

Positionspapier

F&E-Bedarfe für den Wandel des Zusammenspiels von Software und Hardware im Automobil der Zukunft

10. Juni 2021

1. Einleitung

Mit den Meilensteinen seiner F&E-Roadmap beschreibt der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft den Wandel des Automobils, nicht nur in Bezug auf nachhaltige Antriebe und automatisierte Steuerungen, sondern auch hinsichtlich des intelligenten und nahtlosen Zusammenwirkens von Fahrzeug, Infrastruktur und Mensch. Erhebung, Austausch und Verarbeitung großer Datenmengen spielen dabei eine Schlüsselrolle, denn sie garantieren Sicherheit, Funktionalität und Komfort der Fahrzeugnutzung. Waren in der Vergangenheit Pferdestärken und Drehmoment die Alleinstellungsmerkmale eines Automobils, so ist es künftig die Fähigkeit des Fahrzeugs, seine Funktionen an die Qualität der verfügbaren Daten anzupassen und damit kontinuierlich an Intelligenz und Nutzwert zu gewinnen.

In seinen Positionspapieren „Forschungs- und Entwicklungsbedarfe im Bereich der elektronischen Systeme und Komponenten zur Erfüllung der Sicherheitsanforderungen an das autonome Fahren“ (2019) und „Schlüsselrolle der E/E-Architektur und der Bordnetze für das Automobil der Zukunft“ (2020) hat der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft im Detail dargelegt, dass dies nicht nur neue Herausforderungen für die Elektroniksysteme bedeutet, sondern auch einen Paradigmenwechsel im Bereich der elektrischen und elektronischen Bordnetzarchitekturen impliziert: Einerseits wird die herkömmliche funktionale Anordnung der Steuergeräte in einer Domänenarchitektur durch die Überwachung mittels eines zentralen Car Servers abgelöst, der zugleich den Einstiegspunkt für Datenflüsse und Over-the-Air Updates darstellt. Andererseits wird der topologischen Verteilung der Steuergeräte in verschiedenen Zonen des Fahrzeugs mit einem Distributed Computing mittels generischer Hardware begegnet.

Die zunehmende Rolle von Daten und Verfahren der künstlichen Intelligenz für automatisierte Fahrfunktionen und die selbstlernende Steuerung der Fahrzeugdynamik, für verbessertes Infotainment und für nahtlose Vernetzung geht aber nicht nur mit Veränderungen der Bordnetzarchitektur einher, sondern steigert auch die Bedeutung der darin eingebetteten Software. In diesem Papier erläutert der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft, dass die Software festlegt, mit welcher Qualität Daten gehandhabt, verteilt und verarbeitet werden, während die Hardware die Bandbreiten und Übertragungsraten festlegt und damit die Quantität der Datenverarbeitung bestimmt. Insbesondere wird begründet, warum die Entwicklung der Elektroniksysteme und Bordnetze von der Entwicklung der Software entkoppelt werden und trotzdem koordiniert erfolgen muss. Schließlich wird in diesem Papier aufgezeigt, dass die damit verbundenen Herausforderungen umfangreiche Aufgaben in Forschung und Entwicklung mit sich bringen, für die neue Formen der Kooperation und eine Förderung durch die öffentliche Hand wichtige Erfolgsfaktoren darstellen.

2. Hintergrund

Auf den mehr als 100 elektronischen Steuergeräten, die heute in einem Automobil verbaut sind, sind schätzungsweise 100 Millionen Zeilen Softwarecode implementiert, die Sensordaten auswerten, die Kommunikation steuern, Entscheidungen fällen und aktuatorische Funktionen regeln. Es ist damit zu rechnen, dass der Umfang davon mit zunehmender Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung der Fahrzeuge in den kommenden Jahren noch erheblich

wachsen wird. Zugleich ist zu erwarten, dass Nutzer eines Fahrzeugs mehr und mehr die aus dem Bereich der Consumer-Elektronik gewohnte regelmäßige Upgrade-Fähigkeit und kundenspezifische Konfigurierbarkeit auch von einem Automobil verlangen. Dem kurzen Zyklus der Software-Aktualisierungen und dem attraktiven Geschäftsmodell einer flexiblen Neuschöpfung von Funktionen steht dabei die – aus Gründen der Ressourcenschonung ebenfalls erwartete – Langlebigkeit des Hardware-Produkts Automobil entgegen.

Dieses Dilemma lässt sich nur dadurch lösen, dass die Bordnetzarchitektur zentralisiert und ausreichend generisch und flexibel gestaltet wird, so dass die eingebettete Software zentral und im Feld eingespielt werden und die Funktionalität der Steuergeräte effizient und schnell neu definieren kann. Die Softwarefunktionen müssen dabei horizontal in der Cloud und im Bordnetz integriert werden und sich vertikal und über mehrere Funktionsebenen erstrecken.

Die somit entkoppelte Weiterentwicklung von elektronischer Hardware und eingebetteter Software ist nicht nur eine aus veränderten Kundenerwartungen resultierende Notwendigkeit, sondern bietet auch eine Reihe weiterer Innovationspotentiale. So ließen sich mit Over-the-Air Updates der Software nicht nur neue Infotainment-Funktionen einspielen, sondern auch die dynamischen Eigenschaften des Antriebs verbessern, die Latenz, Stabilität und Zuverlässigkeit der Umfelderkennung und Steuerung für das automatisierte Fahren optimieren und Sicherheitsprotokolle aktualisieren. Mit den zunehmenden Umsetzungsmöglichkeiten künstlicher Intelligenz werden zudem die Voraussetzungen für selbstlernende Systeme geschaffen.

Zugleich ermöglichen generische Hard- und Softwarearchitekturen eine stärkere Anbindung der Fahrzeugsteuerung an die Cloud. Dies eröffnet Fahrzeugherstellern die Möglichkeit, im Fahrzeug gezielt Sensor- und Steuerdaten zu sammeln und in der Cloud effizient zur Weiterverarbeitung bereitzustellen. Damit lassen sich Erkenntnisse über Leistungsfähigkeit, Effizienz und Sicherheit der Fahrzeugfunktionen gewinnen und die technische Funktionsfähigkeit überwachen. Dies hilft nicht nur dabei, den Verschleiß oder Ausfall von Bauteilen und zu erkennen und KI-basiert zu antizipieren, sondern auch, im Hintergrund neue Funktionen zu validieren und zu entwickeln. Schließlich ermöglicht dies auch eine stärkere Steuerung und Überwachung von Fahrzeugflotten mittels digitaler Zwillinge und Schwarmintelligenz und damit die Ausweitung der Operational Design Domain autonomer Fahrfunktionen sowie die Etablierung neuer plattformbasierter Geschäftsmodelle.

3. Forschungs- und Entwicklungsaufgaben

Die Kernaufgabe für Forschung und Entwicklung besteht darin, die elektronischen Steuergeräte und deren Vernetzungsarchitektur sowie die eingebettete Basissoftware und deren per Over-the-Air aktualisierbaren Komponenten so aufeinander abzustimmen und in einer serviceorientierten Architektur zu orchestrieren, dass Funktionen nach Bedarf rekonfiguriert und dynamisch an veränderliche Datenflüsse angepasst werden können. Während solche Konzepte im Bereich der IT und der Consumer-Elektronik bereits seit längerem etabliert sind, wurde im Automotive-Umfeld bislang stark auf das Co-Design von Hard- und Software gesetzt, um höchste Ressourcen- und Kosteneffizienz zu erzielen, häufig zu Lasten der Flexibilität.

Eine teilweise Entkopplung erfordert nicht nur generische Hard- und Softwaremodule, eindeutige Vereinbarungen und neue Standards, sondern auch neue Freigabeprozesse für die funktionale Sicherheit, Gesamtlösungen für den Schutz vor Manipulationen der Fahrzeugfunktionen sowie IT-artige Entwicklungsprozesse wie Continuous X. Zudem sind die Auswirkungen des Übergangs zum Zentralserver auf das Echtzeitverhalten und den Datendurchsatz und die Anforderungen an die Mobilfunktechnik abzuschätzen.

Eine generische Trennung zwischen Hard- und Software kann in manchen Fällen besonders schwierig sein, z.B. bei applikationsspezifischen Komponenten wie Sensoren und Aktoren. Die Upgrade-Fähigkeit bis in diese Tiefe zu erlangen ist aber wünschenswert, weil intelligente und KI-unterstützte Datenvorverarbeitung in zunehmendem Maße bereits in diesen applikationsnahen Komponenten erfolgt. Auch dies stellt daher ein wichtiges Forschungsfeld dar.

4. Förderpolitischer Handlungsbedarf

Eine zunehmend generische Gestaltung von Bordnetzarchitekturen und eingebetteten Softwarefunktionen ist unausweichlich, um die Geschäftsmodelle und Servicekonzepte der IT-Welt für die Innovationsfähigkeit des Produkts Automobil nutzbar zu machen. Dabei gilt es, an Erfahrungen aus anderen Bereichen wie der Consumer-Elektronik anzuschließen und zugleich das in enger Kooperation von Fahrzeugherstellern und Zulieferern der deutschen und europäischen Automobilindustrie über Jahrzehnte gewachsene Knowhow im Bereich der Bordnetzarchitekturen und Protokolle der Datenkommunikation im Fahrzeug klug für den Wandel des digitalen Rückgrats im Automobil einzusetzen. Ziel muss es sei, eine höhere Flexibilität, Aktualität und Intelligenz der Fahrzeugfunktionen zu erreichen, ohne die bestehenden Alleinstellungsmerkmale Funktions- und Datensicherheit, Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit einzubüßen.

Die hohe gesamtsystemische Komplexität dieser Aufgabe lässt sich ohne die agil, vernetzt und offen gestalteten Kooperationsmodelle der Softwareentwicklung nur schwer bewältigen. Damit öffnen sich die heimischen Innovations- und Wertschöpfungsstrukturen der Automobilindustrie aber auch für die im Wesentlichen in Übersee angesiedelten Akteure der IT-Branche, und es ist zu befürchten, dass die bestehende Technologiesouveränität im Bereich der Fahrzeugelektronik beeinträchtigt werden könnte. Lösungen für diese Herausforderung zu finden übersteigt die Möglichkeiten einzelner Hersteller und teilweise auch der Branche und bedarf daher der Unterstützung durch die öffentliche Hand.

Nach Einschätzung der im eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft zusammengeschlossenen Unternehmen besteht die dringende Notwendigkeit, die Kooperation der heimischen Akteure aus den Branchen Elektronik, Software und Automobil in einem offenen kooperativen Ökosystem zu stärken und dazu über die bestehenden Programme im Bereich der Elektronik- und Softwaresysteme hinaus Verbundprojekte in den folgenden Themenfeldern zu fördern:

- Gesamtsystemische Abstimmung von generischer, applikationsnaher und modularer Hard- und Softwarekomponenten der Fahrzeugelektronik
- Darstellung durchgängig in der Cloud bis hinab zu Sensoren und Aktuatoren und über Bordnetzdomänen hinweg integrierter Softwarearchitekturen im Fahrzeug
- Steigerung der Effizienz von Hard- und Softwarearchitekturen angesichts massiv zunehmender Datenmengen
- Neue Konzepte für Hochintegrationssteuergeräte mittels neuer Ansätze zur Partitionierung und Virtualisierung von Fahrzeugfunktionen
- Rekonfigurierbarkeit von Steuergeräten mit dynamischen Over-the-Air-Updates der eingebetteten Software
- Funktionale Sicherheit, Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit softwaredefinierter Systemarchitekturen und Subsysteme
- Durchgängige End-to-End Cyber-Security und Datensicherheit bei stärkerer Anbindung von Steuergeräten an die Cloud
- Schattensvalidierung von Softwaremodulen auf allen Ebenen der Fahrzeugarchitektur

- Aufbau einer Infrastruktur zur Befähigung von Over-the-Air Updates und Anbindung des Fahrzeugs an ein cloud-gestütztes Hintergrundsystem
- Potenziale von Over-the-Air-Updates für die Einbettung künstlicher Intelligenz ins Fahrzeug
- Adaption und Implementierung von IT-artigen Entwicklungsmethoden und Kooperationsmodelle für verkürzte Innovationszyklen bei der Softwareentwicklung im Automotive-Umfeld
- Forschungs- und entwicklungsbegleitende Standardisierung von Softwaremodulen

5. eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft

Der eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft ist eine Allianz relevanter Industrieunternehmen aus den Schlüsselbranchen Automobil, Batterien, Halbleiterkomponenten, Elektrotechnik, Vernetzung und digitale Karten. Er erarbeitet im vorwettbewerblichen Dialog Empfehlungen für Programme der Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in den Bereichen Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung und stimmt diese mit der Wissenschaft und einem erweiterten Kreis von Unternehmen ab. Er konzentriert sich dabei auf das Gesamtsystem Fahrzeug und seine Schnittstellen für Strom, Daten und Verkehr.

Folgende Unternehmen gehören dem eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft als Partner an: Audi, AVL, BMW, Bosch, Continental, Elmos, Hella, HERE, Infineon, NXP, Schaeffler und ZF sowie Heraeus und Leoni als assoziierte Partner. eNOVA wird durch einen Wissenschaftskreis unterstützt.

Kontakt:

Bo Habermann, Sprecher von eNOVA, AUDI AG

Prof. Dr. Hans-Christian Reuss, stellv. Sprecher von eNOVA, FKFS, Universität Stuttgart

Dr. Gereon Meyer, Geschäftsstelle eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft bei der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

E-Mail gereon.meyer@vdivde-it.de

www.strategiekreis-automobile-zukunft.de