

Aufgabenstellung

Bachelorarbeit / Masterarbeit

Präzisionsstudie zur Temperaturabhängigkeit der Alterung von Lithiumionenbatterien

Lithiumionenbatterien altern auch im Ruhezustand („kalendarische Alterung“). Die Alterung äußert sich in sinkender Kapazität und Leistungsfähigkeit. Den Einfluss der Temperatur auf die Alterungsrate (Kapazitätsabnahme pro Tag) kann näherungsweise über einen Arrheniusansatz erfasst werden:

$$\text{Alterungsrate } (T_2) = \text{Alterungsrate } (T_1) * \exp \left(-\frac{E_a}{k} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \right)$$

T_1 und T_2 = zwei verschiedene Temperaturen (in Kelvin), k = Boltzmannkonstante, E_a = Aktivierungsenergie.

Kleine Änderungen der Temperatur können großen Einfluss auf die Alterungsrate haben.

Der Arrheniusansatz ist trotz seiner wissenschaftlich motivierten Formulierung eine nur empirische Beschreibung, geeignet zur Beschreibung kleiner Änderungen innerhalb eines engen Temperaturbereiches. In der Praxis wird die Alterungsrate jedoch oft nur für wenige, eher weit auseinanderliegende Temperaturen experimentell vermessen.

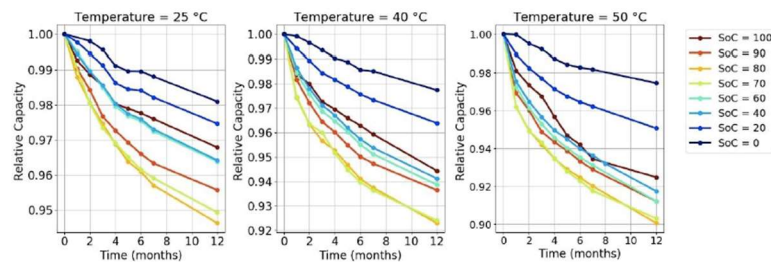


Abbildung: Beispiel einer kalendarischen Alterungsstudie für 3 Temperaturen und 8 Ladezustände. Zülke, Hoster, et al., Batteries & Supercaps (2021), siehe auch Folgeseite

Dies erzeugt Ungenauigkeiten, die zum Beispiel bei der Auslegung von Operationsprofilen und Kühlsystemen von Batteriespeichern problematisch sind. Die Aktivierungsenergie E_a ist temperaturabhängig, weshalb die Alterungsrate für möglichst viele Temperaturen experimentell bestimmt werden sollte.

In dieser Arbeit werden Sie die kalendarische Alterung kommerzieller Lithiumionenbatterien für 10 verschiedene Ladezustände und 10 verschiedene Temperaturen bestimmen. Die resultierenden 2D Profile der Alterungsrate als Funktion von Temperatur und Ladezustand ändern sich wiederum mit dem Alter der jeweiligen Zelle. Die Ergebnisse Ihrer Arbeit fließen in die laufende Grundlagenforschung zur Batteriealterung (siehe Abbildung) und auch in kommerziell relevante Lebensdauerberechnungen, z.B. für Versicherungen, ein.

Die Arbeit gliedert sich in die folgenden Abschnitte:

1. Gestaltung und Auslegung eines temperaturgeregelten Ölbades mit Raum für 10 zylindrische Lithiumionenzellen.
2. Jede der Lithiumionenzellen muss über einen externen Anschluss verfügen, über den einmal pro Monat die Restkapazität bestimmt werden kann.

3. Nach erfolgreichem Bau und Test des ersten Ölbad es werden 9 weitere identische Ölbad es gebaut.
4. Jedes Ölbad hält eine feste Temperatur, so dass die Zellalterung für 10 Temperaturen bei 10 Ladezuständen über mehrere Monate vermessen werden kann.

Die aus Ihrer Arbeit resultierenden Daten werden veröffentlicht und die Datensätze für interne und externe Benutzer verfügbar gemacht. Dieses Projekt kann bei Interesse auch als Ausgangspunkt für eine Doktorarbeit dienen.

Auskunft erteilt: Prof Dr. Harry Hoster – Raum MA 323 – 0203 379 4225 – harry.hoster@uni-due.de

