



TEIL 1: DIAGNOSE MIT AUTOSAR

## Die Standard-Mischung macht's:

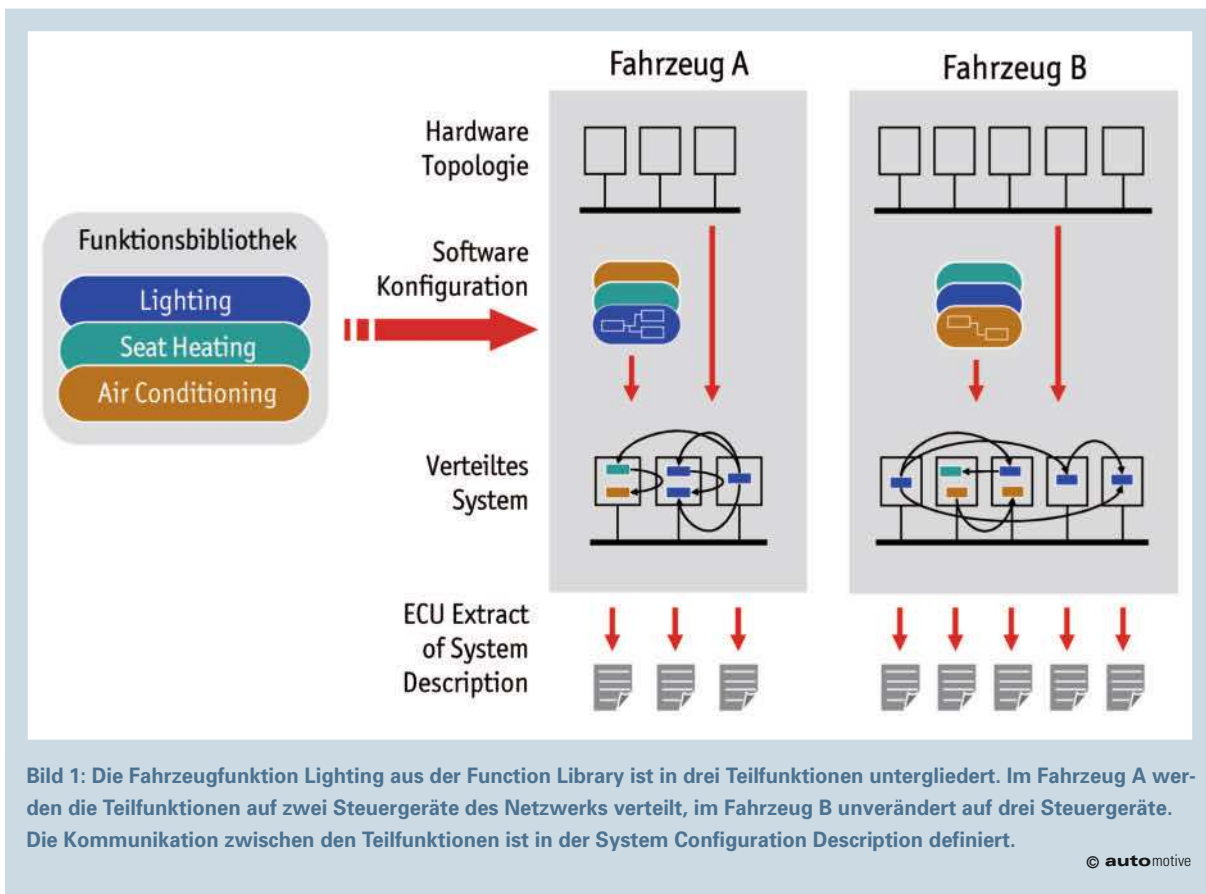
# Diagnose mit AUTOSAR und ODX

**AUTOSAR ist die zukunftsweisende Referenzarchitektur für Steuergeräte-Software. Die Diagnose wird in AUTOSAR in den Modulen DCM (Kommunikation) und DEM (Fehlerspeicher) behandelt. Dieser Beitrag geht zunächst auf die Diagnose in AUTOSAR mit den zugehörigen Datenformaten ein. Eine Alternative zur Konfiguration der Diagnosesoftware sind Beschreibungsdaten im ODX-Format (Open Diagnostic Data Exchange). Auf das Thema „ODX im AUTOSAR-Entwicklungsprozess“ wird im nächsten Heft eingegangen.**

In der Elektronikentwicklung der Automobilindustrie liegt die Standardisierung voll im Trend. Die Verwendung von offenen Architekturen und konfigurierbaren Komponenten soll es ermöglichen, sich stärker auf den innovativen und differenzierenden Anteil der Entwicklung zu fokussieren. Außerdem soll sie auch als zentrale Maßnahme zur Kostensenkung beitragen. Die Architektur von Steuergeräte-Software in Kraftfahrzeugen war bisher nicht standardisiert. Für den Zulieferer hatte dies jeweils unterschiedliche, herstellerspezifische Software-Architekturen zur Folge, verbunden mit unterschiedlichen Entwicklungsprozessen, Entwicklungswerkzeugen und Datenaustauschformaten. AUTOSAR hat sich zum Ziel gesetzt, eine gemeinsame, offene Automobil-Software-Architektur

zu standardisieren. Die wesentlichen Ziele der AUTOSAR-Architektur sind:

- Hardware-Abstraktion,
- Eindeutig spezifizierte Schnittstellen,
- Standardisiertes Verhalten der Basissoftware,
- Standardisierte Datenaustauschformate zwischen OEM und Zulieferer,
- Definition einer harmonisierten Methodik für die Entwicklung der Software,
- Unterstützung der modellbasierten Funktionsentwicklung,
- Skalierbarkeit über alle Steuergeräte- und Fahrzeugklassen,
- Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen nach ISO 26262.



**Bild 1:** Die Fahrzeugfunktion Lighting aus der Function Library ist in drei Teilfunktionen untergliedert. Im Fahrzeug A werden die Teilfunktionen auf zwei Steuergeräte des Netzwerks verteilt, im Fahrzeug B unverändert auf drei Steuergeräte. Die Kommunikation zwischen den Teilfunktionen ist in der System Configuration Description definiert.

© automotive

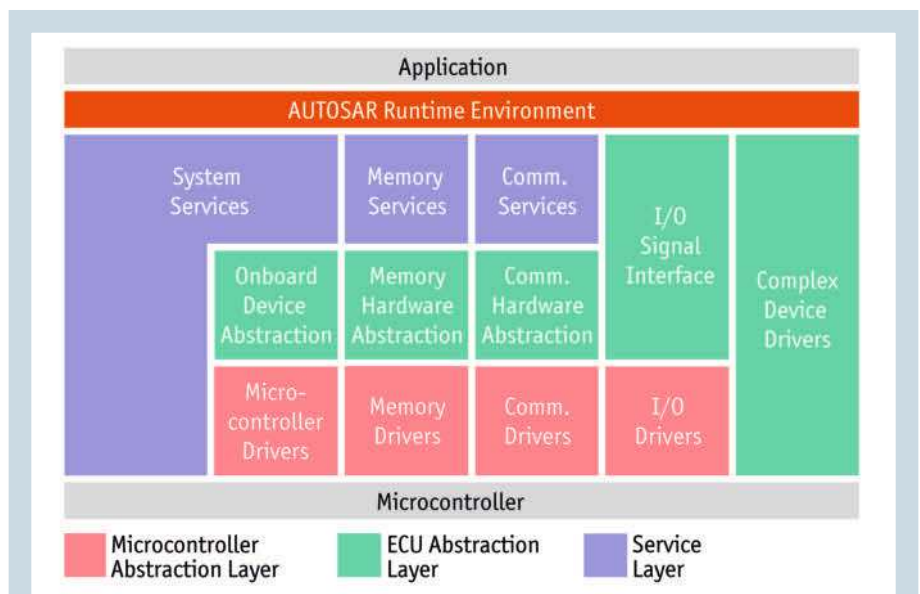
AUTOSAR ist heute die Referenzarchitektur für die Steuergerätesoftware. Die ersten Serienanläufe mit vollständiger AUTOSAR-Software stehen kurz bevor. Die Anzahl der Entwicklungsprojekte nach AUTOSAR-Methodik nimmt stetig zu. Das AUTOSAR-Konsortium arbeitet momentan an den Versionen 3.2 und 4.x. In der Vergangenheit wurden unter anderem die Versionen 2.x, 3.x und 4.0 freigegeben, auf deren Basis bereits Fahrzeugprojekte realisiert wurden. Heute arbeiten die meisten Fahrzeughersteller auf den Versionen 3.x.

Die Funktionsorientierung gewinnt in der Elektronikentwicklung zunehmend an Bedeutung. AUTOSAR standardisiert die Beschreibung einzelner Teil- oder Fahrzeugfunktionen und die Beschreibung des Gesamtsystems in der sogenannten System Configuration Description. Die Methodik zur Verteilung der Fahrzeugfunktionen auf Steuergeräte ist ebenfalls standardisiert. Entwickelte Funktionen können so in weiteren Fahrzeugprojekten unverändert wiederverwendet werden. Das Beispiel in **Bild 1** verdeutlicht dies. Für jedes Steuergerät gibt es in AUTOSAR einen ECU Extract of the System Configuration, welcher den relevanten Systemanteil des Steuergerätes – und somit oft auch eines Zulieferers –

umfasst. Die elementaren Bestandteile der AUTOSAR-Architektur für Steuergerätesoftware sind:

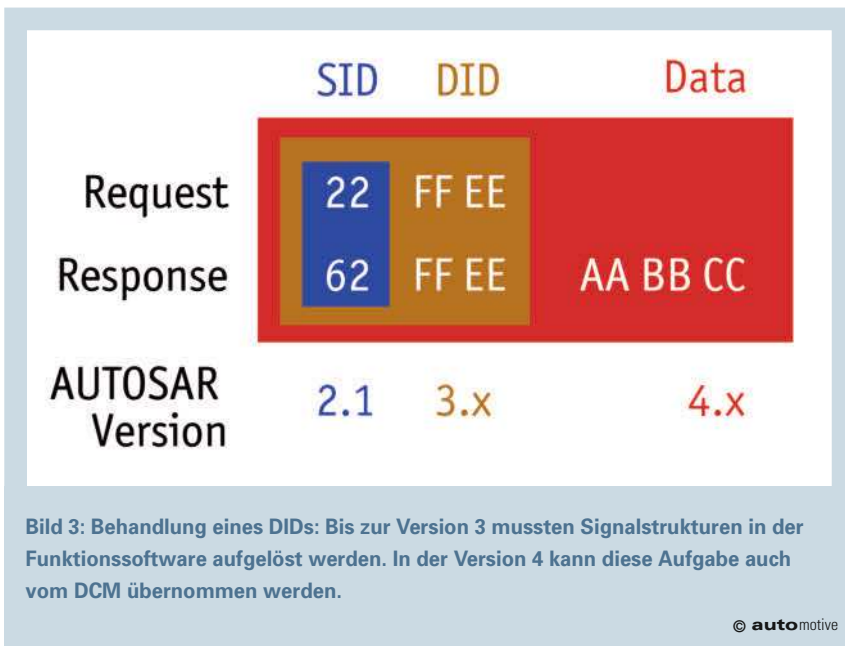
- Funktionssoftware (SWC),
- Run-Time-Environment (RTE),
- Basissoftware (BSW).

Die hohe Wiederverwendbarkeit der Funktionssoftware ergibt sich aus der Abstraktion der Kommunikation durch



**Bild 2:** Die Basis-Software enthält grundlegende Systemfunktionen und abstrahiert die Funktionssoftware von der Hardware.

© automotive



den Virtual Function Bus (VFB). Die Anwendung kann ohne Kenntnis der zugrunde liegenden Kommunikationsmechanismen entwickelt und getestet werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Kommunikation innerhalb des Steuergerätes oder über ein Netzwerk (CAN, FlexRay, ...) erfolgt. Die Run-Time-Environment (RTE) dient als Laufzeitumgebung für die Funktionssoftware und realisiert den Virtual Function Bus für ein konkretes Steuergerät.

Die Basissoftware wird als Komponentenbaukasten entwickelt und ist am Markt verfügbar (Commercial-Off-The-Shelf). Sie ist in drei Bereiche untergliedert (**Bild 2**):

- Der Service Layer stellt Basisdienste für die Funktionssoftware und andere Basissoftwaremodule bereit.
- Der ECU Abstraction Layer abstrahiert höhere Schichten von der Steuergerätehardware.
- Der Microcontroller Abstraction Layer abstrahiert höhere Schichten vom konkreten Microcontroller.

Die Basissoftware und die RTE werden mithilfe der ECU Configuration Description konfiguriert. Initial wird diese Konfiguration aus dem ECU Extract of the System Configuration Description erzeugt (zum Beispiel Kommunikation über das Netzwerk). Die ECU Configuration Description spielt für das Verhalten der gesamten Steuergeräte-Software eine zentrale Rolle und wird im Laufe der Weiterentwicklung nach und nach erweitert und angepasst.

### Diagnose mit AUTOSAR

Die Diagnosesoftware in AUTOSAR besteht aus drei Modulen: DCM, DEM und FIM. Der Diagnostic Communication Manager (DCM) realisiert die Diagnosekommunikation gemäß ISO 14229-1 (UDS) und SAE J1979 (OBDII). Alle Diagnoseanfragen werden zunächst vom DCM verarbeitet. Eine der Aufgaben des DCM besteht in der umfassenden Behandlung von ungültigen Diagnoseanfragen. Ein Großteil der gültigen Anfragen kann bereits vollständig durch den DCM bearbeitet werden, andere leitet er an die Funktionssoftware weiter. Mit jedem AUTOSAR-Release hat der Funktionsumfang des DCM weiter zuge-

nommen, entsprechend hat der verbleibende Diagnoseanteil der Funktionssoftware stetig abgenommen. In **Bild 3** ist diese Entwicklung am Beispiel der Behandlung eines DID dargestellt. Bis zur Version 3 mussten Signalstrukturen in der Funktionssoftware aufgelöst werden. In der Version 4 kann diese Aufgabe auch vom DCM übernommen werden.

Der DCM wird mithilfe einer ECU Configuration Description konfiguriert. Diese enthält unter anderem die Service-Identifizierer, Subfunktionen, Data-Identifizierer (mit der zugehörigen Signalstruktur) und Routine-Identifizierer (mit den Parameterlisten). Außerdem kann man die Ausführbarkeit der Diagnoseanfragen vom aktuellen Steuergerätezustand (Session und Security Level) abhängig machen.

Der Diagnostic Event Manager (DEM) realisiert einen Fehlerspeicher. Bis zur AUTO-

SAR Version 3.x (einschließlich) ist der DEM nur als Fassade spezifiziert, da das Verhalten des Fehlerspeichers im Detail herstellerspezifisch ist. Seit der Version 4 wird das Ziel verfolgt, einen Fahrzeughersteller-unabhängigen Fehlerspeicher zu standardisieren, sodass auch das Verhalten in AUTOSAR festgelegt wird. Der DEM hat im Wesentlichen folgende Aufgaben:

- Verwaltung der DTC-Status Bits,
- Organisation der Fehlerablage, inklusive NVRAM,
- Organisation der Snapshot Daten (Freeze Frame),
- Verwaltung der Extended Data Records,
- Verlernen von Fehlern,
- Bereitstellung einer Schnittstelle zum Fehlerauslesen für den DCM.

Ein standardisiertes Interface sowie unterschiedliche Entprell-Algorithmen für Diagnose-Monitore (Fehlerpfad) ermöglichen eine einheitliche und projektübergreifende Entwicklung der Funktionssoftware. Ein oder mehrere Fehlerpfade können auf einen Diagnostic Trouble Code (DTC) abgebildet werden. Auch der DEM wird mithilfe der ECU Configuration Description konfiguriert. Diese enthält unter anderem Informationen rund um Fehlerpfade, DTC-Nummern und den Aufbau der erweiterten Fehlerdaten (Snapshot und Extended Data Records).

Der FIM (Function Inhibition Manager) bietet die Möglichkeit, im Fall von aktiven Fehlern die Ausführung bestimmter Funktionen zu unterbinden, Ersatzfunktionen zu starten und Folgefehler zu unterdrücken. Auch der FIM wird mit Hilfe der ECU Configuration Description konfiguriert.

### Basissoftwaremodule für die Diagnose mit AUTOSAR

Vector bietet mit MICROSAR eine AUTOSAR-Lösung für Steuergeräte-Software bestehend aus RTE und den Basissoftwaremodulen an, die den gesamten Umfang des AUTOSAR-Standards abdecken. Jedes AUTOSAR BSW-Modul ist einem MICROSAR-Paket zugeordnet. Speziell für

die Diagnose ist das Paket MICROSAR DIAG erhältlich. Es enthält die drei BSW-Module DCM, DEM und FIM aus der AUTOSAR-Architektur. Fahrzeugprojekte erhalten mit MICROSAR DIAG als Diagnosesoftware eine AUTOSAR-kompatible Umsetzung des UDS-Protokolls ISO 14229-1:2006. (oe)

*Teil 2 „ODX im AUTOSAR-Entwicklungsprozess“ erscheint im nächsten Heft (Hanser Automotive 11/2011).*

#### Literatur

- [1] AUTOSAR Spezifikationen: [www.autosar.org](http://www.autosar.org)
- [2] Pascale Morizur, Matthias Wernicke, Justus Maier: Neue Wege zur Steuergeräte-Software Teil 1, Elektronik automotive 11.2009
- [3] Pascale Morizur, Matthias Wernicke, Justus Maier: Neue Wege zur Steuergeräte-Software Teil 2, Elektronik automotive 12.2009
- [4] ISO 14229: Road vehicles – Unified diagnostic services (UDS)
- [5] ISO 26262: Road vehicles – Functional safety
- [6] ISO 22901: Road vehicles – Open diagnostic data exchange (ODX)
- [7] Klaus Beiter, Oliver Garnatz, Christoph Rätz: Gesetzliche On-Board-Diagnose und ODX, Diagnose in mechatronischen Fahrzeugsystemen III S. 44 ff., Expert-Verlag 2010



**Dr. Klaus Beiter** leitet ein Entwicklungsteam in der Produktlinie Kfz-Diagnose bei der Firma Vector Informatik GmbH in Stuttgart. Er ist Mitglied in der ASAM/ISO ODX-Arbeitsgruppe.



**Dipl.-Ing. (BA) Christoph Rätz** leitet die Produktlinie Kfz-Diagnose bei der Firma Vector Informatik GmbH in Stuttgart.



**Dipl. Ing. (FH) Oliver Garnatz** ist bei Vector als Produkt-Manager im Bereich Embedded-Software-Komponenten tätig. Er ist Mitglied in der ISO im Bereich Kfz-Diagnose sowie in AUTOSAR.