

## FastCharge

Prädiktive thermische Betriebsstrategien zur Verlängerung der Lebensdauer mit Fokus auf Schnellladen

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - 14. Ausschreibung (2019) Batterie     | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.09.2020  | <b>Projektende</b>     | 31.08.2023    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2020 - 2023   | <b>Projektlaufzeit</b> | 36 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | Batterietemperaturmodell; Betriebsstrategie; Alterung; Zustandsüberwachung; Schnellladen; |                        |               |

### Projektbeschreibung

Ein Weg zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors führt über die Elektrifizierung. Batterieelektrische Fahrzeuge können dazu einen hohen Beitrag leisten. Die Verbreitung bzw. Akzeptanz dieses Antriebssystems in der Bevölkerung ist allerdings noch niedrig. Mitverantwortlich dafür sind mitunter beschränkte Reichweiten sowie lange Ladedauern. Vor allem die unpräzisen Prognosen und die vielfältigen Einflussfaktoren auf die Reichweite führen zur Verunsicherung der Fahrzeugnutzer. Ein wesentlicher Einflussfaktor auf das Batterieverhalten ist die Temperatur, die neben der nutzbaren Kapazität auch die Leistung und Alterung maßgeblich beeinflussen.

An diesem Punkt setzt das Vorhaben an. Mittels einer besseren thermischen Zustandsüberwachung anhand von Temperaturmodellen in Verbindung mit neuartigen prädiktiven Betriebsstrategien soll eine genauere Vorausberechnung der Reichweite sowie eine Optimierung von Schnellladevorgängen mit Vorkonditionierung erreicht werden. Dies inkludiert auch eine bessere Alterungsüberwachung sowie Reduzierung von Alterungseinflüssen. Zur Entwicklung eines ausreichend genauen und hinreichend schnellen Temperaturmodells für eine Integration in ein Fahrzeugsteuergerät dienen thermische Untersuchungen an Batteriezellen und -packs. Auf diesem gewonnenen Modell sollen in Folge Betriebsstrategien entwickelt werden, die eine Minimierung der Batteriealterung erlauben oder aber auch zu einer verlässlicheren Prädiktion der elektrischen Reichweite und Fahrdauer mit Berücksichtigung von Ladestopps (Vorausberechnung der Ladedauer bei bekannter Ladeleistung und Temperatur) beitragen.

### Abstract

Electrification is one possible way to reduce the CO<sub>2</sub>-emissions of the transportation sector. A great opportunity to achieve this reduction is the utilization of battery-electric vehicles. However, the prevalence or acceptance of this drive system among the general public is still low. This is partly due to limited ranges and long charging times. Above all, the imprecise forecasts and the diverse factors influencing the range lead to uncertainty among vehicle users. One of these factors on battery behavior is the temperature, which in addition to the usable capacity also has a significant impact on performance and aging.

This is where the project comes in. Better thermal condition monitoring using temperature models in conjunction with new predictive operating strategies is intended to achieve a more accurate prediction of the range as well as an optimization of

fast-charging processes with preconditioning. This also includes better aging monitoring and control of the aging process. Thermal tests on battery cells and packs are used to develop a sufficiently accurate and sufficiently fast temperature model for integration into a vehicle control unit. On the basis of this model, operating strategies are to be developed which allow the battery aging to be minimized or which also contribute to a more reliable prediction of the electrical range and driving time, taking into account charging stops (pre-calculation of the charging time with known charging power and temperature).

## **Endberichtkurzfassung**

FastCharge - Prädiktive thermische Betriebsstrategien zur Verlängerung der Lebensdauer mit Fokus auf Schnellladen

Im Rahmen des Projekts FastCharge wurde eine prädiktive thermische Betriebsstrategie zur Verlängerung der Lebensdauer mit Fokus auf Schnellladen entwickelt. Hierfür wurden zunächst Batterie- und Fahrzeugmessungen durchgeführt. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wurde ein echtzeitfähiges thermisches Batteriemodell entworfen. Mithilfe der Messdaten konnte das thermische Batteriemodell parametrisiert, in das Steuergerät eines Forschungsfahrzeuges implementiert und letztlich erfolgreich validiert werden.

Des Weiteren wurde eine routenbasierte Reichweitenprädiktion entwickelt. Hierbei werden Informationen über die zu fahrende Route (Höhenprofil, maximal erlaubte Geschwindigkeit, etc.), Verkehrsinformationen und Wetterinformationen verwendet, um einerseits den Energiebedarf des Antriebs, des gesamten Thermalsystems und weiterer Nebenaggregate und andererseits die benötigte Fahrzeit zu präzisieren. In weiterer Folge können daraus die mögliche Reichweite und der Ladezustand beim Erreichen der Destination berechnet werden. Mithilfe des thermischen Batteriemodells kann auch der Verlauf der Batterietemperatur abgeschätzt werden.

Die Reichweitenprädiktion gibt außerdem wertvolle Informationen für das, im Rahmen dieses Projektes entwickelte, prädiktive Thermalmanagement der Batterie. Hierbei lag der Fokus auf dem Zeitraum vor- und während dem Schnellladen. Um die Alterungseffekte beim Schnellladen zu minimieren, müssen insbesondere niedrige aber auch hohe Batterietemperaturen vermieden werden. Dem trägt das prädiktive Thermalmanagement Rechnung, indem die Batterie bereits auf dem Weg zur Ladesäule entsprechend vorkonditioniert wird. Dies geschieht mittels eines modellbasierten Ansatzes, welcher die Thermalmanagementstrategie optimiert, mit dem Ziel möglichst schnell und alterungsoptimal zu Laden. In Simulationen und Messungen mit einem Forschungsfahrzeug, konnte durch das prädiktive Thermalmanagement bei einer Temperatur von 10°C eine Reduktion der Ladedauer um 33% erreicht werden. Weiters konnte durch das prädiktive Thermalmanagement sowohl für kalte ( $T=10^{\circ}\text{C}$ ), als auch für heiße Bedingungen ( $T=40^{\circ}\text{C}$ ) der alterungskritische Temperaturbereich der Batterie während des Ladens vermieden werden.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien

## **Projektpartner**

- Robert Bosch Aktiengesellschaft