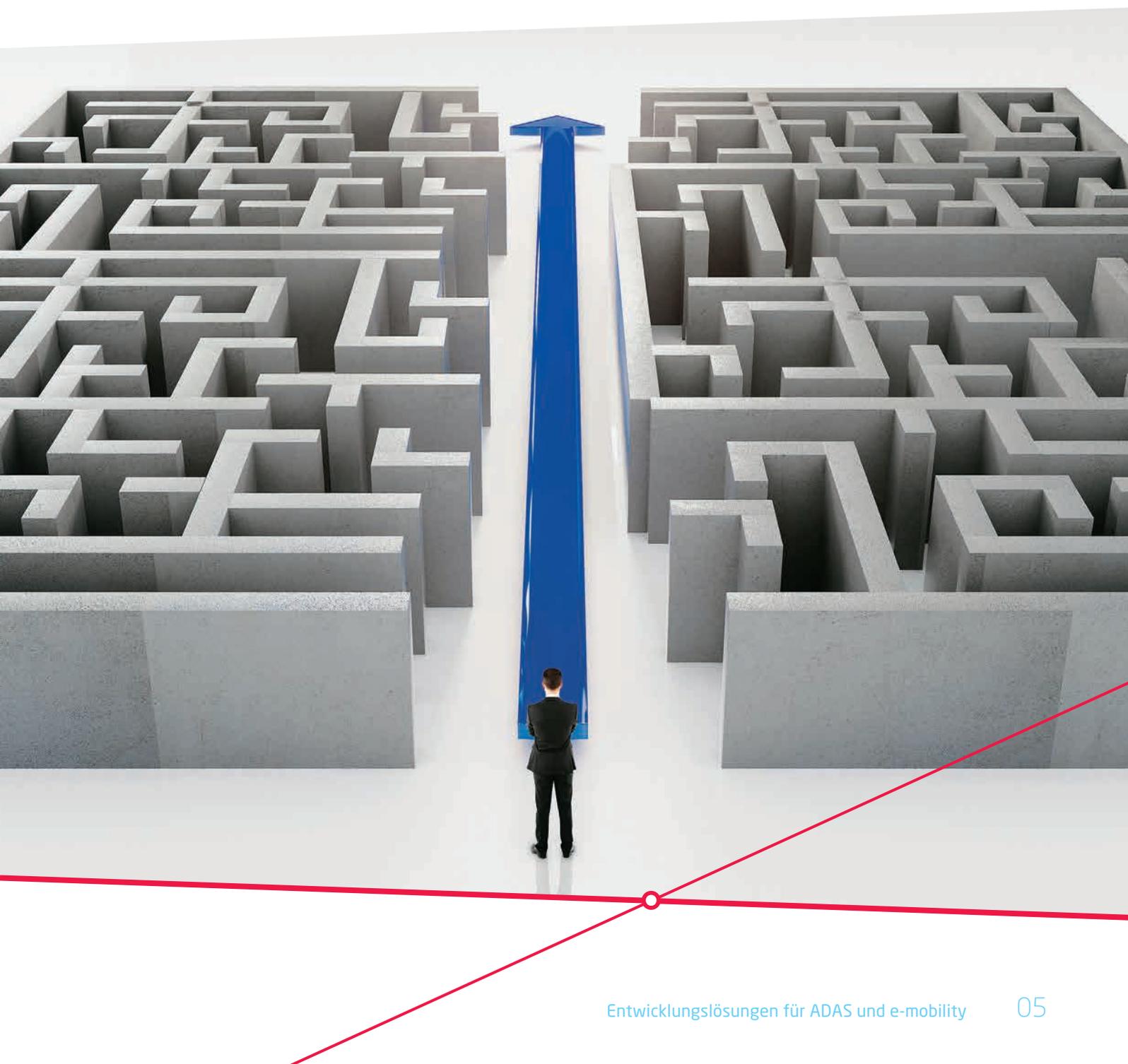


Die Zukunft im Griff

XiL-Erprobung für automatisiertes Fahren

Damit die elektronischen Systeme für Fahrerassistenz (ADAS) bis hin zum hochautomatisierten Fahren die Kontrolle übernehmen können, müssen sie umfassend abgesichert werden. Es gilt, die fehlerfreie Interaktion der Soft- und Hardware-systeme des Fahrzeugs mit der sich laufend verändernden Umwelt nachzuweisen. Diese komplexe Aufgabe wird nur dort zeit- und kosteneffizient lösbar sein, wo virtualisierte Testverfahren, Datenwiederverwendung und Künstliche Intelligenz zusammenwirken.



Heftiges Schneetreiben – Fahrbahnen, Straßenschilder und Passanten sind kaum auszumachen. Kommen hochautomatisierte Fahrzeuge damit zurecht? Wie reagieren sie, wenn ein Ball auf die Straße fliegt oder Polizisten den Verkehr regeln? Selbstfahrende Fahrzeuge müssen unendlich viele Szenarien meistern. Dafür werten Steuergeräte (ECUs), Mikroprozessoren (µPs) und Grafikprozessoren (GPUs) permanent unter Echtzeitbedingungen die Daten von drei bis vier Dutzend Sensoren aus und leiten daraus Befehle für die Fahrzeugaktoren ab. Das alles passiert je nach Automobilhersteller in unterschiedlichen Hard- und Software-Architekturen. Darüber hinaus wird die Software häufig durch Over-the-Air-(OTA-)Updates modifiziert. Die Absicherung dieser hochkomplexen Systeme sprengt alle bisherigen Dimensionen.

Virtualisierung macht Komplexität beherrschbar

Damit nicht auch die Zeit- und Kostenbudgets in riesige Dimensionen steigen, sind effiziente, weitgehend virtualisierte Methoden gefragt, welche die Komplexität beherrschbar machen, ohne die Sicherheitsaspekte zu vernachlässigen. Im Idealfall bieten diese Methoden durchgängige Datenflüsse und Arbeitsabläufe über den gesamten Entwicklungszyklus der eingesetzten Soft- und Hardwaresysteme hinweg. Wobei es auf Datendurchlässigkeit ankommt: Einerseits, um verschiedene Datenformate in die virtualisierten Tests einspielen zu können. Andererseits, damit Entwickler von Stufe zu Stufe auf bereits erfolgten Verifizierungen und Validierungen aufbauen können (siehe Grafik).

Das kann nur gelingen, wo Schnittstellen von Software und Entwicklungstools standardisiert sind und offene Systemarchitekturen den Einsatz von Entwicklungswerkzeugen verschiedener Anbieter erlauben. Beides zählt zur DNA der X-in-the-Loop-(XiL-) Lösungen von ETAS. Beginnend beim Model-in-the-Loop-(MiL-) Ansatz für die Auslegung der Systemfunktionen und -architektur in der Frühphase, geht es mit Software-in-the-Loop-(SiL-) Verfahren zur Absicherung von Softwarefunktionen weiter. Sie ermöglichen umfassende Tests bis hin zur Simulation künftiger Car-to-X-Kommunikation, lange bevor ECUs, µPs, GPUs und andere Hardware verfügbar sind. Auf Basis beliebig vieler virtueller Steuergeräte lassen sich solche Tests am PC zeitsparend parallelisieren, schneller als in Echtzeit durchführen und jederzeit reproduzieren. Anschließend können Entwickler die so verifizierten und validierten Funktionen in Hardware-in-the-Loop-(HiL-) und Vehicle-in-the-Loop-(ViL-)Settings direkt mit der Serienhardware testen und validieren. Auch sicherheitskritische Szenarien lassen sich so völlig gefahrlos beliebig oft durchspielen.

Vorhandene Werkzeugkette intelligent einsetzen

Für die Absicherung hochautomatisierter Fahrzeuge gilt es, diese XiL-Werkzeugkette für neue Datenformate zu öffnen und sie

auf Simulationsaufgaben mit rasant steigenden Datenvolumina vorzubereiten. Denn über die fahrzeuginternen Systeme hinaus müssen auch 3D-Umfeld- und Verkehrssimulationen, das Fahrerverhalten und die Aufgaben der autonomen Fahrzeugführung einbezogen werden. Je nach Architektur brauchen Entwickler die Möglichkeit, ECUs über heutige Automotive-Datenbusse oder künftige Gigabit-Ethernetleitungen zu verbinden. Und sie müssen für jeden Sensor und jede ECU in ihrer Simulation passende Stimuli injizieren können – ob Stereo-Videokamera, Radar- oder Lidarsensor.

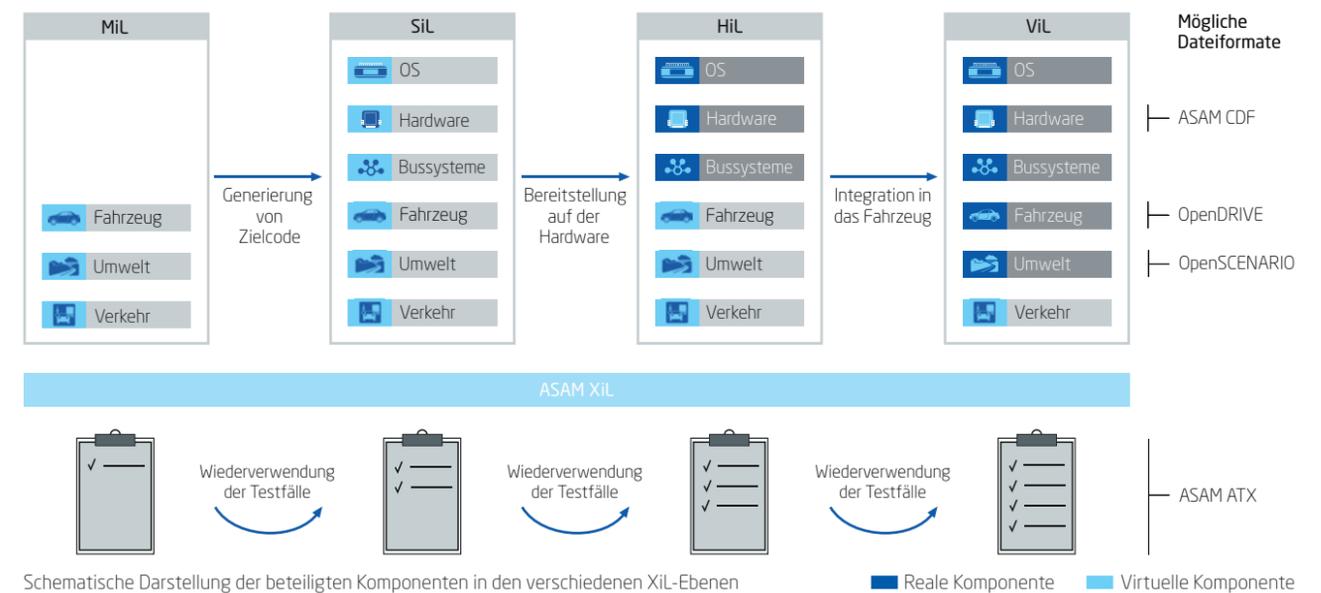
Eine weitere Herausforderung ist die hohe Datenmenge der Sensoren und Domänensteuergeräte. Schon Tools, mit denen 500 MByte/s am Steuergerät erfasst werden können, sind rar; im ADAS-Umfeld und vor allem im Hinblick auf die Entwicklung hochautonom fahrender Fahrzeuge sind jedoch Datenraten von mehreren Gigabit/s gefragt. Die neue, hochperformante Schnittstellenbaureihe GETK-Px von ETAS stößt in diese Lücke. Zusammen mit leistungsfähigen Datenloggern, die per 10-Gbit/s-Ethernet-Switch an Schnittstellen andocken sowie Wechselspeichern mit Terabyte-Volumen sorgen sie für zukunftsfähige Arbeitsabläufe.

Standardisierung ist ein Muss ...

Damit Entwickler neue Lösungen nutzen, ist reibungslose Integration in gewohnte Workflows ein Muss. ETAS orientiert sich daher konsequent an Standards für Schnittstellen und Datenformate und wirkt in vielen Standardisierungsgremien mit. Auch weit verbreitete Lösungen rund um hochautomatisiertes Fahren, wie ADTF (Automotive Data- and Time-Triggered Framework) werden unterstützt. Ziel ist, dass sämtliche im Fahrzeug gemessenen Rohdaten in XiL-Tests ein- und abgespielt werden können. Dieser Daten-Replay ist eine zentrale Säule künftiger Absicherungsstrategien: Durch geschickte Kombination virtueller und realer Daten lassen sich die verschiedenen „Perzeptionsschichten“ der eingesetzten ADAS-Steuergeräte validieren. Der Rückschluss zwischen Simulation und Realität sichert die eingesetzten Simulationsdaten ab – und eröffnet so das volle Potential virtualisierter Tests. Denn die Ergebnisse bleiben damit auch für spätere Entwicklungsschritte verfügbar.

... und bereitet das Feld für Künstliche Intelligenz

Lückenlose, zeitlich synchronisierte Aufzeichnungen von Messdaten und deren intelligenter Analyse mit Big-Data-Algorithmen veredeln bisher ungenutzte Daten. Sie dienen als Lehrmaterial, an dem neuronale Netze lernen, Objekte zu erkennen, Freiräume zu berechnen oder Entscheidungen zu treffen. Damit Entwickler gezielt auf passende Sequenzen zugreifen können, treibt ETAS Lösungen wie das Enterprise Automotive Data Management (EADM) voran.



Eine zukunftssichere, zeit- und kosteneffiziente Testmethodik sollte auch die konsequente Wiederverwendung von Artefakten gewährleisten. Im einzelnen Projekt sinkt dadurch der Testaufwand mit jeder Entwicklungsstufe bis zur Applikation. Und projektübergreifend wächst die Effizienz der virtuellen Absicherung mit der verfügbaren Basis an Artefakten und Messdaten. Diese Durchgängigkeit bei Simulation und Test wird künftig in der Integrationsplattform ETAS COSYM adressiert.

Letztlich kann Risikominimierung in einem Umfeld mit unendlich vielen Parameterkombinationen nur durch Virtualisierung gelingen. Zeitraffertests mit virtuellen ECUs und einfaches Durchspielen verschiedenster Parameter decken Fehler und Systemschwächen frühzeitig auf – und begrenzen teure Versuchsfahrten auf ein Mindestmaß. Vorteile gibt es in allen Entwicklungsstadien. So auch bei HiL-Tests mit Lösungen aus der LABCAR-Familie von ETAS.

Auch Tools wie ETAS EHOOKS schaffen volle Flexibilität: Ingenieure können damit ohne Kenntnis der Softwaredetails Bypass-Freischritte setzen, um Funktionen unabhängig vom ECU-Hersteller direkt in der Steuergerätesoftware zu erproben – oder um später in der Applikation instabile Signale zu überbrücken.

Durchgängigkeit über alle Stufen der XiL-Erprobung

Effiziente Virtualisierung im ADAS-Umfeld setzt durchdachte Gesamtlösungen für die gesamte XiL-Kette voraus. Standardisierung ist die Voraussetzung, um Testfälle über alle Stationen des Entwicklungsprozesses hinweg reproduzieren zu können. Auch der Zugang zur jeweiligen Unit-under-Test (UuT) und den verwendeten Modellen und Datenfiles ist durch etablierte Standards (ASAM CDF/XiL/ATX) und neue Ansätze wie Open-

SCENARIO abzusichern. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit zur nahtlosen Verifizierung und Validierung von Software für autonom fahrende Fahrzeuge: von der Fehlersuche im vereinfachten Modell bis zur Erprobung mit Serienhardware. Testbeschreibungen, Datensätze mit Parametern, Stimuli für Sensoren oder Evaluierungsmodule bleiben hierbei von Stufe zu Stufe nutzbar (siehe Grafik).

Fazit

Für die effiziente Absicherung des hochautomatisierten Fahrens ist umfassende Virtualisierung ein Muss. Die Komplexität und Fülle der Testaufgaben erfordert durchdachte Gesamtlösungen, die etablierte Testmethoden, hochperformante Tools zur Datenerfassung sowie die Möglichkeit zu konsequenter Wiederverwendung von Artefakten und Messdaten verbinden. Es gilt, die Lücke zwischen Versuchsfahrt und Simulation nach und nach zu schließen. ETAS bietet hierfür entlang der XiL-Erprobung ein zukunftsfähiges Lösungsportfolio. Der Mix aus etablierter Methodik sowie dem Ausbau von XiL-, Big-Data- und KI-Ansätzen wird sicherstellen, dass auf selbstfahrende Fahrzeuge Verlass ist – auch in heftigem Schneetreiben.

Autoren

Dr. Jürgen Häring ist Leiter des Produktmanagements im Bereich Test und Validierung bei der ETAS GmbH. **Joachim Löchner** ist Field Application Engineer für das Thema ADAS bei der ETAS GmbH. **Thomas Schöpfner** ist Solution Manager für ADAS im Bereich Messung, Kalibrierung und Diagnose bei der ETAS GmbH.