

# Entwicklung von Steuergerätesoftware nach AUTOSAR

Matthias Wernicke und Jochen Rein,  
Vector Informatik

Die Entwicklung von Steuergerätesoftware steht vor einem Umbruch. Mit der von der AUTOSAR-Entwicklungspartnerschaft definierten neuen Software-Architektur entsteht eine standardisierte Basissoftware, auf deren Grundlage wieder verwendbare Anwendungen entwickelt werden können. Für die Fahrzeughersteller und Steuergeräte-Zulieferer reduzieren sich damit der Entwicklungsaufwand und die Kosten.

Mit der steigenden Anzahl an komplexen Fahrzeugfunktionen wird die Entwicklung der Automobilelektronik zunehmend umfangreicher und komplizierter. Als Problem hat sich in der Vergangenheit herausgestellt, dass die Steuergerätesoftware eine starke Abhängigkeit von der eingesetzten Hardware und der Systemkonfiguration hat. Das Gleiche gilt auch für spezifische Anforderungen der Fahrzeughersteller im Hinblick auf eigene Kommunikationsprotokolle. Mit jeder Änderung einer dieser Randbedingungen muss die Steuergerätesoftware zumindest angepasst, wenn nicht gar neu entwickelt werden.

Die Idee der AUTOSAR-Initiative von Kfz-Herstellern und Zulieferern ist es, die ständige Neuentwicklung gleicher oder ähnlicher Softwarekomponenten einzudämmen. Das Mittel der Wahl ist hier die Standardisierung, von der man sich eine steigende Qualität der Software verspricht. Die frei werdende Entwicklungskapazität kann dann für echte Innovationen eingesetzt werden.

Für den Steuergeräteübergreifenden Austausch der Softwarefunktionen abstrahiert der AUTOSAR-Ansatz die Steuergeräte-Elektronik und teilt sie in ein allgemeingültiges Schichtenmodell ein. Damit ist eine standardisierte Beschreibung der Elektronik in Modellen möglich, aus denen am Ende leistungsfähige Tools ausführbaren Code generieren. AUTOSAR stellt aber nicht nur einen Beschreibungsstandard bereit, sondern schlägt auch eine Methodik vor, wie der Designprozess von der Modellbeschreibung über die Implementierung bis zum Test und der Integration zu bewerkstelligen ist.

## Architektur

Die AUTOSAR-Architektur gliedert sich in fünf Ebenen (Bild 1). Aufbauend auf der Hardware-Ebene (SPAL, Standard Peripheral Abstraction Layer), in der alle Controller-spezifischen Features und Peripherals abstrahiert sind, beschreibt die zweite Ebene

die ECU-spezifischen Basissoftwaremodule (ECU Abstraction Layer bzw. Microcontroller Abstraction Layer). In der darüber liegenden Dienstschicht sind verschiedene Kommunikations-, Speicher- oder Netzwerkdienste beschrieben (Service Layer). Die Runtime Environment (RTE) als vierte Schicht integriert die individuellen Applikationen mit der Basissoftware. Sie organisiert Kommunikation und Datenaustausch zwischen beiden und übernimmt das Ausführen der Softwarefunktionen. Erst durch die Zwischenschicht RTE kann in der fünften Ebene eine Applikationssoftware entwickelt werden, die von der später verwendeten Hardware unabhängig ist. Da alle zwischen den beschriebenen Schichten liegenden Schnittstellen exakt definiert sind, muss die Applikationssoftware nicht mehr wissen, wie die darunter liegenden Schichten im Detail funktionieren. Die Kommunikation erfolgt, indem lediglich bestimmte Parameter durch Übergabe an die definierten Schnittstellen (im Modell durch Ports beschrieben) zur nächsten Schicht geschickt werden. Dabei spielt es bei der Funktionsbeschreibung im Modell keine Rolle, ob der Port eine Verbindung innerhalb einer ECU darstellt oder eine Kom-

munikation mit einem anderen Steuergerät erforderlich ist. Dies wird erst zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt, wenn der Designprozess die Aufteilung von Softwarekomponenten auf einzelne ECUs erfordert.

## Entwicklungsmethodik

AUTOSAR bietet neben der Standardisierung der Software-Architektur auch ein Verfahren, um die Vorteile der Standardisierung im Entwicklungsprozess zu nutzen. Zunächst erfolgt eine formale Beschreibung der Softwarefunktionen (SW Component) und der Hardwarevoraussetzungen der einzelnen Steuergeräte (ECU Resource). Auf Basis dieser Beschreibungen erstellt der Anwender eine Konfiguration des Gesamtsystems (System Configuration). Bei diesem Schritt können gewisse Vorgaben (System Constraints) wie beispielsweise eine Kommunikationsmatrix berücksichtigt werden. Alle Bestandteile werden durch ein einheitliches XML-Format beschrieben. Fehlende Hardwarefunktionen oder Softwareschnittstellen werden hier dank der strukturierten Methodik bereits zu einem frühen Zeitpunkt aufgedeckt.

Die System Configuration dient als Basis zur Erstellung der Steuergeräte-Konfigurationen (ECU Configuration), die vom Anwender mithilfe geeigneter Konfigurationswerkzeuge für die einzelnen Basissoftwaremodule erstellt wird. Schließlich sorgen Generatoren für die Ausgabe von lauffähigem Code (Bild 2).

Die Komplexität und die Abhängigkeiten der

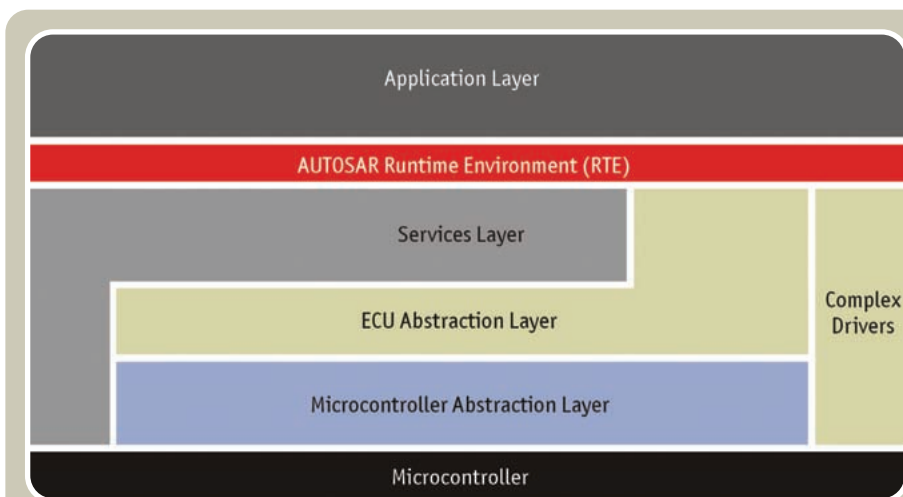
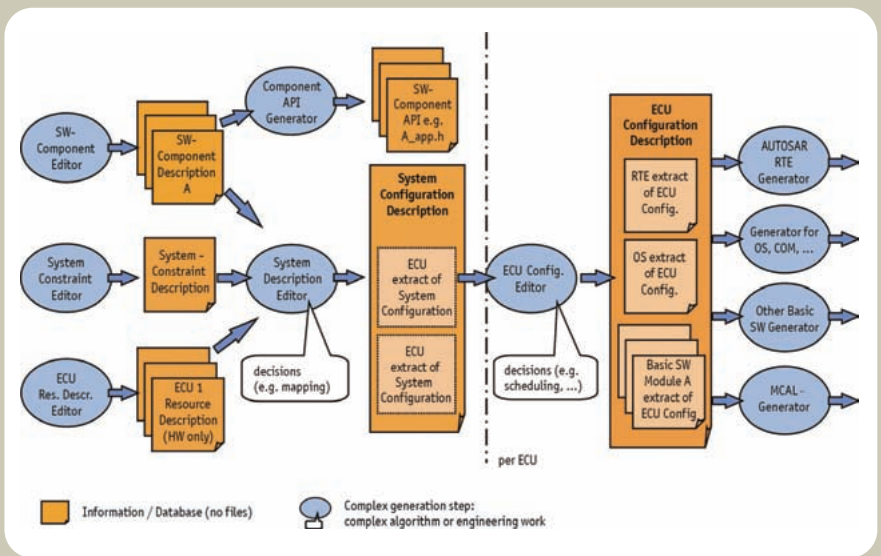
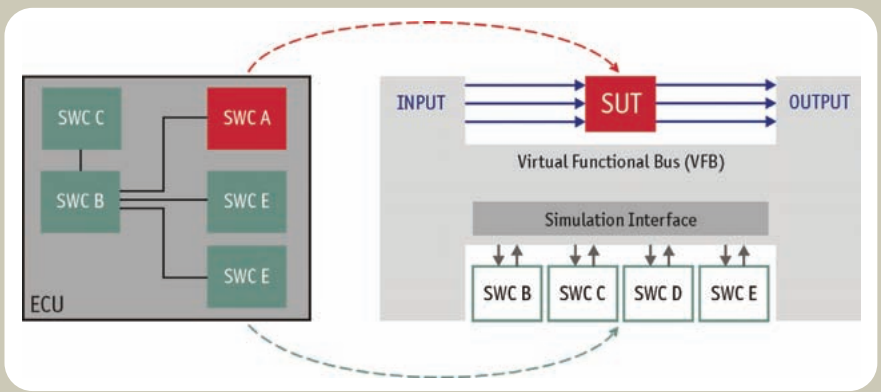


Bild 1. AUTOSAR-Schichtenmodell der Steuergerätesoftware



**Bild 2. Strukturbeschreibung der Softwarekomponenten. Die Erstellung von AUTOSAR-konformen Softwarekomponenten ist in klar vorgegebene Entwicklungsschritte unterteilt.**



**Bild 3. Test einer Softwarekomponente in der Ausführungs- und Simulationsplattform. Während eine ausführbare Softwarefunktion real getestet wird, können zusätzliche Funktionen einfach als Modelle über das Simulationsinterface ergänzt werden.**

Funktionen untereinander sind manuell kaum zu beherrschen. Mit der Kernkompetenz für Werkzeuge zur Entwicklung verteilter Systeme unterstützt Vector Informatik den AUTOSAR-Entwicklungsprozess. Eine ganze Reihe von leistungsfähigen Tools ermöglichen das systematische und konsistente Entwickeln AUTOSAR-konformer Steuergeräte und überwachen die komplexen Relationen der Module zueinander. Die effiziente Basissoftware sorgt für einen reibungslosen Betrieb der AUTOSAR-Steuergeräte.

In Zukunft wird sich bei der Entwicklung von Fahrzeugsoftware eine geeignete IDE (Integrierte Entwicklungsumgebung) durchsetzen. Zur Entwicklung von AUTOSAR-Systemen muss sie eine Ausführungs- und Simulationsplattform bieten sowie alle Steuer-, Test- und Visualisierungsmöglichkeiten unterstützen (Bild 3). In dieser Umgebung können Softwarekomponenten komfortabel entwickelt und verbessert werden. Auch der intensive Test des simulierten Gesamtsystems ist frühzeitig möglich.

## Migration

Kaum ein Unternehmen wird seine Software-Entwicklung mit AUTOSAR auf der grünen Wiese beginnen. Daher ist ein Rückgriff auf existierenden Code und vorhandene Funktionen sinnvoll. Anwender, die CANbedded von Vector im Einsatz haben, profitieren von bereits modularisierten Softwarekomponenten. Einzelne Module können in diesen Umgebungen einfach ausgetauscht oder mit geringem Aufwand angepasst werden. In einer Übergangsphase werden Mischformen von AUTOSAR-konformen und nichtkonformen Komponenten nebeneinander existieren. So entwickeln die meisten Hersteller bei der nächsten Fahrzeuggeneration nur neue Funktionen gemäß AUTOSAR. Bereits existierende Komponenten werden erst in darauf folgenden Modellreihen dem neuen Standard angepasst.

Zulieferer können schon heute auf AUTOSAR umschwenken, indem sie Treiber für den Standard in ihre Funktionsmodel-

**Vorteile von AUTOSAR für die Entwicklungspartner**

**Automobilhersteller**

- Bereitstellung von plattformübergreifenden Funktionen
- Konzentration auf wettbewerbsrelevante Software
- Hohe Varianten- und Ausstattungsvielfalt möglich
- Darstellung nichtfunktionaler Anforderungen (z. B. Diagnose, Software-download)
- Zertifizierung von Software ist standardisiert
- Herstellerinnovationen können zu einem späteren Zeitpunkt ausgetauscht werden (ROI)

**Zulieferer**

- Können sich ihre Entwicklungsaktivitäten teilen
- Eindämmung der OEM-spezifischen Versionsvielfalt
- Steigerung der Effizienz ihrer funktionsbezogenen Entwicklung

- Neue Geschäftsmodelle können sich etablieren

**Tool-Lieferanten**

- Kompatibilität im Entwicklungsprozess durch standardisierte Schnittstellen
- Kundenspezifische Versionsvielfalt eindämmen
- Werkzeugkette ist einfacher durch Tools von Drittunternehmen komplettierbar
- Werkzeuge leichter in bestehende Toolkette integrierbar
- Unterstützung eines vollständigen Prozesses vom Entwurf bis zur Codegenerierung

**Neue Player am Markt**

- Definierte Standards ermöglichen barrierefreien Markteintritt
- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle

le integrieren und damit kompatibel machen. Dies erfordert einen gewissen Aufwand für eine RTE oder eine AUTOSAR-konforme API zur RTE, damit die Applikation darunter liegende Basissoftware unterstützt (Bild 4). Auch vorhandene Konfigurationsdaten wie DBC, LDF oder FIBEX müssen in das einheitliche XML-Beschreibungsformat gebracht werden. Damit reagiert der Zulieferer frühzeitig auf die zukünftigen Anforderungen seiner Kunden – oder kommt ihnen sogar zuvor.

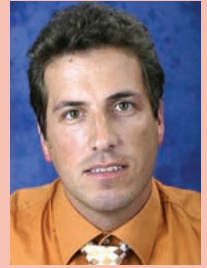
**Toolkette**

Entwicklern von standardkonformen Softwarekomponenten und Steuergeräten gibt Vector Informatik eine durchgängige Werkzeugpalette an die Hand. Die DaVinci Tool Suite unterstützt den Anwender beim Entwurf und der Verteilung von Softwarekomponenten, bei der Definition der Netzwerkkommunikation, bei der Konfiguration der vernetzten Steuergeräte und der Generierung der RTE. Ergänzt wird die Werkzeugfamilie durch CANoe als PC-basierte Ent-

**ZUM AUTOR**

**Dipl.-Ing. (FH) Matthias Wernicke**

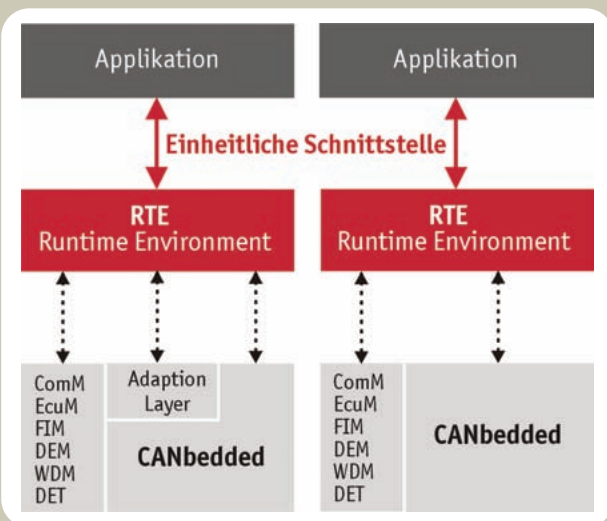
ist für das Produktmanagement der DaVinci Tool Suite verantwortlich und war auch in der AUTOSAR-Standardisierungsarbeit aktiv.



**Dipl.-Ing. (FH) Jochen Rein**



ist Teamleiter in der Abteilung Embedded Software Components und verantwortlich für den Bereich Produktmanagement AUTOSAR BSW und CANbedded.



**Bild 4.** Schnittstellen zur Anwendung. Wer frühzeitig eine einheitliche Schnittstelle zur RTE schafft, ist von zukünftigen Migrationsschritten befreit.

wicklungsplattform. Ohne Zugriff auf reale Steuergeräte erlaubt CANoe funktionale Tests der entwickelten Software. Die Werkzeuge GENy, osCAN Configurator und MICROSAR.EAD ermöglichen die Konfiguration und Generierung der umfangreichen Basissoftware wie Betriebssystem, Kommunikations-Stacks oder I/O-Treiber. Für das komplette Daten- und Konfigurationsmanagement steht mit eASEE ein leistungsfähiges Tool für die Prozessunterstützung zur Verfügung. Vector bietet darüber hinaus Dienstleistungen rund um AUTOSAR an und ergänzt das Schulungsangebot um eine AUTOSAR-Schulung.

Die Zukunft gehört AUTOSAR. Neben den zehn Core Partners sind annähernd 100 Unternehmen bereits Mitglied im Konsortium. Vorteile bieten sich für alle Beteiligten. Nach einer ausgiebigen Testphase wurde der AUTOSAR-Standard im Mai 2006 erstmals veröffentlicht. Für Ende 2006 ist das erste vollständige Release (R 2.1) geplant, das dann auch die Methodikspezifikation beinhaltet. Die gemeinsame Arbeit am AUTOSAR-Standard geht kontinuierlich weiter, so dass die Chance auf eine breite Akzeptanz innerhalb der Branche gewährleistet ist. (jo)

- **Vector Informatik**
- **Kennziffer: 156**
- **Webcode: 11156**
- **A6.742**