

Industrialisierte Integration und Validierung
von TargetLink-Modellen für die Serien-
produktion

Software vom laufenden Band

Die steigende Komplexität von Software-Systemen im Fahrzeug geht zu Lasten der Entwicklung innovativer Fahrerassistenzfunktionen. Die „EB Automotive Software Factory“ ist der Schlüssel zum Erfolg, da sie die wiederkehrenden Arbeitsprozesse als Produktionsstraße für Software abbildet. Integrations- und Validierungsschritte werden so jederzeit reproduzier- und nachvollziehbar, ob für AUTOSAR-konforme, ISO 26262-konforme oder konventionelle Projekte.



Steigende Komplexität

Bei der Integration neuer Technologien im Fahrzeug spielt Software eine immer größere Rolle. Dabei gilt es, eine größer werdende Anzahl an Einzelsystemen unterschiedlicher Lieferanten miteinander zu verbinden. Das Netzwerk aus Aktuatoren und Sensoren wächst. Es entstehen neue Anwendungsszenarien und auch der Anteil sicherheitsrelevanter Funktionalitäten nimmt zu. Die Einhaltung der dafür geforderten Standards wie der ISO-Norm 26262 zur Funktionalen Sicherheit für Straßenfahrzeuge erhöht zusätzlich den Qualitätsanspruch. Für einen Premium-Fahrzeughersteller ist eine Vielfalt von etwa 60 Software-Funktionen, bestehend aus mehreren hundert Software-Modulen auf ca. einem Dutzend Steuergeräte-Plattformen, die von einer Handvoll Zulieferern produziert und in 25 Baureihen eingesetzt werden, heute die Realität. Dadurch steigt die Komplexität bei der Entwicklung und beim Management neuer Projekte überproportional. Die vorhandenen Entwicklungsteams können nicht beliebig skaliert werden. Es entstehen vielfältige Herausforderungen, wenn es darum geht, Innovationen schnell und erfolgreich in Serie zu bringen.

Software als „Bauteil“

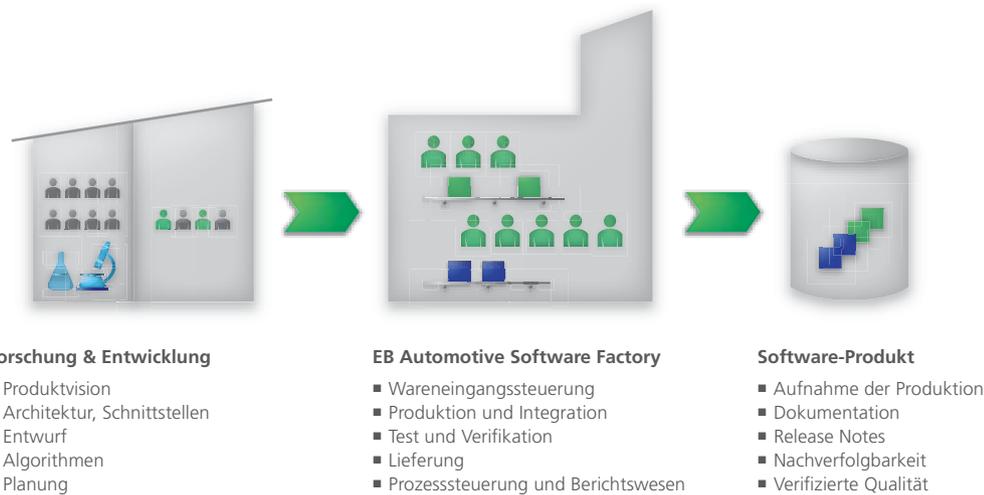
Aus diesen Gründen hat sich ein deutscher Premium-Autobauer 2010 entschieden, die Firma Elektrobit als Partner bei der Software-Erstellung von Fahrerassistenzsystemen an Bord zu holen. Das Entwicklungsteam sollte sich auf seine Kernkompetenzen, die

Entwicklung von innovativen Fahrerassistenzfunktionen in MATLAB®/ Simulink®, konzentrieren. Elektrobit hat als Experte für die Software-Entwicklung die Verantwortung für die Umsetzung in TargetLink®-Modellen auf unterschiedliche Steuergeräte und in mehreren Baureihen und Varianten sowie die Integration mit Tier-1-Plattformen und die Validierung unter Aspekten der Funktionalen Sicherheit übernommen. Das vereinbarte Geschäftsmodell behandelt die von Elektrobit integrierten Software-Produkte wie „Bauteile“. Diese werden mit eigener Identifikationsnummer an die weltweit verteilten Produktionsbänder geliefert.

Um das Potential dieses Modells auszuschöpfen, hat Elektrobit in Analogie zu den Produktionsstraßen für Fahrzeuge die „EB Automotive Software Factory“ für eine modellbasierte Toolkette bei sich aufgebaut. Diese erzeugt aus Modellen ausführbaren Code, überprüft Guidelines und testet die Software.

Ein virtuelles Projekthaus

Um diese „Software-Fabrik“ und alle übernommenen Tätigkeiten an EB-Standorten vollkommen selbständig betreiben zu können, wurde ein virtuelles Projekthaus und eine stabile, den Kunden-Richtlinien entsprechende Netzwerkanbindung für den Austausch von Lieferungen und den Abgleich der Projekt-Management-Systeme etabliert. Elektrobit stellt den Projekt-Teams beim Kunden die spezifischen Entwicklungsservices in einer privaten Cloud zur Verfügung.



Forschung & Entwicklung

- Produktvision
- Architektur, Schnittstellen
- Entwurf
- Algorithmen
- Planung

EB Automotive Software Factory

- Wareneingangssteuerung
- Produktion und Integration
- Test und Verifikation
- Lieferung
- Prozesssteuerung und Berichtswesen

Software-Produkt

- Aufnahme der Produktion
- Dokumentation
- Release Notes
- Nachverfolgbarkeit
- Verifizierte Qualität

© Elektrobit Automotive GmbH

Die Produktionsstraßen der EB Automotive Software Factory.

EB Automotive Software Factory – The big picture

Die Software Factory ist ein abgestimmter mehrstufiger Workflow von modularen Build-Schritten für die kontinuierliche Integration und Auslieferung. Der Prozess wird für unterschiedliche Release-Typen verwendet. Zum Beispiel werden Zwischenstände bei jeder Änderung erzeugt, um den Entwicklern möglichst schnell Feedback zu geben, ob die Änderungen weiterhin integrierbar sind. Production Releases basieren auf einer ausgesuchten Software-Konfiguration, werden manuell gestartet und freigegeben. Erweitert wird dieses Continuous-Delivery-Konzept durch folgende Aspekte:

- Zugelieferte Komponenten durchlaufen einen Wareneingangstest, um die abgestimmten Anforderungen

an die Software-Qualität zu verifizieren und deren Integrierbarkeit sicherzustellen.

- Kontinuierliches Monitoring von Metriken, z.B. zur Software-Qualität, zur Requirements- oder Test-Abdeckung, Anzahl an Issues etc.
- Kontinuierliches Monitoring der Software Factory selbst, z.B. CPU-Auslastung, Länge der Build-Queues usw.
- Traceability, z.B. zwischen Release und Version der integrierten Software
- Automatische Generierung einer vollständigen Dokumentation
- Automatische Provisionierung der Build-Maschinen, um beispielsweise die Rechenkapazität frei skalieren zu können.

Essentielle Anforderungen an die Factory

Für den Aufbau einer Factory und

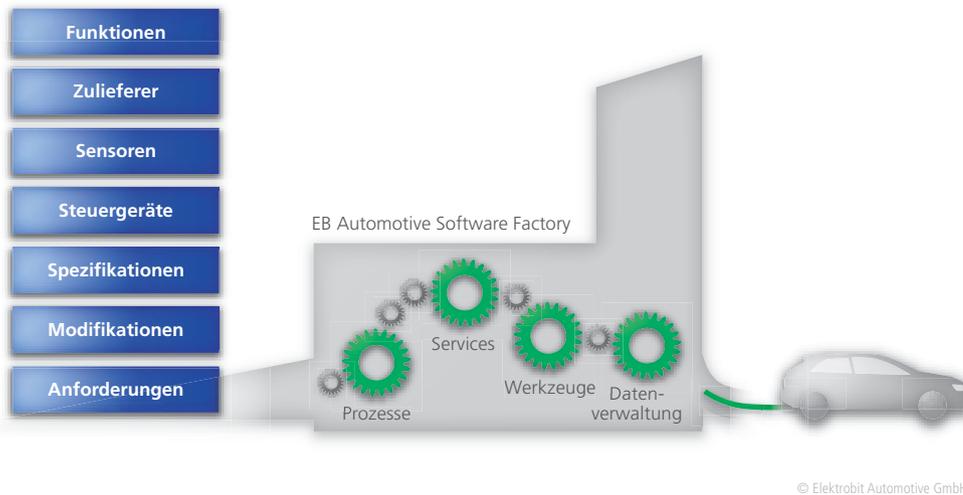
die Integration komplexer Systeme sind einige Faktoren essentiell:

- Die Software-Architektur soll den Integrationsaufwand reduzieren sowie sinnvolle und effiziente Tests ermöglichen.
- Das Konfigurations-Management soll konsistente Stände aus Build-Umgebungen, Software, Tests usw. liefern.
- Das Varianten-Management soll die Anzahl der zu integrierenden und zu verifizierenden Stände reduzieren.
- Sinnvolle Methoden bei der Fehlervermeidung sollen den Aufwand bei der Fehlersuche verringern.

In der Anfangsphase wurde die beim Fahrzeughersteller/OEM vorhandene Tool- und Prozesslandschaft analysiert, um sinnvolle Teile zu übernehmen und die notwendigen Schnitt-

„In unserem Software-Entwicklungsprozess für sicherheitsrelevante Funktionen nach ISO 26262 setzen wir auf den Seriencode-Generator TargetLink von dSPACE.“

Robert Holzwarth, Elektrobit



Das Konzept der EB Automotive Software Factory.

stellen für einen übergreifenden homogenen Software-Entstehungsprozess zu schaffen.

Tool-Landschaft

Die resultierende Toolkette besteht aus folgenden Komponenten:

- MATLAB®/Simulink®/Stateflow® mit weiteren Toolboxen
- dSPACE TargetLink® als Code-Generator
- MES Model Examiner® für die statische Überprüfung von Modellen
- Polyspace® für die statische Code-Analyse
- MTest und TPT für Modell-Modultests
- Mini-HILs und Tooling des Fahrzeugherstellers/OEM
- Jenkins als Continuous Integration System
- PTC Integrity für das Configuration-, Change- und Release-Management beim OEM
- Subversion und JIRA für die Versionsverwaltung und das Change-Management bei Elektrobit
- pure::variants für das Varianten-Management
- weitere Skripte und Werkzeuge für
 - die Modell- und Gesamtintegration

- das Varianten-Management
- Tier-1-spezifische Anpassungen
- Generierung von AUTOSAR-Schnittstellen
- Schnittstellen-Tests

Abbildung auf virtuelle Maschinen

Die eigentliche Build-Umgebung wurde auf virtuelle Maschinen (VM) abgebildet, um die Installation und vor allem die Konfiguration der Tools unter Kontrolle zu halten. Unterschiedliche Versionen und Varianten, z.B. MATLAB R2007 und TargetLink 3.0 oder MATLAB 2011b und TargetLink 3.4 64 Bit, sind auf eigene Instanzen abgebildet. Die zentralen Continuous-Integration-Systeme basieren auf diesen VMs. Lokale Instanzen werden als Entwicklungsumgebung für mehrere Anwendungsfälle angeboten. Beispielsweise dient die „Factory 2 Go“ dazu, auf Testfahrten ohne Online-Verbindung Software-Stände in einer konsistenten Build-Umgebung erzeugen zu können. Die Vorteile der virtuellen Maschinen werden auch für die Langzeit-Archivierung kompletter Projekte genutzt, da lediglich Dateien und keine Hardware archiviert werden müssen.

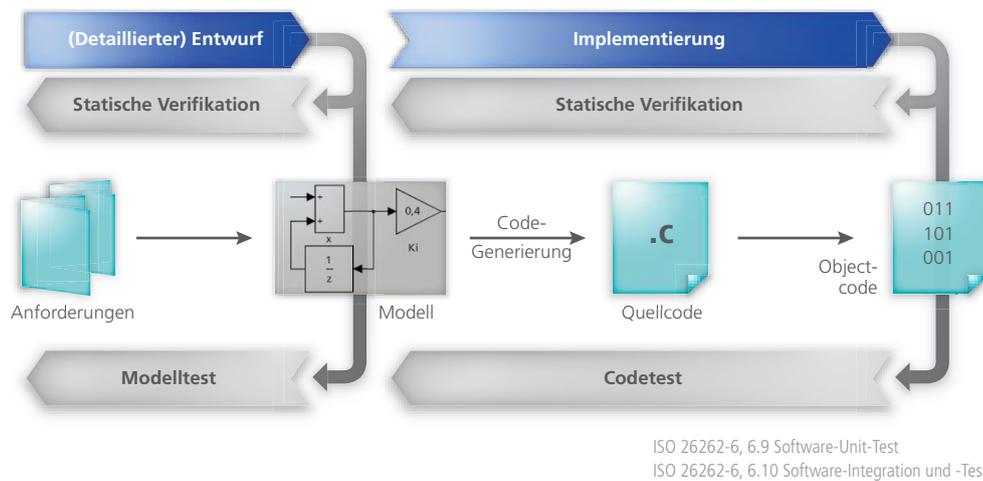
Build-Prozess

Der entworfene Prozess baut auf einer Automatisierung und Modularisierung der einzelnen Schritte mit klaren Input- und Output-Artefakten auf.

Beispielsweise ist an der Schnittstelle zwischen OEM und Elektrobit eine automatische Wareneingangsprüfung für MATLAB/Simulink-Modelle und für C-Code aufgebaut. Diese

- misst die Komplexität der Module,
- überprüft die relevanten Modellierungsrichtlinien und Design Guidelines,
- überprüft die Konsistenz der internen und externen Schnittstellen gegen das spezifizierte Design, und
- generiert Reports über Findings und Metriken.

Für den Schritt der Modellintegration werden die Modelle und Komponenten zusammen mit seinem Variantenmodell des OEM als Eingangsartefakte benötigt. Die in der Variante angegebenen Modell-Module werden im Gesamtmodell in einen generierten Schnittstellen-Rahmen eingesetzt und verbunden oder durch Leer-Module ersetzt.



Der TargetLink-Referenz-Workflow bietet Leitlinien, wie die Anforderungen aus der Funktionalen Sicherheit mit modellbasierten Entwicklungsmethoden und Werkzeugen erfüllt werden.

Die Code-Generierung mit TargetLink läuft vollautomatisch. Im Post-processing werden über Hook-Funktionen Tier-1-spezifische Anpassungen am resultierenden C-Code durchgeführt. Messtechnik- und Parameter-Dateien werden erzeugt, das Layout der generierten Header-Dateien wird über Style-Sheets gesteuert und über das TargetLink Data Dictionary parametrisiert. Dieses beim Fahrzeughersteller/OEM entstandene Tooling für die AUTOSAR-Rahmengenerierung und das Postprocessing konnte in Zusam-

menarbeit mit dSPACE erheblich vereinfacht und auf neue Features in TargetLink 3.4 abgebildet werden.

TargetLink-Referenz-Workflow

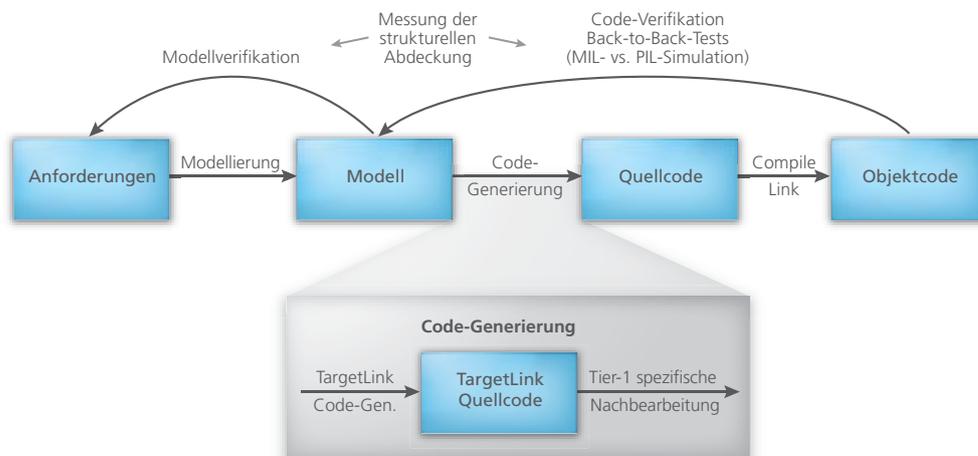
Die ISO 26262 fordert, dass der Einsatz von Software-Tools bei der Entwicklung von sicherheitsrelevanter Software den Anforderungen aus Teil 8, Abschnitt 11 entspricht. Das bedeutet, dass die Vertrauenswürdigkeit eines Tools in der konkreten Projektumgebung evaluiert und das Tool je nach Ergebnis qualifiziert werden muss. Der Serien-

code-Generator TargetLink selbst ist vom TÜV SÜD für die Entwicklung sicherheitsrelevanter Systeme zertifiziert. Das Zertifikat bescheinigt die Eignung von TargetLink für die Software-Entwicklung nach ISO 26262 bis zu ASIL-D, IEC 61508 bis SIL-3 sowie daraus abgeleiteten Standards. Darüber hinaus stellt dSPACE ein Referenz-Workflow-Dokument für die modellbasierte Software-Entwicklung sicherheitsrelevanter Systeme mit TargetLink zur Verfügung. Dieses Dokument wurde ebenfalls vom TÜV begutachtet und dient als

Fazit

Elektrobit hat die Produktion von Seriensoftware für mehrere Baureihen und Generationen eines OEM erfolgreich übernommen. „Software-Bauteile“ werden in einer kundenspezifischen, privaten Cloud erstellt und an die Produktion geliefert. Die kontinuierliche Integration der Software wird um Aspekte erweitert, die die Prozess- und

Software-Qualität sicherstellen. Den TargetLink-Referenz-Workflow konnte Elektrobit erfolgreich anwenden und auf selbstentwickelte Tools erweitern. Elektrobits Erfahrung und Expertise zur EB Automotive Software Factory sind entscheidende Erfolgsfaktoren für den Hersteller, um in komplexen Projekten innovative Software für den Serieneinsatz zu entwickeln. Durch die Automatisierung



Erweitere Absicherung durch den Referenz-Workflow.

„Komplexe Prozesse wie die AUTOSAR-konforme Code-Generierung werden durch den Seriencode-Generator TargetLink erheblich vereinfacht.“

Robert Holzwarth, Elektrobit

Richtlinie, um die jeweiligen Anforderungen der Sicherheitsstandards in sicherheitskritischen Projekten zu erfüllen. Bei Anwendung des Referenz-Workflows sind somit keine weiteren Qualifizierungsmaßnahmen für TargetLink erforderlich. Was das selbst entwickelte Postprocessing angeht, so wurde der Target-

Link-Referenz-Workflow hinsichtlich dieses nachgelagerten Prozessschrittes von Seiten Elektrobits näher betrachtet. Die Analyse ergab, dass die empfohlenen Maßnahmen wie Back-to-Back-Tests auch diesen nachgelagerten Prozessschritt abdecken. D.h., auch hier sind bei Anwendung des TargetLink-Referenz-Work-

flows keine weiteren Tool-Qualifizierungsmaßnahmen erforderlich. Bei der Umsetzung des Referenz-Workflows und insbesondere der darin empfohlenen Back-to-Back-Tests arbeiten dSPACE und Elektrobit eng zusammen. ■

Robert Holzwarth,
Elektrobit (EB) Automotive GmbH

Die Entwicklung und -Lieferung der Software-Erstellung und -Lieferung hat Elektrobit seit 2010 mehr als 230 Freigabestände mit mehr als 75 einzelnen Serienfreigaben termingerecht an seine Kunden geliefert.

Elektrobit erweitert die Konzepte der „EB Automotive Software Factory“ fortlaufend, um zum Beispiel die Prozesse in der Wertschöpfungskette transparenter und damit

modellierbar zu machen. Projektspezifische Umsetzungen der Software Factory sind als „Private Cloud“ weltweit für die Automobil-, Nutzfahrzeug- und Zuliefererbranche verfügbar.

Robert Holzwarth

Robert Holzwarth ist Head of Technology & Innovation Software Integration and Services bei Elektrobit Automotive in Erlangen, Deutschland.

