

# Neue Wege für das induktive Laden

Im Forschungsprojekt FEEDBACCar hat die Firma Zollner Elektronik zusammen mit seinem Entwicklungspartner ServiceXpert maßgeblich die Entwicklung und den Aufbau eines induktiven, bidirektionalen Ladesystems übernommen. Welche Anforderungen dabei zu meistern waren, zeigt dieser Beitrag.



Die Prototypen wurde im Rahmen eines Technologietages „Induktives Laden“ der Zollner Elektronik AG am 17. Oktober 2019 erstmals vorgestellt. © ServiceXpert / Zollner

**D**as bidirektionale induktive Laden löst einen Teil der aktuellen Schwierigkeiten von kabelgebundenen Ladestationen. Um diese Thematik weitergehend zu untersuchen, wurde durch ein Konsortium das Forschungsprojekt FEEDBACCar (Future Electric Energy Distribution by Aggregated Clusters and Cars with Automated Response) ins Leben gerufen. Die Firma Zollner Elektronik, einer der Konsortialpartner, hat in diesem Projekt maßgeblich die Entwicklung eines induktiven, bidirektionalen Ladesystems, inklusive der Dimensionierung der Leistungselektronik, übernommen. Den Software-Anteil des Projektes hat Zollner in Zusammenarbeit mit den Spezialisten der Firma ServiceXpert erfolgreich umgesetzt. Das Projekt FEEDBACCar (FKZ: 16EM3129-2) verfolgte dabei das Ziel, das E-Fahrzeug als Energiespeicher in

Smart Home Konzepte einzubinden, um mit der bidirektionalen kontaktlosen Ladetechnologie auch eine Basis für neue Geschäftsmodelle zu legen. Besonders hohe Anforderungen hatte das Projekt in Bezug auf die Ladeleistungen, den Wirkungsgrad und die Sicherheit des Systems. Für das Laden und Rückspeisen ins Netz konnte ein Wirkungsgrad von bis zu 92 Prozent bei einer Ladeleistung von bis zu 11 kW erreicht werden. Letztlich wurde dieses Ergebnis durch das hervorragende Spulendesign und die darauf optimal abgestimmten Regelalgorithmen erzielt. Ein weiteres Highlight in diesem Forschungsprojekt ist das integrierte Positionierungssystem, das dem Fahrer hilft, das Fahrzeug fehlerfrei über der Bodenspule auszurichten (Bild 1).

## Ladesystem

Das Ladesystem besteht fahrzeugseitig aus einer Spule und einer Fahrzeugelektronik und einer Spule mit Wallbox auf Infrastrukturseite, die miteinander über WLAN kommunizieren. Der gesamte Ladevorgang wird so gesteuert und überwacht. Bei der Umsetzung der kabellosen Kommunikation wurde das IPv6-Verfahren angewandt, das im Gegensatz zu IPv4 einen umfassenderen Adressbereich vorweist und so eine größere Zukunftssicherheit bietet, da die Anzahl der Geräte mit Internetverbindung steigt. Durch den Verzicht auf manuelles Registrieren mit einer Ladekarte und das manuelle Starten des Ladevorgangs konnte die Lösung stark vereinfacht und nutzeroptimiert werden. Das Steuergerät im Fahrzeug wurde mit einer vollständig AUTOSAR-konformen Software umgesetzt und ist damit für die Integration in die Serienproduktion vorbereitet. Die Ingenieure

der ServiceXpert übernahmen zudem die Aufgaben der Konfiguration, Implementierung und die Integration der gesamten AUTOSAR-Anteile. Erarbeitet wurde dabei das Software-Design, die Software-Modellierung gemäß AUTOSAR Standard und die Konfiguration der kompletten AUTOSAR Basissoftware.

## Leistungselektronik

Des Weiteren übernahmen die AUTOSAR-Experten die Integration von Algorithmen zur Ansteuerung und Regelung der Leistungselektronik des DC/DC-Konverters sowie die Implementierung der nötigen Funktionalität zur Anbindung an höhere und niedrigere Software-Schichten. Dabei wurden verschiedene Treiber zur Generierung von insge-



**Bild 1: Ein weiteres Highlight in diesem Forschungsprojekt ist das integrierte Positionierungssystem, das dem Fahrer hilft, das Fahrzeug fehlerfrei über der Bodenspuhle auszurichten.**

© ServiceXpert / Zollner

samt zwölf PWM-Signalen implementiert und die Ansteuerung mehrerer Temperatursensoren über einen I<sup>2</sup>C-Bus realisiert. Die Software Module auf den höheren Softwareschichten wurden nach dem aktuellen Stand der Technik entwickelt, um so die Möglichkeiten und Vorzüge, die ein AUTOSAR 4.2 Stack mit einem Automotive Multicore Mikrocontroller mit sich bringt, voll auszuschöpfen. Aus diesem Grund wurden alle Zustandsmaschinen innerhalb der Software über den AUTOSAR BswM (Basic Software Mode Manager) modelliert und Kommunikationsschnittstellen (inklusive WLAN) über den AUTOSAR Kommunikations-Stack geroutet. Dadurch konnte eine maximale Abstraktion aller im System verwendeten Signale hin zu den Softwarekomponenten erreicht werden, was zur Modularität und Wartbarkeit der Software beiträgt.

## Integrationstests

Um derart komplexe Systeme testen und die Qualität der Software sicherstellen zu können, sind moderne automatisierte Testverfahren wichtig. Für das Projekt FEEDBACCAR wurde ein Continuous Integration Server aufgesetzt, der neben automatisierten Software Builds und statischer Code Analyse (MISRA C, CERT C Secure Coding Standard) auch in der Lage war, die Software direkt auf die Hardware zu flashen, um anschließend automatisiert Integrationstests durchzuführen. Es wurden neben den marktüblichen Tools auch eigens entwickelte Lösungen wie z. B. ein

Low-Cost HIL zur Stimulierung der Hardware und eine komplette Simulation der WLAN Kommunikation eingesetzt. Dadurch konnten alle Zustände im System getestet werden, ohne einen kompletten Systemaufbau vor Ort zu haben. Der Aufwand für die Integration des Steuergerätes in das Gesamtsystem wurde so signifikant verkürzt und trug damit maßgeblich zu einem erfolgreichen Projektabschluss bei.

Die Gesamtintegration erfolgte abschließend in Zusammenarbeit mit Zollner Elektronik zuerst an einem Laboraufbau mit allen Hardwarekomponenten und letztendlich in drei Prototyp-Fahrzeugen.

Die erfolgreich ausgestatteten Prototypen wurde im Rahmen eines Technologietages „Induktives Laden“ der Zollner Elektronik AG am 17. Oktober 2019 erstmals vorgestellt. Unter den Teilnehmern waren auch Vertreter namhafter Automotive OEMs, die großes Interesse an der Lösung von Zollner und ServiceXpert zeigten. ■

**ServiceXpert GmbH**  
- A company of the ESG group -  
[www.servicexpert.de](http://www.servicexpert.de)



**Sören Stein** ist Systemingenieur, E/E System- und Softwareentwicklung bei der ServiceXpert GmbH.



**Ergun Yavuz** ist Projektmanager / Senior Systemingenieur, E/E System- und Softwareentwicklung bei der ServiceXpert GmbH.

## ServiceXpert

Seit über 20 Jahren ist die ServiceXpert das System- und Softwarehaus bei führenden Nutzfahrzeugherstellern sowie deren Zulieferindustrie in Deutschland und Europa.

Als etablierter Engineering-Partner für die Elektrik- / Elektronik-Entwicklung sind modellbasierte Funktionsentwicklung und embedded Softwareentwicklung (mit AUTOSAR Classic und AUTOSAR Adaptive) sowie Test und Integration bis ins Gesamtfahrzeug Kern der Aktivitäten des Unternehmens.

Mit ihrem spezifischen Know-how fungieren die Fachleute der ServiceXpert als Diagnose Kompetenz Partner mit innovativen Lösungen und strukturiertem Vorgehen als Schnittstelle zwischen OEM und Zulieferer und tragen zur Qualitäts- und Prozessoptimierung der Wertschöpfungskette bei.

Die ServiceXpert Diagnosespezialisten beraten und unterstützen ihre Kunden bei der Auswahl und Implementierung von durchgängigen Diagnoselösungen und -applikationen (onboard / remote (OTA) / offboard).

Die ServiceXpert übernimmt seit über zwei Jahrzehnten die Planung, Realisierung und den Betrieb von technischen Informationssystemen für Hersteller. Mit dieser langjährigen Erfahrung entwickeln die Ingenieure der ServiceXpert modulare Informationsplattformen (Content Container) und mobile Applikationen, die effizient auf die Kundenanforderungen zugeschnitten werden. Dabei spiegeln die Lösungen immer State-of-the-Art Technologien wider.

ServiceXpert ist ein Unternehmen der ESG Gruppe und nutzt den Technologie- und Know-how-Transfer zwischen den Branchen für eigene Kundenprojekte.



**ServiceXpert**  
**Gesellschaft für Service-**  
**Informationssysteme mbH**  
**Ingolstädter Straße 45**  
**80807 München**  
**Telefon: +49 89 244 42 09-0**  
**office@servicexpert.de**  
**www.servicexpert.de**