



© Olivier Le Moal | AdobeStock

## Domänencontroller und E/E-Architekturen

# Technik und Lieferbeziehungen im Wandel

Weg vom Steuergeräte-Overkill und armdicken Kabelsträngen, hin zu geordneten und leistungsfähigen E/E-Architekturen: die Digitalisierung des Automobils verändert die Bordnetze, wirbelt aber auch die eingespielten Lieferantenbeziehungen durcheinander.

**Hartmut Hammer**

in „Weiter so“ mit den bisherigen E/E-Architekturen und ihren manchmal mehr als 100 Steuergeräten führt in die Sackgasse. Ausweg ist die Bündelung der Aufgaben in Domänenrechnern, Zentralrechnern und Zonencontrollern: dies senkt die Anzahl der Steuergeräte und damit Kosten und Systemkomplexität. Den Markt für Hochleistungs-Steuergeräte taxieren Analysten von McKinsey im Jahr 2030 auf ein Volumen von 156 bis 207 Milliarden US-Dollar weltweit (**Bild 1**) – je nach Marktdynamik von automatisierten und autonomen Fahrfunktionen.

Im Jahr 2025 könnten dann in einem Kleinwagen mit Verbrennungsmotor Controller im Wert von etwa 900 Dollar verbaut sein, bei Premiumfahrzeugen mit Plug-In-Hybridantrieb und Level 3-Fahrfunktionen sogar im Wert von

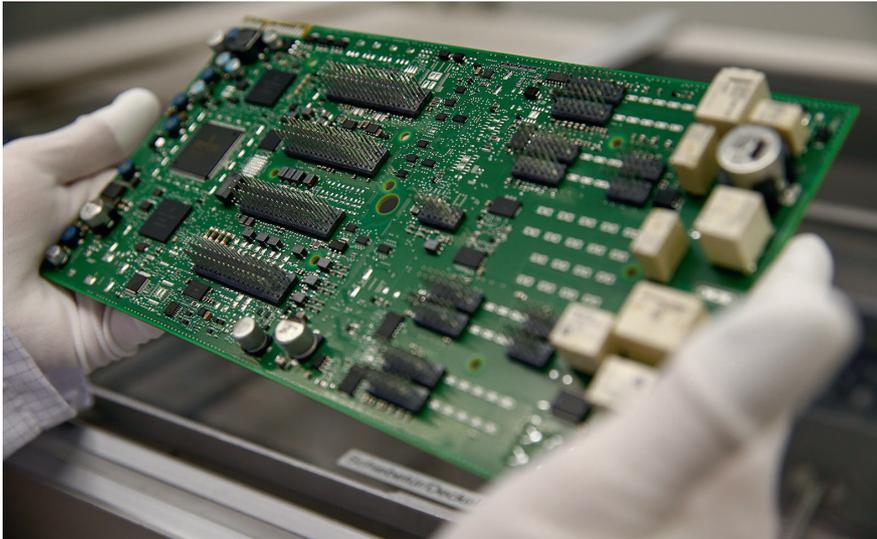
knapp 3.400 US-Dollar. In Robotaxis könnte der Wert bis zu 8.500 US-Dollar betragen. Nach 2025 erwarten die Analysten, dass die Controllerkosten pro Fahrzeug um bis zu zehn Prozent sinken werden hauptsächlich wegen Skaleneffekten bei elektronischen Bauteilen sowie Kosteneinsparungen bei den hochaggregierten Domänen-, Zonen- und Zentralrechnern.

### Zentral versus dezentral

Aktuell führen OEMs sukzessive Domänenstrukturen in ihren E/E-Architekturen ein, vor allem für den Infotainmentbereich, aber auch für das Antriebsmanagement, Karosseriefunktionen, sowie für Fahrerassistenz plus automatisiertes Fahren, und als Gateway Richtung Backend/Cloud (**Bild 2**). Zudem ar-

beiten OEMs und Zulieferer bereits an Cross-Domain-Controllern, die Aufgaben mehrerer Fahrzeugdomänen bündeln. „Insbesondere bei Fahrzeugen mit einfacherer Ausstattung wären Cross-Domain-Controller eine sinnvolle, weil kostengünstige Alternative,“ meint Joachim Mathes, CTO Comfort & Driving Assistance Systems von Valeo. Konkretes Beispiel ist der Hochleistungsrechner, den Continental ab 2023 an einen chinesischen OEM liefern wird. Er soll bei einem Elektrofahrzeug als Gateway (unter anderem für Over-the-Air-Updates) fungieren und Aufgaben wie die Zugangs-, Tür- und Fenstersteuerung, sowie das Wärme- und Drehmomentmanagement des Fahrzeugs übernehmen.

Logisches Ende dieser Entwicklung wäre ein mehrkerniger Zentralrechner



**Bild 1: Analysten taxieren im Jahr 2030 den Markt für Hochleistungssteuergeräte auf ein Volumen von 156 bis 207 Milliarden Dollar.** © Continental

für alle Fahrzeugfunktionen, wie ihn Tesla für seine Modelle bereits entwickelt hat – inklusive der wesentlichen Hard- und Software-Komponenten. „Wenn aber die Rechenleistung zentralisiert ist, wäre es sinnvoll, das Daten- und Leistungsmanagement in Zonencontrollern zu dezentralisieren,“ gibt Joachim Mathes zu bedenken. „Denn der Anschluss beispielsweise aller Aktuatoren und Sensoren verursacht im Zentralrechner sehr hohe elektrische Leistungen und eine aufwändige Verkabelung.“

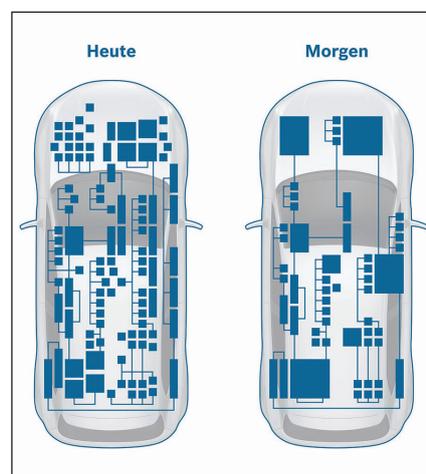
Auch das Thema Redundanz lässt sich nach Angaben von Sofiane Amara, Technical Manager Automated Driving/ADAS bei Hitachi Astemo, mit dem zweistufigen Ansatz besser lösen: „Wenn die Software sowohl im Zentralrechner als auch im Zonencontroller implementiert ist, ist eine Safe Operational Performance gegeben.“ Zentralrechner mit oder ohne Zonencontroller sind derzeit vor allem für Start-Ups wie Tesla & Co. eine Option, die keine Rücksicht auf vorhandene Modellreihen und Rückwärtskompatibilität nehmen müssen.

### Strukturbruch und mehr Wettbewerb

Ob und wann die OEMs Zentralrechner-Architekturen implementieren werden, hängt nach Ansicht der Experten stark von der Fahrzeugklasse, dem Ausstattungsniveau und den Stückzahlen ab. Da man Skaleneffekte heben will, liebäugeln die OEMs mit volumenstarken Plattformlösungen über mehrere Produktreihen und -generationen hinweg sowie mit Built-to-print-Lösungen. Das öffnet beispielsweise Chiplieferanten

wie Nvidia, Mobileye, Qualcomm oder NXP die Tür zu Großaufträgen. Da Hochleistungsprozessoren großen Einfluss auf die Controllerarchitektur, die Software-Stacks und die Schnittstellen haben, wächst die Marktmacht der Chiplieferanten, die durch die Halbleiterkrise ohnehin am längeren Hebel sitzen.

Aber nicht nur die Chiplieferanten bauen ihren Einfluss bei Hochleistungsrechnern aus. „Parallel dazu entwickeln sich Datenunternehmen wie Amazon, Microsoft und Google mit ihren Kompetenzen für Software, Big Data, Künstliche Intelligenz und Cloudanwendungen zu weiteren Machtzentren“, kommentiert Dr. Volker Nadenau, bis vor kurzem Senior Vice President in der zentralen Vorentwicklung der Robert Bosch GmbH. „Ihnen fehlt teilweise noch etwas das spezifische Automotive-Know how, weshalb sie derzeit bevorzugt Alli-



**Bild 2: Domänenbasierte Architekturen (rechts) sind der erste Schritt weg von den heutigen komplexen E/E-Architekturen.**

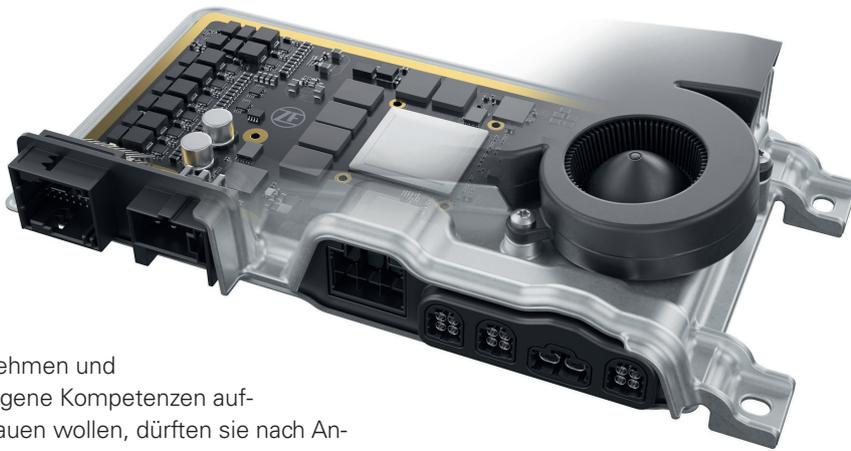
© Robert Bosch

anzen mit OEMs und Tier1-Lieferanten eingehen.“ Beispiele sind die Kooperationen von Microsoft mit Bosch und ZF, sowie Amazon mit Continental. Auch Chiplieferanten versuchen mit Kooperationen stärker im Automotive-Controller-Markt Fuß zu fassen. So partnern Nvidia mit Daimler und Jaguar Land Rover, Mobileye mit Geely und Qualcomm mit BMW. „Diesen Trend kann man mit Fug und Recht als Strukturbruch im Automotive-Entwicklungsprozess bezeichnen“, so Volker Nadenau weiter. „Statt wie bisher nur der OEM und der Tier1-Zulieferer nehmen jetzt mit den Chiplieferanten und Datenunternehmen weitere potente Player Verantwortung im Entwicklungsprozess wahr.“ Das kann so weit führen, dass sich ein Chiplieferant wie Nvidia einen hohen Umsatzanteil bei Software-Updates in zukünftigen Daimler-Fahrzeugen sichert.

### Wandel erfordert Flexibilität

„Bei zukünftig stärker zentralisierten Architekturen werden OEMs mehr Verantwortung bei der Software-Entwicklung, der Funktionsoptimierung und der Integration übernehmen, ebenso wie bei Entwicklung serviceorientierter Geschäftsmodelle“, blickt Sofiane Amara von Hitachi Astemo voraus. Beispielsweise hat Volkswagen mit Cariad einen eigenen Softwareentwickler gegründet und kooperiert zu diesem Thema eng mit Bosch. Auch andere OEMs bauen massiv Entwicklungskapazitäten für Softwarekomponenten und neue Geschäftsmodelle auf. Allerdings sind ihnen auf diesem Feld große Zulieferer um mehr als eine Nasenlänge voraus und beschäftigen beispielsweise viel mehr Softwareexperten als die OEMs.

„Tier1-Zulieferer werden sich zum Tier 0,5 weiterentwickeln müssen“, glaubt Uwe Class, Vice President Advanced System Development bei ZF. „Sie müssen die E/E-Architektur auf Fahrzeugebene verstehen, müssen in Ökosystemen und verschiedenen Mobilitätsebenen denken lernen, um die funktionale Integration eines Domänen-, Zonen- oder Zentralrechners selbstständig durchführen können. Dies umfasst auch Funktionen von dritten Projektpartnern, die der Tier1 nicht selbst entwickelt.“ Da die OEMs auf vielen anderen Feldern ebenfalls Verantwortung über-



nehmen und eigene Kompetenzen aufbauen wollen, dürften sie nach Ansicht von Uwe Class eine stärkere Rolle der Tier1 bei den Hochleistungsrechnern befürworten. Dem steht die Ansicht anderer Experten entgegen, dass die OEMs versucht sein könnten, durch Aufsplitten von Auftragsumfängen ihre Rolle als Gesamtverantwortlicher zu festigen. „In diesem Fall müssen wir Tier 1 einerseits als Generalist mit Gesamtsystemverständnis auftreten,“ glaubt Joachim Mathes von Valeo. „Andererseits sollten wir in unabhängigen Einheiten organisiert sein, um schnell mit beispielsweise Auftragsfertigern, Softwareentwicklern und Engineeringdienstleistern interagieren zu können.“

Prozessorlieferanten und Datenunternehmen sind potenziell auch in der Lage, Gesamtverantwortung bei der Entwicklung von Hochleistungsrechnern zu übernehmen. „Sie verfügen derzeit vielleicht noch nicht über die Integrationsfähigkeiten und Expertise, die für komplette Zentralrechnerlösungen

**Bild 3: Die ProAI-Plattform von ZF kann als Domänen-, Zonen- oder Zentralrechner dienen.** © ZF

erforderlich sind,“ glaubt Volker Nadeau. „Diese Fähigkeiten können sie aber mit Hilfe von Partnern erwerben.“

Tier2-Zulieferer wiederum müssen nach Auffassung von Uwe Class ihre Komponenten künftig so gestalten, dass sie in den Zielarchitekturen flexibel integrierbar sind. „Ein Teil einer Softwarefunktion muss beispielsweise auf einem Aktuator durchgeführt werden können, ein anderer Teil vielleicht auf einer höheren Abstraktionsebene wie einer Domäne oder einer Zone.“

### Markt der Möglichkeiten

Weniger auskunftsfreudig als bei E/E-Architekturen und Organisationsstrukturen zeigen sich die Tier1-Zulieferer

bei Zahlen zur eigenen Marktperformance. Von Continental ist beispielsweise bekannt, dass man einen der beiden Zentralrechner für die Volkswagen-Modelle ID3 und ID4 liefert und Stand 2021 Aufträge im Wert von mehr als vier Milliarden Euro in den Büchern stehen hatte. Bei Bosch soll das Auftragsvolumen im vergangenen Jahr insgesamt „eine mittlere einstellige Milliardensumme“ betragen haben und es sind zweistellige Wachstumsraten geplant. ZF bestätigt für seinen ProAI-Domänenrechner (**Bild 3**) mit Serienstart ab 2024 Großaufträge von Kunden aus Europa und Asien, sowohl im Pkw- als auch im Nutzfahrzeugbereich. Mit insgesamt siebenstelligen Abbruchzahlen sieht man sich unter den Top 5 des Segments.

Daneben sieht sich Valeo „bei Domänenrechnern für ADAS-Anwendungen als führender Marktteilnehmer“, aber auch Hitachi Astemo beansprucht in diesem Segment eine „weltweite Führungsposition“. Weitere namhafte Marktteilnehmer sind etwa Aptiv, Harman oder Visteon. Ein Branchenkenner lenkt den Blick in eine ganz andere Richtung: „Man sollte auch Auftragsfertiger wie Quanta und Flex als Wettbewerber sehen.“ ■ (eck)



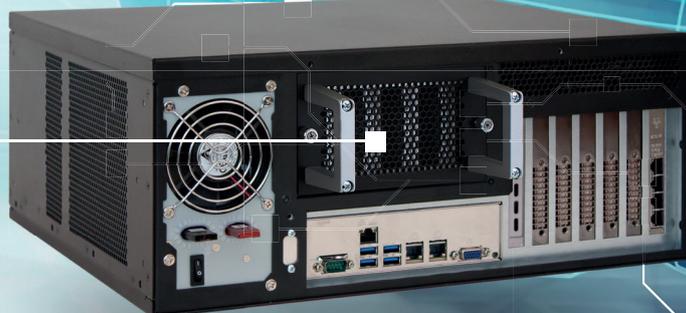
**Hartmut Hammer** ist Automobiljournalist und schreibt seit mehr als zwei Jahrzehnten über Elektronik- und Entwicklungsthemen. © Hammer

**INONET**  
www.inonet.com

# MAYFLOWER®-B17-LiQuid

Hochleistung für KI  
5-fach GPU Power

QuickTray®



intel  
partner  
IoT Industrial  
Specialist