batteriesimulationen
- Kenntnisse in Thermodynamik, Numerische Methoden sowie der Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse (MVP) von Vorteil
- Erfahrung im Programmieren (Matlab, Python)

Ansprechpartner

Giuliano Lombardo, Raum 2.022, Böblingerstr. 78, Stuttgart, giuliano.lombardo@icvt.uni-stuttgart.de