

# Sanfte Gurte

Autoliv bringt Gurtstraffer auf den AUTOSAR-Weg

Bei einem Unfall müssen Sicherheitsgurte schnell reagieren, ohne dabei zu stark auf die Fahrzeuginsassen einzuwirken. Die Lösung sind Gurtstraffer, die den Gurt in den ersten Sekundenbruchteilen stramm ziehen. Der aktive Sicherheitsgurt von Autoliv geht einen Schritt weiter. Er verfügt über einen sanften Vorstraffer, der die Gurteinwirkung optimal abdämpft. Die Regler für den Gurt verwenden AUTOSAR-konforme Software.



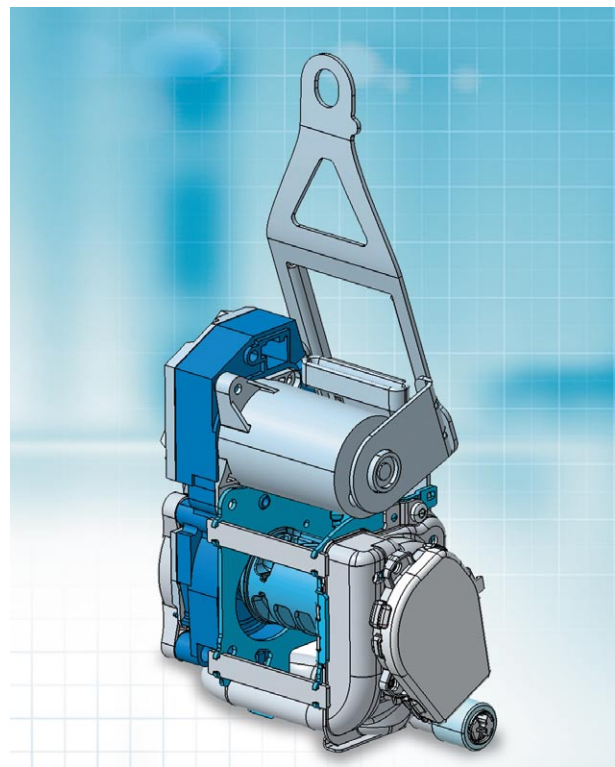
#### Aktive Gurtvorstraffersysteme

Am Standort Cergy bei Paris entwickelt der Automobilzulieferer Autoliv ein elektrisches Gurtvorstraffersystem im Auftrag zweier Automobilhersteller für den Einsatz in der Serie. Das mechanische System besteht aus einem Gurtaufroller, einem Steuergerät und einem Elektromotor (Abbildung 1). Sobald eine Notfallsituation vor einem möglichen Unfall erkannt wird, z.B. in Form einer Notbremsung oder durch Über-/Untersteuerung des Fahrzeugs, wird der Gurt elektrisch gestrafft. Kommt es zu dem Unfall, ist jeder Insasse optimal in seinem Sitz positioniert und das passive Sicherheitssystem, einschließlich der pyrotechnischen Auslösung von Gurtstraffer und Airbags, kann bestmöglichen Schutz bieten. Kommt es nicht zur Kollision, wird der Gurt einfach wieder gelockert. Das System minimiert aber nicht nur die Verletzungen im Falle eines Unfalls, sondern warnt den Fahrer, wenn er sich dem fahrdynamischen Grenzbereich nähert. Damit agiert es also auch als aktives Sicherheitssystem. Als Komfortfunktion unterstützt der Gurtvorstraffer den Fahrzeuginsassen beim Anlegen des Sicherheitsgurts und passt die optimale Spannung während der Fahrt dynamisch an verschiedene Fahrsituationen an. Das Steuergerät verarbeitet Umfeld- und Fahrdynamikinformationen, die über den fahrzeuginternen CAN-Bus von anderen Steuergeräten herangeführt werden, und steuert ausgabeseitig den Elektromotor für die Gurtstraffung. Als Hardware-Plattform dient dem Steuergerät ein 32-Bit-Mikrocontroller.

#### OEM-spezifische Prozesse

Die Anforderungen an das zu realisierende Steuergerät lassen sich in zwei Kategorien einteilen: funktional und systemspezifisch. Die funktionalen Anforderungen an die Anwendung, in diesem Fall die Gurtstrafferlogik, werden in Form von textuellen Spezifikationen, Modellen oder Beschreibungen initialer Software-Komponenten als Teil des ECU Extracts bereitgestellt und von Autoliv umgesetzt (siehe Textkasten Der AUTOSAR-Workflow). Um später das Zusammenspiel mit anderen im Fahrzeug verbauten Steuergeräten sicherzustellen,

*Abbildung 1: Gurtvorstraffer von Autoliv halten die Fahrzeuginsassen vor einem Unfall in einer besseren Position.*



## Der AUTOSAR-Workflow

Mit der Automotive Open System Architecture – kurz AUTOSAR – haben Automobilhersteller und Steuergerätezulieferer sowie Werkzeuganbieter einen Standard geschaffen, der den gestiegenen Anforderungen an die Software im Automobil hinsichtlich Funktionalität und Qualität bei reduzierten Entwicklungszeiten gerecht werden soll. Der idealtypische AUTOSAR-Workflow beginnt mit der Erfassung der Systemparameter durch den OEM, die u.a. die Netzwerktopologie und Steuergerätekommunikation (Botschaften, Signale) sowie die Verteilung der Anwendungssoftware auf die verschiedenen vernetzten Steuergeräte umfasst. Die so entstehende Systembeschreibung (System Description) wird den verschiedenen Steuergeräteherstellern zur Verfügung gestellt, die daraus die für ihr Steuergerät relevanten Parameter – das sogenannte „ECU Extract“ – ableiten. Die Software-Architektur kann in unterschiedlicher Granularität vom OEM vorgegeben sein und wird dann vom Zulieferer vervollständigt. Für die resultierenden einzelnen Software-Komponenten werden schließlich Implementierungen des gewünschten Verhaltens bereitgestellt, beispielsweise durch Wiederverwendung bereits existierender Software-Komponenten oder durch eine Neuentwicklung der Funktionalitäten. Für die Neuentwicklung bietet sich ein modellbasierter Prozess an. Die Beschreibung der Software-Komponenten gibt dann einen Rahmen zur Entwicklung eines MATLAB®/ Simulink®-Modells vor, aus dem heraus der AUTOSAR-konforme Seriencode generiert wird. Die Konfiguration der AUTOSAR-Basis-Software und anschließende Code-Generierung durch den Zulieferer führt zusammen mit dem Code für die Anwendung zur vollständigen Steuergeräte-Software (Abbildung 2).

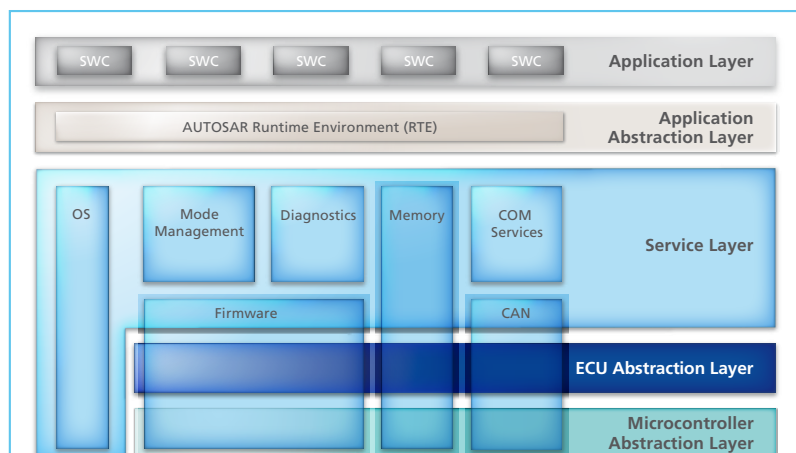
liefert der OEM systemspezifische Vorgaben, wie beispielsweise für die Kommunikation der Steuergeräte über das fahrzeuginterne Bussystem (in diesem Fall CAN). Diese werden Autoliv je nach beauftragendem OEM ebenfalls über das aus der AUTOSAR-Systembeschreibung abgeleitete ECU Extract oder in Form eines Nachrichtenkatalogs – hier eine DBC-Datei für die Beschreibung der CAN-Kommunikation – übermittelt.

### Modellierung der Steuergeräte-Applikation mit SystemDesk und TargetLink

Die modellbasierte Entwicklung der Anwendungssoftware, die korrekte Konfiguration der AUTOSAR-Basis-Software und die Integration der Software auf der Zielplattform bilden die essentiellen Schritte im AUTOSAR-Entwicklungsprozess. Zur Reglerentwicklung für den Gurtstraffer werden diese Schritte mit einer Werkzeugkette ausgeführt: der Architektur-Software SystemDesk® und dem Code-Generator TargetLink® von dSPACE sowie dem Konfigurationseditor EB tresos® Studio von Elektrobit (EB). Abbildung 3 zeigt den Entwurfsprozess für die Entwicklung der AUTOSAR-Software für die Steuergeräte bei Autoliv. Die im ECU Extract spezifizierten Anfor-

derungen werden vom Software-Architekten in SystemDesk eingelesen und bilden den Startpunkt für die Erstellung einer detaillierten Software-Architektur. Zudem werden die Beschreibungen der AUTOSAR-Services als weitere Building-Blocks eingelesen. Die vorhandenen Gestaltungsmöglichkeiten nutzt Autoliv, um einen möglichst hohen Wiederverwendungsgrad der Software für die verschiedenen Projekte zu erreichen. Für die Entwicklung der einzelnen Software-Komponenten werden deren Beschreibungen wiederum im AUTOSAR-Format an die Funktionsentwickler übertragen. Die Funktionsentwickler importieren die AUTOSAR-Beschreibungen in TargetLink und erzeugen ein Rahmenmodell mit vordefinierten Ein- und Ausgängen. Das Rahmenmodell kann durch Wiederverwendung bestehender Teilmodelle gefüllt oder modellbasiert neu entwickelt werden. Zur Absicherung und Validierung des Verhaltens lassen sich die etablierten Methoden der MIL- und SIL-Simulation anwenden. Als letzten Schritt generiert TargetLink automatisch den AUTOSAR-konformen serienreife Code für die Implementierung. Diese Funktionsentwicklung erfolgt bei Autoliv verteilt an unterschiedlichen Standorten.

Abbildung 2: Schematischer Aufbau der AUTOSAR-Software-Architektur.



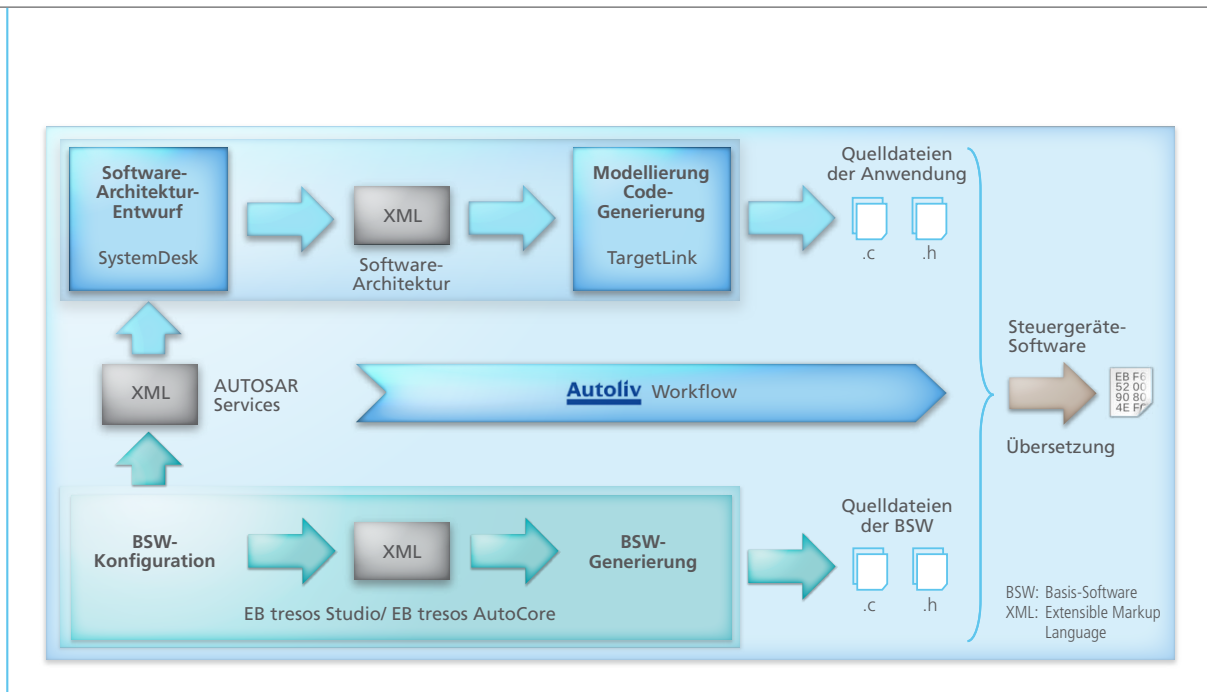


Abbildung 3: AUTOSAR-Entwurfsprozess bei Autoliv.

### Konfiguration der AUTOSAR-Basis-Software mit EB tresos Studio

Schon während der Entwicklung der Anwendungssoftware kann der Software-Integrator bei Autoliv beginnen, die Steuergeräte-Basis-Software mit EB tresos Studio zu konfigurieren und zu generieren. Für die zu verwendende Basis-Software kommen je nach beauftragendem OEM unterschiedliche Varianten zum Einsatz. Die Basis hierfür bildet jeweils der EB tresos AutoCore, der die AUTOSAR Runtime Environment (RTE) und die hardware-spezifische Microcontroller Abstraction Layer (MCAL) beinhaltet. Die Module des EB tresos AutoCore werden jeweils

durch unterschiedliche OEM-spezifische Module ergänzt und zu einer vollständigen OEM-spezifischen Basis-Software integriert. An dieser Stelle kommt ein wesentlicher Ansatz von AUTOSAR zum Tragen, der Autoliv die Möglichkeit bietet, die Gurtvorstraffer-Applikation in Steuergeräten mit unterschiedlichen Basis-Software-Implementierungen zu integrieren. Maßgeblich hierfür ist die Konfor-

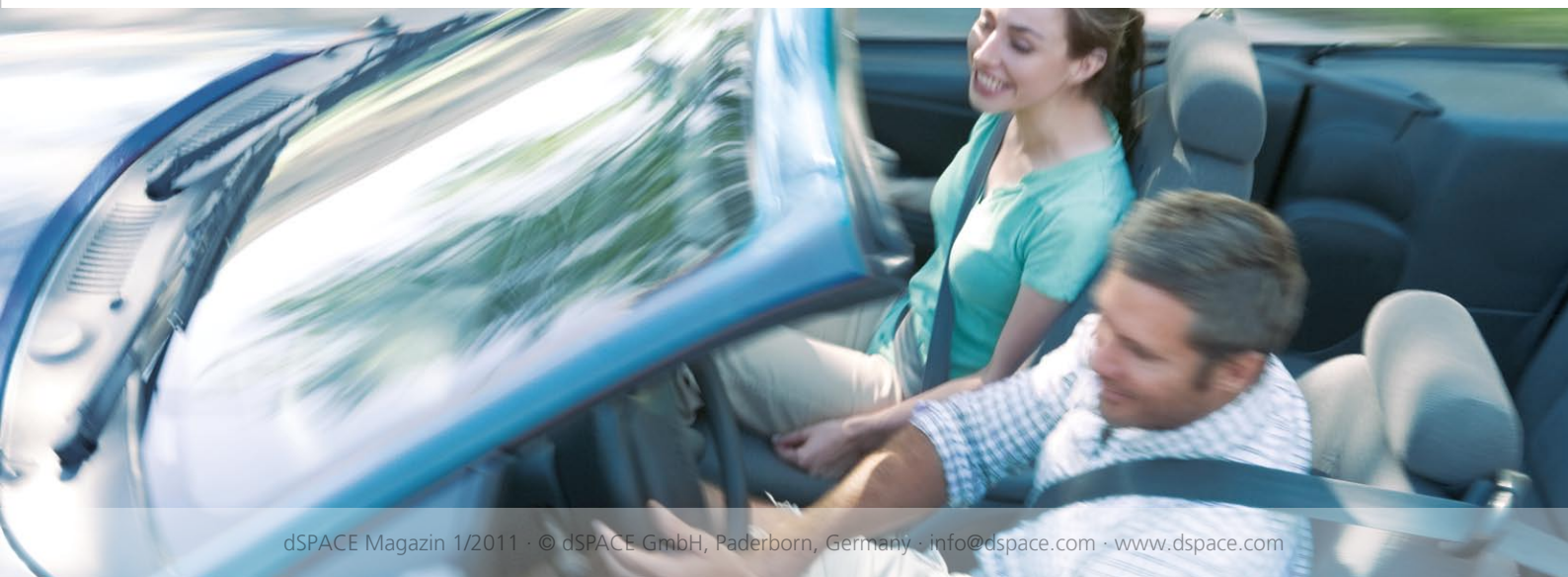
mität der Software-Komponenten mit dem AUTOSAR-Standard (hier AUTOSAR Release 3.0 und 3.1) und die Einhaltung der Schnittstellenspezifikation von den Software-Komponenten, damit deren Anbindung an die RTE reibungslos erfolgen kann.

### Von der Architektur zum Seriencode

Für die Konfiguration der jeweiligen AUTOSAR-Basis-Software werden die

„Mit SystemDesk konnte der Wiederverwendungsgrad der Software über Projekte hinweg deutlich erhöht werden.“

Claude Redon, Autoliv



## Gemeinsam stark

„Cooperate on standards, compete on implementation“ ist ein zentrales Grundverständnis hinter der Standardisierung im AUTOSAR-Konsortium. Kooperation ist auch das, was die Unternehmen dSPACE und Elektrobit – beide von Beginn an Premium Member in der Entwicklungspartnerschaft – seit dem Jahr 2006 offiziell miteinander verbindet. Im Fokus stehen hierbei Software-Werkzeuge der beiden Unternehmen, deren reibungsloses Zusammenspiel in der AUTOSAR-Entwurfsmethodik sichergestellt wird.

dSPACE bietet dazu sein bewährtes Software-Architektur- und -Simulationswerkzeug SystemDesk sowie den serienerprobten Code-Generator TargetLink an, während Elektrobit mit dem Produkten EB tresos AutoCore und EB tresos Studio die ebenfalls serienreife AUTOSAR-Basis-Software mit dem passenden Konfigurationswerkzeug beisteuert. Zusammen ergibt dies eine vollständige und aufeinander abgestimmte Werkzeugkette, die die AUTOSAR-Entwurfsmethodik von der Beschreibung der Software-Architektur über die modellgestützte Anwendungsentwicklung bis hin zur Konfiguration und Generierung der Steuergeräte-Basis-Software auf der Zielplattform abdeckt. Von dieser praxisorientierten Lösung profitieren sowohl die OEMs als auch deren Zulieferer (Tier 1) bei der Steuergeräteentwicklung.



„Durch die Back-to-Back-Tests mit TargetLink war eine frühe Software-Verifikation möglich.“

*Claude Redon, Autoliv*

aus SystemDesk exportierte Software-Architektur sowie das ECU Extract bzw. die DBC-Datei in EB tresos Studio eingelesen. Ergebnis ist eine Vorkonfiguration der RTE sowie der verwendeten Kommunikationsmodule. Die Konfiguration der RTE wird vervollständigt durch die Abbildung von Datenelementen der Ports der einzelnen Software-Komponenten auf die Signale in der Buskommunikation (Data-to-Signal Mapping), die Zuweisung der Runnables auf Betriebssystem-Tasks (Runnable-to-Task Mapping) sowie die Verbindung der Service Ports mit den entsprechenden Ports der Software-Komponenten (Service Port Mapping).

Im weiteren Verlauf werden die Parameter aller zusätzlichen Basis-Software-Module durch den Integrator in EB tresos Studio, teilweise automatisiert, konfiguriert. Die anschließende Code-Generierung in EB tresos Studio führt zum vollständigen Quell-Code für die AUTOSAR-Basis-Software, die zusammen mit dem Quell-Code für die Anwendungskomponenten aus TargetLink der Build-Umgebung zugeführt wird. Ergebnis ist schließlich der ausführbare Binär-Code, mit dem das Steuergerät programmiert wird. Abbildung 4 zeigt die Software-Schichten und welche Tools für welche Schritte eingesetzt werden.

### Bewährtes Lösungsangebot

Das Werkzeugangebot von dSPACE und EB spiegelt das frühzeitige und fortwährende Engagement für diesen anspruchsvollen Standard der Automobilindustrie wider. In einer idealtypischen Kombination baut es auf etablierten Kernkompetenzen beider Unternehmen auf – der modellbasierten Entwicklung von Anwendungssoftware sowie der Erstellung von Soft-

ware-Laufzeitplattformen für elektronische Steuergeräte. Die für die Anwendung des AUTOSAR-Standards erforderlichen Umfänge der Spezifikation werden in die Werkzeuge abgebildet und entlasten den Entwickler somit bei seiner Arbeit. Zugleich kombinieren sie die Vorteile von AUTOSAR zur prozesssicheren Entwicklung wiederverwendbarer Software mit den modellbasierten Methoden zur effizienten Entwicklung dieser Software. Die Werkzeuge unterstützen die Spezifikation und Konfiguration von Software, sie bieten Generatoren und automatisieren Schritte und helfen bei der durchgängigen Konsistenzsicherung und Validierung. Das Zusammenspiel der Werkzeuge wird durch die konsequente Verwendung der standardisierten AUTOSAR-Beschreibungen sichergestellt.

Noch bestehende Spezifikationslücken im Standard führen regelmäßig zu Abstimmungen zwischen den Werkzeugherstellern, um Inkompatibilitäten zu vermeiden. Sie werden durch pragmatische Lösungen adressiert und getestet und verhindern somit im Vorfeld bereits eventuell auftretende technische Probleme. Bei Autoliv wird das Angebot von dSPACE und EB durch Prozessberatungen in Einführungsprojekten auf der Grundlage von AUTOSAR ergänzt. Experten von dSPACE und EB unterstützen den Kunden vor Ort beim effizienten Einsatz der Werkzeuge in seinen Projekten.

### Projekterfahrungen

Autoliv setzt den AUTOSAR-Standard in diesen Projekten konsequent um. Den Anfangsinvestitionen für die Einführung von AUTOSAR bei Autoliv stehen jedoch schon jetzt deutliche Verbesserungen in der Software-Ent-

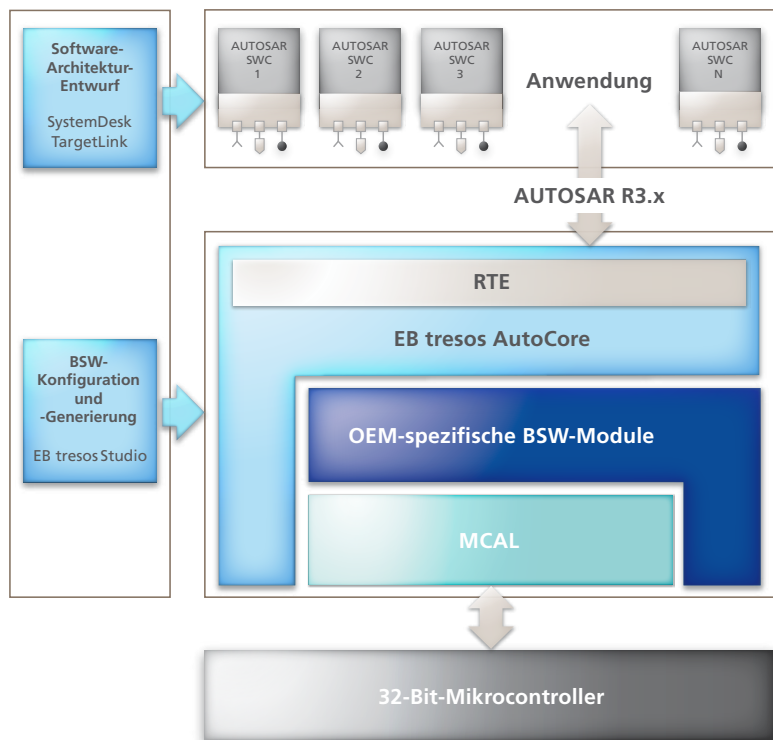


Abbildung 4: Struktur der finalen Steuergeräte-Software.

## Fazit

Gurtvorstraffer halten die Fahrzeuginsassen vor einem Unfall in einer besseren Position und sorgen so für optimale Sicherheit. Zudem agieren sie als aktives Sicherheitssystem und warnen den Fahrer bei einer Fahrweise am fahrdynamischen Grenzbereich. Der Regler für das neue Gurtvorstraffersystem von Autoliv wurde gemäß dem AUTOSAR-Standard entwickelt. Der Entwurfsprozess für die Entwicklung der Applikationsschicht basiert auf der Architektur-Software SystemDesk und dem Code-Generator TargetLink von dSPACE. Die Basis-Software wird mit EB tresos Studio von Elektrobit konfiguriert. Klare Software-Modularisierung und verbesserte Wiederverwendung der Anwendungssoftware sind nur zwei Vorteile, von denen Autoliv während der Entwicklung profitierte.

wicklung gegenüber. Zu den Vorteilen gehören eine explizite Modularisierung der Software und eine verbesserte Wiederverwendung der Anwendungssoftware. Die einzelnen Prozessschritte werden durch die konsequente Verwendung der standardisierten AUTOSAR-Austauschformate abgesichert. Insbesondere lässt sich die AUTOSAR-

Methodik ideal mit der modellbasierten Funktionsentwicklung und der automatischen Seriencode-Generierung kombinieren. Die gesammelten Erfahrungen und erreichten Ergebnisse zeigen, dass sich die Werkzeuge von dSPACE und EB in diesen vollständig toolgestützten Entwicklungen vollaufbewährt haben. Kontinuierliche

Weiterentwicklungen, orientiert an neuen Versionen des Standards und Anforderungen aus laufenden Projekten, garantieren ein aktuelles und betriebsbewährtes Zusammenspiel der beteiligten Werkzeugkomponenten. ■

*Peter Kirsch, Elektrobit  
Claude Redon, Autoliv  
Joachim Stroop, dSPACE*



Von links nach rechts:

*Claude Redon  
Claude Redon ist als Software-Architekt verantwortlich für die Gurtvorstraffer-Produktfamilie bei Autoliv in Cergy, Frankreich.*

*Joachim Stroop  
Joachim Stroop ist Lead Product Manager für SystemDesk bei der dSPACE GmbH in Paderborn, Deutschland.*

*Peter Kirsch  
Peter Kirsch ist Product Manager für EB tresos Studio bei der Elektrobit Automotive GmbH in Erlangen, Deutschland.*