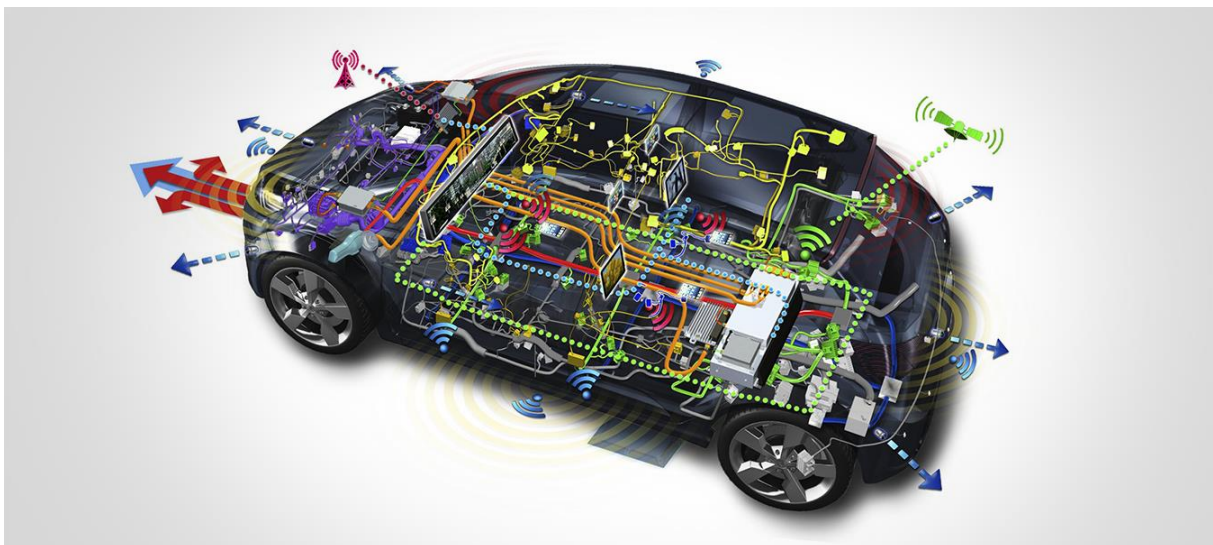


Hassan El-Bouloumi

DIE ZENTRALISIERTE E/E-ARCHITEKTUR: FOLGEN UND HERAUSFORDERUNGEN FÜR OEMS.

Bordnetze innerhalb von Fahrzeugen werden auf Grund zunehmender Funktionsmehrung, der nachfolgenden Elektrifizierung sowie regulatorischer Anforderungen immer komplexer. Das kostet die OEMs Zeit und vor allem viel Geld.

Die Automobilindustrie erfährt seit dem Einzug der Elektronik im Fahrzeug eine technologische Revolution: Die Fahrzeuge sollen neben ihrer klassischen Funktion als Transportmittel den Fahrer zusätzlich unterhalten, informieren, vernetzen und schützen. Features und Funktionalitäten, die über komplexe Hard- und Software dargestellt werden, entwickeln sich zunehmend zum Schlachtfeld der OEMs um technikaffine Kunden. Software und Hardware werden neben Fahrwerk und Antrieb zum zentralen Element des **Brand Values** und der Marktdifferenzierung. Die Folge: stetig steigende Kosten der E/E-Infrastruktur. Bereits heute zählen sie zu den Top 5 der Fahrzeugkosten – Tendenz steigend!



Bildquelle: Copyright by Delphi Automotive.

DIE AKTUELLE LAGE

Vor diesem Hintergrund stehen die Produktplanungs-, Entwicklungs-, Einkaufs- und Fertigungsabteilungen vor einer besonderen Herausforderung. Diese besteht darin, die vom Kunden gewünschten **Features passgenau zur Verfügung zu stellen**, ohne eine der beiden wichtigsten Wettbewerbspositionen zu verschlechtern, nämlich Fahrzeuggewicht und Kosten. Keine leichte Aufgabe! **Konsequentes System Engineering und Erfahrung im Bereich der E/E-Integration** sind hierbei **DIE kritischen Erfolgsfaktoren** für wegweisende und optimierte Elektrisch/Elektronische Architekturen (E/E-Architekturen) im Fahrzeug. Neben den Kundenwünschen sind die immer schärfer werdenden regulatorischen Anforderungen ein weiterer Komplexitätstreiber der Fahrzeug E/E-Architekturen. Damit ist das Thema E/E-Architektur ein vitaler Teil der Plattformentwicklung. Es umfasst sowohl die Aspekte **Datennetzwerke, Power & Signal, Diagnose, Fehlertoleranz, Energiemanagement und funktionale Partitionierung der Steuergeräte als auch die Schnittstellen zu allen relevanten Fahrzeugsystemen**. Die angewandten Strategien und Methoden zur Optimierung von E/E-Architekturen zielen dabei auf folgende Aspekte:

- **Kostenreduzierung**
- **Reduziertes Systemgewicht**
- **Mehr Features**
- **Verbesserte Funktionalität**
- **Kleineres Package**
- **Verbesserte Zuverlässigkeit**
- **Verbesserte Systemverfügbarkeit**
- **Reduzierte Aderanzahl**
- **Weniger Splices**

Diese Strategien und deren Wirksamkeit sollen im Folgenden näher beleuchtet werden.

DATEN- UND ENERGIENETZWERKE

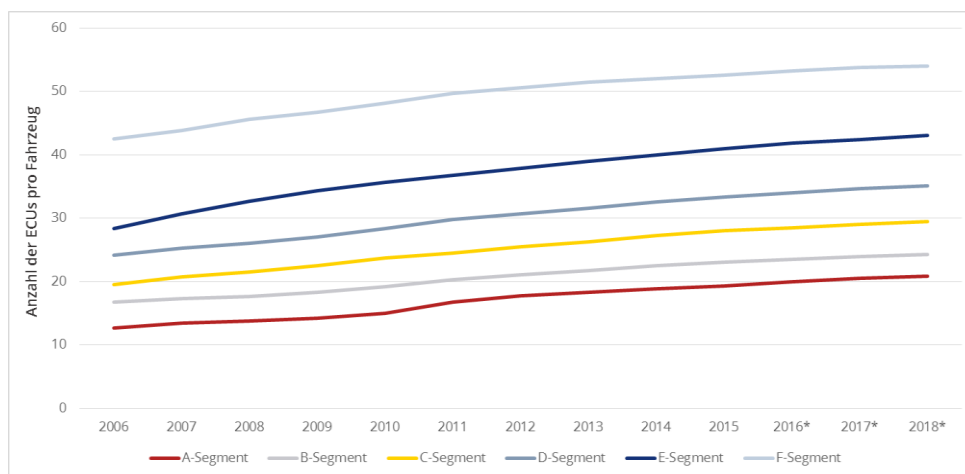
Die Fahrzeuge der neuesten Generation können sprechen. Zwar klingt das nur in den seltensten Fällen tatsächlich menschlich, dennoch kommunizieren sie mittels analoger und digitaler Kabelsignale wie z. B. CAN, LIN, FlexRay, Ethernet, APIX oder LVDS. Ein komplexes Unterfangen, denn jeder Bereich hat individuelle und zweckbestimmte Verkabelungs- und Kommunikationsanforderungen.

Ein prominentes Beispiel hierfür sind: **Fahrerassistenzsysteme (ADAS)**. Eine Art virtueller Beifahrer, der zur Unfallverhütung dem Fahrer unter die Arme greifen soll. Fahrerassistenzsysteme

bringen in erster Linie Sicherheit und Komfort, aber auch ökonomische Vorteile. Sie bilden die Grundlage für die Zukunftstechnologien im Bereich **Autonomous Driving**. Die Unterstützung des Fahrers reicht von Einparkhilfe über Spurwechselassistenten bis hin zu automatischen Abstandswarnern und Notbremssystemen sowie Fußgängerschutz. Für einen immer komplexeren Funktionsumfang wird eine breite Infrastruktur an zusätzlicher Sensorik benötigt, die sich netzartig über das gesamte Fahrzeug spannt. Hierunter fallen **Long Range Radarsysteme** und **LIDAR** für die Objekterkennung und Kollisionsvermeidung, **Mid-Range Radarsysteme** für die Blind Spot Erkennung, verschiedenste **Kamerasysteme** zur Bilderfassung und Verarbeitung um Fahr- und Gefahrensituation abschätzen zu können, **Ultraschallsensoren** zur Nahbereichserfassung sowie **V2X Systeme** für die Konnektivität zur Außenwelt. All diese Assistenzsysteme erzeugen eine hohe Datenflut, die nahezu in Echtzeit übertragen und verarbeitet werden muss. Die Vernetzung und Versorgung der genannten Sensorik hat somit eine erhebliche Komplexitätssteigerung der Fahrzeug E/E-Architektur zur Folge.

Eine konstante **Zunahme der Steuergeräte**, Aktuatorik und Sensorik lässt sich auch im Body-, Antriebs- und im Fahrwerksbereich feststellen. Auch hier bedarf es einer Vielzahl an Kabelbäumen, die kreuz und quer durch ein Auto verlaufen um die Versorgung und Kommunikation der Systeme sicherzustellen. In Summe ergibt sich für die letzte Dekade über alle Fahrzeugsegmente hinweg ein nicht zu vernachlässigender Anstieg der Zahl der Steuergeräte pro Fahrzeug. So verfügen Luxusfahrzeuge aus dem F-Segment teilweise über 50 ECUs, mit den bekannten Folgen für die Systemkosten.

ANZAHL DER ECUS PRO FAHRZEUG NACH FAHRZEUGKLASSEN



Quelle: Strategie Analytics.

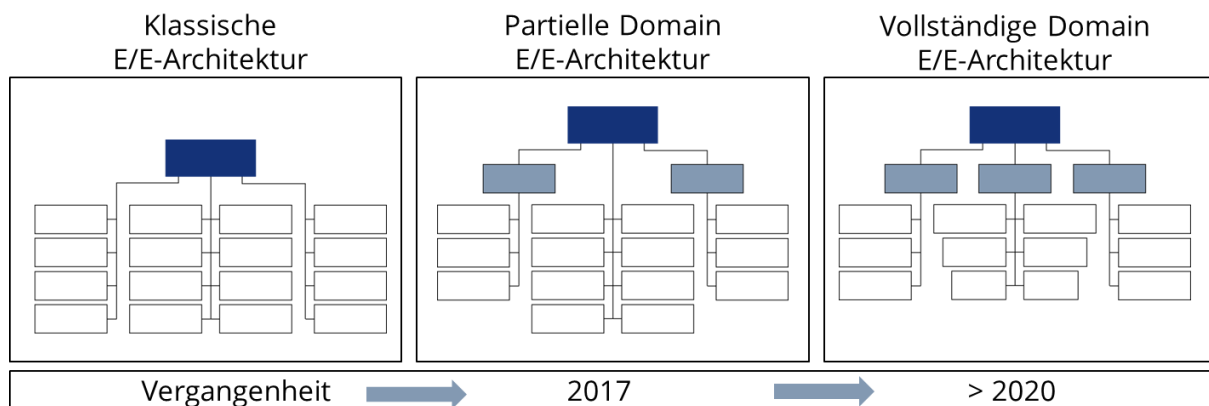
Durch die komplexe E/E-Architektur und die **Vorfertigung von Steuergeräten (ECUs)**, die überwiegend dort eingebaut werden, wo gesteuert oder geregelt wird, werden die Kabelbäume, die in Fahrzeugen verlegt werden, nicht nur sehr komplex, sondern auch besonders kostenintensiv. **Die Einzelleitungen komplexer Kabelbaumsysteme werden dabei bis zu zwei Kilometer lang.** Die Herstellung ist überaus zeitaufwendig, denn sie werden bis heute meist manuell gefertigt. Das kann bis zu 50 Prozent der Herstellkosten ausmachen, trotz der Fertigung in "Best Cost Countries". Das führt dazu, dass der Kostenanteil der **Kabelbaumsysteme bereits zu den TOP 5 der Gesamtkosten im Fahrzeugbau gehört.**

E/E-ARCHITEKTUR TRENDS

Um die Komplexität der Kabelbäume in Fahrzeugen und damit das Gewicht und die Kosten deutlich zu reduzieren, muss zunächst der **Anteil an mechanischen Bauteilen, aktiven und passiven elektronischen Komponenten, Kabeln und Anschlüssen deutlich herabgesetzt** werden. Nur so können die Systemkosten spürbar optimiert werden.

Viele OEMs haben darüber hinaus erkannt, dass es weder nachhaltig noch kostensenkend ist, wenn die Anzahl der Steuergeräte für jede Funktion weiter zunimmt. Es hat bereits ein Umdenken stattgefunden, das sich in einem industrieweiten Trend manifestiert, nämlich die **Konsolidierung der E/E-Architektur**. Darunter versteht man im Wesentlichen die kontinuierliche Funktionsintegration der Steuergeräte mit dem Ziel, die Anzahl der Knoten im Fahrzeug zu verringern, um eine Reduzierung der Material- als auch Fertigungskosten zu erzielen. Anstelle einer **Black Box**, die einer bestimmten Kundenfunktion zugeordnet ist, werden ganze **Funktionsgruppen in sogenannte Domain Control Units** zusammengefasst. Beispiele hierfür sind **Cockpit, ADAS oder Infotainment Domain Controller**. Doch der derzeit wachsende E/E-Architektur-Trend hat eine strategische Tragweite, die weit über technologische Aspekte hinausgeht, mit **Folgen für die gesamte Supply Chain der OEMs**. So kann durch die konzentrierte Beschaffung, Entwicklung und Prüfung einer reduzierten Anzahl von Steuergeräten, die Zuliefererkoordination und die Fertigungskomplexität in den Werken erheblich vereinfacht werden.

TRANSFORMATION DER E/E-ARCHITEKTUR



Entwicklungsziele:

- Geringere Anzahl an ECUs durch Integration
- Skalierbarkeit und Flexibilität
- Bandbreite für Domain-übergreifende Kommunikation
- Datensicherheit

Quelle: Eigene Darstellung.

HERAUSFORDERUNGEN : TECHNOLOGIE, LIEFERKETTE UND ORGANISATION

Die Konsolidierung komplexer E/E-Architekturen innerhalb eines Fahrzeuges birgt auch Herausforderungen, wie der Umgang mit **Funktionen unterschiedlicher Automotive Safety Integrity Level (ASIL)** auf einer E/E-Baugruppe. Abhilfe schaffen sogenannte **Multicore Embedded Systeme**, als Basis für die Integration von Funktionen mit unterschiedlichen **ASIL Attributen** in einem Steuergerät.

Ein ganz anderer Aspekt, den die Konsolidierung der E/E-Architektur mit sich bringt, sind Probleme resultierend aus der Lieferkette. Die technologische Leistungsfähigkeit eines ECU-Lieferanten mit hohem Integrationsgrad an Funktionen und Features kann insbesondere wegen der steigenden Softwarekomplexität schnell an seine Grenzen stoßen. **Je funktional verflochtener eine Domain ECU ist, desto größer und komplexer ist das zu beherrschende Spektrum an abzudeckender Soft- und Hardware.**

Resultierend daraus, ergeben sich auch in den Einkaufsabteilungen der OEMs signifikante Herausforderungen. Bislang bediente man sich vielfältiger ECUs und diverser Lieferanten mit verteil-

ten Risiken im Hinblick auf technische und kommerzielle Aspekte. Durch den fortschreitenden Konsolidierungstrend verändert sich das Risikoprofil für die OEMs infolge der Konzentration von ECUs beträchtlich. Hier muss beispielsweise durch geeignete Einkaufsstrategien der Gefahr einer riskanten Abhängigkeit von einem Lieferanten begegnet werden.

Auch auf organisatorischer Ebene gilt es Hürden zu bewältigen. Der klassische Ansatz, bei dem sich dedizierte Mitarbeiter aus Entwicklung, Integration, Operations und Einkauf siloartig um ein einzelnes Steuergerät kümmern, weicht immer mehr dem Ansatz einer mehrschichtigen Organisation, in dem interdisziplinäre Teams die Verantwortung für die Umsetzung von Funktionen und Features übernehmen, die in komplexen Domain Controllern eingebettet sind.

ESSENZ UND AUSBLICK

Obwohl die Software durch ein hohes Maß an funktionaler Integration in Domain Controllern immer komplexer wird, gibt es für OEMs keine nachhaltige Alternative zur Konsolidierung der Fahrzeug E/E-Architekturen. **SUBSTITUTION UND FUNKTIONALE INTEGRATION** sind die Schlüsselwörter bei der Umsetzung dieses Trends und ein wichtiger Hebel für die OEMs auf dem Weg zur Technologie- und Kostenführerschaft im E/E-Bereich. Die Entwicklung wird in absehbarer Zukunft durch den steigenden Bedarf nach Komfort- und Sicherheitsfeatures befeuert und durch immer leistungsfähigere Hardwaresysteme begünstigt werden. Allerdings gilt es für eine **erfolgreiche Implementierung neuer optimierter E/E-Architekturen neben den technologischen stets auch die strategisch organisatorischen Herausforderungen im Blick zu behalten.**

Haben Sie Fragen? POLARIXPARTNER bietet die passenden Antworten. Wir verfügen über eine fundierte Umsetzungserfahrung bei komplexen Entwicklungsprojekten sowie eine weitreichende Technologiekompetenz im Automotive Umfeld. Unsere Kunden profitieren durch das umfangreiche Know-how und den strategischen Weitblick unserer Berater, wodurch das Zusammenführen von Mechanik, Elektrik und Elektronik in technische Lösungen möglich wird. Unsere Erfahrung ist ihr erfolgreicher Projektabschluss.

THE GUIDING STAR FOR THE
MANUFACTURING INDUSTRY



AUTOR & IHR VERSIERTER KONTAKT BEI POLARIXPARTNER



- Mehr als dreizehn Jahre Erfahrung in der Automobil- wie fertigenen Industrie
- Fundierte Kenntnisse im Bereich Innovation, Kosten, Qualität und Timing
- Zertifizierter Professional for Value Management (European Governing Board for Value Management)
- Zertifizierter Program- u. Launchmanager
- Internationale Erfahrung in der Lieferantenentwicklung und der E/E-Systemarchitektur im Automotive Umfeld

HASSAN EL-BOULOUMI

POLARIXPARTNER GmbH
Graf-Siegfried-Str. 32, 54439 Saarburg, Deutschland
www.polarixpartner.com

Telefon: +49 6581 8290-229
E-Mail: Hassan.El-Bouloumi@polarixpartner.com
XING: https://www.xing.com/profile/Hassan_ElBouloumi

ÜBER POLARIXPARTNER

MANAGEMENT. BERATUNG. MACHEN. POLARIXPARTNER ist die Managementberatung für die fertige Industrie. Als langjährige Industrie-Insider sind wir gerne Ihr verlässlicher Leitstern auf dem Weg zum Erfolg – zielgebend wie früher der Polarstern für die Seefahrer. Unser Ansatz ist ganzheitlich und wir verfolgen eine umsetzungsorientierte Philosophie: Dabei tauchen wir analytisch und strategisch tief in Ihre Kernprozesse ein – werden aber auch direkt auf dem Shopfloor aktiv und sorgen für eine optimale Verbesserung entlang Ihrer gesamten Wertschöpfungskette.

VORDENKEN. OPTIMIEREN. UMSETZEN.