



WABCO

Smarte Software, smarte Lkw

Sicherheit, Effizienz und Verfügbarkeit sind elementare Anforderungen an Nutzfahrzeuge. Mit einem durchgängigen Prozess optimiert der Technologielieferant WABCO die Entwicklung von sicherheitskritischen und auf Zuverlässigkeit ausgelegten Systemen. Dabei kommt eine umfangreiche Werkzeugkette zum Einsatz, in der SystemDesk und TargetLink den Weg für eine AUTOSAR- und ISO-26262-konforme Vorgehensweise ebnen.



Effiziente Prozesse und Methoden für die Entwicklung sicherheitskritischer Fahrerassistenzsysteme

Wenn ein Lkw oder Bus auf der richtigen Spur, mit der richtigen Geschwindigkeit, mit dem richtigen Reifendruck und mit den intelligentesten Kollisionsschutzeinrichtungen ausgestattet ist, dann fährt er effizienter und sicherer. Genau das leisten die Fahrerassistenzsysteme von WABCO. Eingebunden

werden sie in komplexe Elektrik/Elektronik (E/E)-Systeme von Nutzfahrzeugen unterschiedlicher Hersteller. Dort entfalten sie ihre Wirkung, indem sie mit Sensoren und Aktoren im Fahrzeug kommunizieren. Bei der Entwicklung und Implementierung der sicherheitskritischen Systeme ergeben sich vielfältige Herausforderungen,

deren Lösung schon im Entwicklungsprozess und der Werkzeugkette angelegt werden muss. Ein solcher Prozess muss nicht nur größtmöglichen Wert auf die Einhaltung wichtiger Standards wie ISO 26262 oder AUTOSAR legen. Darüber hinaus stehen auch eine hohe Entwicklungseffizienz und niedrige Kosten im Vordergrund, wenn die Produkte gleichermaßen innovativ wie wettbewerbsfähig sein sollen. Um das zu erreichen, sollte die eingesetzte Werkzeugkette viele verschiedene Aspekte adressieren: Durchgängigkeit, Nachverfolgbarkeit, Automatisierung, Änderungsmanagement und die Vorverlagerung von Tests. WABCO setzt daher auf einen Prozess, der als Doppel-V-Zyklus ausgelegt wurde (Abbildung 1). Dies gibt den Entwicklern die Möglichkeit, jederzeit schnelle entwicklungsbegleitende Tests durchzuführen.

Entwicklung der AUTOSAR-Struktur

Grundlage für die Entwicklung bilden Anforderungen, die in PTC Integrity spezifiziert werden. Mit Design-Richtlinien wird sichergestellt, dass diese Anforderungen so detailliert und formalisiert sind, dass sich daraus rudimentäre AUTOSAR-Konfigurationsdateien (ARXML-Dateien) per selbst erstelltem Plug-in exportieren lassen. Die Konfigurationsdateien werden in das Architekturwerkzeug dSPACE SystemDesk importiert, so dass man eine Software-Struktur mit den Namen der Strukturkomponenten erhält. In SystemDesk wird diese Struktur mit Implementierungsdetails, Datentypen und AUTOSAR-Kommunikationsmechanismen vervollständigt und an das TargetLink Data Dictionary übergeben. Mit TargetLink lassen sich nun Rahmenmodelle für die AUTOSAR-Software-Komponenten generieren. In diese Rahmenmodelle fügen die Entwickler ihre Funktionsmodelle ein (Abbildung 2). Der Vorgang ist durchgängig und lässt sich per Skript automatisieren. Das führt zu effizienten >>

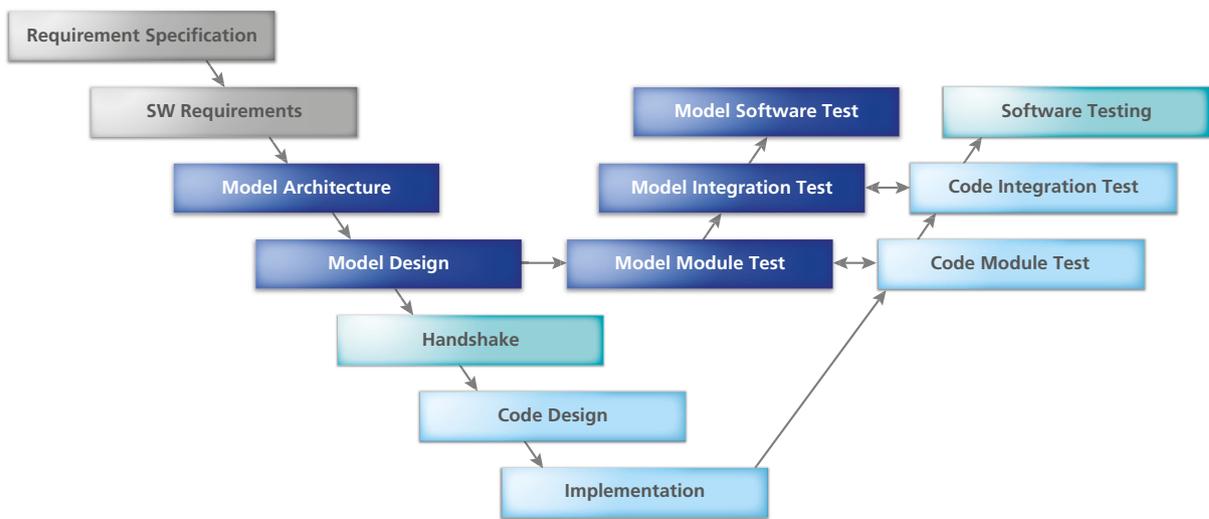


Abbildung 1: Der bei WABCO etablierte Prozess orientiert sich am V-Modell, das zum Doppel-V erweitert wurde, um schon in der Spezifikations- und Design-Phase Software-in-the-Loop (SIL)-Tests zu ermöglichen. Ziel ist ein nahtloser Übergang zwischen allen Prozessschritten, der durch Tool-Integration erreicht wird.

Abläufen und vermeidet Fehler. Die Anforderungen bleiben durch die Tool-Kopplung zwischen Anforderungsmanagement und Entwicklungsumgebung nachverfolgbar und die Kommentare werden bis zu den Modellen weitergereicht.

Modellbasierter Reglerentwurf

Für die Entwicklung der Regler setzt WABCO auf Simulink/TargetLink. Mit den modellbasierten Werkzeugen werden die Anforderungen in ein Funktionsmodell umgesetzt. Im ersten Schritt muss die modellierte Funktion alle funktionalen Anforderungen erfüllen, aber noch nicht für die Restriktionen der Ziel-Hardware ausgelegt sein. Die Überprüfung der funktionalen Anforderungen erfolgt mit der Model-in-the-Loop (MIL)-Simula-

tion in TargetLink. Aus den Anforderungen ergeben sich unter Berücksichtigung der von der ISO 26262 geforderten Methoden Testfälle, gegen die die Funktion getestet wird. In einem weiteren Schritt wird die Funktion für die Ziel-Hardware optimiert und anschließend mit TargetLink Serienelemente generiert. Im Anschluss durchlaufen Code und Modell Back-to-Back-Tests, um den Code zu verifizieren. Dafür kommt der BTC EmbeddedTester von BTC Embedded Systems zum Einsatz.

Software-Implementierung

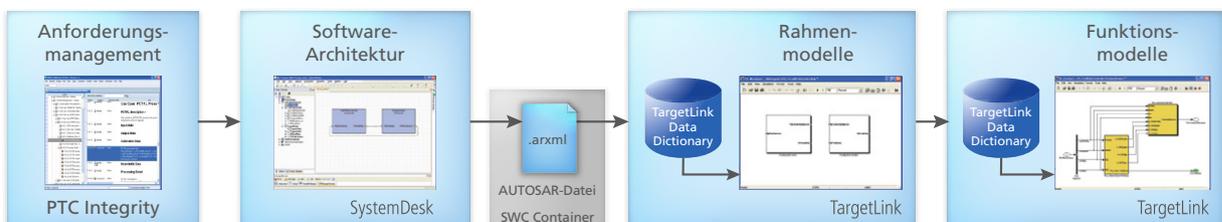
In der Struktur der WABCO-Software setzen sich die AUTOSAR-Software-Komponenten aus mehreren sogenannten Modulen zusammen, die die einzelnen Funktionen enthalten. Mit der inkrementellen Code-Generierung

von TargetLink wird Code separat für jedes Modul erstellt. Änderungen lassen sich so auch für den Serienelemente sehr schnell umsetzen und systemweit testen. Wichtig ist dabei, identische Code-Generierungsoptionen für das ganze Projekt sicherzustellen. Letztendlich wird der Code aller Module in die zugehörige Software-Komponente (SWC) integriert und Letztere in die geschaffene AUTOSAR-Struktur eingefügt. Diese kann einem Gesamttest unterzogen und anschließend auf dem Steuergerät implementiert werden.

Effiziente Software-Verifikation

Entscheidend für die Qualität der Software sind regelmäßige entwicklungsbegleitende Tests. Je früher und umfassender diese durchgeführt werden, desto schneller und effizienter wird

Abbildung 2: Von der Anforderung zum Reglerentwurf: Eine nahtlose Werkzeugkopplung bildet die Grundlage für eine effiziente Entwicklung komplexer Systeme, zum Beispiel für Fahrerassistenzsysteme.



„Der Seriene-Generator dSPACE TargetLink ist besonders wertvoll aufgrund der sicherheitsrelevanten Zertifizierungen für ISO 26262 und IEC 61508.“

Holger Jakobs, WABCO

ein hoher Reifegrad der Software erreicht. Daher stehen den Entwicklern von WABCO selbsterstellte Werkzeuge zur Verfügung, mit denen sie schnelle Konsistenz- und Plausibilitäts-tests durchführen können. So lassen sich Design-Fehler mit Hilfe von Werkzeugen finden und frühzeitig beheben. Darüber hinaus sind im Entwicklungsprozess von WABCO folgende Werkzeuge aus dem TargetLink Ecosystem zur Absicherung der Software vorgesehen:

BTC EmbeddedTester: Intelligente Testfallgenerierung für einen nach ISO 26262 zertifizierten und vollautomatischen Back-to-Back-Test

MES MXAM: Automatische Prüfung, ob relevante Richtlinien (Modellierungsrichtlinien, MISRA, TargetLink Modeling Guidelines) eingehalten werden. Das Werkzeug wird sehr früh eingesetzt, um schon bei den ersten Designs die Einhaltung der Richtlinien zu ermöglichen. Vor dem Release wird die Software erneut für eine Freigabe überprüft.

MES M-XRAY: Analyse von Struktur und Komplexität der Modelle. Das

Werkzeug liefert Metriken zur Bewertung der Komplexität und damit der potentiellen Kritikalität hinsichtlich der Sicherheit der Software und unterstützt so die ISO-26262-konforme Entwicklung. Ein selbsterstelltes Reporting-Werkzeug unterstützt beim Initiieren der Tests und fasst die Ergebnisse zusammen. Es hilft auch dabei, den Projektfortschritt kontinuierlich zu verfolgen.

Ergebnisse und Ausblick

Mit der installierten Werkzeugkette konnten richtungsweisende aktuelle ADAS-Projekte erfolgreich durchgeführt werden (Abbildung 3). Die Systeme sind mittlerweile alle in Serie gegangen und in Lkw und Bussen verschiedener Hersteller im Einsatz. Zukünftig ist geplant, die derzeit mit einem dSPACE Simulator durchgeführte Absicherung des Steuergeräts durch die PC-basierte Simulationsplattform dSPACE VEOS zu ergänzen, um Fehler noch früher zu finden. ■

Holger Jakobs, WABCO



Abbildung 3: Beispiele für erfolgreich durchgeführte ADAS-Projekte: Der Spurhalteassistent OnLaneASSIST™, der Abbiegeassistent OnCity™ Urban Turning Assist und das Notbremsystem (AEB) OnGuardMAX™.

Gelöste Herausforderung: Durchgängige Werkzeugkette

Die gewünschte Durchgängigkeit der Werkzeugkette stellt sich dann ein, wenn ein direkter Datenaustausch zwischen aufeinanderfolgenden Entwicklungsschritten und -werkzeugen möglich ist. Das hat WABCO mit den folgenden Standardwerkzeugen und eigens erstellten Automatisierungsskripten erreicht:

- Anforderungsmanagement: PTC Integrity™
- Architekturentwurf: dSPACE SystemDesk
- Reglerentwurf: Simulink® /dSPACE TargetLink
- Code-Implementierung: TargetLink
- Software-Verifikation: BTC EmbeddedTester, MES MXAM, MES MXRAY, selbsterstellte Werkzeuge

Holger Jakobs

Holger Jakobs ist Experte für die modellbasierte Software-Entwicklung mit Simulink und TargetLink im Kompetenzzentrum für Applikationssoftware von WABCO in Hannover, Deutschland.

