



**Universität Stuttgart**  
Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik  
und Energiespeicherung



Masterarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades einer Master of Science (M.Sc.) der  
Universität Stuttgart  
Fakultät 4 - Energie-, Verfahrens- und Biotechnik

# Temperierungskonzepte für ein Modul mit prismatischen Batteriezellen

vorgelegt von: Zeynep Ersöz

Matrikelnummer: 3102808

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. K. Andreas Friedrich

Zweitprüfer: Dr. Felix Hauler (ElringKlinger AG)

Abgabedatum: 14.03.2019

## **Kurzfassung**

Dank ihren höheren Energie- und Leistungsdichten im Vergleich zu anderen Batterietypen wie Blei- oder Nickel-Metallhydrid-Batterien finden Lithium-Ionen-Batterien oft im Bereich der Elektromobilität Anwendung. Da Temperatur einen großen Einfluss auf die Lebensdauer und Kapazität von Lithium-Ionen-Batterien hat, ist der Einsatz eines geeigneten Kühlsystems notwendig, um Zelltemperaturen im optimalen Bereich zu halten.

Im Betrieb wird in Batteriezellen aufgrund verschiedenen Wärmequellen in der Zelle Wärme erzeugt. Das Kühlsystem muss sowohl der Temperaturanstieg als auch die Temperaturspreizung in und zwischen Zellen in engen Grenzen halten. In dieser Arbeit wird das thermische Verhalten einer prismatischen Lithium-Ionen-Zelle im Betrieb in Abhängigkeit von C-Rate, Kühlfläche und thermischen Kontaktierung zum Kühlsystem untersucht.

Zur Untersuchung des thermischen Verhaltens der Zelle werden Heiz- und Bestromungsversuche auf Zell- und Modulebenen durchgeführt. Durch Durchheiz- und Heizversuche mit der inaktiven Zelle wird die Wärmeleitung in der Zelle zur Verfeinerung des Simulationsmodells näher untersucht. Bei den Heizversuchen wird die Wärme in der Zelle aufgrund Ohmschen Verlusten mittels einer Heizfolie nachgebildet. Die Bestromungsversuche dienen zur Untersuchung des realen Betriebsfalls dar.

Nach der Bestimmung der Kontaktparameter in der Zelle wird ein Simulationsmodell aufgebaut, welches die Temperaturverteilung in der Zelle im Betrieb möglichst gut abbilden soll. Dabei wird die Wärmeentwicklung in Zellen im Betrieb aus einem elektrischen Zellmodell ermittelt, welches im Simulationsprogramm MATLAB/Simulink implementiert wird. Das elektrische Zellmodell wird dann an dem Finite-Elemente-Modell der Zelle gekoppelt, um die Zellgeometrie zu berücksichtigen. Anhand Versuchen und Simulationen soll das thermische Verhalten der Zellen in einem Batteriemodul charakterisiert werden.

## **Abstract**

Due to their high energy and power density, lithium-ion-batteries play a key role in electromobility. Since temperature has a big impact on the lifetime and capacity of batteries, it is essential to apply cooling to a battery pack in order to keep the cell temperatures at optimal levels.

During the operation of a battery cell, heat will be produced due to various heat sources in the cell. The cooling system should keep the temperature rise as well as the temperature differences in the cell

In order to determine the thermal behaviour of the cell, heating and charging/discharging experiments are carried out. With the heating experiments, the heat conduction in the cell is investigated in detail in order to build up a detailed simulation model of the cell. While doing this, the heating element should reproduce the heat generated in the cell during operation as much as possible. The charging/discharging experiments allow real-time observation of the cell temperature during operation.

A finite element simulation model of the cell will be developed, which should be fine enough and match the results obtained from the experiments as much as possible. First, the heat generation in the cell will be obtained through an electrical cell model, which is developed by using MATLAB/Simulink. The electrical cell model will then be coupled with the finite element model of the cell in order to evaluate the impact of cell geometry. By means of experiment and simulation results, the thermal behaviour of the cells in a battery pack will be characterised.