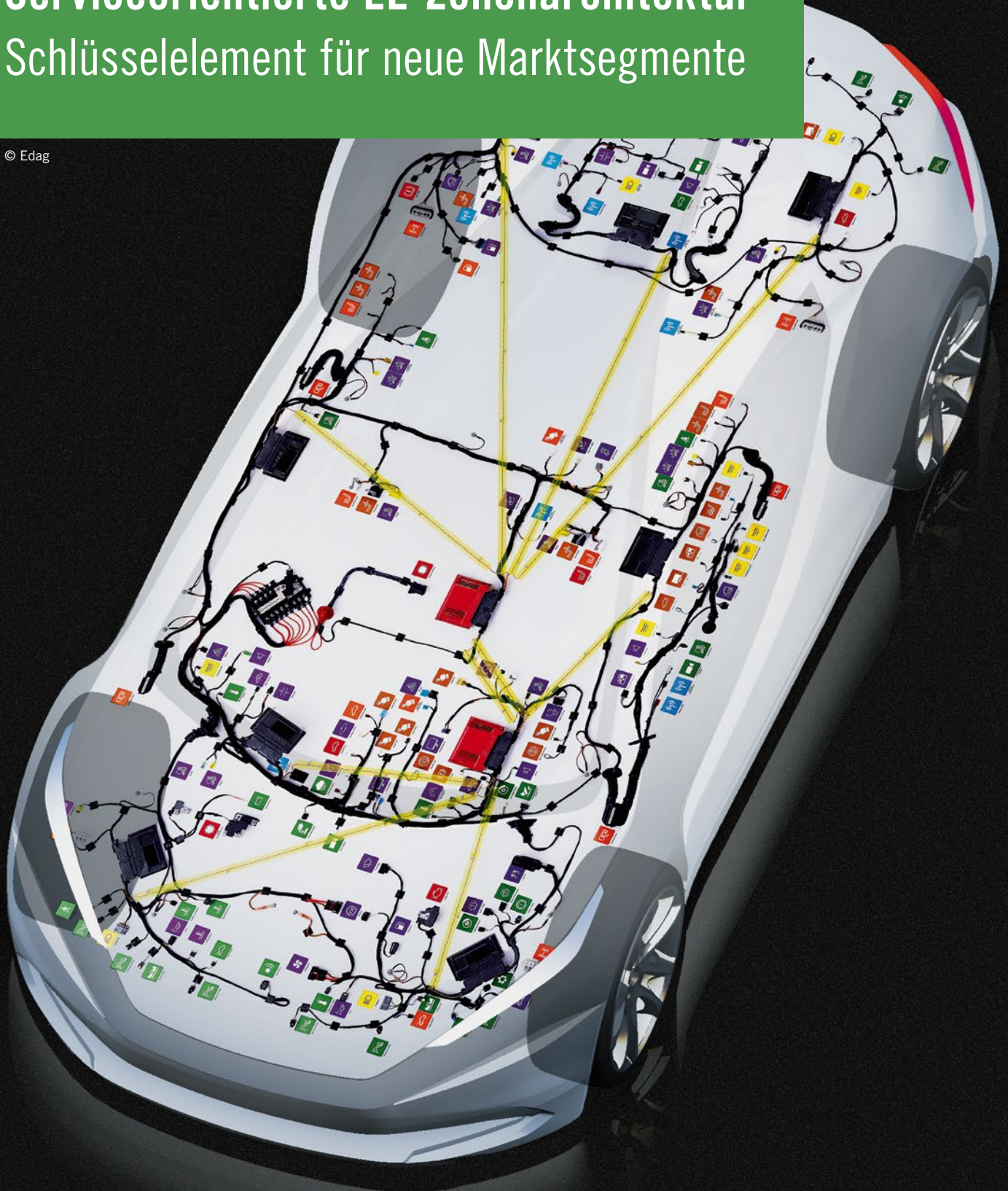


# Serviceorientierte EE-Zonenarchitektur Schlüsselement für neue Marktsegmente

© Edag



Die Mobilität wird sich mittel- bis langfristig dramatisch verändern, und die heutigen starren und domänenbasierten Architekturen werden nicht verschont bleiben. Die entsprechenden Entwicklungen laufen bereits auf Hochtouren. Edag stellt einen für die konsequente Einbindung in das Internet der Dinge interessanten Lösungsansatz vor, der auch ganz neue Geschäftsmodelle ermöglicht: die Kombination aus Zonenarchitektur und serviceorientierter Architektur.



**Dipl.-Ing. (FH) Mario Maul**  
ist Projektleiter EE Vehicle  
Engineering bei der  
Edag Engineering GmbH  
in Fulda.



**Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Becker**  
ist Abteilungsleiter EE Vehicle  
Engineering bei der  
Edag Engineering GmbH  
in Fulda.



**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Bernhard**  
ist Geschäftsführer der  
BEB Consulting & Coaching  
in Alsbach-Hähnlein.

## MOTIVATION

Durch die Digitalisierung befinden sich die Volkswirtschaften derzeit weltweit in einem Umbruch, der alle bisherigen Veränderungen an Dynamik und Umfang in den Schatten stellt. In der Fahrzeugindustrie treiben die drei automobilen Megatrends Elektrifizierung, autonomes Fahren und Connectivity den Wandel der Produkte unmittelbar. Gleichzeitig muss die Automobilbranche durch mittelbare Veränderungen der Digitalisierung sowie ein verändertes Kundenverhalten, neue Infrastruktur-, Logistik- und Mobilitätskonzepte ihren zukünftigen Platz in der Gesellschaft neu finden.

Diese Neupositionierung des Produkts bringt eine Neugestaltung der Geschäftsmodelle der an der Entwicklung, Produktion und Nutzung der Fahrzeuge beteiligten Unternehmen mit sich. Additiv lässt sich in den letzten Jahren eine deutliche Tendenz hin zu innovativen Fahrzeug- und Mobilitätskonzepten für spezielle Marktsegmente wie Carsharing, urbaner Personentransport, Zustelldienste etc. beobachten, oftmals getrieben durch neue, agile Player.

Gerade diese neuen Player benötigen zur Realisierung ihrer Fahrzeuge EE-Architekturen, die diesen innovativen Fahrzeugkonzepten Rechnung tragen. Neben den klassischen Domänenarchitekturen werden sich neue serviceorientierte Architekturen (SOA) etablieren. Diese können speziell auf die einzelnen Fahrzeugkonzepte zugeschnitten werden. Dieser Artikel stellt eine Serviceorientierte EE-Zonenarchitektur vor, die je nach Fahrzeughersteller in der Zahl der Zonen beziehungsweise der Services variiert werden kann, wobei dennoch die Hersteller den gleichen Architekturbaukasten nutzen.

## EE-ARCHITEKTUR: STATUS QUO

Stand der Technik in der Automobilindustrie sind heute sogenannte Domänenarchitekturen, deren Steuergeräte die erforderlichen Funktionalitäten in Form von eingebetteter Software realisieren und die über automobilspezifische Bussysteme wie CAN, LIN, Flexray miteinander verbunden sind, über die der Datenaustausch auf Basis statischer Kommunikationsmatrizen stattfindet.

Dieses Lösungsprinzip wurde in den zurückliegenden Jahren zu hoher Robustheit entwickelt, führt aber letztlich dazu, dass man in den Fahrzeugen eine Vielzahl an Steuergeräten und ein überaus aufwendiges und komplexes Bordnetz vorfindet, **BILD 1**. Jedes Steuergerät ist über das Bordnetz mit „seinen“ Sensoren und Aktoren verbunden, die zum Teil im gesamten Fahrzeug verteilt sind. Eine Erweiterung um neue Funktionen ist in der Regel nur über zusätzliche Komponenten möglich. Beispiel für eine Domänenarchitektur ist „Base2017“, **BILD 2**. Diese von Edag entwickelte Architektur verwendet IP-freie Komponenten, um neuen Fahrzeugherstellern einen schnellen Zugang zum Markt zu ermöglichen.

## DAS IOT UND DIE EE-ARCHITEKTUR DER ZUKUNFT

Die EE-Architektur stellt einen wesentlichen Enabler zur Realisierung des Fahrzeugs als ein Kernbaustein des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT) dar. In umfangreich ausgestatteten Fahrzeugen finden sich heute zum Teil 100 Steuergeräte und das Bordnetz ist lokal (bis zu 8 m Einzelleitungslänge auf Signalebene) wie global (> 1 km Gesamtkabellänge auf Signalebene)



BILD 1 Bordnetz einer heutigen EE-Architektur (© Edag)

überaus aufwendig und komplex. Gleichzeitig begrenzen die heute statischen Architekturen und Kommunikationsmatrizen kurzfristige Anpassungen wie Updates oder Upgrades nach Auslieferung an den Kunden. Sie machen sie sogar in vielen Fällen unmöglich.

Eine schnelle, robuste und flexible Zusammenarbeit der internen Sensor-Aktorebene – sowohl mit der Fahrzeugintelligenz als auch mit der Offboardebene (Backend) – ist nur bedingt darstellbar.

Mit anderen Worten: Die heutigen strikt domänenorientierten Lösungsansätze sind

für die zukünftigen Anforderungen nur noch begrenzt tauglich. Vielmehr müssen hochintegrierte, performante Rechneransätze mit leistungsstarken Kommunikationsnetzwerken entwickelt werden, die sich zudem durch intelligente Redundanzen auszeichnen.

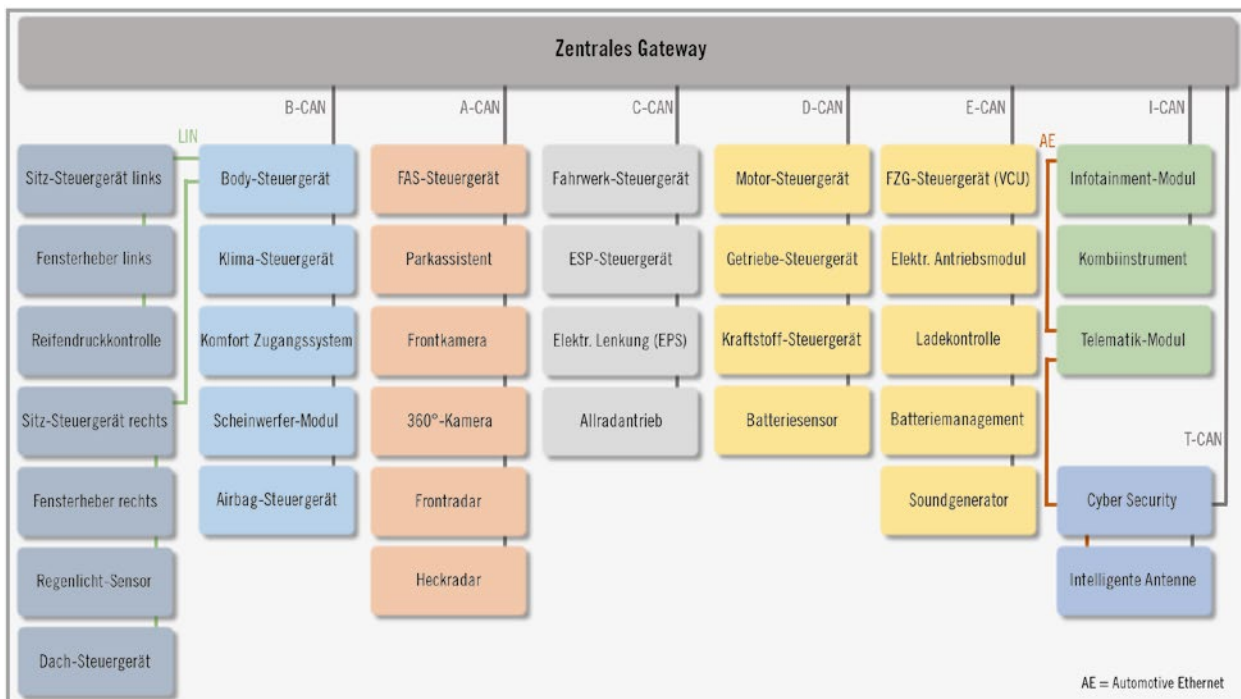


BILD 2 Topologie der domänenorientierten EE-Architektur „Base2017“ (© Edag)

Die EE-Architektur-Verantwortlichen der OEMs arbeiten hieran seit geraumer Zeit, und die Lösungen, die man übergeordnet als serviceorientierte Architekturen bezeichnet, werden in den kommenden Jahren Schritt für Schritt Einzug in die Fahrzeuge halten.

### SOA FÜR NISCHENPRODUKTE

Vor ähnlichen Herausforderungen stehen auch die Fahrzeughersteller von neuen Mobilitätskonzepten. Gerade für diese Zielgruppe mit innovativen Anwendungskonzepten, die meist elektrifiziert angetrieben und zukünftig verstärkt autonom betrieben werden, ist die vollständige Integration in das Internet für den Erfolg des Geschäftsmodells elementar. Gleichzeitig können diese Firmen durch die spezifischen Einsatzfelder (Nischen) nur begrenzte Stückzahlen darstellen.

Ein Lösungsansatz stellt hierbei die Kombination aus Zonenarchitektur und Serviceorientierter Architektur dar. Edags „Vision2025“, siehe Titelbild, ist ein skalierbarer „Off the Shelf“-Baukasten und basiert auf einer konsequenten Aufteilung des Fahrzeugs in geometrische Zonen anstelle der heutigen Domänen, **BILD 3**.

Der Einsatz universeller, parametrierbarer Zonencontroller, die mehrfach im Fahrzeug verbaut sowie fahrzeugübergreifend skalierbar verwendet werden können, steigert die Stückzahl, reduziert die Kosten und realisiert die für eine SOA elementare Trennung von Hardware und Software (Funktionalität unabhängig vom Steuergerät). Das Zentrum der

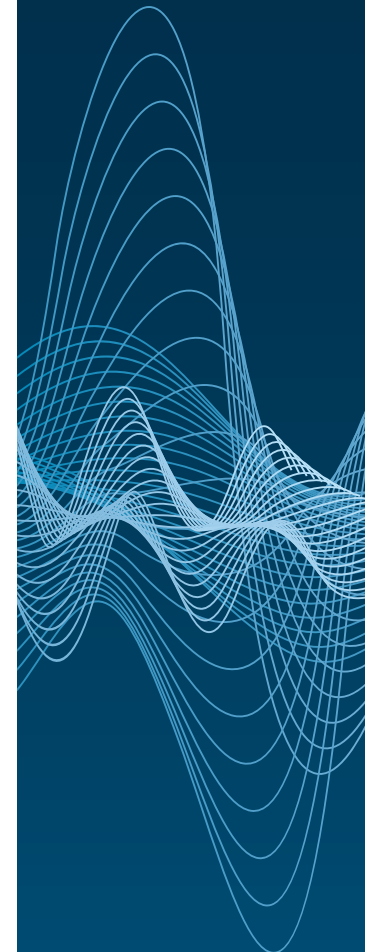
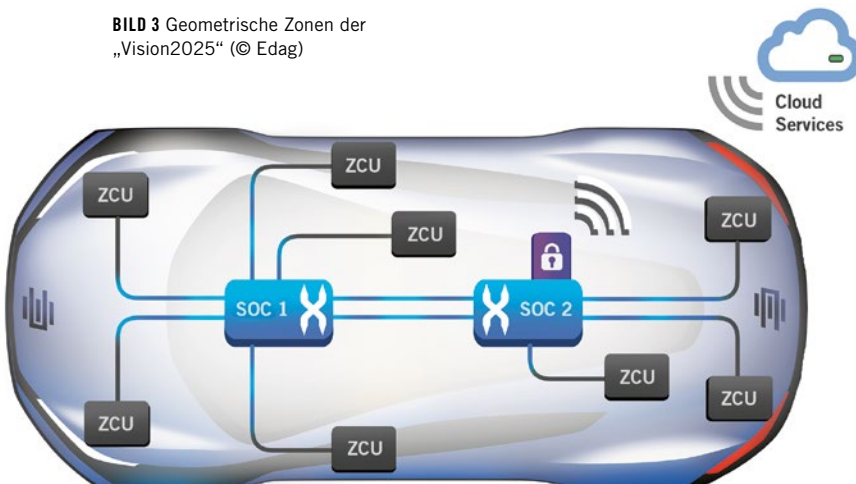
Intelligenz sind zwei Zentralrechner, die hardwareunabhängig Applikationen und Algorithmen (= Services) Raum geben. Die Signalübertragung zwischen Zentralrechner und Zonencontroller basiert auf einem leistungsstarken Ethernet-Netz, welches unter Verwendung verschiedener Protokolle Daten in geeigneten Formaten (Some-IP, AVB, TSN) überträgt, **BILD 4**. Leistungsstark bedeutet in diesem Zusammenhang hohe Datenraten bei deterministischer Übertragung, um der durch die Umfeldsensorik des autonomen Fahrens getriebenen Datenflut in Echtzeit gerecht zu werden. Updates und Upgrades sowie das nachträgliche Hinzufügen neuer Funktionen und Anwendungen über die Fahrzeuglebensdauer werden dem Nutzer mit diesem Ansatz ermöglicht.

Das eröffnet Nischenanbietern die Möglichkeit zentraler, dynamischer und softwarebasierter Dienste, die durchaus auch von Drittanbietern kommen können. Das kann gerade im Bereich des autonomen Fahrens ganz neue Geschäftsmodelle über Lizenzierung von Software beziehungsweise Diensten eröffnen.

### CHARAKTERISTIKEN DES SOA-ANSATZES

Die Zonencontroller lesen die Daten der Sensoren ein, digitalisieren sie und senden sie mit möglichst geringem Informationsverlust an die Zentralrechner. Somit können die Potenziale vorhandener Sensorik in Gänze ausgenutzt werden. Bei entsprechender Kommunikationsbandbreite können die Zonencontroller die Rohdaten aller Umfeldsensoren

**BILD 3** Geometrische Zonen der „Vision2025“ (© Edag)



Hier treffen die Keyplayer der Branche auf ein hochqualifiziertes Fachpublikum – seien Sie dabei.

Detaillierte Informationen:  
e-emv.com oder +49 711 61946-63

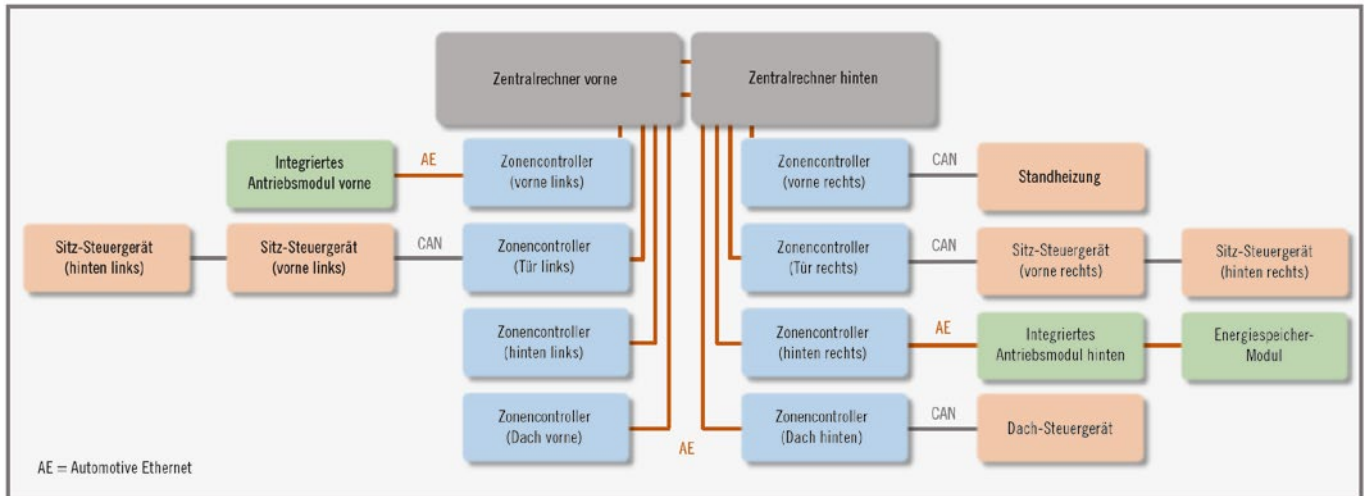


BILD 4 Topologie der „Vision2025“ (© Edag)

(zum Beispiel Ultraschall, Kamera, Radar, Lidar) digitalisieren und als Streams an die Zentralrechner weitergeben. Den Zentralrechnern steht damit der maximal mögliche Datensatz zur Verfügung. Über einen Betriebssystemkern werden die Daten den Services oder Applikationen zur Verfügung gestellt, die auf diese nun hardwareunabhängig und beliebig zugreifen können und sie je nach Service weiterverarbeiten. Am Ende der Datenverarbeitung erfolgen dann „Service Requests“ an die Zonencontroller, die entsprechende Anforderungen umsetzen und die angeschlossene Aktorik ansteuern. Automotive Ethernet stellt dafür ausreichend leistungsfähige Datenleitungen zur Verfügung (erzielbare Bandbreiten von >1 Gbit/s gemäß IEEE 802.3 beziehungsweise „1000Base-T1“) und bietet zudem mit den deterministischen TSN-Kommunikationsprotokollen (Time Sensitive Networks) eine ausreichende Zeitgenauigkeit. Aufgrund der geometrisch bedingten Maximallängen zwischen den Zonencontrollern ist eine Verwendung von preiswerten Unshielded-Twisted-Pair(UTP)-Leitungen möglich.

Für die Zonencontroller, BILD 5, wird ein möglichst hoher Gleichanteil im Bereich Gehäuse, Stecker und analogen/digitalen Ein-/Ausgängen angestrebt. Über spezielle Steckmodule ist die Erweiterbarkeit der Schnittstellen für spezielle Sensoren und Aktoren (wie Lidarsensoren und Leistungselektronik) oder andere Steuergeräte gegeben. Vorübergehend wird es auch in einer Zonen-

architektur neben den Zonencontrollern noch optionsgesteuerte Komponenten (beispielsweise Standheizung) geben, deren Integration zum Beispiel aufgrund niedriger „Take Rates“ betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll ist.

Um ausreichend Sicherheit und Robustheit zu realisieren, werden die Zonencontroller redundant mit Spannung versorgt und können bei unterbrochener oder überlasteter Kommunikationsstrecke über den internen Switch



BILD 5 Zonencontroller, ausgestellt auf der IAA 2017 (© Edag)

einer alternativen Route (Ring, Stern) folgen. Bezüglich funktionaler Sicherheit (ISO 26262) werden sie so ausgelegt, dass im Fehlerfall ein sicherer Zustand für ausgewählte Features hergestellt werden kann. Die Zentralrechner stellen bei höherwertigen Funktionen Redundanz und damit „safe operational“ sicher. Auf Basis dieses etablierten funktionalen Sicherheitskonzepts wird Informationssicherheit der EE-Architektur gegen Angriffe von außen, also ein schlüssiges und durchgängiges Konzept zur Cybersicherheit aufgesetzt.

Mit einer „Smart Antenna“ als zentrale Datenschnittstelle des Fahrzeugs nach außen, die über eine Cyber-Security-Schnittstelle mit einem Zonencontroller verbunden ist, lässt sich das Konzept der Informationssicherheit optimal in der EE-Architektur positionieren.

Durch die Aufteilung des Fahrzeugs in geometrische Zonen reduzieren sich Längen und Gewicht des LV-Bordnetzes (LV = Low Voltage), da Sensoren und Aktoren nicht an die funktional zugehörige ECU, sondern den nächstgelegenen Zonencontroller angeschlossen werden. Berechnungen gehen von einer Gewichtsersparnis von rund 30 % aus. Bei einem typischen Leitungssatzgewicht von 60 kg (ohne Hochvoltanteile) sind 15 bis 20 kg gespartes Gewicht sicher ein treibender Faktor.

Der Einzug der Serviceorientierten Architektur wird zudem die Zahl der Kabelsatzvarianten reduzieren. Updatefähigkeit bezüglich Services erfordert ein Höchstmaß an verbauter Sensorik/Aktorik und der zugehörigen Verkabelung, da sie eine physikalische Grenze der maximal möglichen Services darstellen.

Herkömmliche Sicherungsboxen können durch reversible Sicherungen innerhalb der Zonencontroller ersetzt werden. Da diese „wartungsfrei“ sind und nicht von außen zugänglich sein müssen, erlaubt dies neue Freiheitsgrade beim Design von E-Fahrzeugen oder „People Movern“. Im Zuge der Elektromobilität ist es darüber hinaus sinnvoll, die Zonencontroller mit einer höheren Spannungsebene zu versorgen, wobei diese die angeschlossene Sensorik/Aktorik weiterhin mit 12 V versorgen, um auf preisgünstige elektrische Bauteile zurückgreifen zu können, was für Nischenanbieter bedeutend ist.

## AUSBLICK

Die Zukunft ist elektrisch angetrieben, autonom fahrend und „always connected“. Die Fahrzeughersteller benötigen für den zukünftigen Erfolg neben ihrer Fahrzeug-Erfahrung zusätzlich End-to-End-User-Erfahrung. Das „Rückgrat“ erfolgreicher, zukunftsfähiger Fahrzeuge ist eine leistungsfähige EE-Architektur, die gleichzeitig Flexibilität, Robustheit, niedriges Gewicht und geringe Kosten gewährleistet.

Die serviceorientierte EE-Zonenarchitektur ist dabei ein Baustein, der diese Kriterien unter dem besonderen Blick auf Fahrzeuge der neuen Marktsegmente erfüllt. Edag wird gemeinsam mit Partnern den Prototyp eines Zonencontrollers entwickeln. Hinsichtlich der Signalverarbeitung arbeitet sie zudem über das Tochterunternehmen TSN Systems an einem Werkzeug zur Erfassung und Darstellung deterministischer Netzwerkinformationen, was mit Beginn 2018 auch potenziellen Interessenten angeboten werden wird.

## LITERATURHINWEISE

- [1] Die Zukunft der E/E-Architektur im Kraftfahrzeug. Online: [https://vector.com/portal/medien/cmcevents/commercial\\_events/VectorCongress\\_2014/VeCo14\\_26Nov14\\_Reithalle\\_A&D\\_09\\_Traub.pdf](https://vector.com/portal/medien/cmcevents/commercial_events/VectorCongress_2014/VeCo14_26Nov14_Reithalle_A&D_09_Traub.pdf), aufgerufen am 08.12.2017
- [2] Hientz, H.; Kugler, H. J.; Maag, B.; Strube, D.: Software Drives. Digital Capabilities for Automotive Innovators 2030. Online: [www.kuglermaag.com](http://www.kuglermaag.com), aufgerufen am 08.12.2017
- [3] Ethernet TSN as Enabling Technology for ADAS and Automated Driving Systems. Online: [http://standards.ieee.org/events/automotive/2015/05\\_Ethernet\\_TSN\\_as\\_enabling\\_technology\\_for\\_ADAS.pdf](http://standards.ieee.org/events/automotive/2015/05_Ethernet_TSN_as_enabling_technology_for_ADAS.pdf), aufgerufen am 08.12.2017
- [4] Automotive Ethernet 12 Years Old. Online: [http://standards.ieee.org/events/automotive/2016/d1\\_02\\_koenigseder\\_keynote\\_automotive\\_ethernet\\_12\\_years\\_old\\_v1\\_1.pdf](http://standards.ieee.org/events/automotive/2016/d1_02_koenigseder_keynote_automotive_ethernet_12_years_old_v1_1.pdf), aufgerufen am 08.12.2017
- [5] How Ethernet Helps Building a Scalable Network Architecture. Online: [http://standards.ieee.org/events/automotive/2016/d1\\_05\\_krieger\\_how\\_ethernet\\_helps\\_building\\_a\\_scalable\\_network\\_architecture\\_v17f.pdf](http://standards.ieee.org/events/automotive/2016/d1_05_krieger_how_ethernet_helps_building_a_scalable_network_architecture_v17f.pdf), aufgerufen am 08.12.2017



### READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:  
[www.ATZelektronik-worldwide.com](http://www.ATZelektronik-worldwide.com)

# Mehr PS per Mausklick?

Over-the-Air (OTA) liefert frei Haus.

After-Sales 2.0: Software-Updates und neue Fahrzeugfunktionen werden nicht mehr in der Werkstatt aufgespielt, sondern bequem von zu Hause aus bestellt. Um diese Vision wahr werden zu lassen, bieten wir eine Ende-zu-Ende Lösung für sichere Übertragung von der Cloud ins Fahrzeug. Wichtigstes Qualitätsmerkmal? Die Firmware-over-the-Air-Anwendung und deren Integration erfüllen dabei alle Anforderungen an Safety und Cyber Security. Nur tanken müssen Sie selbst. Noch.

ITK Engineering GmbH – Ihr Partner für sichere Vernetzung.

[www.itk-engineering.de](http://www.itk-engineering.de)

