

Frühzeitige Software-Validierung am PC

Validierung von Steuergerätesoftware im virtuellen Fahrversuch mit Hilfe von AUTOSAR und FMI

Hardware-unabhängige Validierung von Steuergerätesoftware mit virtuellen Steuergeräten und virtuellen Testfahrten birgt viele Vorteile. ETAS und die IPG Automotive GmbH nutzen sie mit einer neuen Lösung.

AUTOREN

Josef Henning ist Produktmanager Simulation Software bei der **IPG Automotive GmbH**.

Andreas Berg ist Vice President Sales Europe bei der **ETAS GmbH**.

Silke Kronimus leitet die Bereiche Marketing und Kommunikation bei der **ETAS GmbH**.

Die **Komplexität** in der Fahrzeugentwicklung steigt. Treiber sind kürzere Entwicklungszyklen, mehr Modellvarianten, Kostendruck, die Kooperation regional verteilter Teams von Automobilherstellern und Zulieferern sowie Trends wie das „teilautomatisierte oder autonome Fahren“. Unter diesen Voraussetzungen gilt es, eine zunehmende Zahl von Steuergeräten und Softwarefunktionen in die Fahrzeuge zu integrieren – und natürlich vorab zu validieren. Je eher Hersteller und Zulieferer Steuergerätesoftware testen können und je früher sie auf etwaige Softwarefehler stoßen, desto günstiger lassen sich diese beheben. Als Faustformel gilt: Mit jeder Entwicklungsstufe, in der ein Fehler unentdeckt bleibt, steigen die Kosten der Behebung um den Faktor 10. Auch spart eine frühzeitige Korrektur wertvolle Zeit im eng getakteten Entwicklungsprozess. Und nicht zuletzt helfen frühe Softwaretests, die zunehmende Komplexität zu beherrschen.

Begrenzte Testmöglichkeiten mit Hardware-Prototypen

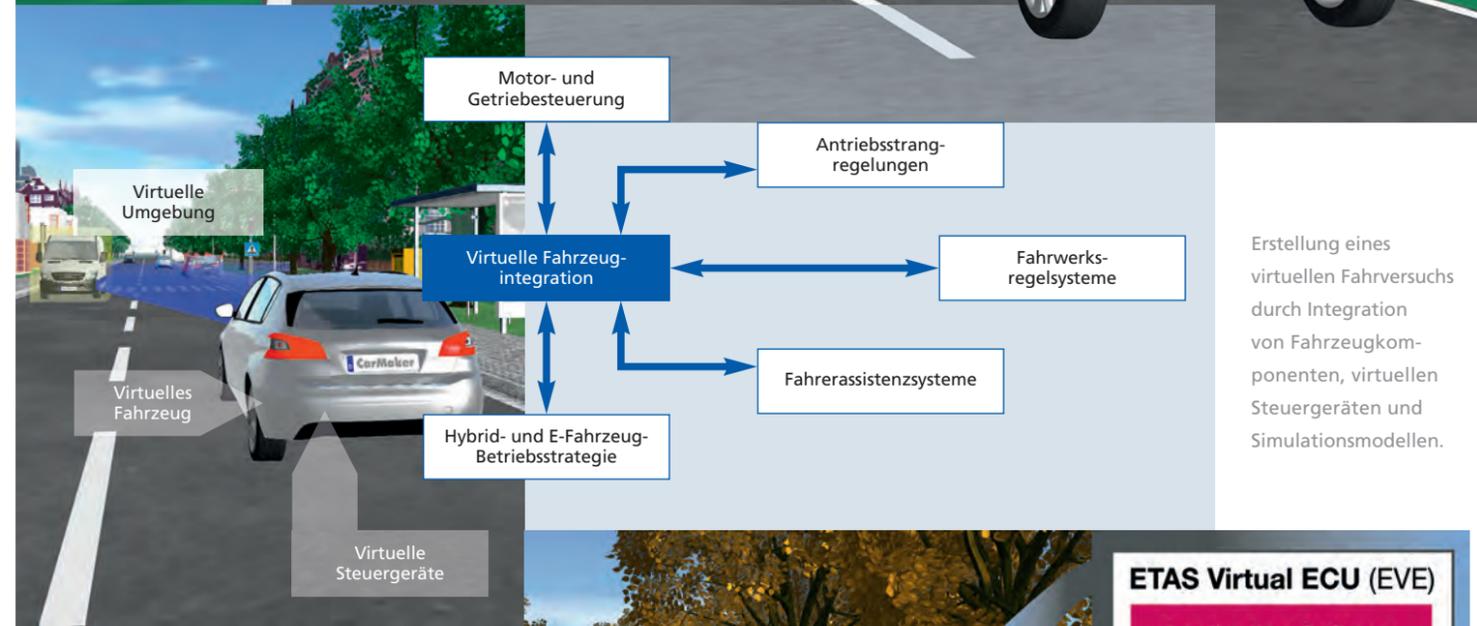
Bisher sind für realitätsnahe Tests von Steuergerätesoftware Prototypen des Steuergeräts und des

Fahrzeugs erforderlich. Doch die stehen meist erst in späten Entwicklungsphasen bereit – und sind aus Kostengründen in ihrer Anzahl begrenzt. Folge: In gut 60 % der Entwicklungszeit ist kein Prototyp verfügbar und kaum 10 % der Ingenieure bekommen die Möglichkeit, im realen Fahrzeug zu testen. Der beschränkte Zugang zu Hardware erschwert die Softwaretests, erst recht, wenn verteilte Teams an verschiedenen Standorten darauf zugreifen müssen. Kosten- und zeitintensive Transporte mit Unwägbarkeiten wie z. B. Wartezeiten beim Zoll sind erforderlich. Und trotz allen Aufwands bleibt ein entscheidender Nachteil: Gefährliche Situationen und komplexe Umweltbedingungen sind mit realer Hardware kaum nachzustellen – und noch schwieriger reproduzierbar. Doch gerade um die Funktion von Fahrerassistenzsystemen zu testen, braucht es Tests in Grenzsituationen.

Anforderungen an eine effiziente Software-Validierung

Für eine frühzeitige Validierung von Steuergerätesoftware gilt es also, die bisherige Abhängigkeit von Hardware zu überwinden. Neben Zeit- und Kostenvorteilen sprechen

organisatorische Gründe dafür: Wird Steuergerätesoftware vorab ohne Hardware-Prototypen validiert, sinkt im weiteren Entwicklungsprozess der Nutzungsdruck auf knappe Ressourcen wie Hardware-in-the-Loop-Systeme oder Testfahrzeuge. Zudem sind Hardware-unabhängige Tests parallel an verschiedenen Orten durchführ- und reproduzierbar. Das setzt allerdings voraus, dass die Lösung zur Software-Validierung auf heterogene Tool-Landschaften der Akteure im verteilten Entwicklungsprozess vorbereitet ist. Modelle und Komponenten, die mit verschiedenen domänenspezifischen Werkzeugen erstellt wurden, sind ebenso zu berücksichtigen wie die einfache Integration der Lösung in die bestehende Werkzeugkette. Für einen effizienten und durchgängigen Entwicklungsprozess ist es obendrein wichtig, dass bestehende Modelle, Testfälle und Testdaten wiederverwendbar sind. Individuelle Fahrmanöver oder bestehende Testkataloge sollten sich ebenfalls leicht einbinden lassen, um potentiell gefährliche Situationen ohne jede Gefahr für Fahrer oder Fahrzeug durchlaufen zu können. Und last but not least setzt das Durchführen realitätsnaher Tests voraus, die Appli-



Erstellung eines virtuellen Fahrversuchs durch Integration von Fahrzeugkomponenten, virtuellen Steuergeräten und Simulationsmodellen.

kationssoftware im Zusammenspiel mit dem Betriebssystem oder der Basissoftware betrachten zu können.

Hauptbestandteile potentieller Lösungsansätze

Zusammenfassend lassen sich zwei Hauptbestandteile für potentielle Lösungsansätze ableiten:

1. Nutzung von virtuellen Steuergeräten im virtuellen Fahrversuch
Virtuelle Steuergeräte können unabhängig von der Hardware zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklung erstellt werden. Im Vergleich zu Prototypen sind virtuelle Steuergeräte günstig und einfach zu vervielfältigen. Sie sind nahtlos in bestehende Entwicklungsprozesse zu integrieren und ermögli-



chen die Wiederverwendung existierender Methoden und Artefakte. Auch kann die Steuergerätesoftware im Systemkontext erprobt und im Zusammenspiel mit Umgebungs- und Komponentenmodellen validiert werden, lange bevor Hardware-Prototypen verfügbar sind. Die Steuergerätesoftware erreicht so früh einen hohen Reifegrad, was den Entwicklern Zeit für die Entwick-

lung neuer Funktionen verschafft. Tests im virtuellen Fahrversuch sind möglich, wobei das virtuelle Fahrzeug wie sein reales Gegenstück alle Komponenten wie Motor, Antriebsstrang, Fahrerassistenzsysteme etc. besitzt. Fast jede dieser Komponenten verfügt über ein oder mehrere eigene Steuergeräte. Validierung ist im virtuellen Gesamtsystem in virtuellen Verkehrsszenarien möglich.

Realitätsnahe Software-Validierung am PC durch Nutzung des virtuellen Steuergeräts EVE von ETAS und der offenen Integrations- und Testplattform CarMaker von IPG Automotive.

2. Berücksichtigung von Standards

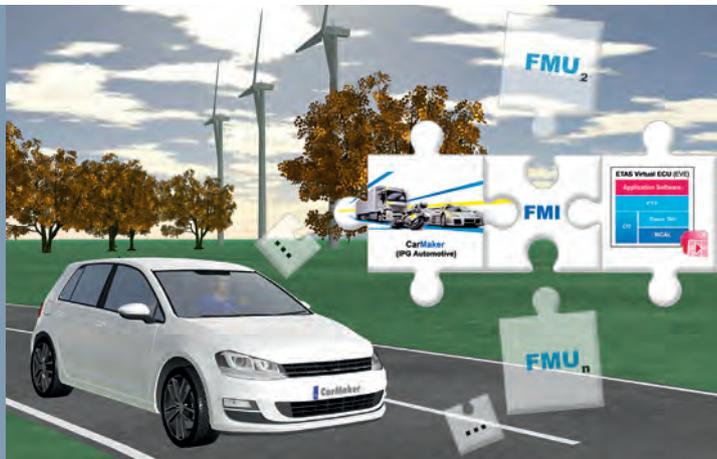
Gerade wenn Teams von Fahrzeugherstellern und Zulieferern kooperieren, sind Standards die Basis für die effiziente Software-Validierung. Sie ermöglichen den Austausch von Artefakten und schaffen die Voraussetzung für durchgängige Prozesse trotz heterogener Tool-Landschaften. Der Automotive Software-Standard AUTOSAR erleichtert den Aus-

(ETAS Virtual ECU) und der offenen Integrations- und Testplattform CarMaker von IPG Automotive.

Die Plattform EVE zur virtuellen Software-Integration und -Validierung auf dem PC ermöglicht die Virtualisierung einzelner Steuergeräte oder eines gesamten Steuergeräteverbands. Anders als in bisherigen Lösungen lassen sich dazu Funktionsmodelle, Anwendungs-

cher Modellierungswerkzeuge offen ist. Präzise nichtlineare Fahrzeug- und Anhängermodelle bilden die Grundlage für hochwertige Simulationen, in denen sich komplexe Fahrmanöver einfach aufbauen und reproduzierbar durchführen lassen – unter anderem das Verhalten von Fahrerassistenzsystemen in Situationen mit vielen Verkehrsteilnehmern. CarMaker deckt eine breite Palette von Anwendungsbereichen ab und erlaubt es, Funktionen über Model-, Software-, Hardware- und Vehicle-in-the-Loop abzusichern.

Anbindung des virtuellen Steuergeräts EVE an die Integrations- und Testplattform CarMaker über die „Functional Mock-up Interface“ (FMI)-Schnittstelle.



tausch von Software auf verschiedenen Steuergeräten und stellt durch die Definition von Methoden zur Beschreibung von Software im Fahrzeug sicher, dass Softwarekomponenten wiederverwendet, ausgetauscht und integriert werden können. Von hoher Relevanz ist auch der Functional Mock-up Interface (FMI)-Standard. Als Tool-unabhängiger Standard unterstützt er den Modellaustausch und die Co-Simulation dynamischer Modelle und erleichtert so die virtuelle Validierung.

Gemeinsamer Lösungsansatz von ETAS und IPG Automotive

Gemeinsam mit IPG Automotive hat ETAS eine konkrete Lösung entwickelt, welche die skizzierten Herausforderungen erfüllt. Sie basiert auf dem virtuellen Steuergerät EVE

softwarekomponenten und Basissoftwaremodule aus verschiedenen Quellen in virtuelle Steuergeräte integrieren.

Am PC wird die Anwendungssoftware mit dem Embedded-Betriebssystem RTA-OS, dem AUTOSAR Runtime Environment (RTE) und der zu nutzenden Basissoftware integriert. Hier kann sie unabhängig von der Steuergerätehardware unter realitätsnahen Bedingungen in einer Vielzahl von Anwendungsfällen in Echtzeit sowie in Nicht-Echtzeit validiert und kalibriert werden.

CarMaker dient als Simulationsumgebung für virtuelle Testfahrten, wobei die Integrations- und Testplattform für Modelle unterschiedli-

Zu Beginn wird die zu testende Software in das virtuelle Steuergerät EVE integriert. Dieses kann als Functional Mock-up Unit (FMU) exportiert und anschließend über die standardisierte FMI-Schnittstelle in CarMaker integriert werden, wo die Software im Zuge virtueller Testfahrten getestet und freigegeben wird. Für den interaktiven Betrieb erlaubt die Lösung von ETAS und IPG Automotive zudem das Debugging des Software-Codes während der Testausführung.

Der gemeinsame Lösungsansatz macht den Weg für eine frühzeitige Software-Validierung am PC und eine effizientere Steuergeräte-Entwicklung bei Fahrzeugherstellern und Zulieferern frei. Dank offener Auslegung und Standardisierung können Entwickler mit vertrauten Tools arbeiten und jederzeit auf bereits bestehende Artefakte zurückgreifen.