



© Olivier Le Moal | Adobe Stock

Vehicle Computer – Automotive-Softwareentwicklung neu gedacht

AUTOREN



Dr. Detlef Zerfowski
ist Vice President Vehicle
Computer und Security
bei Etas GmbH
in Stuttgart.



Jürgen Crepin
ist Senior Manager für
Marketingkommunikation bei
der Etas GmbH in Stuttgart.

Neben herkömmlichen Steuergeräten halten Vehicle Computer Einzug in moderne Fahrzeuge. Begleitend läuft die Entwicklung des Standards Autosar Adaptive. Beide Neuerungen werden E/E-Architekturen grundlegend verändern. Doch es geht um weit mehr: Die Softwareentwicklung wird neu geordnet – und mit ihr die Wertschöpfung. OEMs und Zulieferer müssen sich für den Umbruch fachlich und organisatorisch neu strukturieren. Etas zeigt in diesem Beitrag auf, welche neuen Methoden und Werkzeuge dafür bereitstehen.

CONWAYS LAW

Die Einführung des Autosar-Standards war keine Liebe auf den ersten Blick. Fast ein Jahrzehnt hat es seinerzeit gedauert, bis OEMs und Zulieferer ihre Entwicklungsprojekte wirklich an dem Standard ausrichteten. Vor diesem Hin-

tergrund mag es verwundern, dass Bosch und Etas bereits Werkzeuge und Methoden für die Integration des künftigen Standards Autosar Adaptive anbieten, obwohl die Standardisierung noch nicht abgeschlossen ist. Wozu diese Eile?

Ein Teil der Antwort findet sich in einer Beobachtung aus dem Jahr 1968.

Conways Law:

„Organisationen, die Systeme entwerfen, sind gezwungen, Entwürfe zu erstellen, die die Kommunikationsstrukturen dieser Organisationen abbilden.“

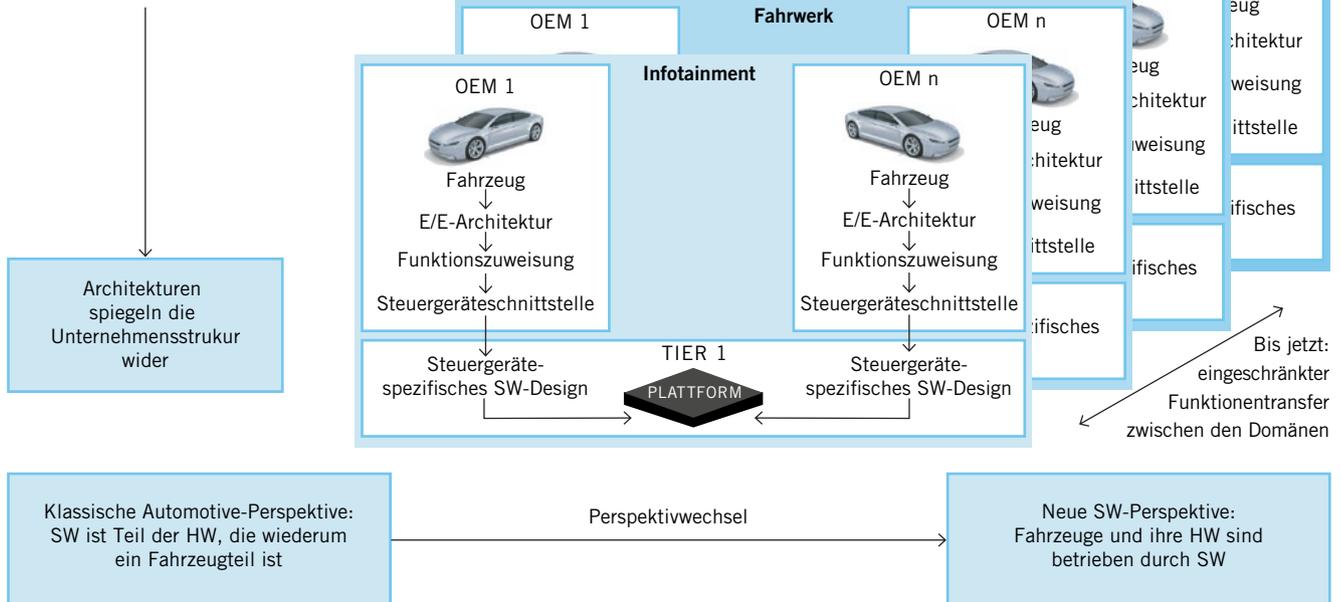


BILD 1 Conways Law: Die Software(SW)-Architektur eines Systems bildet dessen Organisationsstruktur ab (© Etas)

In einem Aufsatz ging der US-Informatiker Melvin E. Conway der Frage auf den Grund, wie Organisationen Systeme entwickeln. Sein Befund gilt heute als Conways Law: „Any organization that designs a system will produce a design whose structure is a copy of the organization’s communication structure“. Das heißt zugespitzt: Jedes Unternehmen ist bei Systemumstellungen in seinen Kommunikations- und Organisationsstrukturen gefangen. Es reproduziert in die Systemdesigns seiner Produkte die eigenen Strukturen, **BILD 1**. Und das durchaus erfolgreich, weil es seine Organisations- und Kommunikationsstrukturen ja an Marktanforderungen ausgerichtet hat. Zu einem Problem wird das Ganze erst, wenn im Markt ein Systemwechsel ansteht.

AUTOMOBILINDUSTRIE ERFINDET SICH NEU

Genau das ist nun der Fall: Die Transformation zur Elektromobilität, die Anbindung von Fahrzeugen an Internet und Cloud-Services sowie die rasch voranschreitende Automatisierung des Fahrens lassen bisherige Lösungen und Erfolgsrezepte an Grenzen stoßen.

Ein Blick auf heutige E/E-Architekturen genügt, um das nachzuvollziehen. In modernen Fahrzeugen arbeiten bis zu 120 dezentrale, jeweils hochspezialisierte Steuergeräte (Electronic Control Unit, ECUs). Oft ähneln sich ihre Funktionen. Redundanzen haben sich eingestellt. Die Komplexität der verteilten Infrastruktur steht der Zukunft des vernetzten, hochgradig elektrifizierten und zunehmend automatisierten Fahrens im Weg.

Wo das Automobil zum software-dominierten System wird, zum vollvernetzten Roboter, der höchsten Sicherheitsanforderungen des Automotive Safety Integrity Level (ASIL) D genügen muss, stehen Entwickler vor einer enormen Herausforderung. Sie müssen immer mehr Code und immer unterschiedlichere Software integrieren – und deren funktionale Sicherheit, Freedom-from-Interference sowie die Security der vernetzten Systeme nachweisen. Um die Dimension der Aufgabe zu begreifen, hilft ein Vergleich: Automotive-Software hat schon heute einen Umfang von über 100 Millionen Programmzeilen, rund 100 mal mehr als im Space Shuttle und über viermal so viele wie in einer Boeing 787.

Der Schlüssel, um die anstehenden Herausforderungen technisch zu lösen, ist eine stärkere Zentralisierung der E/E-Architekturen. Leistungsstarke und flexible Vehicle Computer (VC) werden in den kommenden Autosar-Adaptive-Architekturen herkömmliche ECUs ergänzen – und neue Möglichkeiten wie beispielsweise Firmwareupdates-Over-the-Air (FOTA) und Konnektivität unterstützen.

ZENTRALISIERTE E/E-STRUKTUREN MIT VEHICLE COMPUTER

Deeply Embedded ECUs auf Basis von Mikrocontrollern (μ C) sind auf die zyklisch wiederkehrende Ausführung klar definierter Regelalgorithmen in Echtzeit spezialisiert. Einspritzsysteme, elektronische Stabilitätssysteme (ESP) oder Fahrwerkkontrollsysteme arbeiten auf dieser Basis in festgelegten Millisekunden-Zyklen mit hoher funktionaler Sicherheit. Klassische Kommunikationskanäle wie CAN und FlexRay übertragen die nötigen Signale und unterstützen die Echtzeitumsetzung. Mit dem Einzug der VC verändert sich die Architektur grundlegend.

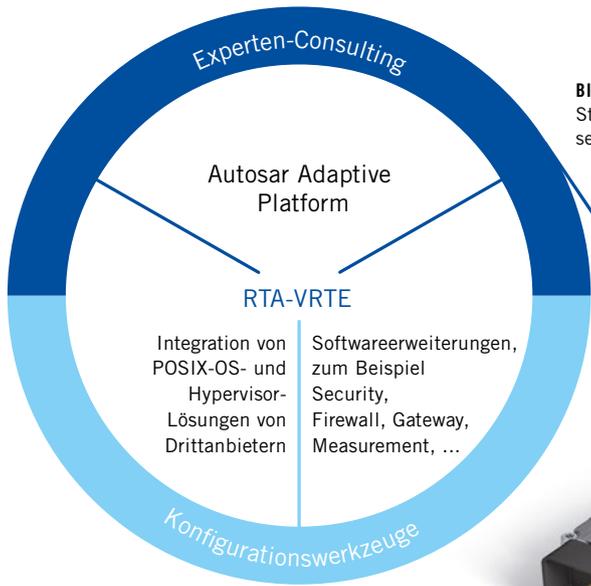


BILD 2 Bei der Einführung von Vehicle Computer mit Software nach dem Autosar-Adaptive-Standard reicht es längst nicht aus, nur Software und Tools einzuführen; auch Expertenwissen und eine gesamte Betrachtung des Lebenszyklus sind für den Erfolg notwendig (© Etas)



Einerseits arbeiten VC auf Basis von Mikroprozessoren (μP) beziehungsweise auf System-on-a-Chip (SoC)-Hardware mit mehreren CPU-Kernen, Co-Prozessoren sowie mit leistungsfähigen Grafikkarten. Damit können sie weit komplexere Rechenoperationen durchführen. Dabei greifen sie anders als μC -basierte ECUs auf externe Speicher zu. Kommunikationsstandards wie Ethernet gewährleisten in dem Fall die nötigen Übertragungsraten. Doch VC sind nicht im engen Sinn echtzeitfähig. Zwar rechnen sie in den meisten Betriebsphasen schneller als μC -basierte Hardware. Jedoch ist der deterministische, zyklische Ablauf nicht mehr per se gewährleistet.

Dafür ermöglicht die erhöhte Rechenleistung neue, virtualisierte Ansätze: VC werden per Hypervisor konsequent partitioniert, sodass jede Partition wie eine virtuelle Maschine arbeitet – also letztlich die Funktion ähnlich eines eigenständigen Steuergeräts übernimmt. Bosch und Etas haben ein auf Autosar basierendes Vehicle Runtime Environment (VRTE) für solche Architekturen entwickelt, das im Sinne möglichst effizienter Lösungen POSIX-konforme Betriebssysteme integriert, wie BlackBerry QNX oder Linux. Diese Verbindung aus IT-ähnlicher Hardware und Betriebssystemen aus der IT-Welt ebnet den Weg zu einem umfassenden Sys-

temwechsel in der Automotive-Softwareentwicklung. Genau auf dieser Ebene wird der von Megatrends getriebene Systemwechsel schon heute konkret. Und hier ist es vorprogrammiert, dass klassische Automotive-Player gemäß Conways Law in ihren gewachsenen Strukturen gefangen bleiben, wenn sie nicht umgehend alles daran setzen, die neue Systematik rund um Vehicle Computer und moderne Software-Entwicklungsmethoden zu verinnerlichen.

NEUSTART IN DER SOFTWAREENTWICKLUNG

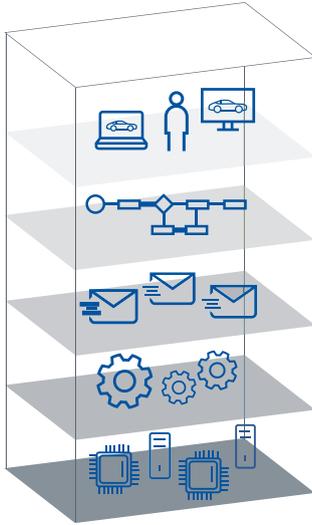
Heute folgt die Softwareentwicklung einem festgelegten Schema: OEMs planen die Funktionen, die Allokation und Vernetzung der ECUs im Fahrzeug, leiten daraus spezifische Softwaredesigns ab und geben diese zur Umsetzung an Tier-1-Zulieferer weiter. Diese nutzen ihre Steuergeräteplattformen und passen sie gemäß der OEM-Spezifikationen an. Sie entwickeln die Hardware und komplette Software samt Applikationssoftware verschiedener Fachbereiche, wozu Etas in vielen Fällen das Betriebssystem RTA-OS und die Basissoftware RTA-BSW beisteuert.

Dieses etablierte Geschäftsmodell ändert sich für vernetzte, automati-

sierte Mobilitätskonzepte grundsätzlich. Denn die Architektur mit gekapselten virtuelle Maschinen und zentralem Betriebssystem erlaubt es, die Entwicklung der Software komplett von der Hardwareentwicklung zu lösen. Software unterschiedlichster Anbieter lässt sich auf den gekapselten Partitionen betreiben. Damit können OEMs Software künftig separat einkaufen. Daneben treibt die Einbindung der Fahrzeuge ins Internet der Dinge (IoT) einen weiteren Umbruch an: Weil sich Software jederzeit Over-the-Air aktualisieren und erweitern lässt oder nachträglich Apps aufgespielt werden können, halten neue agile Softwareentwicklungsprozesse und -methodiken Einzug. Sie drängen das standardisierte V-Modell in jene Bereiche zurück, in denen sehr hohe Safety- und Security-Anforderungen ein Verharren in der μC -basierten Autosar-Classic-Methodik gebieten.

ENORMES MARKTPOTENZIAL BEI HOHEN RISIKEN FÜR TRADIERTE GESCHÄFTSMODELLE

Auf Vehicle Computer wird Software von dutzenden Anbietern laufen. Während sich der Umfang der ECU-Software bisher bei etwa 8 MB bewegte, steigt er bei Vehicle Computer künftig



Anwendungsservices	Funktionen/Anwendungen
Ebene 5 Fahrzeugabhängige Plattformservices	Services verwalten das Steuergerätenetzwerk eines Fahrzeugs
Ebene 4 Steuergeräteabhängige Plattformservices	Services verwalten ein spezifisches Steuergerät (ECU)
Ebene 3 Serviceorientierte Kommunikationsmiddleware	Verwaltet die Regelung und den Datenfluss zwischen Softwarekomponenten
Ebene 2 Betriebssystem(OS)-abhängige Infrastruktursoftware	Software, die den tatsächlichen OS-Kernel (aka Scheduler) ergänzt und die OS-spezifischen Eigenschaften zu den oberen Ebenen hin abstrahiert
Ebene 1 Hardwareabhängige Infrastruktursoftware	Software, die direkt mit der Hardware interagiert und sie zu den oberen Ebenen hin abstrahiert
Hardware	Mikrocontroller (μC), Mikroprozessor (μP), virtuelle Maschine (VM)

BILD 3 Ebenen des Etas-RTA-VRTE-Software-Frameworks (© Etas)

auf bis zu 80 GB – also um Faktor 10.000. Typische Automobilunternehmen (OEMs, Tier-1- und andere Zulieferer) werden voraussichtlich

um neue, oft branchenfremde Partner ergänzt. Doch selbst wenn die etablierten Automotive-Player nur einen Teil der Software liefern, wird das

um ein Vielfaches mehr Code sein als bisher.

Um ihre Chancen zu nutzen, muss die Automobilbranche ihre Kompe-

Experten-Forum Powertrain

23. und 24. Oktober 2019
Hanau bei Frankfurt a. M.

3 FACHTAGUNGEN UNTER EINEM DACH

LADUNGSWECHSEL UND EMISSIONIERUNG

REIBUNG IN ANTRIEB UND FAHRZEUG

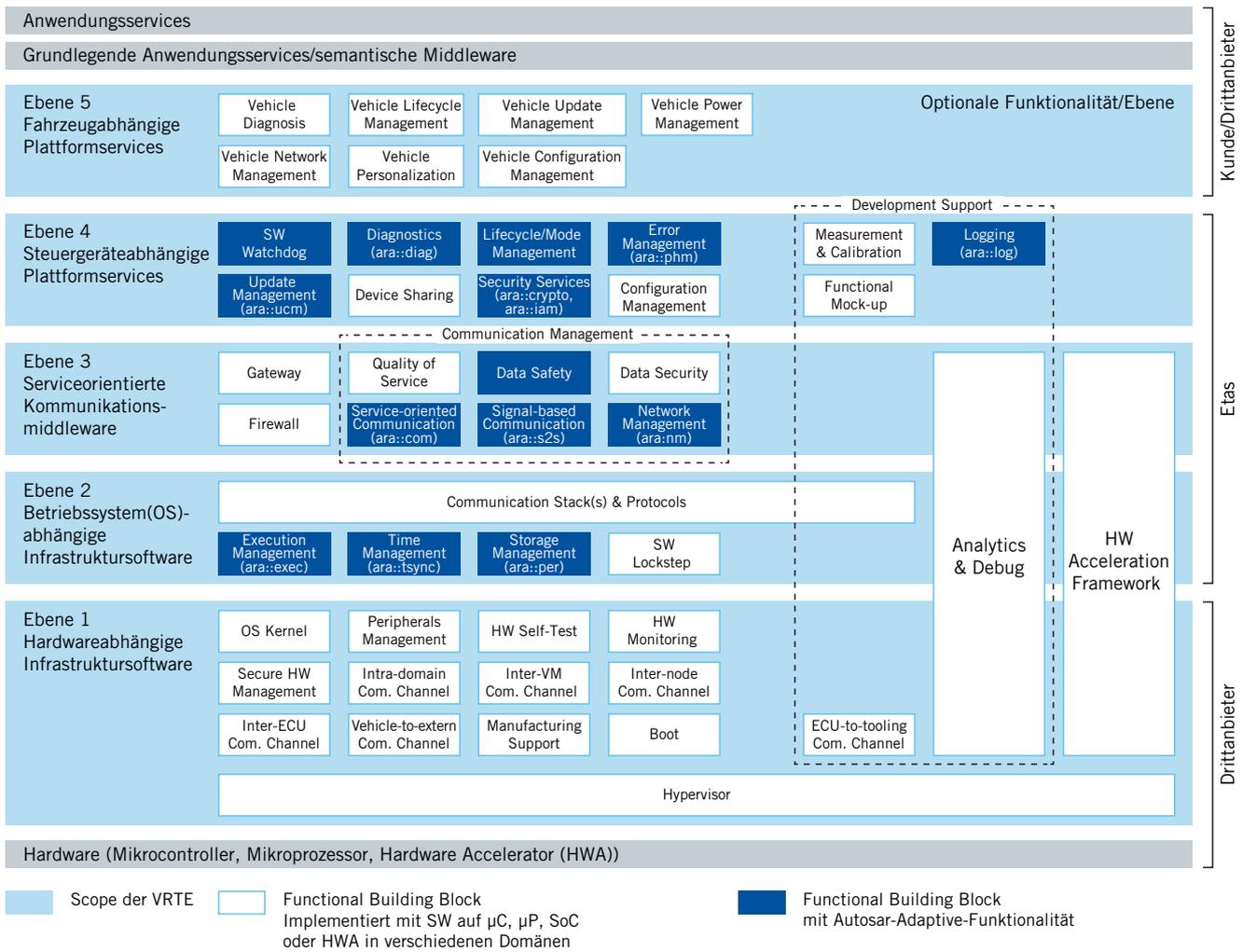
SIMULATION UND TEST

ATZ live



Aktuelles Tagungsprogramm: www.ATZlive.de

BILD 4 Software-Komponenten des Etas-RTA-VRTE-Software-Frameworks (© Etas)



tenzen und Strukturen schnell an die neue Marktsystematik anpassen. Geschäftseinheiten für reine Softwareentwicklung, die nur noch Software verkaufen, werden benötigt – Produktion ohne Fertigungsinfrastruktur also. Eine Herausforderung für Automobilzulieferer, in dem sie auf neue, agile Wettbewerber aus dem IT-Umfeld stoßen werden. Es geht um nicht weniger als die Neuverteilung der Wertschöpfung. Conways Law wirkt wie ein dunkler Schatten. Spätestens hier ist die Eingangsfrage „Wozu die Eile?“ beantwortet.

EINARBEITEN IN DIE NEUE AUTOSAR-ADAPTIVE-METHODIK

Noch befindet sich der neue Standard Autosar Adaptive im Entstehungsprozess. Es bleibt Zeit, sich auf den bevor-

stehenden Paradigmenwechsel vorzubereiten. Genau dafür haben Bosch und Etas das auf Autosar basierende Basissoftware-Framework VRTE (Vehicle Runtime Environment) aufgesetzt und bieten Kunden ein Early-Access-Programm. Dieses greift den bisherigen Fortschritt der Standardisierung auf und bietet Entwicklern auf dieser Basis Trainings, Beratung und ein „Ready-to-go“ Software Development Kit (SDK). Damit können sie ab sofort ins Prototyping mit Vehicle-Computer-Architekturen einsteigen. Das modulare SDK bietet dafür ein Basissoftware-Framework und Konfigurationswerkzeuge, **BILD 2**. Dieser frühzeitigen Implementierung von Autosar Adaptive liegt bereits derselbe hohe Qualitätsanspruch zugrunde, auf dem auch die klassischen Autosar-Plattformen aufbauen.

Die neuen E/E-Architekturen mit partitioniertem VC und POSIX-Betriebssystemen setzen eine leistungsfähige Kommunikations-Middleware voraus. Sie kontrolliert und regelt den Austausch der verschiedenen Ebenen und gewährleistet so den reibungslosen Betrieb der gekapselten Software. Diese Middleware ist Teil des Early-Access-Programms. Anwender können die neuen Architekturen im Detail erproben, eigene Prototypen zum Laufen bringen und diese auch debuggen. Zudem lassen sich Softwarelösungen integrieren, die (noch) nicht mit Autosar Adaptive konform sind – seien es Firewalls oder Gateway-Management-Lösungen aus dem Security-Umfeld. Anwender bekommen so ab sofort die nötige Flexibilität, um Software aus verschiedensten Quellen zu einem zuverlässigen, funktional sicheren Ganzen zu bündeln. Zur Kon-

figuration bietet die VRTE Frühstartern schon jetzt ein solides Fundament, das Etas mit der Realtime Application (RTA) Vehicle Runtime Environment (VRTE) – kurz RTA-VRTE – zum Leben erweckt.

GLOBAL VERTEILTER, KOMPLETT VIRTUALISierter ENTWICKLUNGSPROZESS

Die Partitionierung der Vehicle Computer in virtuelle Maschinen ebnet den Weg für hochgradig parallelisierte und komplett virtualisierte Softwareentwicklungsprozesse. Deren Methodik können sich Entwickler mit der RTA-VRTE schon jetzt aneignen. Denn diese ist als Multi-Layer-Plattform komplett von der später eingesetzten VC-Hardware abgekoppelt – ob diese nun von NXP, Renesas, Qualcomm, Nvidia oder Intel stammen wird, spielt keine Rolle. Per Hypervisor sind bereits virtuelle Maschinen (x86_64 Bits und Armv8) vorkonfiguriert. Diese übernehmen in der RTA-VRTE die Funktion virtueller Steuergeräte (Virtual ECUs), die Entwickler auf herkömmlichen Desktop-PCs simulieren können. Sie sind per Ethernet vernetzt und können so untereinander kommunizieren. Letztlich liefert Etas den Nutzern des Early-Access-Programms ein komplettes Virtualbox-Abbild des Vehicle Computer mit einer aus fünf Layern aufgebauten VRTE-Architektur, **BILD 3** und **BILD 4**. Sie erhalten so unkomplizierten Zugang zu der komplett virtualisierten Entwicklungsumgebung, die sie am PC erproben können. Bei Virtualbox handelt es sich um ein Virtualisierungssystem für PCs von der Firma Oracle.

FAZIT

Mit RTA-VRTE und dem Early-Access-Programm bieten Bosch und Etas Anwendern ab sofort die Möglichkeit, sich parallel zum Standardisierungsprojekt Autosar Adaptive in die Logik und die Methoden des neuen Standards einzuarbeiten. Das Potenzial geht weit über die Gewöhnung an geänderte Toolketten hinaus. Softwareentwicklungsteams können innerhalb ihrer Unternehmen neue Kommunikationsstrukturen einüben. Das ist die Voraussetzung, um agile Entwicklungsprozesse für VC-Software zu etablieren. Denn dafür gilt es, bisher strikt nach Domänen aufgeteilte

Strukturen zu überwinden. Solange Funktionsbereiche in ihren eingeübten Fachtermini und Denkweisen verharren und die Verständigung mit anderen Abteilungen schwer fällt, fehlt Unternehmen die Beweglichkeit, um die Chancen der anstehenden Veränderungen zu nutzen. Wer sich dagegen auf die neuen Prozesse und kollaborative Methoden einlässt und diese mit der neuen virtua-

lisierten Werkzeugkette gemäß Autosar Adaptive konkret einübt, kann sich als Frühstarter eine perfekte Ausgangsposition für die Neuverteilung der Wertschöpfung erarbeiten. Eile ist geboten. Aber es ist noch nicht zu spät.



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.ATZelectronics-worldwide.com

GET READY FOR 48 VOLT!

End-to-End-Konnektivitätslösungen für 48 Volt-Architekturen

Erfahren Sie mehr unter www.te.com/48V-solutions

Unser Portfolio an gedichteten Kontakt- und Steckverbindingssystemen für 48 Volt deckt alle geforderten Strombereiche ab.

Jede Komponente erfüllt die Anforderungen an die geforderte Dichtheitsklasse und die notwendigen Luft- und Kriechstrecken nach DIN 60664-1.

TE Connectivity
Germany GmbH
Ampèrestraße 12-14
64625 Bensheim

EVERY CONNECTION COUNTS