

Warum es sich lohnt, die AUTOSAR-Systemsicht konsequent umzusetzen:

Das große Ganze im Blick



(Bild: Vector Informatik)

Vor 13 Jahren entstanden, ermöglicht AUTOSAR eine effiziente E/E-Entwicklung. Neben der kontinuierlichen Erweiterung in den letzten Jahren ist das Systemdenken eine tragende Säule des Standards geblieben: Er fokussiert nicht das einzelne Steuergerät, sondern blickt auf das Ganze. Diese Systemsicht spielt in der Digitalisierung der Autoindustrie eine wichtige Rolle und wird mit der Adaptive Platform den Weg für neue Fahrzeugelektroniksysteme ebnen.

Von Marcelino Varas

AUTOSAR beschreibt die Elektrik-/Elektronik-Architektur von kompletten Fahrzeugen mit allen Konfigurationsdetails: Software, Topologie, Buskommunikation und steuergätespezifische Parameter. Dazu wird in der Methodik durchgängig mit Prozessbausteinen gearbeitet, die sich wesentlich in Aktivitäten (Activities) und Arbeitsprodukte (Work Products) gliedern (Bild 1). Durch das Verbinden dieser Prozessbausteine weist die Methodik den Weg vom Erstellen der Systemkonfiguration bis zum Erzeugen einer ausführbaren Datei für ein bestimmtes Steuergerät. Die systemweite

Sicht ist im AUTOSAR-Standard fest verankert und prägt die Methodik durchgehend.

Von der Abstraktion zur Software-Komponente

Am Beginn der Methodik steht die Design-Aktivität „Develop an Abstract System Description“. Hier wird die funktionale Architektur eines Fahrzeugs ausführlich beschrieben, ohne auf die technischen Details und die Implementierung einzugehen. Das Ergebnis ist ein abstraktes System, das als Netzwerk von logischen Funktionen

sowie deren Schnittstellen und Verbindungen die formale Idee des gesamten Fahrzeugsystems widerspiegelt. Die Vorteile für die weitere Entwicklung liegen auf der Hand: Mit einer abstrakten Beschreibung sind Systemabhängigkeiten und Optimierungsmöglichkeiten wesentlich leichter zu analysieren. Durch das Verlinken der logischen Funktionen und aller Systembestandteile bleibt das Design stets nachvollziehbar; Logikfehler oder Redundanzen in Funktionen werden früh erkannt und vermieden. Das Erstellen der „Abstract System Description“ ist allerdings nur optional in der AUTOSAR-Methodik vorgesehen und lässt sich bisher auch nur mit wenigen Entwicklungswerkzeugen wirklich durchgängig umsetzen. Der Mehraufwand für diesen Prozessschritt wird jedoch durch einen enormen Effizienzgewinn belohnt: Architekten und Designer erhalten eine ideale Arbeitsgrundlage für die spätere Verteilung und Implementierung von Funktionen auf konkrete Steuergeräte (Bild 2).

Ob mit oder ohne vorherige Abstraktion – das formale, funktionale Design wird in der AUTOSAR-Software-System-

Architektur mit dem Konzept des „Virtual Functional Bus“ (VFB) technisch umgesetzt. Die Aktivität „Develop a VFB System Description“ präzisiert darin die Software-Funktionen im Fahrzeug. Das Ergebnis ist das Arbeitsprodukt „Overall VFB System“, ein durch Ports verbundenes System von Software-Komponenten, die über definierte Schnittstellen miteinander kommunizieren. Ob der Informationsaustausch später über einen physischen Bus oder innerhalb eines Steuergeräts stattfindet, spielt hier keine Rolle: Der VFB abstrahiert diese Kommunikation. Die einzelnen Software-Komponenten innerhalb des VFB-Systems werden als „Delivered Atomic Software Component“ (häufig auch: Software Component Description) beschrieben (Bild 3).

Wird in dieser Phase der Entwicklung das Gesamtsystem nicht konsequent im Blick behalten, gibt es später bei der Integration häufig Inkompatibilitäten von Schnittstellen: Hier wurden dann beispielsweise für gleiche Software-Komponenten versehentlich mehrere Schnittstellen definiert – logisch zwar mit gleicher Bedeutung, aber in Form und technischen Details abweichend. Werden diese Fehler erst spät im Entwicklungsprozess entdeckt, sind teure Korrekturmaßnahmen die Folge. Moderne Werkzeuge für die Elektrik-/Elektronik-Entwicklung wie beispielsweise PREEvision beugen hier effektiv vor: Dank einer durchgängigen Verbindung zur „Abstract System Description“ und der Umsetzung des AUTOSAR-VFB-Konzepts im Werkzeug werden Inkonsistenzen und Redundanzen im Design frühzeitig erkannt und vermieden. Idealerweise werden alle Komponenten, Schnittstellen und Datentypen außerdem nur einmal angelegt und in einer zentralen Software-Bibliothek vorgehalten. Sie sind so projektübergreifend verfügbar und lassen sich bei Bedarf wiederverwenden.

Topologie, Design und Standardisierung der Systemkommunikation

Mit der Aktivität „Design System“ werden die im VFB-System definierten Software-Komponenten auf einer Topologie aus Netzwerken und Steuergeräten verteilt. Diese Aufgabe wird in der Regel von Systemarchitekten umgesetzt: Sie übernehmen entweder die

und erweitern sie bei Bedarf um neue Funktionen oder legen sie von Grund auf neu an. In beiden Fällen definieren sie Bustechnologie – CAN, CAN FD, LIN, FlexRay oder Ethernet – und Hardware-Eigenschaften, ordnen die Software-Komponenten den Steuergeräten zu und analysieren die zu erwartende Kommunikationslast innerhalb des Systems. Ziel ist dabei eine optimale Lastverteilung auf den Bussystemen und Steuergeräten (Bild 4).

Die Kommunikation auf den einzelnen Bussystemen wird im AUTOSAR-Systemdesign durch die Aktivität „Design Communication“ beschrieben. Ein großer Vorteil der AUTOSAR-Methodik im Vergleich zu konventionellen Formaten wie LDF oder DBC: In der Kommunikationsmatrix können auch Gateways problemlos beschrieben werden. Mit Gateways ist es möglich, Signale und Botschaften transparent von einem Bussystem in ein anderes zu übertragen. Die Route des Signals vom Sender bis zum Empfänger ist dabei stets systemweit nachvollziehbar, unabhängig von der verwendeten Übertragungstechnik (Bild 5).

Transport-Protokoll, Netzwerk-Management und Teilnetze sind weitere durch AUTOSAR standardisierte Features auf der Kommunikationsebene. Mit dem Transport-Protokoll werden

große Datenpakete in kleinere segmentiert und so über konventionelle Bussysteme übertragen. Nach der Übertragung werden die Datenpakete vom Empfänger wieder zusammengesetzt. Diese Funktion wird in AUTOSAR über Gateways hinaus unterstützt und hauptsächlich für Diagnosezwecke verwendet, sie ist aber auch für Applikationsdaten verfügbar.

Mit „Network Management“ und „Partial Networks“ werden systemweite Subnetze erzeugt, die Komponenten gesammelt aufwecken, wachhalten oder herunterfahren können, um Energie einzusparen. Dabei erzeugte Network-Management-Konfigurationen können mehrere Kommunikations-Cluster umfassen. Bei Bedarf werden im AUTOSAR-System-Design außerdem weitere Aspekte umgesetzt:

- Werden große oder sehr komplexe Dateneinheiten übertragen, wird eine Datentransformation (Data Transformation) definiert. Daten auf der Senderseite werden serialisiert und auf der Empfängerseite deserialisiert. Es ist nicht mehr notwendig, komplexe Datentypen auf einzelne Signale zu mappen; die Komplexität der Konfiguration wird reduziert.
- Arbeiten mehrere Steuergeräte in einem verteilten System in einer bestimmten, eindeutigen Reihenfol-

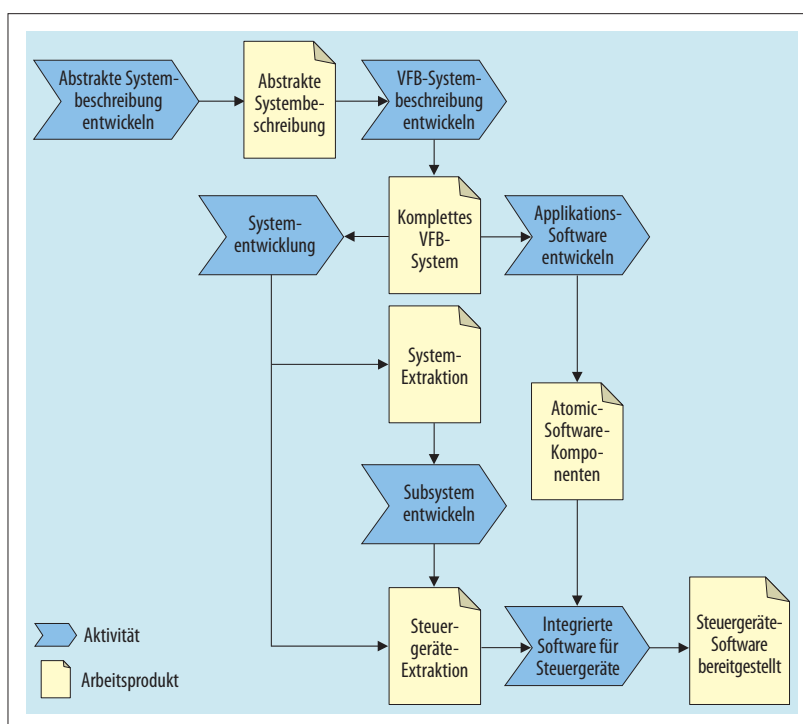


Bild 1. AUTOSAR Overall Workflow mit den Prozessbausteinen Activity und Work Product.

(Quelle aller Grafiken: Vector Informatik)

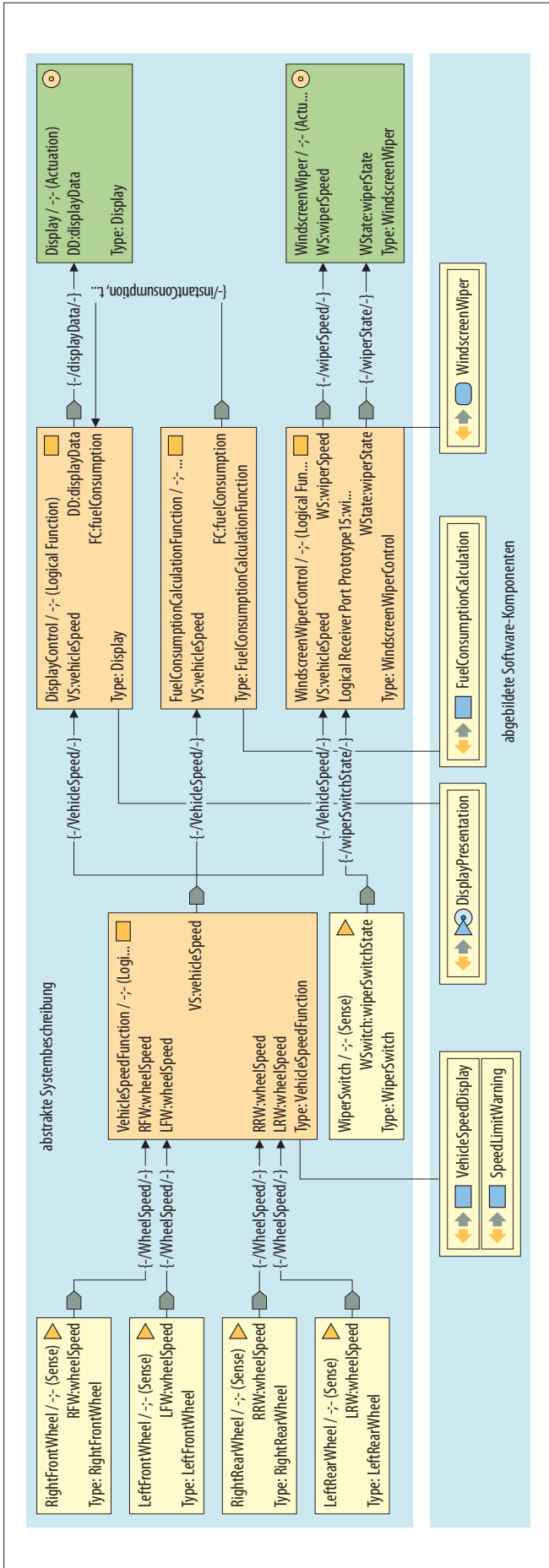


Bild 2. Die AUTOSAR Abstract System Description in PRE-Evision: Logische Funktionen beschreiben Verhalten und Schnittstellen des Systems und sind mit Software-Komponenten verlinkt.

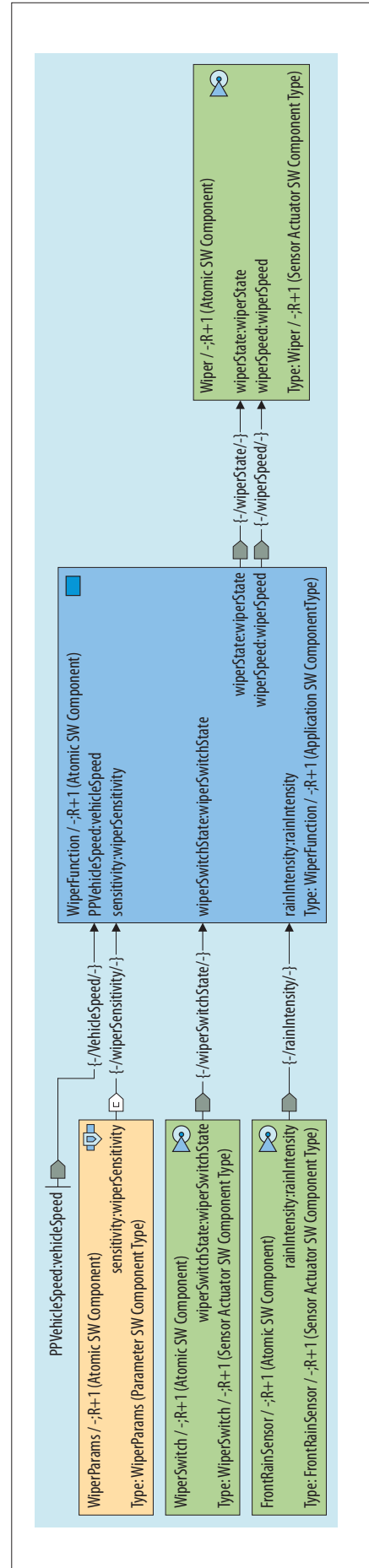


Bild 3. Darstellung der AUTOSAR-Software-Architektur mit Software-Komponenten, Ports und Verbindungen in PRE-Evision.

ge zusammen, ist eine systemweite Zeitsynchronisierung (Global Time Synchronisation) notwendig.

→ Mit Zeitvorgaben (Timing Constraints), Ereignissen (Events), Ereignisketten (Event Chains) und Informationen aus Topologie, Software-Verteilung und Signal-Mappings werden Zeitanforderungen definiert, die vom System erfüllt werden sollen.

→ Systemvarianten eines Fahrzeugs (Variants) werden über Bedingungen (Conditions) und Auflösungszeiten (Binding Time) auf Elementen der Systembeschreibung definiert.

→ Jedes Systemelement kann von Safety-Informationen referenziert oder mit einem ASIL versehen werden.

Resultat des System-Designs ist das Arbeitsprodukt „System Description“. Es beinhaltet ein komplettes Fahrzeug-Design, das zwischen Organisationen und Entwicklungswerkzeugen im XML-Dateiformat ausgetauscht wird. Die AUTOSAR-Methodik achtet dabei auf unterschiedliche Austauschpunkte und schlägt den passenden Umfang für die jeweilige Datenlieferung vor. Das so erzeugte „Deliverable“ ist dann eine einzelne oder eine Gruppe von AUTOSAR-XML-Dateien.

Ein Austauschformat, maximale Flexibilität

Der AUTOSAR-Entwicklungsprozess läuft in der Regel in zwei Hauptphasen ab: Das System-Design findet gewöhnlich beim Automobilhersteller statt; das Subsystem Design – auch als Komponenten-Design bezeichnet – wird normalerweise an einen oder mehrere Entwicklungspartner oder Zulieferer vergeben. Das System-Design ist verbindliche Vorgabe des OEM zur Umsetzung aller Fahrzeugfunktionen und wird in funktionale Subsysteme aufgelöst. Für die Entwicklung und das Design eines Subsystems zeichnet ein Tier One verantwortlich; die Integration der Subsysteme und die Systemtests finden wieder beim OEM statt. Umfänge und funktionale Details der Subsysteme werden von OEM zu OEM unterschied-

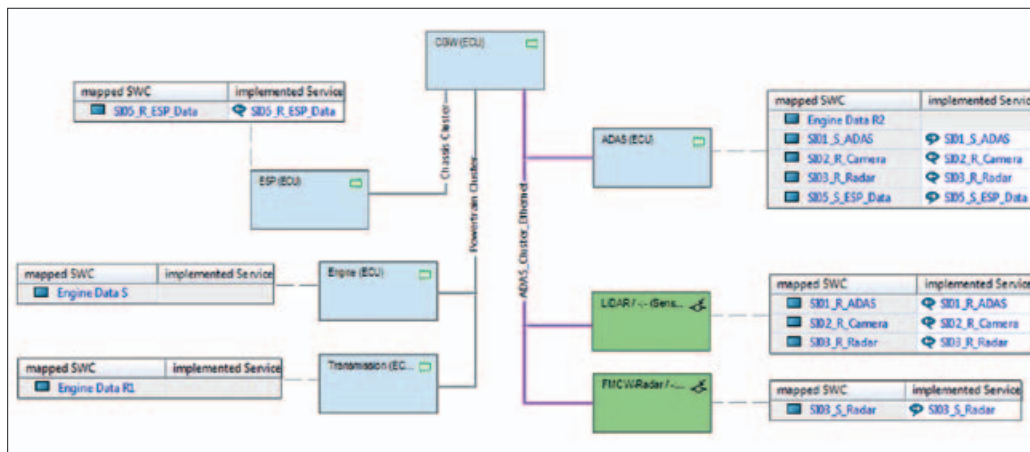


Bild 4. AUTOSAR-Cluster-Diagramm in PREvision: Ein Gateway verbindet CAN- und Ethernet-Kommunikations-Cluster aus Steuergeräten und zugehörigen Software-Komponenten. (Bild: Vector Informatik)

lich festgelegt, manchmal sogar unterschiedlich von Projekt zu Projekt beim gleichen Automobilhersteller. Ihr Inhalt ist letztlich immer standardisiert und eindeutig in den Deliverables festgelegt und wird in dieser Form über die AUTOSAR-Schnittstelle ausgetauscht. Das betrifft nicht nur die Kommunikation mit einem Zulieferer, sondern wird auch für die Verständigung innerhalb einer Organisation genutzt: Abteilungen und Teams tauschen auf diesem Weg beliebige Teile des Systems; Designs werden dann verfeinert oder in einer Konfiguration oder einem Programm-Code verarbeitet.

AUTOSAR – Entwickeln nach Vorschrift?

Möchte der Entwickler die AUTOSAR-Systemsicht konsequent umsetzen, stellt sich die Frage: Wird im AUTOSAR-Standard ein bestimmter Entwicklungsprozess vorgeschrieben? Die Antwort ist eindeutig nein – AUTOSAR beschreibt lediglich typische Bausteine, aus denen ein Entwicklungsprozess zusammengesetzt werden kann. Ziel von AUTOSAR

ist ein standardisierter Datenaustausch zwischen Organisationen: Am Austauschpunkt wird nur der jeweils nötige Design-Zuschnitt des Systems übergeben, mit dem dann nahtlos typische Aufgaben aus der Fahrzeugentwicklung erfolgen (Bild 6).

Beispiel dafür ist der Extrakt einer „Software Component Description“ aus dem „Overall VFB System“: Er wird für eine modellbasierte Entwicklung und Simulation oder in Code-Generatoren verwendet. Aus der „System Description“ lässt sich wiederum ein „System Extract“ erstellen. Er beinhaltet ein Subsystem mit einem oder mehreren Steuergeräten, der Beschreibung der darauf laufenden Software-Komponenten und der Kommunikationskonfiguration für die Schnittstelle zum Bussystem. Der „System Extract“ ist sowohl für die interne Verwendung – wie Simulationen oder Tests des Subsystems – geeignet als auch für die Weitergabe an Dritte.

Für die Kommunikation zwischen OEM und Zulieferer wird häufig auch die „ECU System Description“ verwendet: Sie enthält die Software-Architek-

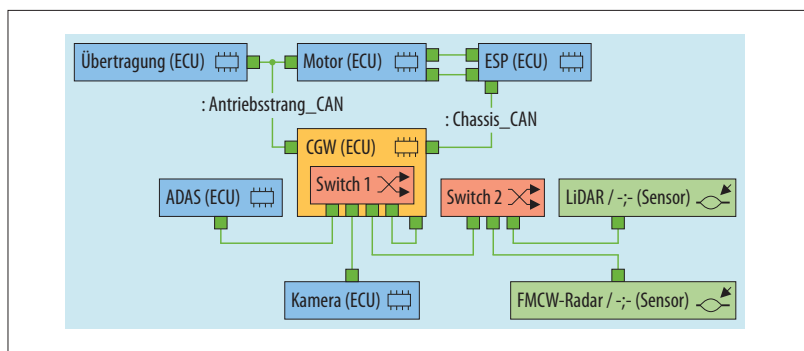


Bild 5. PREvision-Netzwerk-Topologie mit Ethernet Switches im Detail.

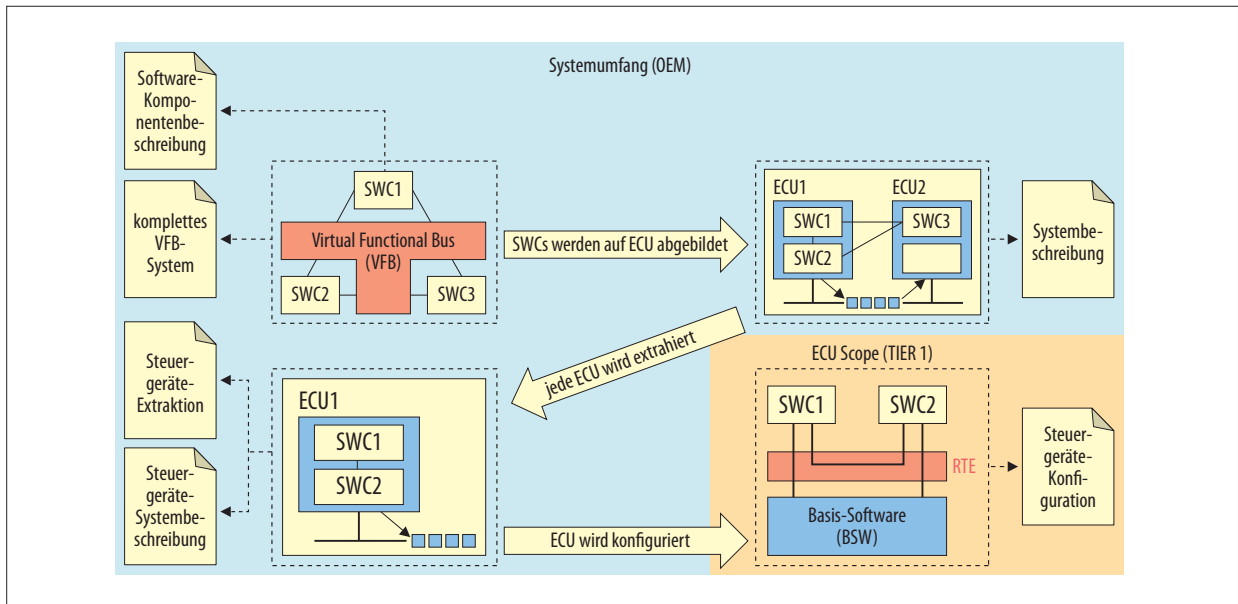


Bild 6. Typischer Design- und Entwicklungsprozess mit Bausteinen der AUTOSAR-Methodik.

tur in ihrer ursprünglichen Struktur und beschreibt ein Steuergerät vollständig mit allen Konfigurationsaspekten. Der ebenfalls gebräuchliche „ECU Extract“ dagegen beschreibt ein Steuergerät nur mit atomaren Software-Komponenten – die Konfiguration des Steuergeräts wird dann direkt aus ihm abgeleitet. Alle Formate bleiben dabei immer Teilmengen oder Ableitungen der Systembeschreibung. Diese agiert als zentrale und einzige Datenbasis für alle AUTOSAR-Prozessschritte; sie manifestiert sozusagen die AUTOSAR-Systemsicht.

Ein Standard – heute und in Zukunft

Vor mehr als zehn Jahren ins Leben gerufen, ist AUTOSAR heute ein Standard in der Automobilindustrie, der Entwicklungsprozesse maßgeblich prägt. Er ist dabei nie statisch verharret, sondern stand Erweiterungen und technischen Entwicklungen immer offen gegenüber – prominente Beispiele dafür sind die Integration von IP-Technik und Ethernet in AUTOSAR 4. Doch was bringt die Zukunft und ist AUTOSAR bereit dafür? Bereits heute fallen für die nächste Fahrzeuggeneration Begriffe wie Autonomes Fahren oder Car2X: Fahrzeuge werden sich mit unterschiedlichen Autonomiegraden steuern lassen; das Fahrzeug kommuniziert aus Sicherheits- und Komfortgründen verstärkt mit seiner Umgebung, wird immer weiter mit Diensten

und seiner Umwelt vernetzt. Eins ist klar: Die Komplexität der benötigten elektronischen Systeme und das transportierte Datenvolumen werden weiter rapide ansteigen. Um sie zu kontrollieren, wird es immer wichtiger, im Entwicklungsprozess stets das ganze System im Blick zu haben.

Das gelingt mit der konsequenten Umsetzung der AUTOSAR-Methodik für aktuelle Fahrzeuge bereits heute – und um die sich abzeichnende Digitalisierung der Automobilindustrie technisch zu meistern, bringt AUTOSAR die Adaptive Platform ins Spiel. Das AUTOSAR-Konsortium arbeitet seit Anfang 2015 an dieser neuen Plattform, deren technische Ziele folgende Punkte enthalten:

- Die dynamische Anpassung von Systemen im laufenden Betrieb.
- Der dynamische Start von Anwendungen und Diensten (Services) – auch von vorher nicht bekannten, externen Clients.
- Die Festlegung von Kommunikationspfaden erst während des Systemstarts oder zur konkreten Laufzeit einer Anwendung oder Dienstes.
- Die Absicherung der Kommunikation im Fahrzeug und mit Teilnehmern aus der Umwelt (Cyber Security).

Methodisch muss die Adaptive Platform außerdem sicherstellen, dass klassische Steuergeräte mit adaptiven Steuergeräten ebenso interagieren können wie mit Steuergeräten, die nicht nach dem AUTOSAR-Standard entwickelt wurden. Sie müssen sich dazu zusammen in einem System darstellen lassen.

Mit diesen Zielen findet ein Paradigmenwechsel im Systemkonzept von AUTOSAR statt: Um Service-orientierte Software-Architekturen zu entwickeln, in denen unterschiedliche Teilnehmer Dienste dynamisch abonnieren, ist eine andere Art der Systembeschreibung nötig. Die notwendige, Service-orientierte Denkweise im System-Design hat sich bereits in den letzten AUTOSAR-Versionen angedeutet: Mit der Einführung von Scalable Service-oriented Middleware Over IP (SOME/IP) in AUTOSAR 4 wurde der Grundstein dafür gelegt. Die Adaptive Platform wird diese Entwicklung fortsetzen und damit das Systemdenken stärken und weiter etablieren. Sie wird Entwicklern von Fahrzeugelektroniksystemen noch besser helfen, das große Ganze im Auge zu behalten. Das war schon immer ein großer Vorteil der Entwicklung nach der AUTOSAR-Methodik. Und wird es auch in Zukunft bleiben. *eck*



Dipl.-Ing. Marcelino Varas

ist Absolvent der Universidad Tecnológica Nacional Córdoba. Seit 2009 ist er bei der Vector Informatik GmbH als Produktmanager für AUTOSAR und Netzwerkcommunication mit PREeVision verantwortlich. Er ist seit 2012 Teilnehmer am AUTOSAR-Konsortium „Work Package-M (Methodology)“.