

Validierung von ECU-Software am PC durch Einsatz des virtuellen Fahrversuchs

Die heutigen und künftigen Herausforderungen im Testen werden durch den wachsenden Trend des automatisierten beziehungsweise autonomen Fahrens weiter verstärkt. Die Entwicklung führt unter anderem dazu, dass eine Absicherung ausschließlich auf Basis des realen Fahrversuchs durch die Anzahl der möglichen Testfälle nicht mehr wirtschaftlich ist. Etas und IPG Automotive stellen einen Hardware-unabhängigen, realitätsnahen Test von Steuergeräte-Software und die Integration eines virtuellen Steuergeräts in eine offene Integrations- und Testplattform vor. Diese Lösung führt durch die frühzeitige Software-Fehlererkennung und Fehlerbehebung zu erheblichen Einsparpotenzialen bezüglich Kosten und Zeit.

AUTOREN



Steffen Schmidt
ist Geschäftsführer bei
der IPG Automotive GmbH
in Karlsruhe.



Josef Henning
ist Produktmanager Simulation
Solutions bei der IPG Automotive
GmbH in Karlsruhe.



Thomas Wambara
ist Project Manager Virtualisation
Solutions bei der Etas GmbH
in Stuttgart.



Silke Kronimus
ist Produktmarketing Manager
Virtualisation Solutions bei der
Etas GmbH in Stuttgart.

ECU-SOFTWARE-VALIDIERUNG

Für Funktionstests von Steuergeräte-Software wird häufig Hardware in Form von Steuergeräte- oder Fahrzeugprototypen eingesetzt. Dies verschärft allerdings den heutigen Zeit- und Kostendruck im Entwicklungsprozess, da Prototypen zumeist erst in späten Entwicklungsphasen vorliegen. Zusätzlich sind die verhältnismäßig hohen Kosten zu berücksichtigen, mit denen die Erstellung eines Prototyps verbunden ist. Aus Kostengründen wird daher in der Regel nur eine geringe Stückzahl produziert. Dies schränkt somit deren Verfügbarkeit für Tests der Entwicklungsingenieure weiter ein. Die beschriebene Problematik lässt sich eindrucksvoll durch Zahlen belegen: So steht in circa 60 % der Entwicklungszeit kein Prototyp zum Testen zur Verfügung und weniger als 10 % der Ingenieure erhalten die Möglichkeit, Tests im realen Fahrzeug durchzuführen [1].

Dieser Zustand stellt eine wesentliche Einschränkung dar, wenn mehrere Teams zusammenarbeiten. Dies geschieht bei der verteilten Entwicklung (dem sogenannten Co-Development), welches zwischen Automobilherstellern und -zulieferern eingesetzt wird. Oft erschweren

die geografische Distanz sowohl die Abstimmung und die Gestaltung der Testprozedere als auch die Nutzung der verfügbaren Hardware. Prototypenbasierte Tests erfordern zumeist kostenintensive Transporte, die oft auch erhebliche Zeitverzögerungen (zum Beispiel durch Wartezeiten beim Zoll) nach sich ziehen können. Bei Tests im realen Fahrversuch ist außerdem zu berücksichtigen, dass unabsehbare Gefahrensituationen entstehen und im Rahmen der Absicherung von Fahrerassistenzsystemen (beispielsweise Notbremsassistenten) sowohl für Fahrer als auch Fahrzeug sicherheitsrelevante Schwierigkeiten auftreten können. Problematisch ist nicht zuletzt die erforderliche Reproduzierbarkeit, die bei der Komplexität der Umweltbedingungen kaum geleistet werden kann. Um diesen Prozess für alle Beteiligten effizienter zu gestalten, ist ein Lösungsansatz zur frühzeitigen und realitätsnahen Validierung von Steuergeräte-Software nötig.

VIRTUELLES TESTEN UND ABSICHERN VON ECU-SOFTWARE

Den skizzierten Herausforderungen wird durch die gemeinsame Lösung von Etas und IPG Automotive begegnet. Der

Ansatz basiert auf dem virtuellen Steuergerät EVE (Etas Virtual ECU) sowie der offenen Integrations- und Testplattform CarMaker von IPG Automotive. Dafür wird das virtuelle Steuergerät in die simulierte Umgebung integriert und in verschiedensten Szenarien den Anforderungen entsprechend getestet **BILD 1**.

Dabei repräsentiert EVE eine Plattform zur Software-Integration und -Validierung auf dem PC und ermöglicht die Virtualisierung von kompletten einzelnen Steuergeräten oder eines gesamten Steuergeräteverbunds. Im Gegensatz zu bisherigen Lösungen bietet EVE die Möglichkeit, Funktionsmodelle, Anwendungs-Software-Komponenten und Basis-Software-Module aus unterschiedlichen Quellen in virtuelle Steuergeräte zu integrieren. Die Anwendungs-Software wird mit dem Embedded-Betriebssystem RTA-OS, dem Autosar [2] Runtime Environment (RTE) und der zu nutzenden Basis-Software am PC integriert und unabhängig von der Steuergeräte-Hardware unter weitgehend realitätsnahen Bedingungen validiert und kalibriert. Die Integration in eine Testumgebung kann sowohl im Echtzeit- als auch im Nicht-Echtzeit-Modus erfolgen und unterstützt eine große Anzahl verschiedener Anwendungsfälle.

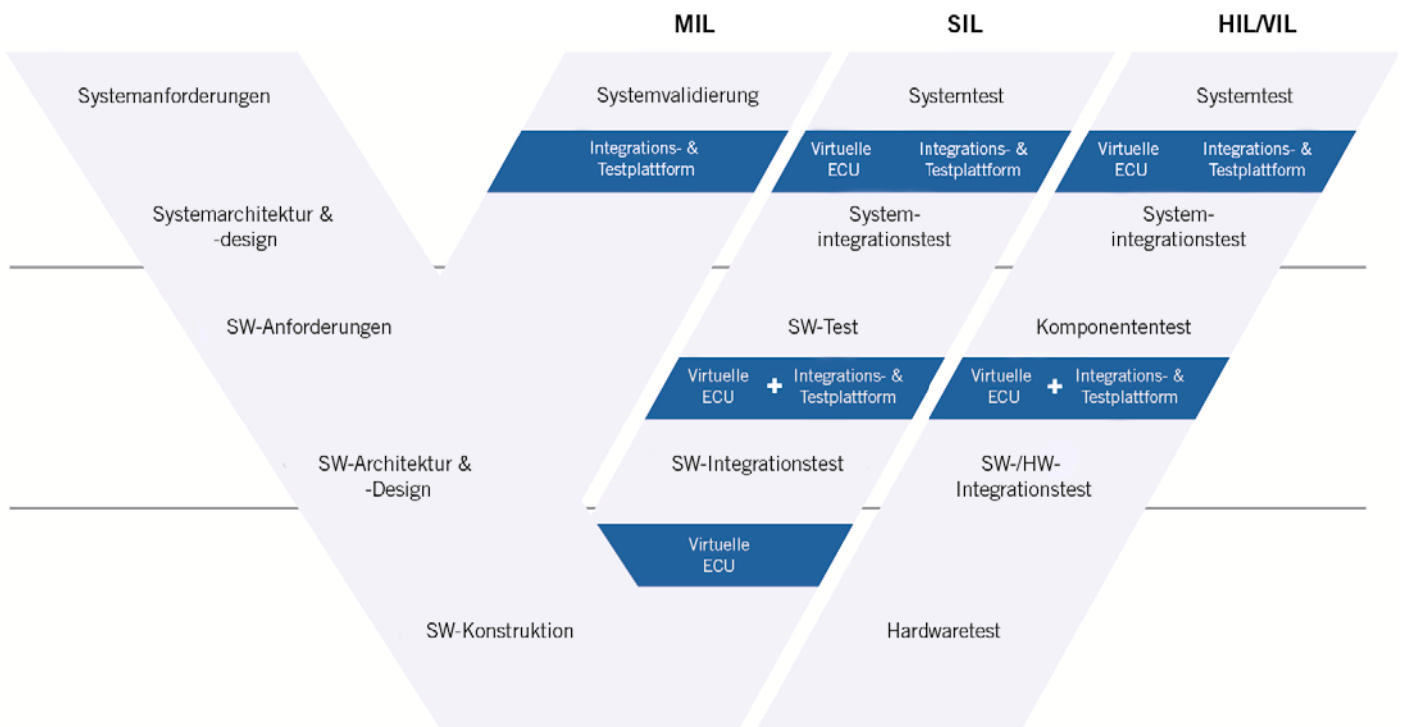


BILD 1 Virtuelle Software-Validierung im Entwicklungsprozess unter Nutzung virtueller Steuergeräte in einer Integrations- und Testplattform

CarMaker fungiert bei der Lösung als Simulationsumgebung für virtuelle Testfahrten. In der offenen Integrations- und Testplattform können bereitgestellte Modelle verwendet oder eigene Modelle unterschiedlicher Modellierungswerkzeuge eingebunden werden. Präzise nichtlineare Fahrzeug- und Anhängermodelle bilden die Grundlage für hochwertige Simulationen und erlauben, komplexe Fahrmanöver in einer Vielzahl verschiedener Situationen reproduzierbar durchzuführen. So lässt sich zum Beispiel das Verhalten von Fahrerassistenzsystemen in Situationen mit vielen Verkehrsteilnehmern testen. Die Testumgebung lässt sich in den Szenarien nach den Kundenanforderungen anpassen, etwa die Anzahl der Verkehrsteilnehmer, verschiedene Umfelder wie Autobahn, Überland oder Stadt,

Einbettung von Verkehrsobjekten, Aktivierung von Sensoren und vieles mehr.

Die Vorgehensweise sieht vor, dass die zu testende Software zunächst in das virtuelle Steuergerät EVE integriert wird. Danach kann dieses als Functional Mock-up Unit (FMU) [3] exportiert und über die standardisierte Functional Mock-up-Interface-Schnittstelle in CarMaker integriert werden. Anschließend erfolgen der virtuelle Test und die Freigabe dieser Software im Rahmen virtueller Testfahrten mit CarMaker.

EINBETTUNG VIRTUELLER ECUS IN INTEGRATIONS- UND TESTPLATTFORM

Der Vorteil von virtuellen Steuergeräten ist deren Hardware-unabhängige Verfügbarkeit. Sie können zu einem frühen

Zeitpunkt in der Entwicklung erstellt werden. Im Gegensatz zu Steuergeräteprototypen („A-Muster“) sind virtuelle Steuergeräte sehr kostengünstig und können einfach in bestehende Entwicklungsprozesse integriert werden. Virtuelle Steuergeräte erlauben darüber hinaus lange vor der Nutzung von Hardware-Prototypen die Beurteilung ihrer Funktionsweise sowie ihres Zusammenspiels mit Umgebungs- und Komponentenmodellen. Dadurch wird die Nutzbarkeit der Steuergeräte-Software im Systemkontext sichergestellt.

Zur Umsetzung der Lösung wird ein virtuelles Steuergerät in ein virtuelles Fahrzeug eingebettet [4]. Das virtuelle Fahrzeug verfügt dabei wie ein reales Fahrzeug über verschiedene Komponenten (wie Motor, Antriebsstrang oder unterschiedliche Fahrerassistenzsys-

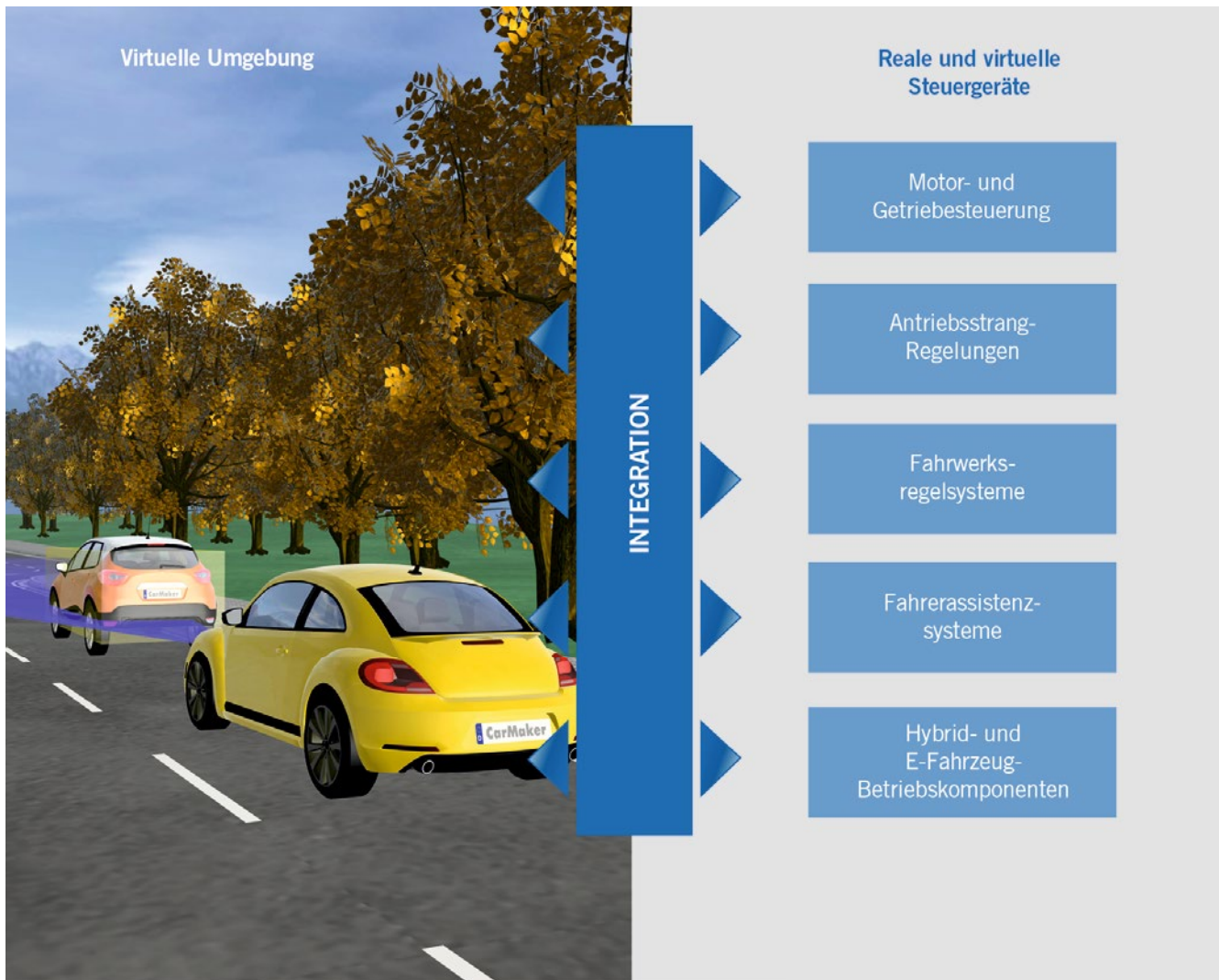


BILD 2 Integration verschiedener virtueller und realer Komponenten in die virtuelle Umgebung



BILD 3 Darstellung des Debugging-Prozesses des virtuellen Steuergeräts EVE in CarMaker

teme). Die Steuergeräte dieser Komponenten können im Rahmen der Validierung von Steuergeräte-Software virtuell abgebildet und somit als Bestandteil des virtuellen Gesamtsystems in einem virtuellen Verkehrsszenario getestet werden **BILD 2**.

Ein Kernelement dieser Lösung besteht in der Möglichkeit, wiederverwendbare Manöver einzusetzen. Mit dem manöver- und eventbasierten Ansatz in CarMaker lassen sich einmalig bestimmte Manöver definieren, die in unterschiedlichen Testszenarien oder zu einem späteren Zeitpunkt im Entwicklungsprozess erneut benutzt werden können. Der Ansatz des eventbasierten Testens erlaubt es, die Funktionsweise des virtuellen Steuergeräts EVE in CarMaker per Definition eines Events zu prüfen. Dieses Vorgehen gewährleistet die Durchgängigkeit im Entwicklungsprozess von Model- (MiL) über Software- (SiL) und Hardware- (HiL) beziehungsweise Vehicle-in-the-Loop (ViL), und birgt somit im Vergleich zu heutigen Lösungen hohe Effizienzsteigerungspotenziale. Die Kalibrierung der Parameter der Steuergeräte erfolgt während des gesamten Prozesses in einer Closed-loop-Simulation. In Hinblick auf die oben formulierten Anforderungen lassen sich mit dem Lösungsansatz gefährliche Situationen virtuell testen, ohne jedoch Fahrer oder Fahrzeug zu gefährden. Das Vorgehen gewährleistet ebenfalls die im Validierungsprozess erforderliche Reproduzierbarkeit der

Testergebnisse. Beim Betrieb lässt sich das Debugging des Codes der Steuergeräte-Software während der Testausführung durchführen. Nach der Fehlersuche und erfolgreicher Fehlerbehebung wird das virtuelle Steuergerät neu erzeugt und kann ohne erneute Konfiguration umgehend in CarMaker getestet werden. **BILD 3** zeigt, dass die Fehler mithilfe des Vergleichs von Ego- und Ghostfahrzeug nach dem erneuten Start in IPGMovie visualisiert werden können. Ein weiterer Vorteil liegt in der Reproduzierbarkeit der Testbedingungen und somit auch der Fehler.

EFFIZIENTES TESTEN VIRTUELLER ECUS

Die Nutzbarkeit der Steuergeräte-Software im Systemkontext kann früh im Entwicklungsprozess untersucht und erprobt werden und bildet somit eine ideale Grundlage für deren Weiterentwicklung. Der vorgestellte Lösungsansatz erlaubt die Hardware-unabhängige Software-Validierung am PC. Ebenfalls werden die Synergieeffekte zwischen Automobilhersteller und -zulieferer gestärkt, indem ein gemeinsames Arbeiten mit denselben Artefakten möglich ist. Durch das Frontloading, dem frühen Absichern einzelner Teilfunktionen, wird die Qualität der Steuergeräte-Software maßgeblich erhöht und der Entwicklungsprozess effizienter gestaltet. Dabei sind die Herausforderungen heterogener Tool-Landschaften einbezogen,

da die Kompatibilität mit Standards berücksichtigt wird. Nicht zuletzt ermöglicht die realitätsnahe Visualisierung einen hohen Nutzerkomfort und erleichtert die Akzeptanz der Validierungsergebnisse zwischen den unterschiedlichen Anwendern. Neben den herausgearbeiteten Zeit- und Kostensparnissen gewährt die Vorgehensweise einerseits dem Hersteller mehr Zeit für die Entwicklung neuer Funktionen, andererseits erreicht die Steuergeräte-Software einen höheren Reifegrad.

LITERATURHINWEISE

- [1] Schneider, S.-A.: BMW-Präsentation auf dem 7th MODPROD Workshop on Model-Based Product Development. Linköping University, 5. und 6. Februar, 2013, Berlin
- [2] AUTomotive Open System ARchitecture. <http://www.autosar.org/>
- [3] <https://www.fmi-standard.org/>
- [4] Henning, J.; Dietrich, M.; Wamberra, T.: Validierung von Steuergeräte-Software im virtuellen Fahrversuch – Effizientere Zusammenarbeit bei der SW-Entwicklung. Paper AutoTest (2014)



DOWNLOAD DES BEITRAGS

www.springerprofessional.de/ATZelektronik



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

order your test issue now:
springervieweg-service@springer.com