



Der Blick in die Black Box

Die Nachhaltigkeit elektrischer und hybrider Antriebssysteme hängt auch von der Lebensdauer ihrer Komponenten ab. Doch wie kann diese maximiert werden, wenn Batterie und Brennstoffzelle ihr Innenleben nicht preisgeben?

Worum es geht

Fahrzeuge, die teils oder komplett auf fossile Treibstoffe verzichten, stellen wichtige Zukunftstechnologien dar. Voraussetzung für die volle Ausschöpfung Ihres Potentials in puncto Effizienz und Umweltschutz sind aber verlässliche und langlebige Batterie- und Brennstoffzellensysteme: Hier kommen Regelungs- und Diagnosemethoden ins Spiel, die sicherstellen sollen, dass der Betrieb effizient gestaltet wird und die Lebensdauern dieser zentralen Komponenten möglichst verlängert werden. Herausfordernd dabei: Das Innenleben einer Batterie oder Brennstoffzelle ist wie eine Black Box, in die nicht einfach „hineingesehen“ werden kann.

Die im CD-Labor erarbeiteten innovativen Lösungen ermöglichen diesen Blick hinein – indem virtuelle Sensoren auf Basis physikalisch gemessener Signale wie zum Beispiel Strom, Spannung oder Temperatur Aufschluss über Alterungszustand, Degradation und Restlebensdauer geben. Diese Erkenntnisse können dann, in Kombination mit Vorhersagen etwa über Straße, Verkehrslage und Wetterverhältnisse, dazu verwendet werden, um den Einsatz der Komponenten, die Leistungsverteilung zwischen Batterie und Brennstoffzelle und auch Kühlung bzw. Thermalmanagement so zu gestalten, dass Lebensdauer und Effizienz steigen.

Die Forschungsfrage: Informationssammlung zur Lebensdauererlängerung

Wie können im laufenden hochdynamischen Betrieb eines Fahrzeugs Alterungszustand und Restlebensdauer seiner Komponenten bestimmt und diese Informationen zur Optimierung von Lebensdauer und Effizienz von Komponenten und

CD-Labor für Innovative Regelung und Überwachung von Antriebssystemen

Leitung

Assoc.Prof. DI Dr. Christoph Hametner

Laufzeit

01.02.2017 – 31.01.2024

Unternehmenspartner

AVL List GmbH

Thematischer Cluster

Mathematik, Informatik, Elektronik

Drei Fragen an ...



Assoc. Prof. DI Dr.
Christoph Hametner
Leiter des CD-Labors
für Innovative Regelung
und Überwachung von
Antriebssystemen

Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Die reale Anwendung liefert Impulse für die Grundlagenforschung, und die Grundlagenforschung wiederum Erkenntnisse, die in Folge zu wesentlichen Verbesserungen in der Anwendung führen können. Allgemein ist anwendungsorientierte Grundlagenforschung sehr methodenreich: Sie behandelt verschiedenste Fragestellungen und ermöglicht unterschiedliche Blickwinkel, was Innovationen fördert.

Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Unternehmen?

Forschende verfolgen bestimmte wissenschaftliche Ziele, Unternehmen müssen aber auf höchst anwendungsnahe Themen reagieren. Da AVL viel in Forschung und Entwicklung investiert, an Patenten und Publikationen interessiert ist und auch weiß, dass die zu Beginn sehr allgemeinen Ergebnisse nicht unmittelbar in Anwendungen überführt werden können, hat die Zusammenarbeit sehr gut funktioniert!

Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Die siebenjährige Förderung bietet einerseits die Langfristigkeit und Stabilität, um komplexe Fragestellungen umfassend zu behandeln und innovative Lösungen zu erarbeiten, samt Förderung wissenschaftlichen Nachwuchses. Andererseits, und das macht sie wirklich speziell, bietet sie die nötige Flexibilität, um auf neue technologische Herausforderungen und wissenschaftliche Erkenntnisse zu reagieren.

Gesamtsystem verwendet werden? Und welchen Zusatznutzen bringen dabei Vorhersagen? Um diese Kernfragen kreist die Forschung im CD-Labor, die für die Suche nach einer ganzheitlichen, optimalen Lösung eine umfassende Wissens-tiefe und -vielfalt zu Teilbereichen und -systemen wie Batterie, Brennstoffzelle, Regelung nichtlinearer Systeme oder prädiktive Optimierung etc. erfordert.

Auf Anwendungsseite geht es also um Regelungs- und Diagnosemethoden für Komponenten (insb. Batterie- und Brennstoffzellensysteme), aber auch um Regelungssysteme auf verschiedenen Systemebenen im Fahrzeug (wie bzgl. Energie- und Thermalmanagement) und um die ideale Integration von Diagnosesystemen und Komponentenmodellen ins ganzheitliche System. Auf methodischer Ebene sind u. a. auch Modellbildung und -parametrisierung anhand von Messdaten zentral, um möglichst genaue Rückschlüsse auf interne Zustände zu ziehen und auf dessen Basis komplexe Optimierungsverfahren durchzuführen.

Die Kooperation im CD-Labor

Die exzellente Zusammenarbeit zwischen CD-Labor und AVL erlaubte es dem Unternehmenspartner, die Forschungsergebnisse in Prototypen und eigene Projekte überzuführen. Dadurch konnten diese Ergebnisse in der Praxis getestet werden: Ein großer Erfolg im Rahmen eines AVL-Projekts mit einem renommierten LKW-Hersteller war die Validierung einer neu entwickelten Methodik zur Auslegung eines vorausschauenden Mehrgrößenregelungssystems. Am Prüfstand des Kunden konnte eine erhebliche Zeitersparnis bei der vollständigen Kalibrierung eines hocheffizienten Regelungssystems demonstriert werden.

Durch diese methodischen Fortschritte errang das Team des CD-Labors nun auch allgemein die mathematischen Mittel dazu, intelligente Regelungsverfahren deutlich besser und effizienter zu entwickeln und anzupassen als bisher.

Ergebnisse: Langlebige Komponenten, effiziente Fahrzeuge

Innovative Methoden zur datenbasierten Modellierung und virtuelle Sensoren zur Abschätzung und Vorhersage der Degradation von Batterie und Brennstoffzellensystem wurden in die entwickelten intelligenten und vorausschauenden Betriebsstrategien integriert: Im Zuge dessen konnten signifikante Effizienzsteigerungen und verlängerte Lebensdauern der behandelten Antriebsmodelle nachgewiesen werden – ein wichtiger Beitrag für Verlässlichkeit und Nachhaltigkeit der Fahrzeuge der Zukunft.

Wissenschaftliche Herausforderungen

Fahrzeuge und ihre Antriebssysteme mussten auf verschiedenen Ebenen betrachtet werden: Sowohl über sehr detaillierte physikalische als auch über örtlich verteilte Modelle (etwa um räumliche Konzentrations-, Temperatur- und Feuchteverteilungen in der Brennstoffzelle zu beschreiben), wobei reale Messdaten und Komponentenmodelle auf verschiedenen Systemebenen integriert wurden. Zudem war die Vereinfachung aller relevanten Zusammenhänge nötig, um eine echtzeitfähige Implementierung der entwickelten Regelungs- und Überwachungssysteme im Fahrzeug zu ermöglichen: Bei diesen Herausforderungen leistete auch die Universität Ljubljana als wissenschaftlicher Partner wichtige Unterstützung.

Mehrwert für das Unternehmen

Aus Unternehmenssicht ist es entscheidend, auf die schnellen Veränderungen in der Automobilindustrie methodisch vorbereitet zu sein: Dies macht die erarbeiteten Methoden und daraus entstandenen Patente und wissenschaftlichen Erkenntnisse so relevant für das Unternehmen. Trotz des Schwerpunkts auf Batterie- und Brennstoffzellensysteme hat sich das CD-Labor auf methodischer Ebene auch mit allgemeinen Fragestellungen beschäftigt, wodurch viele Erkenntnisse auf unterschiedliche Szenarien und Konfigurationen bzgl. Antrieb, Art und Nutzung von Fahrzeugen anwendbar sind.