

## xBattery

Explainable Battery Capacity Estimation

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Bridge, Brückenschlagprogramm, Ausschreibung Bridge 1 (GB 2021 KP)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2021	<b>Projektende</b>	29.03.2024
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	30 Monate
<b>Keywords</b>	Automotive field database; Battery state of health estimation; Deep neural networks engineering; Explainable artificial intelligence; Feature importance based reduce and retrain		

### Projektbeschreibung

Elektro- und Hybridelektrofahrzeuge sind ein wichtiger Beitrag zur Bewältigung der heutigen ökologischen Herausforderungen. Eine kritische Komponente in solchen Fahrzeugen ist die Batterie aufgrund ihrer Kosten und begrenzten Lebensdauer. Daher ist ein effizientes Batteriemanagement in diesem Prozess entscheidend, wofür eine konsistente Batterieüberwachung und eine schnelle und präzise State-of-Health-Schätzung erforderlich sind.

In Anbetracht des schnellen Wandels des Marktes ist es vorteilhaft und notwendig, die neuesten Batterietechnologien auf der Basis von Felddaten zu verstehen und so jahrelange mühsame Laborexperimente für jede auf dem Markt befindliche Batterie zu umgehen. Die datengetriebene Modellierung lässt sich leicht an solche Felddaten anpassen und ist daher einer der vielversprechendsten Ansätze, um diesen Prozess zu ermöglichen. Die Herausforderungen für eine datengetriebene State-of-Health-Abschätzung sind die Heterogenität der Daten verschiedener Hersteller und eine Reduzierung der benötigten Fahrzyklusdaten für eine schnelle und robuste Auswertung.

Im Projekt xBattery wird die datengetriebene State-of-Health-Schätzung in einer modernen Datenerfassungsinfrastruktur erforscht, mit dem Ziel, die wesentlichen benötigten Datentypen zu bestimmen und den Datenerfassungszyklus zu reduzieren. Diese Infrastruktur wird von dem Industriepartner AVILOO bereitgestellt. Sie sammelt reale Batteriedaten direkt von Fahrzeugen und lädt sie in eine Cloud-Datenbank hoch.

Die Leistungsfähigkeit, Robustheit und Anpassungsfähigkeit verschiedener Machine-Learning-Netzwerkarchitekturen für diesen Zweck wird am Virtual Vehicle entwickelt und analysiert. Einer der wichtigsten Enabler in dieser Analyse ist die Verwendung von Explainable AI-Methoden, die vom Know-Center entwickelt wurden und es ermöglichen, den Zusammenhang zwischen Inputfaktoren und Modellaussage zu verstehen. Dabei wird neben den spezifischen Modellen vor allem auch ein Leitfaden für eine leicht anpassbare Implementierung der resultierenden Methoden in die bestehende Infrastruktur entwickelt.

Darüber hinaus werden nach dem Verständnis der wichtigsten Eingangsfaktoren, basierend auf den Explainable AI-Methoden, synthetische Lastprofile zur State-of-Health-Schätzung entwickelt, die an E-Ladestationen implementiert werden können, um den State-of-Health auf Basis minimaler Daten durchzuführen. Dies wird im Labormaßstab durch den Industriepartner simuliert.

Insgesamt wird die Ermöglichung einer schnellen State-of-Health-Batterieschätzung dazu beitragen, den

Gesamtenergiedurchsatz von Batterien über deren Lebenszyklus zu maximieren. Dies wird zur Lösung von Umweltproblemen durch die Reduktion von Abfall, die Optimierung von Recyclingstrategien und eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen beitragen. Dadurch werden die Ergebnisse von xBattery Österreichs Position als innovativer Akteur in diesem globalen Bemühen um eine sauberere Zukunft stärken.

## **Abstract**

Electric vehicles and hybrid electric vehicles are key drivers to address the environmental challenges of today. A critical component in such vehicles is the battery due to its cost and limited lifespan. Thus, adequate battery management is crucial in this process, for which, consistent battery tracking and fast and precise State-of-Health estimation are needed.

Observing the fast change of the market, it is advantageous and necessary to understand the latest battery technologies based on field data, bypassing years of laborious laboratory experiments for every battery on the market. Data-driven modelling is easily adapted to such field data, and therefore, one of the most promising approaches to enable this process. The challenges for data-driven State-of-Health estimation are heterogeneity of data from different manufacturers and a reduction of needed drive cycle data for fast and robust evaluation.

In the project xBattery, data-driven State-of-Health estimation in a modern data acquisition framework is researched with the aim to determine the essential types of data needed and reducing the data collection cycle. This infrastructure is provided by the industrial partner AVILOO. It collects real battery data directly from vehicles and uploads them to a cloud database.

The capability, robustness, and adaptability of several machine learning network architectures for this purpose will be developed and analyzed at the Virtual Vehicle. One of the key enablers in this analysis is the utilization of Explainable AI methods, developed by the Know-Center, allowing understanding of the connection between input factors and model target. Thereby, next to the specific models, a roadmap for an adaptable implementation of the resulting methods in the existing infrastructure will be developed.

Furthermore, having understood the key input factors, based on the explainable AI methods, synthetic State-of-Health estimation load profiles will be developed that can be implemented at charging stations to perform State-of-Health based on minimal data. This will be simulated on a laboratory scale by the industrial partner.

Overall, enabling fast State-of-Health battery estimation will help to maximize the total energy throughput of batteries through their life cycles. This will contribute to the solution of environmental problems by the reduction of waste, optimization of recycling strategies and a sustainable use of resources. Thereby the results of xBattery will strengthen Austria's position as an innovative player in this global effort for a cleaner future.

## **Projektkoordinator**

- Virtual Vehicle Research GmbH

## **Projektpartner**

- Know Center Research GmbH
- AVILOO GmbH