

Zusammenfassung

Die Reichweite von batterieelektrischen Fahrzeugen wird durch die speicherbare Energiemenge der Antriebsbatterie bestimmt. Diese setzt sich üblicherweise aus einer Reihenschaltung vieler Lithium-Ionen-Zellen zusammen. Da alle Zellen vom gleichen Batteriestrom durchflossen werden, wird der Entladeschluss durch die Kapazität der schwächsten Zelle im Reihenverbund bestimmt. Ist die Alterungsrate der Zellen inhomogen, können sich über den Betrieb Ungleichheiten in den Einzelzellkapazitäten einstellen. Die Folge ist ein frühzeitiges Erreichen des Entladeschlusses, obwohl in weniger stark gealterten Zellen noch ungenutzte Energie gespeichert ist.

Die vorliegende Dissertation befasst sich mit technischen Maßnahmen, die es ermöglichen inhomogene Alterungseffekte zu kompensieren und so dem Fahrzeugnutzer eine vergrößerte Batteriekapazität bereitzustellen. Der Einsatz von Active Balancing Systemen ist ein vielversprechender Ansatz, um die Zellbelastungen bedarfsgerecht zu steuern.

In dieser Dissertation wurde eine neue Methode zur technisch-wirtschaftlichen Bewertung von Active Balancing Systemen hinsichtlich ihrer Eignung zur Maximierung der Nutzbarkeit von Antriebsbatterien erarbeitet. Die Methode umfasst eine Vorauswahl in Frage kommender Balancing System Topologien, die simulationsgestützte Leistungsauslegung des Balancing Systems sowie Kostenmodelle als Grundlage eines analytischen Variantenvergleiches. Darüber hinaus wird ein neuartiges Statistikmodell zur Bestimmung des mittleren Balancing Nutzens in einer großen Fahrzeugflotte eingeführt. Durch eine Gegenüberstellung von Mehrkosten eines Balancing Systems und der Einsparung aufzuwendender Batteriekapazität kann eine fundierte Kosten-Nutzen-Abwägung vorgenommen werden.

Abstract

The range of a BEV is determined by its traction battery's energy storage capability. Traction batteries are usually composed of a series connection of many lithium-ion cells. Since the same battery current is applied to all cells, the discharge cut-off is determined by the capacity of the weakest cell in the series connection. If the aging rate of the cells is inhomogeneous, inequalities in the individual cell capacities can occur during operation. As a result, the discharge cut-off is reached prematurely, although unused energy is still stored in less aged cells.

This doctoral thesis investigates technical solutions to compensate inhomogeneous cell aging in order to provide an improved traction battery lifespan. Active balancing systems are a promising approach to achieve this objective.

The result of this thesis is a comprehensive method to evaluate active balancing system topologies regarding their potential to compensate inhomogeneous cell aging. This method includes the preselection of eligible balancing system topologies, simulation-based system design, cost models to evaluate economical aspects as well as a statistics-based model to predict the average benefit for a vehicle fleet.