

dSPACE MAGAZIN

1/2021

Bugatti – Frühe Simulation beschleunigt die Entwicklung | Seite 18



Neusoft Reach – Hochgenaue Umfeldsimulation sorgt für die Sicherheit kamerabasierter Assistenzsysteme | Seite 10

Volkswagen – Vollständig virtualisierte Verbundtests bewältigen die Komplexität softwaredefinierter Fahrzeuge | Seite 24

Das dSPACE Magazin auch

online

Das dSPACE Magazin wird zukünftig auch als Online-Magazin in unsere Website eingebunden. So erfahren Sie noch schneller, wie dSPACE die Herausforderungen seiner Kunden löst, denn die Expertenbeiträge gehen unmittelbar nach Fertigstellung online.



Neuerungen

- Stellen Sie Fragen zu einem Artikel
- Erhalten Sie noch mehr Details durch zusätzliche Inhalte

Ihr Abonnement

Wenn Sie gern online lesen, bieten wir Ihnen die Möglichkeit, Ihr Print-Abonnement in ein Online-Abonnement umzuwandeln.



„Mit unserem einzigartigen End-to-End-Lösungsangebot decken wir die komplette Breite der Simulation und Validierung in der Fahrzeugentwicklung ab und beschleunigen so Prozesse und senken Kosten unserer Kunden.“

Liebe Leserinnen und Leser,

Komplexität beherrschen – das ist auch in der aktuellen Ausgabe des dSPACE Magazins unser Fokus. Mit konsequent erweiterten Lösungen für das autonome Fahren, die Elektromobilität und die Digitalisierung stehen wir unseren Kunden als Partner für Simulation und Validierung zur Seite. So haben wir 2020 erneut unser globales dSPACE Team ausgebaut und unser Angebot um Lösungen für die datengetriebene Entwicklung, die Absicherung KI-basierter Funktionen für das autonome Fahren, die Kompetenzen im Cloud Computing sowie in der Elektromobilität deutlich ausgeweitet. Dazu ergänzen wir auch unser weltweites Partnernetzwerk. Und wir investieren weiter in Kundennähe – zum Beispiel durch den Aufbau einer eigenen dSPACE Landesgesellschaft in Korea und eines dritten chinesischen Standorts in Guangzhou.

Mit unserem einzigartigen End-to-End-Lösungsangebot decken wir die komplette Breite der Simulation und Validierung in der Fahrzeugentwicklung ab und beschleunigen so Prozesse und senken Kosten unserer Kunden.

Der Aufbau einer Testfabrik bei Volkswagen zeigt, welche Herausforderungen und Aufwände entstehen, um die Komplexität software-definierter Fahrzeuge beherrschbar zu machen. Insbesondere das Thema Absicherung musste völlig neu gedacht werden. Wir freuen uns, dass wir dazu partnerschaftlich unseren Beitrag leisten konnten.

Die Sensorsimulation ist ein weiteres Beispiel für die Komplexität in der Absicherung: Ein Fahrzeug mit Sensorik und AD-Stack muss in einer definierten Umgebung, zum

Beispiel im Kreuzungsverkehr, getestet werden – Parameter sind Verkehrsteilnehmer, Geschwindigkeit, Wetter etc. In der realen Welt ist das nicht zu leisten, weil die Vielzahl der zu testenden Situationen sich dort nicht reproduzierbar darstellen lässt. Die Simulation macht's möglich.

Unser Kunde Neusoft bestätigt, dass durch die frühzeitige Nutzung einer hochgenauen Sensorsimulation per durchgängiger SIL- und HIL-Methodik die Software-Entwicklungszyklen verkürzt und die Qualität der ADAS/AD-Steuergeräte verbessert wurden. Die Entwickler sind sich einig: Dies trägt wesentlich zur Reduzierung der Kosten bei und leistete einen wichtigen Beitrag zur zeitgerechten Markteinführung sicherer Fahrzeugkomponenten.

Diese Simulationslösungen bauen wir kontinuierlich aus, wie die auf Seite 36 beschriebene neue Lösung für sensorrealistische Simulation zeigt. Sie wird durch die webbasierte Simulationsplattform SIMPHERA ergänzt, mit der sich hochkomplexe Szenarien in Variationen skalierbar auch in der Cloud darstellen lassen.

An diesen Beispielen möchten wir verdeutlichen, dass die Herausforderungen und der Erfolg unserer Kunden stets im Mittelpunkt des Handelns von dSPACE stehen. Und dazu investieren wir als Partner für Simulation und Validierung ständig in neue Technologien, Lösungen und Kompetenzen.

Alles Gute und bleiben Sie gesund.

Ihr Martin Goetzeler



INTERVIEW: CHANCEN UND RISIKEN ABWÄGEN | SEITE

52



TOYOTA | SEITE

6



STELLANTIS/FCA | SEITE

30

IMPRESSUM

dSPACE MAGAZIN wird periodisch herausgegeben von:

dSPACE GmbH · Rathenaustraße 26
33102 Paderborn · Deutschland
Tel.: +49 5251 1638-0
Fax: +49 5251 16198-0
dspace-magazin@dspace.de
www.dspace.de

V.i.S.d.P.: Bernd Schäfers-Maiwald
Projektleitung: André Klein

Fachredaktion: Alicia Garrison, Dr. Stefanie Koerfer,
Ralf Lieberwirth, Lena Mellwig, Ulrich Nolte,
Dr. Gerhard Reiß, Patrick Pohnsberg, Sonja Ziegert

Redaktionelle Mitarbeit an dieser Ausgabe:
Markus Deppe, Dr. Andreas Himmler, Frederik
Ikemeyer, Caius Seiger, Michael Strugholz

Korrektur und Übersetzung:
Robert Bevington, Stefanie Lüdeking, Anna-Lena
Huthmacher, Stefanie Kraus, Zachary Muehlenweg

Gestaltung und Layout:
Jens Rackow, Sabine Stephan

Druck:
Media-Print GmbH, Paderborn

© 2021 dSPACE GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Vollständige oder teilweise Vervielfältigung dieser Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung und unter Angabe der Quelle gestattet. Die Produkte von dSPACE unterliegen fortwährenden Änderungen. Daher behält sich dSPACE das Recht vor, Spezifikationen der Produkte in dieser Publikation jederzeit ohne vorherige Ankündigung zu ändern. dSPACE ist ein eingetragenes Warenzeichen der dSPACE GmbH in den Vereinigten Staaten und/oder in anderen Ländern. Eine Liste weiterer eingetragener Warenzeichen finden Sie unter www.dspace.com/go/warenzeichen. Andere Markennamen und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der entsprechenden Unternehmen oder Organisationen.

Inhalt



3 EDITORIAL

Kundenanwendungen

6 TOYOTA

Automatisierte Rollen

Zur Automatisierung seiner Rollenprüfstände setzt Toyota auf eine Kombination aus AutomationDesk und SYNECT

10 NEUSOFT REACH

Virtueller Sehtest

Absicherungslösung für kamerabasierte Fahrerassistenzsysteme

18 BUGATTI

Sichere Legenden

Entwicklung und Absicherung von Regelsystemen für Hochleistungsaufgaben in ultimativen Supersportwagen

24 VOLKSWAGEN

Gesamtverbundtest

Die Virtualisierung von Steuergeräteverbundtests als Antwort auf die stark zunehmende Komplexität softwaredefinierter Fahrzeuge

30 STELLANTIS/FCA

SIL für eine frühe Validierung

Stellantis/FCA beschleunigt Software-Tests mit agilen Prozessen und Virtualisierung

Produkte

36 SENSORREALISTISCHE SIMULATION

Digitaler Zwilling

Visualisierungspower und physikalische Berechnung von Sensordaten für virtuelle Testfahrten

40 SMART CHARGING SOLUTION

Konfigurierbarer Ladeemulator

Elektromobilität inklusive der verschiedenen Ladestandards zuverlässig im Labor simulieren

46 DARTS 9030-M

Präzision bedeutet Sicherheit

Entscheidende Kriterien beim Test von Kfz-Langstreckenradaren

Business

48 VERIFICATION & VALIDATION METHODS

Selbstfahrende Autos sicher machen

Zwei Forschungsprojekte erbringen einen Sicherheitsnachweis für autonomes Fahren im urbanen Umfeld

52 INTERVIEW PROF. LÜTGE

Chancen und Risiken abwägen

Autonomes Fahren und KI aus der Perspektive der Ethik



PEFC zertifiziert

Dieses Produkt stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen

www.pefc.de



A red Toyota SUV is shown from a front-quarter perspective, mounted on a complex metal test rig. The car is positioned on a platform with a grid pattern. The background shows a factory environment with pipes and a white wall. The car's headlights and front grille are prominent.

Zur Automatisierung seiner Rollenprüfstände setzt Toyota auf eine Kombination aus AutomationDesk und SYNECT

Automatisierte Rollen

Der jüngste Elektrifizierungstrend in der Automobilindustrie hat den dringenden Bedarf geweckt, elektrifizierte Systeme in der Antriebsstrangentwicklung anzupassen. Dieser Anpassungsprozess ist komplexer geworden, so dass Toyota die innovativen dSPACE Automatisierungslösungen einsetzt, um mehr Effizienz zu erreichen.

Um die komplexe Antriebsstrangentwicklung effizienter zu gestalten, müssen mehr Anpassungs- und Bewertungsaufgaben vorverlagert werden. Toyota führt diese Aufgaben vor der Teststreckenauswertung mit realen Fahrzeugen durch, indem verschiedene Prüfstände kombiniert werden: ein Fahrzeugevaluierungsprüfstand (Rollenprüfstand), ein Antriebsstrangprüfstand und verschiedene Komponentenprüfstände (Motorprüfstand, E-Motorprüfstand etc.). Da jedoch Prüfstandhersteller und Systemkonfigurationen je nach Zweck und Anwendung variieren, kann die Konfiguration der Prüfstände eine Herausforderung sein. Jeder Prüfstand erfordert spezielle Testvorbereitungen und Testmethoden. In der Vergangenheit waren zwei oder drei Vorbereitungszyklen für jeden Prüfstand erforderlich, auch wenn sie ähnliche Evaluierungen ausführten. Dennoch waren die Datenformate und Ergebnisse unterschiedlich, was eine integrierte Evaluierung erschwerte.

Testumgebungen erfordern integrierte Automatisierungsplattformen

Es gibt zwei Hauptanforderungen für das Vorverlagern von Anpassungs- und Evaluierungsaufgaben sowie zur Verbesserung von Effizienz und Produktivität:

- Durchführung von standardisierten Automatisierungsmethoden

an Prüfständen für verschiedene Antriebsstränge

- Einsatz von Prüfstandautomatisierungsplattformen, die flexibel in verschiedene Prüfstände integriert werden können

Herausforderung Testeffizienz

Um effizient mit Prüfständen arbeiten zu können, müssen diese fernsteuerbar, automatisierbar und die Testabläufe für Prüfstände unterschiedlicher Hersteller und für verschiedene Messgeräte einfach und flexibel anpassbar sein. Tomoki Taira, ein Prüfstandentwickler, erklärt: „Ich wollte das Testteam mit einem Werkzeug unterstützen, das viele manuelle Eingriffe abnimmt.“ Er fügt hinzu: „In den meisten Tests können die Fahrmodi in mehrere Klassen eingeteilt werden, so dass der Wechsel von der Basis einfach und schnell sein muss.“ Daher implementierte Tomoki Taira einen allgemeinen Betriebsablauf, indem er die Prüfstandprozesse analysierte, zerlegte und rekonstruierte und sie dann in die folgenden drei Kategorien gruppierte, um sie zu automatisieren:

- 1) Steuergeräteprozesse (Schreiben und Messen von RAM-Variablen in der Steuergeräte-Software usw.)
- 2) Fahrbetrieb (Beschleunigen, Bremsen, Schalten)
- 3) Prüfstandbetrieb (Rollen-/Dynamometer-Drehzahl etc.)

Toyota suchte nach einer vielseitigen und leicht erweiterbaren Plattform, die diese drei Punkte erfüllt.

Evaluierung einer Testautomatisierungslösung

In der Regel etabliert jedes Unternehmen seine eigenen Lösungen zur Prüfstandautomatisierung. Die Nachteile dabei sind Entwürfe, die auf proprietären Standards basieren, hohe Preise und schlechte Anpassbarkeit. Aufgehoben werden diese Nachteile durch die Werkzeugkette der Automatisierungslösungen SYNECT und AutomationDesk von dSPACE. Die Werkzeugkette bietet Folgendes:

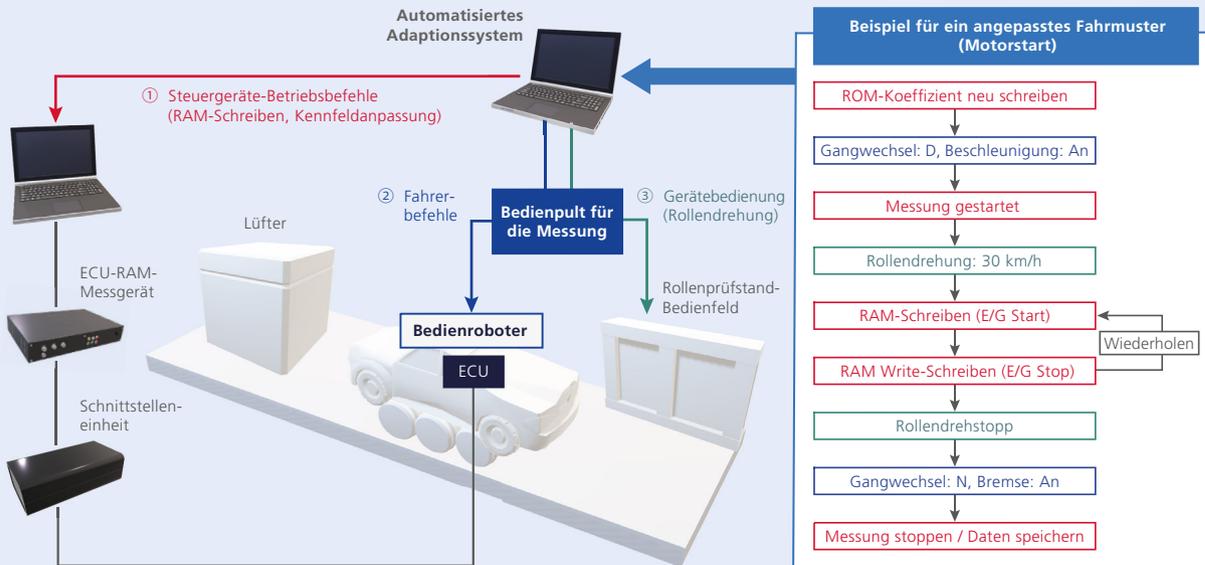
- 1) Umgebungsintegration mit standardmäßigen ASAM-konformen Schnittstellen
- 2) Hohe Vielseitigkeit in Bezug auf Ausgabedatenformate usw.
- 3) Zusätzliche Automatisierungsfunktionen in einem angemessenen Preisbereich
- 4) Hohe Kompatibilität mit den vielseitigen dSPACE Basisplattformen
- 5) Gemeinsam nutzbare und wiederverwendbare Client-Server-Test-szenarien

Shun Sekimoto, verantwortlich für Prüfstände bei Toyota, kommentiert: „Wenn es uns gelingt, AutomationDesk und SYNECT als Automatisierungslösung für unsere Prüfstände einzusetzen, werden wir die gewünschte Flexibilität beim Testen haben, >>



„Die Erweiterbarkeit und Vielseitigkeit von AutomationDesk machen es einfach, Prüfstandumgebungen zu automatisieren, einschließlich des unterschiedlichen Equipments, das die Prüfstände benötigen.“

Tomoki Taira, Toyota



Automatisierungskomponenten: Zugriff auf Steuergerät, Fahrroboter, Rollenprüfstand.

und das zu einem Bruchteil der Kosten anderer Lösungen.“

Implementieren der ausgewählten Testautomatisierungslösung

Die Prüfstandautomatisierung mit AutomationDesk wurde erfolgreich in einem Testaufbau demonstriert. Die Grundideen:

- 1) Nutzen der Kompatibilität mit ASAM-Standards, die AutomationDesk bietet, um Standardschnittstellen mit Plattformen von Drittanbietern in Bibliotheken um-

zuwandeln und über ASAM-Standards wie XCP, ASAP3, XIL MAPort und ODS zu betreiben.

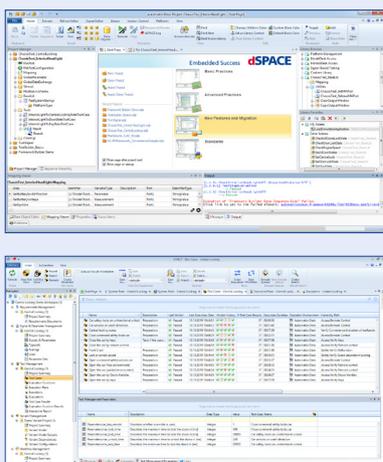
- 2) Trennen von Testszenarien und Parametern, um wiederverwendbare und vielseitige Testvorlagen zu erstellen.
- 3) Lernen aus Anwendungsfällen, wie Prozesse in die auf Steuergeräten, auf Treibern und auf dem Prüfstand unterteilt werden, und daraus notwendige Standard-Testszenarien erstellen.

Nach erfolgreicher Evaluierung wird diese Automatisierungslösung nun

auf einer Reihe von Toyota-Prüfständen, wie Antriebsstrangprüfständen und Rollenprüfständen, eingesetzt. „Der Einsatz von AutomationDesk auf mehreren Prüfständen bietet uns eine leistungsfähige und besonders kostengünstige Prüfstandautomatisierung“, so Taira abschließend.

Effizientes Testmanagement

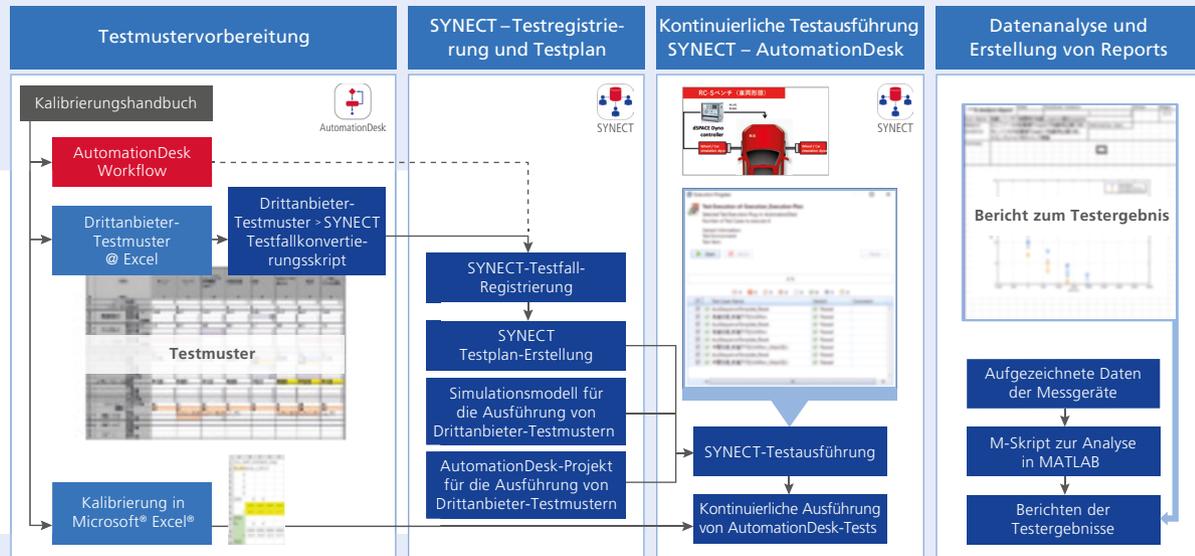
Da das Ziel nicht nur die Automatisierung von Abläufen auf Prüfständen war, sondern der Aufbau einer integrierten Entwicklungsplattform, setzte Taira dSPACE SYNECT ein, um die Entwicklungsprozesse auf Prüf-



Prüfstandautomatisierung durch AutomationDesk und SYNECT.



Ein Fahrzeug auf dem Prüfstand im Toyota-Testzentrum.



Ablauf von der Definition bis zur Auswertung des Tests.



„SYNECT Test Management führt nicht nur Tests durch. Es ermöglicht zudem komfortablere und produktivere Prozesse vor und nach den Tests.“

Shun Sekimoto, Toyota

ständen zu überprüfen und zu optimieren.

- 1) Herr Taira erstellte einen Mechanismus zur Planung und Verwaltung der Testausführung mit SYNECT Test Management.
- 2) Er erweiterte SYNECT und AutomationDesk mit Hilfe von Python-Skripten zu einer Schnittstelle, die den gesamten Prozess von der Testregistrierung über die Testplanung bis hin zur Testdurchführung auf Endanwenderebene ausführen kann.
- 3) Zur parallelen Testvorbereitung und -durchführung und um eine kontinuierliche Testdurchführung zu erreichen, nutzte er SYNECT, um die Arbeit in Offline-Umgebungen (Testregistrierung/Planung) von der Online-Arbeit (Testdurchführung) zu trennen.
- 4) Er ermöglichte die gemeinsame Nutzung und Wiederverwendung

von Test-Assets (aus Testszenerarien und Testplänen) mit einer SYNECT Client-Server-Konfiguration.

„Da die Antriebssequenzen aller Prüfstände ähnlich sind, konnten sie leicht zwischen den Prüfständen ausgetauscht werden“, sagt Shun Sekimoto. Weiter führt er aus: „Durch die Trennung der Prozesse der am Testen beteiligten Stakeholder und die parallele Ausführung mit dem SYNECT Test Management zur zentralen Steuerung der automatischen Testausführung in SYNECT war es möglich, Tests effizienter durchzuführen.“

Ergebnisse und Ausblick

Mit der leistungsstarken Automatisierungslösung auf Basis von AutomationDesk und SYNECT ist es einfach, Tests zu definieren und den Testfortschritt und -status (bestanden / nicht bestanden) während der kontinuierlichen Testausführung zu verfolgen.

Die komfortablen grafischen Benutzeroberflächen machen es besonders einfach, Testabläufe neu anzuordnen, Wiederholungen und Kombinationen von Testabläufen zu erstellen und übersichtlich zu visualisieren. Einfache Änderungen von Testabläufen und Testmustern können zentral vorgenommen werden. Diese schnellen Teständerungen erleichtern den Testalltag und erhöhen die Testtiefe. Außerdem verbessern sie die Zusammenarbeit mit den am Testprozess beteiligten Akteuren erheblich. Mit den dSPACE Werkzeugen gelang es Toyota, Anpassungs- und Evaluierungsaufgaben voranzutreiben und Prozesse zu optimieren. Vor dem Hintergrund dieser Erfolge adaptiert und erweitert Toyota derzeit die Prozesse auf weitere Prüfstände.

Mit freundlicher Genehmigung von Toyota

$d=25'$

Light = "red"

 σ/\sqrt{n} Absicherungslösung für kamerabasierte
Fahrerassistenzsysteme $d=9' 6''$
 $\sigma=.5''$ σ/\sqrt{n} $d=9' 1''$
 $\sigma=.$

Virtueller Sehtest

Wie gelingt es, immer neue Fahrerassistenzsysteme und Funktionen für automatisiertes Fahren zuverlässig im Fahrzeug zu implementieren? Neusoft Reach setzt auf eine Absicherungslösung, die durchgängige Tests vom Arbeitsplatz des Entwicklers bis zur Steuergerätefreigabe ermöglicht.

Bildnachweis: © Neusoft Reach

Künftige, intelligent vernetzte und automatisierte Fahrzeuge sind hochgradig softwaredefiniert. Software- und Servicefähigkeiten entwickeln sich immer stärker zu den differenzierenden Wettbewerbsmerkmalen der Automobilindustrie. Für die Fahrzeuge der nächsten Generation stellt Neusoft Reach schon jetzt eine AUTOSAR-konforme Software-Plattform zur Verfügung. Sie enthält einen umfassenden ADAS/AD-Stack (Advanced Driver Assistance Systems/Autonomous Driving), ergänzt um ein Driver Monitoring System (DMS) für automatisiertes Fahren (L2+/L4) und einen hochpräzisen Positionierungskontroller. Unser Ziel bei Neusoft Reach ist es, mit der weltweit fortschrittlichsten intelligenten Umfelderkennungs- und Identifikationstechnologie maßgeblich zur Sicherheit und Effizienz des Transports beizutragen.

Intelligente Assistenzsysteme

Der ADAS/AD-Stack basiert auf Multi-Sensortechnologie und verfügt über Algorithmen, die maschinell trainiert wurden. Er erfüllt die Regulierungen für Nutzfahrzeuge in China und die Anforderungen des C-NCAP. Der Stack berücksichtigt ebenfalls die Anforderungen der Euro-NCAP 2025 Roadmap. Derzeit unterstützt er folgende Funktionalitäten: ■-----

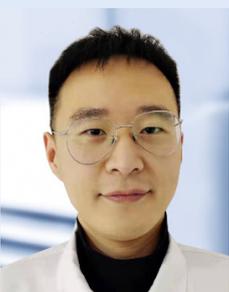
Motivation: Robust und innovativ

Das Ziel von Neusoft Reach ist es, die ADAS/AD-Funktionen kontinuierlich auszubauen und zu optimieren. In diesem Zuge definierte das Entwicklungsteam für die kamera-basierten Funktionen Leistungs- und Performance-Werte, die mit den bislang verwendeten Entwicklungs- und Absicherungslösungen nicht mehr zuverlässig und effizient zu erreichen waren. Um robuste Funktionen zur Verfügung zu stellen, sollten außerdem eine frühzeitige Validierung neuer Algorithmen zur Sensorfusion und Perzeption sowie des Gesamtsystems einfach möglich sein.

Herausforderung: Verfügbarkeit geeigneter Testdaten

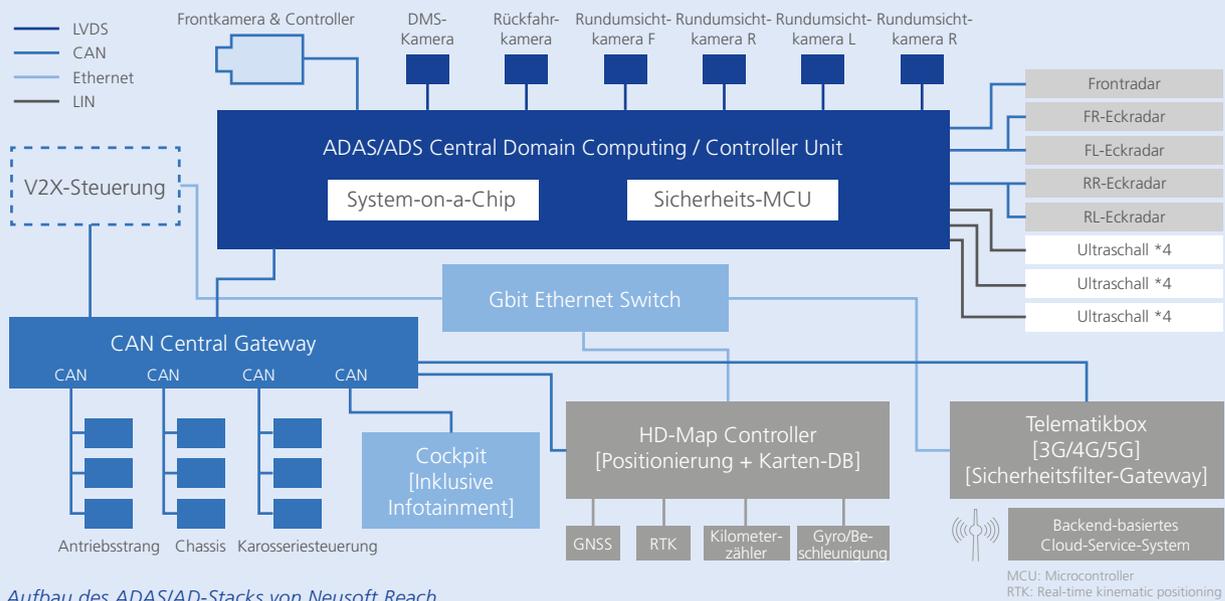
Eine besondere Herausforderung bei der Entwicklung besteht darin, dass die richtigen Testdaten leicht verfü- >>

**Traffic Jam Assist (TJA),
Adaptive Cruise Control (ACC),
Automated Emergency Braking (AEB),
Forward Collision Warning (FCW),
Lane Departure Warning (LDW),
Lane Keeping Assistance (LKA),
Advanced Parking Assist (APA),
Around View Monitoring (AVM)**



„Die Simulations- und Validierungslösung von dSPACE erfüllt unsere Anforderungen im Bereich Entwicklung und Test von ADAS/AD-Steuergeräten. Sie hilft uns, die Projektziele zu erreichen und beschleunigt die Markteinführung. Die Gesamteffizienz beim Entwickeln von ADAS/AD-Steuergeräten wurde um 70 % verbessert.“

Xiao Yu Chen, Neusoft Reach



Aufbau des ADAS/AD-Stacks von Neusoft Reach.

SIL

bar sind. Dabei geht es einerseits darum, möglichst exakte Sensordaten zu verwenden. Andererseits soll ein breites Spektrum an Corner Cases, also besonders kritischen Verkehrssituationen, flexibel genutzt werden können. Exakte Sensordaten lassen sich durch Data Logging während Testfahrten beschaffen. Sie decken jedoch relevante Corner Cases nur unzureichend ab, da kritische Verkehrssituationen in der Realität schwer darstellbar sind. Außerdem sind beim Wechsel des

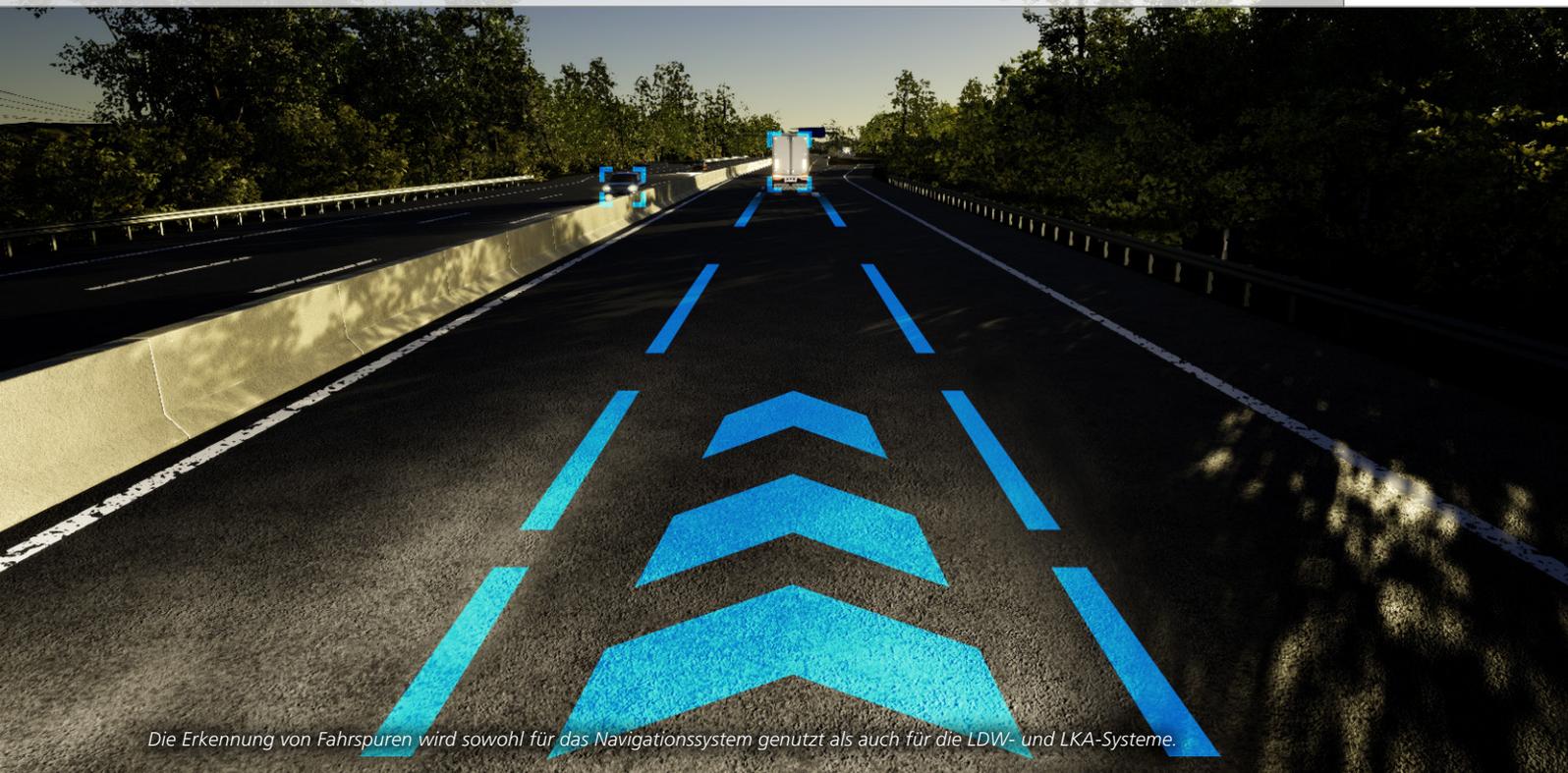
Sensors neue Testfahrten erforderlich, was das Verfahren nahezu unwirtschaftlich macht. Daher ist ein simulationsbasiertes Vorgehen vorteilhaft, mit dem sich beliebige Szenarien inklusive aller Corner Cases möglichst variabel darstellen lassen. Allerdings müssen die synthetisch generierten Daten auf den physikalischen Grundlagen des jeweiligen Sensors basieren. Hoher Sensorrealismus ist also ein maßgebliches Kriterium für den Erfolg der Simulation.

Auswahl einer Absicherungslösung

Für Neusoft Reach ging es zunächst darum, eine geeignete Entwicklungs- und Testlösung zu evaluieren. Neben Sensorrealismus sollte sie die Entwickler in frühen Phasen per **Software-in-the-Loop (SIL)-Simulation** unterstützen. Außerdem bestand die Anforderung, die erstellten Simulationen durchgängig auch zur Absicherung des realen Steuergerätes per Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation einzusetzen. Für die Verarbeitung von Sensorrohdaten hat sich bisher kein herstellerübergreifender Schnittstellenstandard etabliert. Daher muss ein Testsystem, das Sensorrohdaten generiert, eine Vielzahl von Sensorschnittstellen und Protokollen unterstützen. Nur so kann Neusoft Reach seine Steuergeräte einem breiten Kundenkreis verfügbar machen. Nicht zuletzt muss eine solche Entwicklungs- und Testlösung einfach handhabbar und robust sein. Nach der Evaluierung verschiedener Absicherungssysteme entschieden wir uns für eine auf Software und Hardware basierende Lösung von dSPACE. Ausschlaggebend waren der hervorragende Sensorrealismus der Simulation, das flexible Signal-Handling bei der Sensordateneinspeisung und die

Die Anzeige des Forward Collision Warning (FCW) ist in die Navigation im Fahrzeug-Cockpit integriert.





Die Erkennung von Fahrspuren wird sowohl für das Navigationssystem genutzt als auch für die LDW- und LKA-Systeme.

Durchgängigkeit zwischen SIL- und HIL-Simulation.

Frühzeitige SIL-Simulation unterstützt Funktionsentwicklung

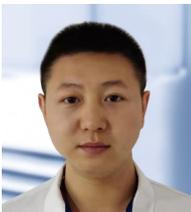
Mit dem Einsatz der Lösungskette von dSPACE steht schon am Arbeitsplatz des Entwicklers eine rein softwarebasierte Absicherungslösung für Perzeption und Fusionsalgorithmen sowie der ADAS/AD-Funktionen zur Verfügung. Sie basiert auf den Ground-Truth-Simulationsmodellen der Tool suite ASM (Automotive Simulation Models) sowie dem sensorrealistischen Kameramodell von dSPACE Sensor Simulation. Als Simulationsplattform dient dSPACE VEOS. ASM simuliert die Bewegungstrajektorien aller Verkehrsteilnehmer sowie die Verkehrsinfrastruktur. Mit dSPACE Sensor Simulation wird ein vollständiges 3D-Modell der virtuellen Szene generiert, um dar-

>>



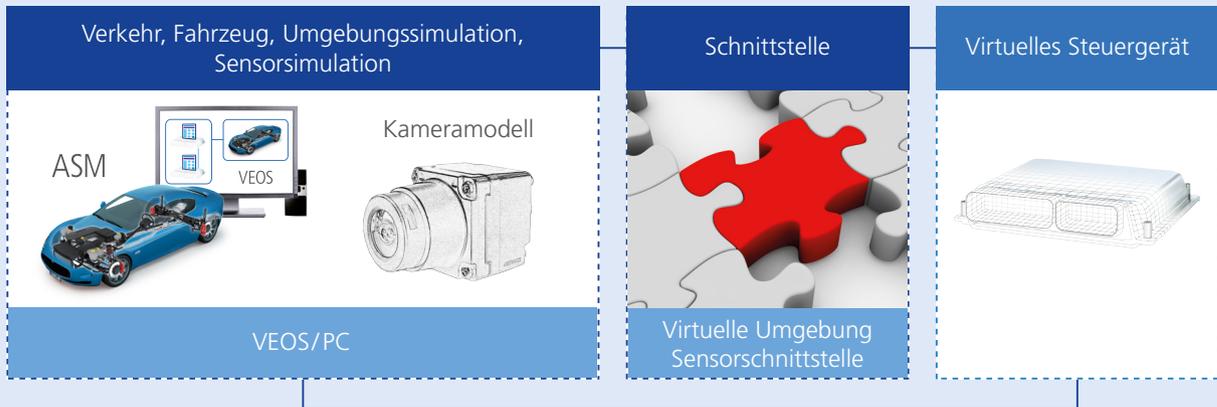
Bildnachweis: © Neusoft Reach

Beispiele für verschiedene ADAS/AD-Controller von Neusoft Reach.



„Mit dem sensorrealistischen Kameramodell können wir hochkomplexe Testaufgaben zuverlässig virtuell darstellen.“

Di Wu, Neusoft Reach



In der SIL-Simulation bilden Fahrzeug-, Umgebungs- und Sensormodelle mit dem virtuellen Steuergerät einen Regelkreis.

aus ein Kamerabild abzuleiten. Das Kamerabild wird anschließend über eine Speicherschnittstelle dem zu testenden Algorithmus zugeführt. Dieser wertet die Bildinformationen aus und liefert Informationen, die letztendlich einen simulierten Aktuator, beispielsweise eine in ASM simulierte Bremse, ansteuern. Natürlich kann in der Simulation auch ein vollständiges virtuelles Steuergerät eingesetzt werden, das unter anderem den entwickelten Algorithmus enthält. Das virtuelle Steuergerät kann dabei parallel zum Simulationsmodell in VEOS integriert werden, zum Beispiel in Form eines Simulink®-Modells, einer Functional Mock-up Unit (FMU) oder eines AUTOSAR-basierten virtuellen Steuergeräts. Hierbei setzt Neusoft Reach auf den von dSPACE vorgeschlagenen V-ECU-Ansatz.

Erstellung realitätsnaher Simulationsszenarien

Das Simulationsszenario, also die Position und Trajektorien aller Objekte

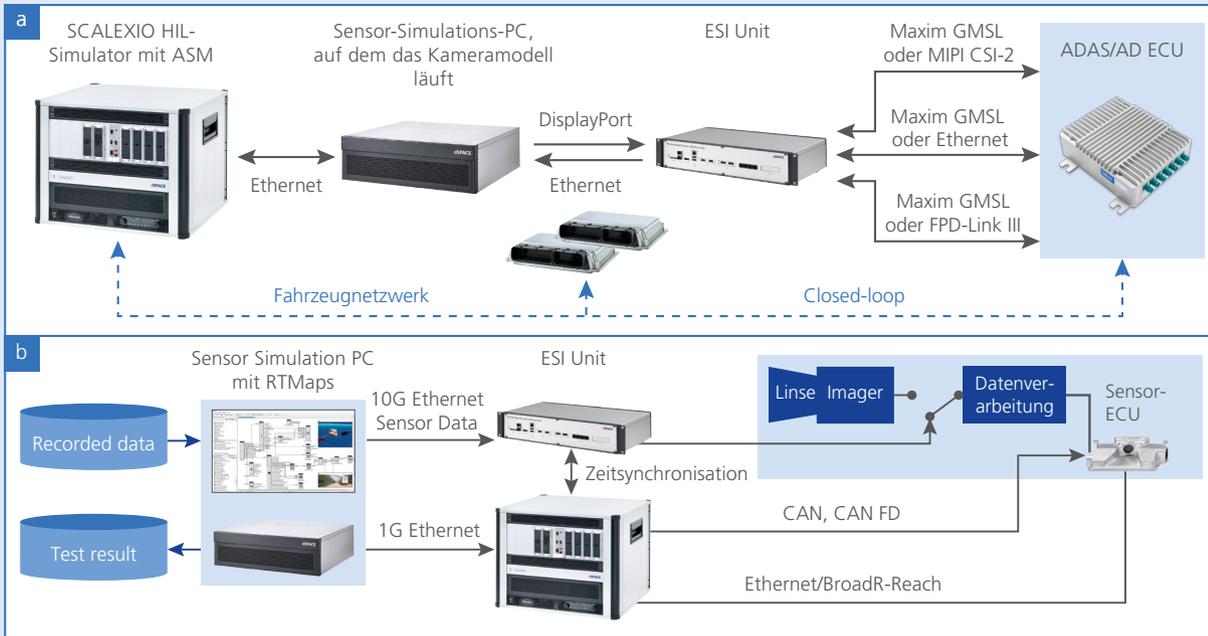
einer Simulation, wurde während Testfahrten mit realen Sensoren aufgezeichnet. Aus diesen Daten werden Szenarien synthetisiert, die nun flexibel modifizierbar sind. Beispielsweise lassen sich die Geschwindigkeiten aller Verkehrsteilnehmer individuell ändern, Abstände neu definieren, die Größen der Objekte ändern etc. Damit ist es den Entwicklern möglich, die Leistungsfähigkeit eines Algorithmus frühzeitig zu bestimmen. Und das auch für alle relevanten Corner Cases. Die Entwickler setzen auch manuell generierte Szenarien wie C-NCAP ein.

Absicherung von Steuergeräten per HIL-Simulation

Wird ein neuer Stand der ADAS/AD-Software auf dem Steuergerät implementiert, erfolgt ein Steuergerätetest mit dem HIL-Verfahren. Um das Steuergerät in Betrieb zu nehmen, muss seine Umgebung, also das Fahrzeug inklusive der Sensorik und Umgebung, wie beim SIL-Verfahren vollständig simuliert werden. Um die Steuergerä-

te-Hardware und alle Signalverarbeitungsstufen der Kamera vollständig in den Test einzubeziehen, ist es erforderlich, die simulierten Sensordaten direkt nach dem Imager-Chip zuzuführen. Dazu gilt es, die berechneten Bilddaten in geeignete elektrische Signale zu wandeln. Dafür kommt die Environment Sensor Interface Unit (ESI Unit) zum Einsatz. Sie ist Bestandteil einer besonders leistungsfähigen Simulationsplattform: Während die Verkehrssimulation mit ASM auf einem SCALEXIO-System erfolgt, wird das Modell des Kamerasensors auf dem Sensor Simulation PC von dSPACE ausgeführt. Dieser ist mit einer Grafikkarte ausgestattet, die basierend auf den Ground-Truth-Daten eine 3D-Welt und Sensoreigenschaften wie die Verzerrung der Kameralinse in Echtzeit berechnet. Die Ausgabe der Grafikkarte setzt die ESI Unit dann in die Signale für das Steuergerät um und übernimmt dabei auch Simulationsanteile wie die Belichtungssteuerung. Aufgrund unterschiedlicher





Aufbau des Absicherungssystems für Kamerasteuergeräte: Das HIL-System und das Data-Reply-System verwenden dieselben Komponenten.



„Die Multisensor-Software RTMaps ermöglicht es uns, die Daten von unterschiedlichen Sensoren und Fahrzeugbussen synchron wiederzugeben.“

Ding Nan, Neusoft Reach

licher Sensortypen ist die ESI Unit dafür ausgelegt, vielfältige Schnittstellen zu unterstützen.

Data-Replay-Tests

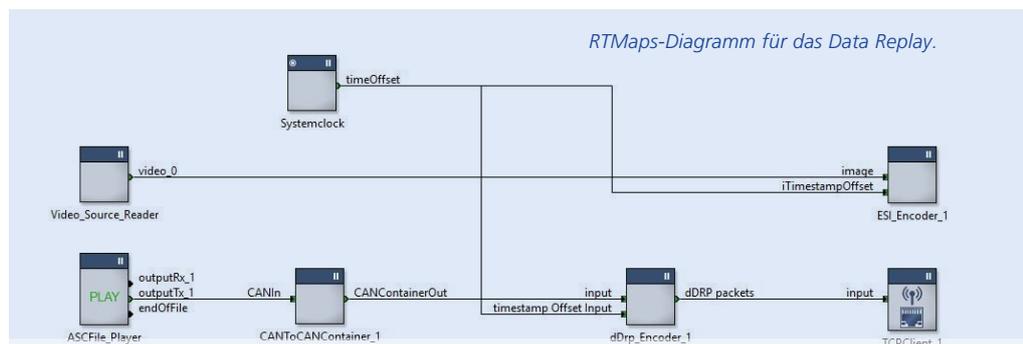
Neben den SIL- und HIL-Tests führen wir auch Tests mit Realdaten durch. Sie werden beispielsweise genutzt, um Fehler, die bei Testfahrten aufgetreten sind, im Labor nachzustellen. Dazu wird derselbe Testaufbau wie im HIL-Fall verwendet: SCALEXIO, Sensor Simulation PC und ESI Unit. Beim Data Replay werden die Daten mit RTMaps vom Sensor Simulation PC abgespielt. Er überträgt sie sowohl zur ESI Unit (Kamerahdaten) und zum SCALEXIO-System (Buskommunikation, zum Beispiel CAN). Dort werden die Daten jeweils gepuffert und abschließend zeitsynchron in elektrische Signale für das Steuergerät gewandelt. Der Testaufbau kann also ohne Umbauten für

Open-Loop- und Closed-Loop-Tests genutzt werden.

Erfahrungen aus dem Entwicklungsprojekt

Mit der Simulations- und Validierungslösung von dSPACE konnte Neusoft Reach mehrere ADAS/AD-Steuergeräte erfolgreich absichern und auf den Markt bringen. Sie werden in Pkw und kommerziellen Fahrzeugen wie Lkw eingesetzt. Eines

der abgesicherten Systeme war eine 360°-Rundumsicht mit fünf Kameras, für jede wurde eine Dateneinspeisung per ESI Unit realisiert. Als besonders nützlich stellte sich die einfache Wiederverwendung von Tests zwischen SIL- und HIL-Verfahren dar: Einerseits können frühzeitig bei der Funktionsentwicklung erstellte Tests auch bei der Steuergerätefreigabe verwendet werden, andererseits stehen den Funktionsentwick- >>



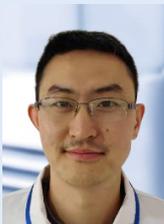


Durch das gezielte Einspeisen von Fehlern per Testsoftware wird die Robustheit der ADAS/AD-Algorithmen verbessert.

lern schon umfassende HIL-Tests für das SIL-Verfahren zur Verfügung. Die entwickelten Tests lassen sich durchgängig zwischen den Simulationsplattformen VEOS und SCALEXIO wiederverwenden. Im Projekt ist auch eine Fehlereinspeisung als wertvolles Feature entstanden, mit dem wir die

Zuverlässigkeit der Systeme überprüfen, wenn es beispielsweise zu pixel- oder zeilenbasierten Farbfehlern oder Rauschen kommt. Solche Fehler können automatisiert oder manuell eingespeist werden. Die Flexibilität der ESI Unit bezüglich Schnittstellen und Protokollen wie Maxim GMSL1

und GMSL2, TI FPD-Link III und MIPI CSI-2 ist ausgezeichnet. Das versetzt uns in die Lage, die Anforderungen unterschiedlicher OEMs mit einem System zu erfüllen und uns auf Besonderheiten von Zulieferern einzustellen. Um die Software auf den AUTSAR-basierten Steuergeräten zu implementieren,



„Ohne die ESI Unit von dSPACE wäre es nahezu unmöglich, Sensoren unterschiedlicher Hersteller effizient zu testen. Sie ist ein wertvoller Bestandteil unserer Absicherungslösung.“

Long Ning Zhao, Neusoft Reach

Über Neusoft

Neusoft bietet ein reichhaltiges Portfolio an softwarebasierten Design-Dienstleistungen, Produkten und vorintegrierten Lösungen für Industrien wie Automobil, Unterhaltungselektronik, Mobilgeräte, IoT, Medizin, Geschäftsprozess-Outsourcing, Finanzen, Sicherheit und Versicherung, Informationstechnologie-Outsourcing und mehr. Neusoft beschäftigt insgesamt mehr als 20.000 Mitarbeiter weltweit in Asien, Europa, Nordamerika und im Nahen Osten. Neusoft konzentriert sich auf Software-Technologie und deckt mit seinen Produkten und Lösungen für die Automobilindustrie die Bereiche Navigation, ADAS, HMI, Connected Car und Infotainment ab. Neusoft bedient eine große Anzahl von Automobil-OEMs und Tier-1-Kunden auf der ganzen Welt, einschließlich Nordamerika, Europa und Asien. Neusoft Reach Automotive Technology Co., Ltd. (kurz "Neusoft Reach") ist ein innovatives Unternehmen, das sich auf die Anwendung von mobilem Internet, künstlicher Intelligenz und neuen Energietechnologien in der Automobilbranche konzentriert.

nutzen wir den Seriene-Generator TargetLink. Seine leistungsstarken AUTOSAR-Funktionen vereinfachen das Erstellen AUTOSAR-konformer Software.

Rolle und Bewertung der dSPACE Lösung

Die Lösung von dSPACE, bestehend aus leistungsfähiger, hochrealistischer Simulationssoftware, einem HIL-Simulator, einem hochperformanten PC zur Sensorsimulation sowie der ESI Unit, spielt eine Schlüsselrolle bei der Freigabe eines neuen Steuergeräts. Durch die frühzeitige und durchgängige Nutzung der SIL- und HIL-Methodik sowie des Replay-Verfahrens gelang es, die Software-Entwicklungszyklen zu verkürzen und die Qualität der Software zu verbessern. Dies trägt wesentlich zur Reduzierung der Kosten bei und leistet einen wichtigen Beitrag zur zeitgerechten Markteinführung. Im Vergleich zu früheren Projekten ohne die dSPACE Lösung hat sich die Gesamteffizienz um 70 % verbessert. Damit wurden die Investitionskosten bereits überdurchschnittlich ausgeglichen.

Ausblick

Neusoft Reach arbeitet an weiteren Assistenzfunktionen und baut den Leistungsumfang der Systeme für automatisiertes Fahren weiter aus. Dabei arbeiten wir eng mit dSPACE

Auf einen Blick

Absicherung kamerabasierter Fahrerassistenzsysteme

Herausforderung

- Test von kamerabasierten Steuergeräten ohne Stimulation des Imager-Chips
- Einspeisen sensorrealistischer Rohdaten in das Steuergerät

Lösung

- Einsatz einer durchgängigen SIL/HIL-Simulationsplattform
- Sensorrealistische Simulation von Kameradaten mit physikalisch korrekten Modellen

Vorteil

- Einfach reproduzierbare Tests für Software und Steuergerät
- Steigerung der Testeffizienz um 70 %



zusammen, um die Absicherungslösung an neue Anforderungen anzupassen. Im Bereich der Datenaufzeichnung evaluieren wir, wie uns das Data-Logging-System AUTERA dabei unterstützt, unsere Workflows effizienter zu gestalten. Die neue Software Sensor-Realistic Simulation steht ebenfalls auf unserer Agenda, verspricht sie doch eine hochgenaue Umweltsensorsimulation mit realistischen Licht- und Wettereffekten. ■

Yan Wei, Neusoft Reach

Yan Wei, Neusoft Reach

Yan Wei ist verantwortlich für ADAS bei Neusoft Reach Automotive Technology (Shenyang) Co., Ltd. in Shenyang, China.





Sichere Legenden

Entwicklung und Absicherung von Regelsystemen für
Hochleistungsaufgaben in ultimativen Supersportwagen

Bildnachweis: © Bugatti

Die Integration sicherer elektronischer Systeme definiert den Leistungsbereich der Bugatti-Fahrzeuge. Eine besonders zuverlässige Systemfunktion wird mit einem Simulator von dSPACE erreicht.

Bugatti verdankt seinen unverkennbaren Charakter einer Familie von Künstlern und Ingenieuren und strebt seit jeher das Außergewöhnliche, das Beste, die Superlative an. Jedes Element im neuen Bugatti Chiron ist eine Kombination aus Reminiszenz an die Markengeschichte und innovativer Technologie. Das Resultat sind Kreationen von bleibendem Wert und automobile Meisterstücke. Das Herzstück des Chiron ist sein vierfach turboaufgeladener 8-Liter-W16-Motor. Dieses außergewöhnliche Meisterwerk erzeugt unglaubliche 1.500 PS und 1.600 Nm Drehmoment bei einer nahezu linearen Leistungsabgabe zwischen 2.000 und 6.000 U/min. Vier Hochleistungsturbolader arbeiten in einer zweistufig gesteuerten Konfiguration und definieren diesen Champion der Leistung.

Herausforderung: Höchste Zuverlässigkeit

Um dem Fahrer diese Leistung unter allen Bedingungen zuverlässig und sicher zur Verfügung zu stellen, sind viele elektrische Systeme und aufwendige elektronische Steuerungen erforderlich. Die effiziente Absicherung der Steuereinheiten ist eine Kernaufgabe in der Fahrzeugentwicklung. Hierbei müssen insbesondere Tests in Grenzbereichen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug immer beherrschbar bleibt. Für best-

mögliche Entwicklungseffizienz ist es ebenfalls erforderlich, dass neue Steuergeräte und Software-Stände auch schon dann getestet werden können, wenn die Regelstrecken bzw. das gesamte Fahrzeug noch nicht oder gerade nicht zur Verfügung stehen.

Lösungsansatz: Effiziente Fahrzeugsimulation

Bei Bugatti ist der Steuergerätestest per Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation eine etablierte Vorgehensweise. Für das neue Fahrzeugmodell Chiron galt es, eine optimierte Absicherungs-lösung aufzubauen, die neue Leistungsdimensionen ermöglicht und für die Modellvarianten des Chiron sowie für zukünftige Fahrzeuge einfach erweitert werden kann. Konkret ging es darum, den gesamten Antriebsstrang unter Berücksichtigung der Fahrdynamik detailliert zu simulieren, um die an den Simulator angeschlossenen Steuergeräte für Motor, Getriebe und Fahrdynamik zu testen.

Evaluierung einer Simulationsplattform

Nach Evaluierung verschiedener kommerzieller Simulationsmodelle und Simulatoren entschied sich Bugatti für eine maßgeschneiderte Simulationslösung von dSPACE. Diese besteht aus einem HIL-Simulator sowie detaillierten Simulationsmodellen, die das Fahrzeug inklusive aller Kompo-

nenten abbilden. Dies wird mit den mathematischen Modellen der Tool-suite Automotive Simulation Models (ASM) realisiert. Das Fahrzeug und der Antriebsstrang konnten mit folgenden Modellen exakt virtualisiert werden:

- W16-Motor: ASM Gasoline Engine
- 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe (DSG): ASM Drivetrain
- Chassis und Fahrdynamik: ASM Vehicle Dynamics

Vorgehen bei Aufbau und Parametrierung des Simulators und der Modelle

Planung und Aufbau des Simulators sowie Erstellung des I/O-Modells als Interface zwischen den realen Steuergeräten und den virtualisierten Fahrzeugen erfolgten auf Basis von Informationen über das Elektrik/Elektronik-System und die Steuergeräte sowie auf Grundlage der Spezifikationen von Motor und Getriebe. Daraus wurden eine Modellstruktur abgeleitet und Anforderungen für die Parametrierung festgelegt. Die Genauigkeit der Parameter ist ein Maß für die Simulationsgüte; sie werden beispielsweise aus Konstruktionsdaten erfasst sowie durch Messungen ermittelt. Durch Prüfstandmessungen gelang es, fein aufgelöste Kennfelder für die Parametrierung zu erstellen. Die Parametrierung wird anschließend mit den Soft-ECUs aus der ASM-Bibliothek >>

„Bevor wir uns mit dem Fahrzeug in Geschwindigkeitsbereiche über 450 km/h vorgetastet haben, fanden ausführliche Untersuchungen und Tests mit dem dSPACE Simulator statt. Auffälligkeiten konnten so frühzeitig erkannt werden.“

Dr. Alexander Riedel, Bugatti



Bildnachweis: © Bugatti



Bildnachweis: © Bugatti

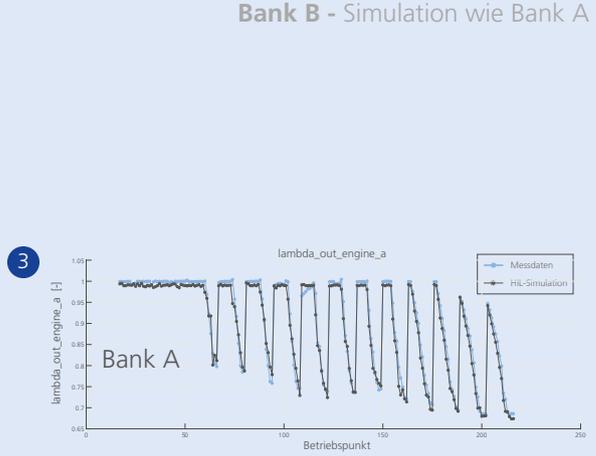
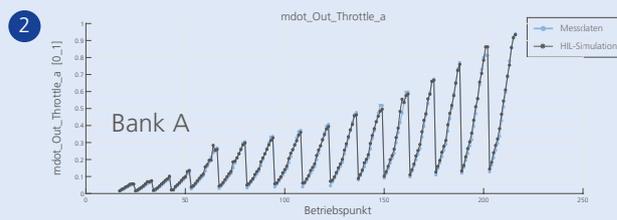
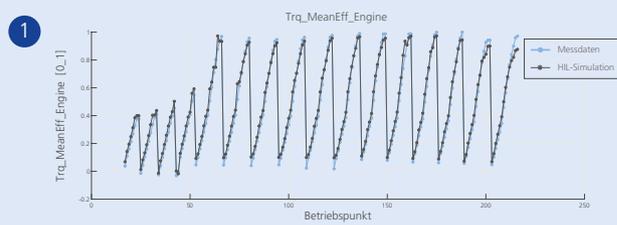
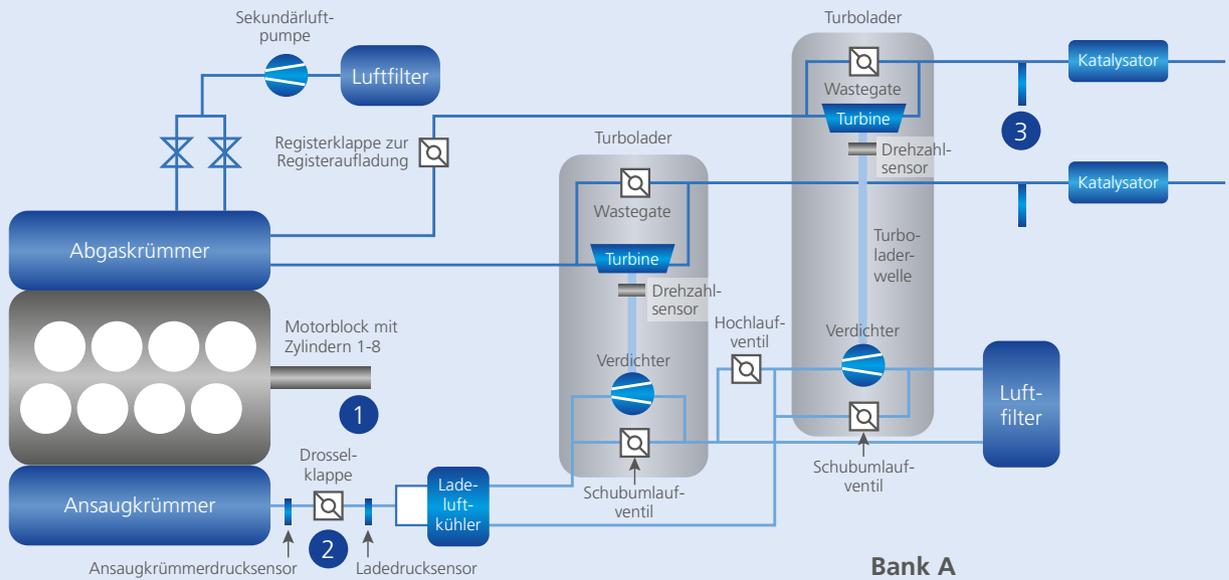


validiert. Darauf folgt ein weiterer Validierungsschritt, der das I/O-Modell und das reale Steuergerät einbezieht. Auf dieser Grundlage erfolgt die Inbetriebnahme, bei der auch die Simulationsergebnisse mit gemessenen Referenzwerten verglichen werden. Hierbei arbeiten Experten von Bugatti und dSPACE intensiv zusammen.

Entwicklungs- und Testaufgaben am Simulator

Der HIL-Simulator wird bei Bugatti für verschiedene Testaufgaben eingesetzt. Dazu gehören beispielsweise klassische Freigabeteils neue Softwarestände. Dazu wird das Steuergerät mit der neuen Software einem Testdurchlauf am HIL-Simulator unterzo-

gen und erst nach bestandem Test ins reale Serienfahrzeug übernommen. Beispielsweise werden für Prüfungen der Motor- und Getriebesoftware OBD-Tests (OBD: On-Board-Diagnose) in bestimmten Geschwindigkeits- und Lastbereichen mit dem Simulator durchgeführt. Dabei handelt es sich um herstellerübergreifende, standar-



Darstellung einer Bank des modellierten W16-Motors sowie gemessener und simulierter Signale. Die hohe Abbildungstreue der Simulation wird in der überlagerten Signaldarstellung deutlich.

ENGINE

Bildnachweis: © Bugatti



Bildnachweis: © Bugatti



Bildnachweis: © Bugatti

disierte Tests, die kontinuierlich während des Fahrzeugbetriebs erfolgen. Ein korrektes Fehlverhalten mit entsprechenden Ersatzreaktionen und die richtige Fehlerausgabe im Fehlerpeicher des Steuergerätes werden damit überprüft. Während die Fahrzeuge rund um die Welt erprobt werden, entstehen weitere Testaufgaben für den HIL-Simulator: Er wird genutzt, um Fehler nachzustellen, die während der Erprobung gefunden wurden. Dazu wird auch virtuell dieselbe Strecke, beispielsweise der Kurs des Ehra-Lessien-Testgeländes bei Wolfsburg gefahren. Darüber hinaus spielt der Simulator gerade bei Funktionstests seine besonderen Stärken aus. So lassen sich beispielsweise das Fahrverhalten beeinflussende Ersatzreaktionen auch bei Geschwindigkeiten über 400 km/h gefahrlos untersuchen. Weitere wichtige Funktionstests liegen im Bereich der Regelstrategien bei Übertemperatur, Zündaussetzern oder ähnlichen Vorfällen. Auch bei Entwicklungsaufgaben kann der Simulator unterstützen. Die vielfältigen elektronischen Systeme, beispielweise zur Heckflügelverstellung, aktiven Aerodynamik und Niveauregulierung, können in frühen Phasen geprüft und im Zusammenspiel optimiert werden.

Qualitätssteigerung durch Testautomatisierung

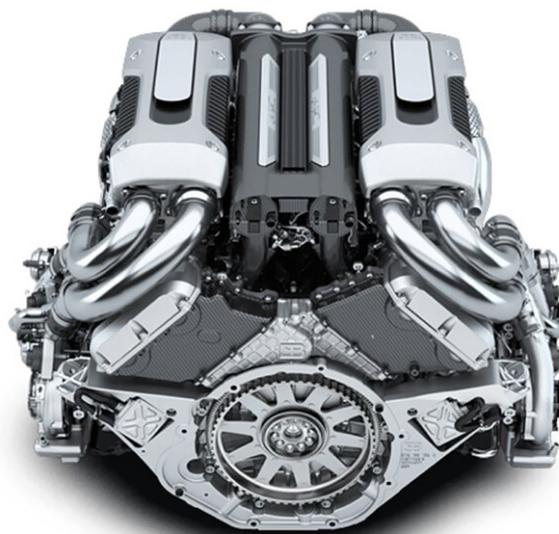
Um Tests zu jeder Zeit auszuführen, auch 24 Stunden am Tag und 7 Tage in der Woche, wird die dSPACE Test-Authoring- und Testautomatisierungs-

software AutomationDesk eingesetzt. AutomationDesk verfügt über Bibliotheken mit einer Auswahl vordefinierter Testschritte, zum Beispiel für den Zugriff auf das Simulationsmodell, auf eine FIU (Failure Insertion Unit) oder auf die Applikations- und Diagnose-Software. Dies erlaubt den Entwicklern, die Testdurchführung zu automatisieren, um damit die Testabdeckung sowie die Qualität der Steuergeräte-Software zu erhöhen, bei gleichzeitiger Einsparung von Zeit und Kosten.

Bewertung der Testlösung

Aufgrund der reproduzierbaren Simulationen konnte der dSPACE Simula-

tor wesentlich zur Vorbereitung des Geschwindigkeitsweltrekords des Bugatti Chiron Super Sport 300+ beitragen. Per Simulation ließ sich das Verhalten des Fahrzeugs im Grenzbereich detailliert untersuchen und mit den gewonnenen Erkenntnissen die Entwicklung frühzeitig gezielt steuern. Relevante Komponenten aus dem Antriebsstrang-, Chassis- und Body-Bereich werden mit den Simulationsmodellen von ASM in Echtzeit abgebildet. Dazu gehören der W-Motor mit beiden Bänken inklusive Turbolader und variabler Ventilsteuerung sowie Doppelkupplungsgetriebe (DSG), Haldex-Kupplung für den Allradantrieb bis hin zu aktiven Dämp- >>



Bildnachweis: © Bugatti

Herzstück eines Bugatti: Der legendäre W-Motor mit 16 Zylindern.

„Die wirklich gute Zusammenarbeit mit den dSPACE Kollegen hat wesentlich zum Erfolg des Projekts beigetragen. Wir schätzen das eingebrachte hohe Engagement und die Flexibilität bei der Projektarbeit.“

Dr. Alexander Riedel, Bugatti



Die Experimentiersoftware ControlDesk schickt die simulierten Fahrzeuge von Bugatti auf virtuelle Testfahrten.

fern, Differentialsperre und adaptivem Heckspoiler. Auch die Positionsverstellung von Schaltmuffen, die Drehzahl-Synchronisation zwischen allen Wellen bei der Gangschaltung, die Gang-Vorwahl sowie die Positionsregelung von Kupplungen und Kupplungsadaption können zusammen mit dem ASM-DCT-Modell getestet werden. Der Test von Diagnosefunktionen und eine umfassende Ergebnisanalyse gehören zum Testrepertoire. Darüber hinaus lässt sich der Simulator flexibel erweitern. Beispielsweise konnte eine

lonenstrommessung schnell integriert werden. Dazu trug auch der enge Kontakt zwischen den Verantwortlichen bei dSPACE und Bugatti bei.

Resümee

Bei einem Kleinserienhersteller wie Bugatti lassen sich Investitionen für Werkzeuge nicht einfach auf große Stückzahlen umlegen. Dennoch lohnt sich der Einsatz eines HIL-Systems aus zwei Gründen:

- Bugatti kann für seine Fahrzeuge auch eine entsprechende Qualität

sicherstellen. Und das insbesondere in den vielfältigen Grenzbereichen von Fahrzeugen dieser Leistungsklasse.

- Die Verlagerung von Entwicklungsaufgaben auf den HIL-Simulator ist als Ergänzung durchaus sinnvoll. Die Entwicklung lässt sich dadurch effizienter gestalten. Beispielsweise können Versuche am Fahrzeug und Prüfstand reduziert werden. ■

Dr. Alexander Riedel, Bugatti

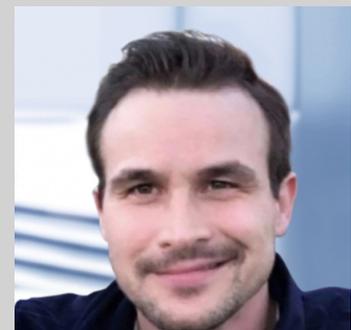
„Mit den ASM-Simulationsmodellen bilden wir alle relevanten Komponenten des Antriebsstrangs ab.“

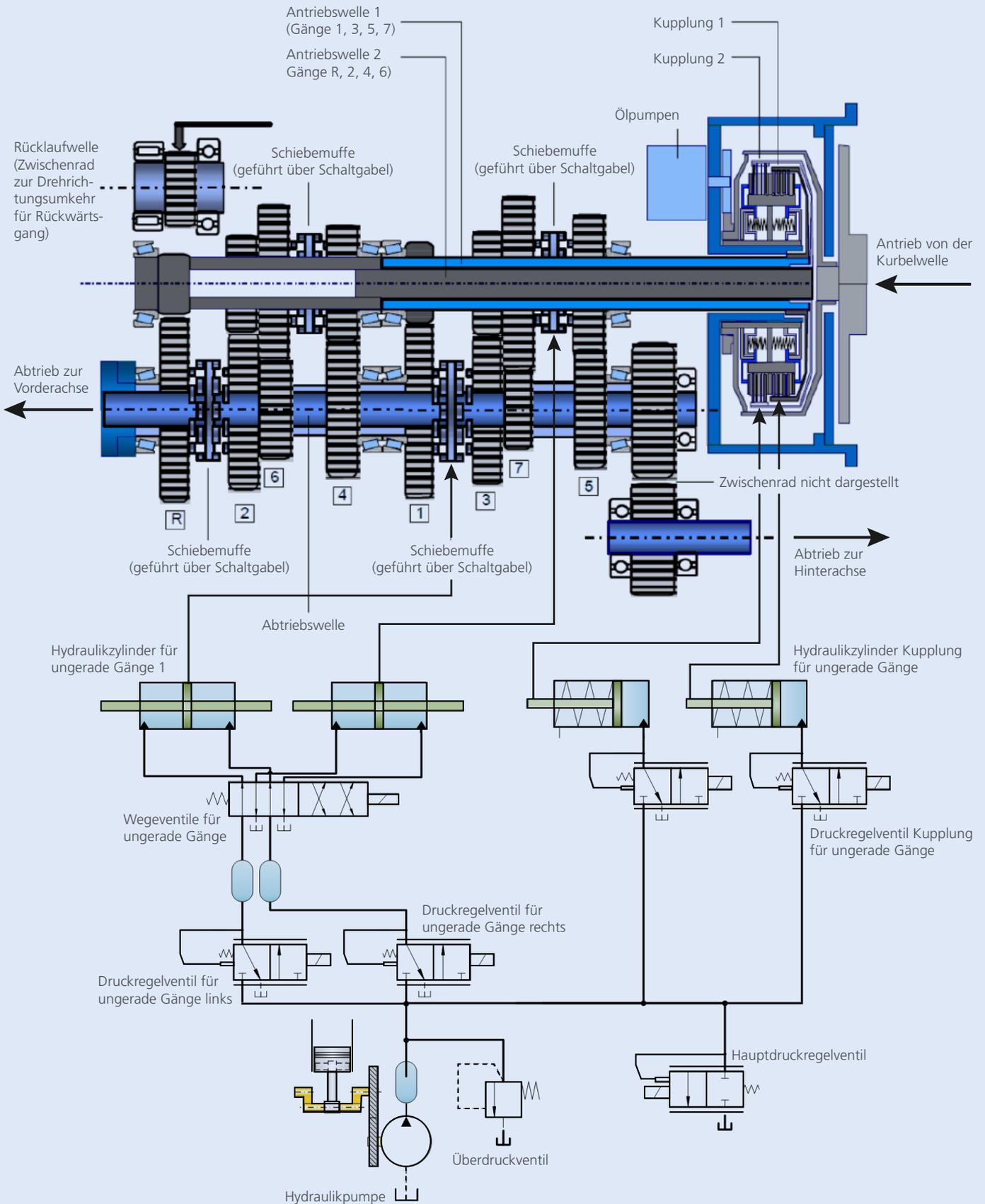
Dr. Alexander Riedel, Bugatti



Ein Bugatti-Fahrzeug auf der virtuellen Teststrecke, visualisiert mit MotionDesk, der 3D-Online-Animationssoftware von dSPACE.

Dr. Alexander Riedel
Dr. Alexander Riedel, Motorapplikation BG-EA/2, Bugatti





Auszug aus dem detailliert modellierten Doppelkupplungsgetriebe. Die hier dargestellte hydraulische Ansteuerung zeigt einen Auszug des ASM-Demomodells, das an die Hydraulik von Bugatti adaptiert wurde.

Die Virtualisierung von Steuergeräte-Verbundtests als Antwort auf die stark zunehmende Komplexität softwaredefinierter Fahrzeuge.

Gesamtverbund- test

Steigt die Komplexität eines Systems, bedarf es neuer, geeigneter Maßnahmen, um seine Funktion abzusichern. Volkswagen setzt daher intensiver als je zuvor Virtualisierung im Absicherungsprozess ein.

Bei der Markteinführung eines neuen Produkts tragen Automobilhersteller eine große Verantwortung. Deshalb gilt als Unternehmensauftrag bei Volkswagen: Das Endprodukt darf keine Mängel aufweisen. Denn zuverlässige Produkte tragen entscheidend zur Kundenzufriedenheit bei und sind ein bedeutender Faktor für das Markenimage.

Die holistische Komplexität softwaredefinierter Fahrzeuge

Neue, ausgeprägt softwaredefinierte Fahrzeuge führen zu einer neuen Art der Komplexität: der holistischen Komplexität, also einer ganzheitlichen Betrachtung der Vorgänge innerhalb des Fahrzeugs und nach außen zu seiner Umgebungsinfrastruktur sowie dem Back-end. Komplexitätstreibend wirkt die steigende Anzahl der Funktionen im Fahrzeug und die zunehmende Kommunikation zwischen den Funktionen.

Neue Herausforderung für Entwickler und Tools

Selbst bei der Entwicklung einer relativ kleinen Funktion muss immer das gesamte System für den Test betrach-

tet werden, um eine Aussage über das Verhalten und die Qualität der Funktion sowie ihrer Auswirkung auf das Gesamtsystem machen zu können. Das Feedback vom Gesamtsystem zum Verhalten einer Funktion muss so früh wie möglich verfügbar sein.

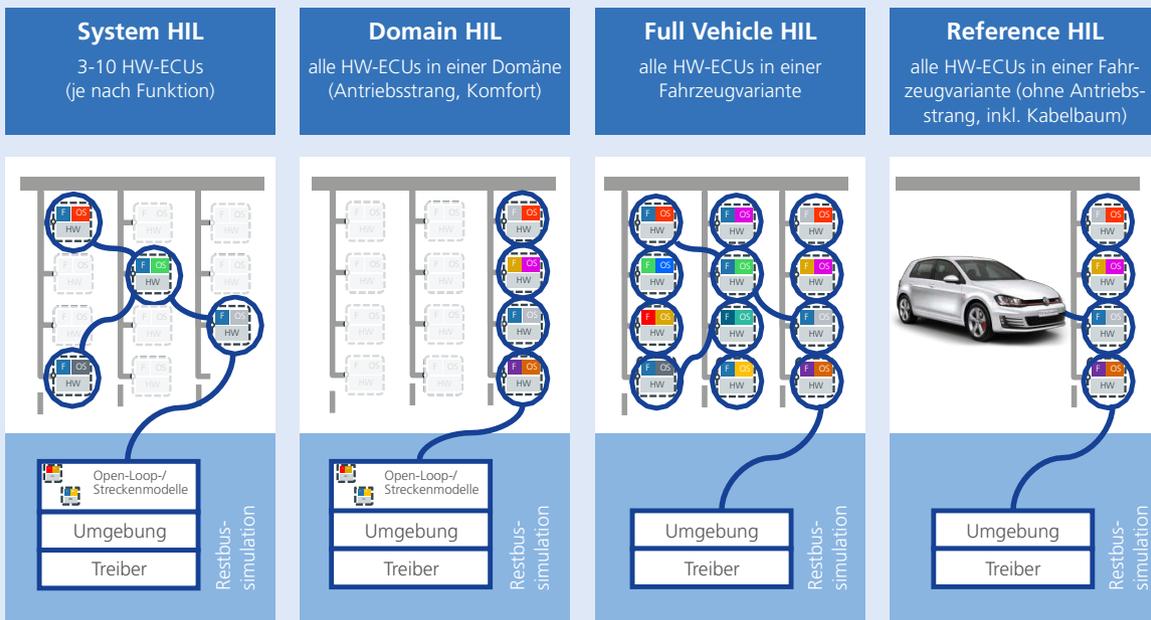
Das Dilemma der frühen Absicherung im Gesamtverbund

Doch wie lässt sich eine Funktion testen, während sich viele Systembestandteile noch in der Entwicklung befinden? Der klassische Ansatz bestand darin, zunächst Systemkomponenten zu testen, um diese dann Zug um Zug im Zusammenspiel mit anderen Komponenten in immer umfassenderen Integrationstests abzusichern.

Während dies für Funktionen herkömmlicher Komplexität noch zielführend war, ist das Vorgehen für Funktionen holistischer Komplexität nicht mehr hinreichend. Denn Fehler in den Komponenten, die sich erst im Zusammenspiel mit anderen im Gesamtsystem bemerkbar machen, sind erst in sehr später Phase in der Entwicklung sichtbar. >>



Megatrends wie Elektromobilität, Konnektivität, Autonomes Fahren und Mobility-as-a-Service führen zu neuen Anforderungen und Funktionen.



Skalierung der Absicherung beginnend mit einzelnen Komponenten bis hin zum Gesamtfahrzeug.

Ein neuer Ansatz: Virtualisierung des Gesamtverbundtests

Es bedarf eines neuen Ansatzes. Nennen wir ihn die Virtualisierung von Steuergeräte-Gesamtverbundtests. Die vollständige Virtualisierung – also der **Software-in-the-Loop (SIL)-Test** – ermöglicht es, alle Artefakte eines Systems unabhängig von ihrem Reifegrad zu integrieren. Dieser frühe SIL-Test liefert zunächst weniger reale Ergebnisse in Bezug auf die Einzelkomponenten, bietet jedoch sofort ein umfassendes Bild über das Verhalten des Gesamtsystems. So kann das Verhalten einer Funktion im Gesamtsystem frühzeitig bewertet und damit die holistische Komplexität während des gesamten Entwicklungsprozesses

stets bis zum jeweils maximal möglichen Grad berücksichtigt werden.

Von Beginn an maximale Komplexität dank Virtualisierung

Insbesondere in frühen Phasen ändern sich jedoch die Testobjekte durch Weiterentwicklung. Beim Hardware-in-the-Loop (HIL)-Test waren es die Steuergeräte. Der SIL-Integrationstest erfordert es, die Denkweise zu ändern. Natürlich benötigt man zur vollständigen Validierung die Steuergeräte-Software – hier **Virtual ECU (V-ECU)** genannt. Aber auch Vorstufen der Software sowie verbindende Elemente spielen initial eine wichtige Rolle. Dazu gehören alle entscheidenden Komponenten wie Spezifikationen,

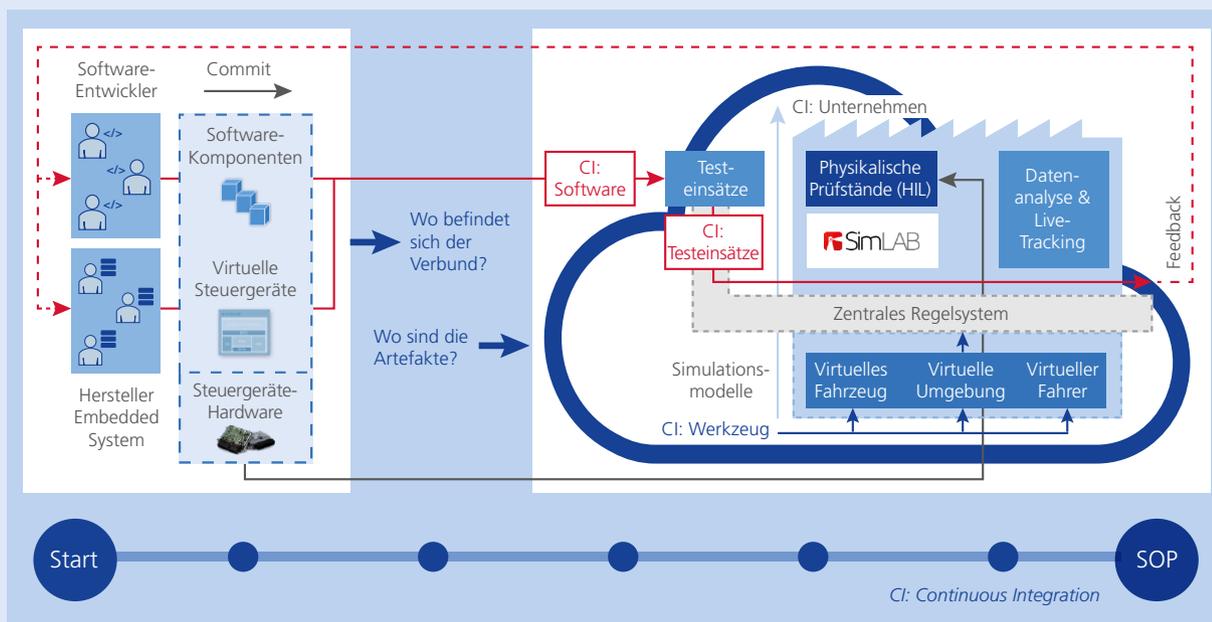
Modelle und Glue Code. Diese Vollständigkeit der Integration schafft insbesondere in frühen Phasen die notwendige Realität. Natürlich bedarf es Regeln und Standards, um Artefakte einheitlich zur Verfügung zu stellen und zu integrieren. Beispielsweise beschreibt der von dSPACE vorgeschlagene V-ECU-Ansatz, wie die Software sowie die weiteren Bestandteile als virtuelles Lieferartefakt parallel oder vorgelagert zu Bereitstellungen der ECU zu verpacken sind.

Multi-Plattform-Simulationen

Dabei ergeben sich völlig neue, spannende Simulationsmöglichkeiten: neben dem klassischen PC-basierten Vorgehen stehen auch containerba-

„Durch das agile Vorgehen entwickeln sich schnell synergetische Ziele über Abteilungen, Bereiche, ja sogar Unternehmen hinweg. Aus ehemals streng abgegrenzten Zuständigkeitsbereichen entstehen bereichsübergreifende Teams, um gemeinsam und effizient basierend auf geteilten Informationen ein übergeordnetes Ziel zu erreichen.“

Dr. Chen Ma, Volkswagen



Die Virtualisierung des ECU-Verbundtests – eine agile Reise.

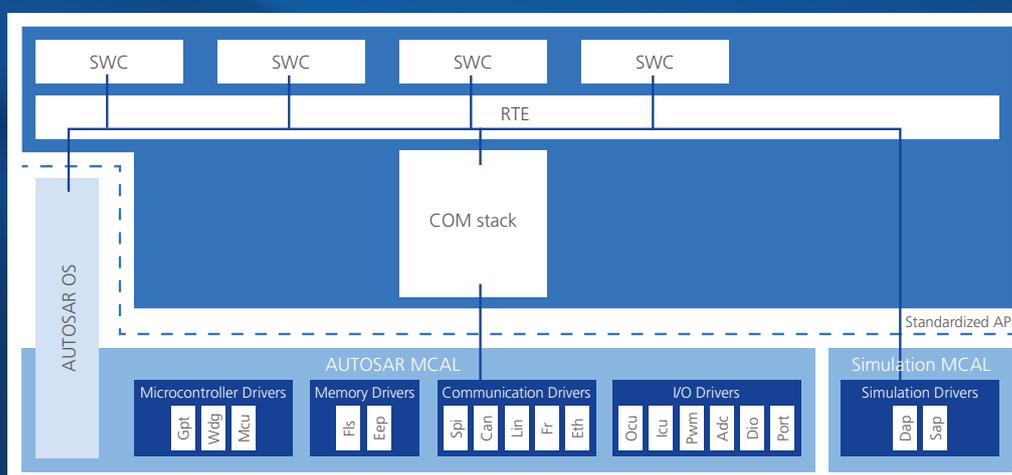
sierte Optionen zur Auswahl, zum Beispiel mit Docker zur Bildung von Multiinstanzsimulationen auf PCs bis hin zu hochgradig skalierten Simulationen in der Cloud. In diesen Fällen werden V-ECUs beispielsweise mit Software-Simulationsplattformen wie VEOS ausgeführt.

Agile Entwicklung beschleunigt den Prozess

Das agile Vorgehen fördert eine neue Art der Zusammenarbeit: Schnell entwickeln sich synergetische Ziele über Abteilungen, Bereiche, ja sogar Unternehmen hinweg. Hierbei entsteht der Bedarf, frühzeitig Infor-

mationen zu teilen. Aus ehemals streng abgegrenzten Zuständigkeitsbereichen entwickeln sich bereichsübergreifende Teams, um gemeinsam und effizient ein übergeordnetes Ziel zu erreichen.

Für dieses agile Vorgehen bedarf es neuer Rollen und Verantwortlichkeiten. >>



Industrieweite Standards sind eine wichtige Voraussetzung für die Virtualisierung von Tests. Hier sind Komponenten nach dem V-ECU-Ansatz von dSPACE definiert und werden zusammen mit Streckenmodellen auf der Simulationsplattform VEOS ausgeführt.





Die agile Entwicklung fördert eine neue Art der Zusammenarbeit und beschleunigt den Prozess.

Es gibt beispielsweise den Product Owner, er repräsentiert und analysiert die Bedürfnisse des Kunden (OEM). Er ermittelt, welche Funktionen wann benötigt werden. Sein Ziel ist es, den wirtschaftlichen Wert der Unternehmung zu maximieren. Dann gibt es den Scrum-Master. Er begleitet eine koordinierende Aufgabe und optimiert die Zusammenarbeit aller Beteiligten. Sein Ziel ist es, die Effizienz des Vorgehens zu verbessern. Die Mitglieder des Teams setzen sich aus den benötigten Kompetenzfeldern der beteiligten Unternehmen zusammen. Dazu gehören beispielsweise der OEM, Zulieferer, Werkzeughersteller und Engineering-Dienstleister.

Absicherungsprojekt neu gelebt

In einem aktuell durchgeführten Absicherungsprojekt arbeitet ein agiles Team unternehmensübergreifend mit Volkswagen an der Vision eines virtuellen Gesamtverbunds. Die Absicherung von Funktionen im Gesamtsystem mit allen beteiligten Steuergeräten in einem frühen Stadium

der Entwicklung steht dabei im Vordergrund. Umgesetzt wird dies durch einen iterativen Ansatz, bei dem ein zunächst modellbasierter Verbund Schritt für Schritt um eine virtuelle ECU ergänzt wird. Ziel des dSPACE Teams ist es dabei, das Vorhaben zu verwirklichen und Lösungen zu finden, also das Konzept umzusetzen. Das dSPACE Team stellt das DevTeam des agilen Zusammenarbeitsmodells dar. Die Mitarbeiter von dSPACE müssen ihre eigenen sowie andere Werkzeuge im Projekt auf die effizienteste Weise einsetzen. Dies führt zu Werkzeug-Updates entsprechend den Anforderungen, die im Rahmen des Projekts aufkommen.

Win-Win-Situation

Die Virtualisierung von Steuergeräte-Verbundtests sowie das kooperative Vorgehen haben Vorteile für alle Beteiligten. Werkzeughersteller und Zulieferer erhalten frühzeitig Informationen und können ihr Angebot auf die Kundenanforderungen abstimmen. Der Kunde – OEM – profitiert durch

auf ihn zugeschnittene Lösungen mit höherer Effizienz und letztendlich verbesserter Wirtschaftlichkeit seiner Unternehmungen. ■

Dr. Chen Ma, Volkswagen

Dr. Chen Ma

Dr. Chen Ma verantwortete als Product Owner die Virtualisierung Gesamtverbundtest und ist jetzt E/E-Projektmanager bei der Volkswagen AG in Wolfsburg.



Auf Synergie setzen und das Potenzial der Virtualisierung nutzen

Interview mit Dr. Chen Ma, Volkswagen

Sie haben einen sehr interessanten Lebenslauf. Wie hat er Sie auf die Herausforderungen in der Automobilindustrie vorbereitet?

Ich bin in China geboren und lebe seit über 20 Jahren in Deutschland. Ich lebe in zwei Kulturen. Und mit Kultur meine ich die Art und Weise, wie wir Dinge und Menschen wahrnehmen. Wie wir Dinge und Menschen verstehen. Wie wir Dinge und Menschen behandeln. Und in der Tat sind viele der Herausforderungen in der Automobilbranche kultureller Natur. Viele Probleme sind nicht wirklich technisch. Deshalb müssen wir die kulturellen Grenzen überwinden.

Was bedeutet das für die Absicherung softwaredefinierter Fahrzeuge?

Softwaredefinierte Fahrzeuge können bis zu einem gewissen Grad virtuell entwickelt und getestet werden. Aber wir müssen uns immer fragen, ob wir dabei die holistische Komplexität berücksichtigt haben. Wir brauchen einen ganzheitlichen Ansatz. Und „ganzheitlich“ steht der herkömmlichen scharfen Trennung von Verantwortlichkeiten, Kompetenzen, Prozessen entgegen. Hier brauchen wir zuallererst einen Kulturwandel.

Wie kommen wir dahin?

Wir müssen enger zusammenarbei-

ten und ein übergeordnetes, synergetisches Ziel im Auge behalten. In unserer Kultur gibt es zu viel Konkurrenzdenken. Die Chancen auf Gewinn für jeden Beteiligten sind im Wettbewerb zerrieben. Das ist der Grund, warum der Fortschritt so langsam ist. Zum Beispiel nutzen wir nicht das volle Potenzial der Simulation. Wir nutzen wahrscheinlich nur 10 % davon.

Was fehlt noch?

Wir konzentrieren uns bei der Absicherung in der Regel nur auf einzelne Komponenten, weil wir uns strukturell und technisch als einzelne Entwicklungsteams sehen und nicht als die Verkörperung des Gesamtsystems. In Zukunft müssen alle am Entwicklungsprozess Beteiligten, unabhängig in welcher Zeitphase und an welchen Lokalitäten (Abteilungen, Domains), ihren Anteil leisten, um einen Gesamtverbund zu bilden, in dem die Absicherung stattfinden kann.

Was hält Menschen vom synergetischen Zusammenarbeiten ab?

Neben dem Schutz des geistigen Eigentums sehe ich zwei Gründe. Einerseits wollen die meisten bei jeder Aktivität einen direkten Mehrwert für sich sehen. Und andererseits wollen alle aus dem Image-Gedanken heraus nur perfekte Endergebnisse zeigen und teilen ungern Probleme oder Zwischenergebnisse mit Kolle-



gen aus anderen Domänen. Tatsache ist jedoch, dass bei der heutigen Komplexität im Produkt und Prozess ein direkter individueller Mehrwert nur aus einem größeren Mehrwert auf einer übergeordneten Ebene abzuleiten ist, die erst hergestellt werden muss – durch Beteiligung von allen. Ein Kuchen kann erst verteilt werden, nachdem der gesamte Kuchen gebacken ist. Ein Vertrauensvorschuss muss sozusagen von allen geleistet werden. Und der Image-Gedanke hindert uns daran, das wertvolle Zeitfenster zu nutzen, wo Probleme im Keim entdeckt und beseitigt werden können und der Erfolg für alle gesichert werden kann.

Vielen Dank für das Gespräch.

Wir nutzen nur
10%
des Simulationspotenzials

```
elif _operation == "MIRROR_X":
    mirror_mod.use_x = False
    mirror_mod.use_y = True
    mirror_mod.use_z = False
elif _operation == "MIRROR_Z":
    mirror_mod.use_x = False
    mirror_mod.use_y = False
    mirror_mod.use_z = True

#selection at the end -add back the deselected mirror
mirror_ob.select= 1
modifier_ob.select=1
bpy.context.scene.objects.active = modifier_ob
print("Selected" + str(modifier_ob)) # modifier ob is the
    mirror_ob.select = 0
name = bpy.context.selected_objects[0]
name.data.duplicate_from(name, select=0)
```

SIL

Stellantis/FCA beschleunigt Software-Tests
mit agilen Prozessen und Virtualisierung

für eine frühe Validierung

Das Global Electrical Engineering and Software – Virtual Engineering Team (EE&SW VE Team) von Stellantis – vormals Fiat Chrysler Automobiles (FCA) – implementiert eine neue und verbesserte Software-Entwicklungs- und Testplattform, zusammen mit agilen Technologieverfahren und Virtualisierungsfunktionen, wodurch eine frühzeitige Validierung möglich wird.



Virtualisierung ist ein Schlüsselbegriff für Agilität.

Da die neue Testplattform in der Lage ist, sich schnell an Änderungen anzupassen, die in jeder Phase des Software-Entwicklungszyklus auftreten können, zum Beispiel neue Anforderungen, Code-Fehler oder Integrationsprobleme, ist das EE&SW-VE-Team mit der neuen Testplattform besser aufgestellt, um optimale Ergebnisse zu erzielen. „Bei FCA konzentrieren wir uns auf die besten Software-Entwicklungs- und Testpraktiken“, sagt Sangeeta Theru,

Vehicle Modeling and Integration Lead, EE&SW VE, FCA US LLC. „Virtualisierung ist ein Schlüsselbegriff für die Agilität im Steuerungs- und Software-Entwicklungsprozess.“ Virtualisierung bringt entscheidende Vorteile:

- Reduzierte Anzahl kostspieliger Iterationen durch Frontloading-Tests
- Iterative Entwicklung von komplexen neuen Funktionen in einem frühen Stadium
- Fähigkeit, Entwicklungsarbeiten

ohne den physischen Controller auf einem Laptop/Computer auszuführen

- Wiederverwenden von Streckenmodellen und Testszenarien über xIL-Testplattformen hinweg (Model-in-the-Loop (MIL), Software-in-the-Loop (SIL) und Hardware-in-the-Loop (HIL))

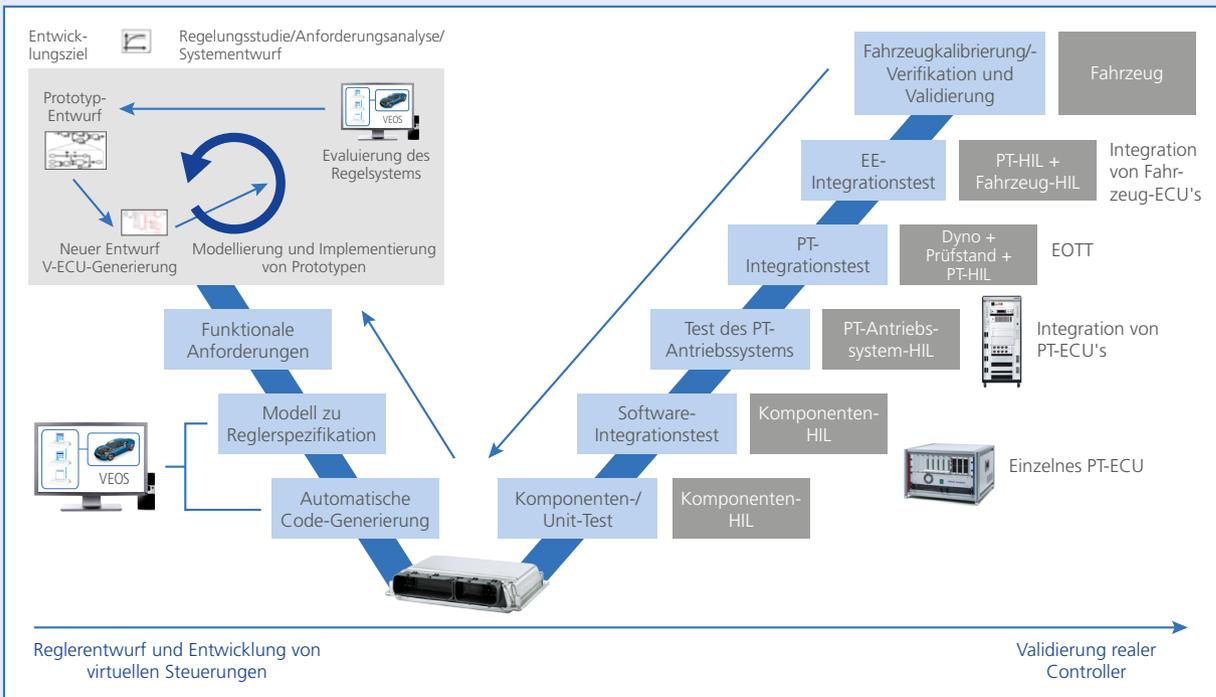
Wertvolle Zeit- und Kostenersparnis

Der Hauptvorteil der virtuellen FCA-Testplattform ist die frühe Software- >>

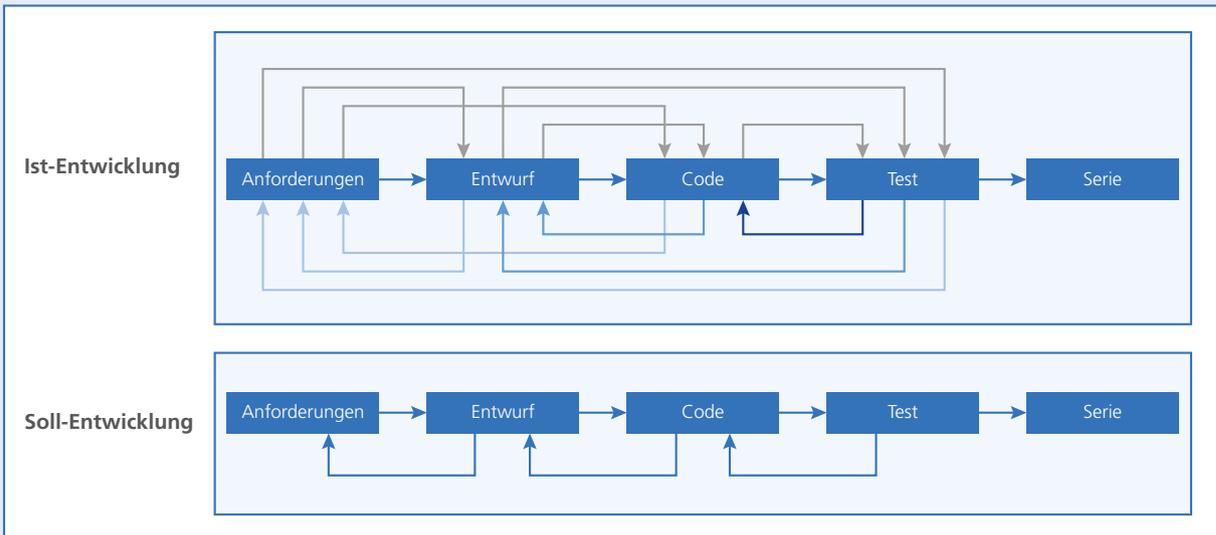


„Eine frühe Validierung auf Software-Ebene verbessert unsere Testeffizienz erheblich. Um zuverlässig arbeiten zu können, setzen wir auf die PC-basierte Simulationsplattform dSPACE VEOS, die sich gut in unsere Test-Workflows integriert.“

Sangeeta Theru,
Vehicle Modeling and Integration Lead, EE&SW VE, FCA US LLC.



Software-Validierung und -Verifizierung durch SIL-Tests im Frontloading-Verfahren.



Optimierung des Entwicklungsprozesses mit agiler Methodik.

Validierung. Möglich wird diese durch die Erstellung einer virtuellen Version des zu testenden Steuergeräts (V-ECU). Die V-ECU ist eine physikalisch äquivalente Nachbildung des realen Steuergeräts. Durch den Einsatz virtueller Steuergeräte bei Software-in-the-Loop (SIL)-Tests ist die frühe und realistische Steuergeräte-Software-Validierung

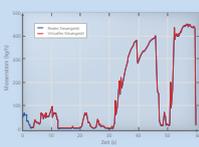
möglich – noch bevor der erste Prototyp verfügbar ist. Dieser Prozess ermöglicht es, Probleme viel früher im Entwicklungsprozess zu identifizieren und zu beheben, was wertvolle Zeit und Kosten spart. Das EE&SW-VE-Team startete die Entwicklung einer virtuellen Testplattform im Jahr 2016 und arbeitet eng mit dSPACE zusammen.

Zur Testplattform gehört dSPACE VEOS, eine PC-basierte Simulationsplattform für die virtuelle Validierung. VEOS ermöglicht die Simulation einer Vielzahl unterschiedlicher Modelle, darunter Funktionsmodelle, Functional Mock-up Units (FMUs), virtuelle Steuergeräte (V-ECUs) und Fahrzeugmodelle – unabhängig von jeglicher

Hauptmerkmale von VEOS

Realistische Simulation

- Bussimulation
- Reproduzierbar
- Benchmarks





Unterstützung aller relevanten Standards / Formate

AUTOSAR Classic & Adaptive

fmv FUNCTIONAL MOCK-UP

XCP OSI XIL

Standard-Debugging-Werkzeuge

Nahtloser Prozess von SIL bis HIL

- Modelle für alle Plattformen
- Gleiche hochentwickelte Werkzeuge

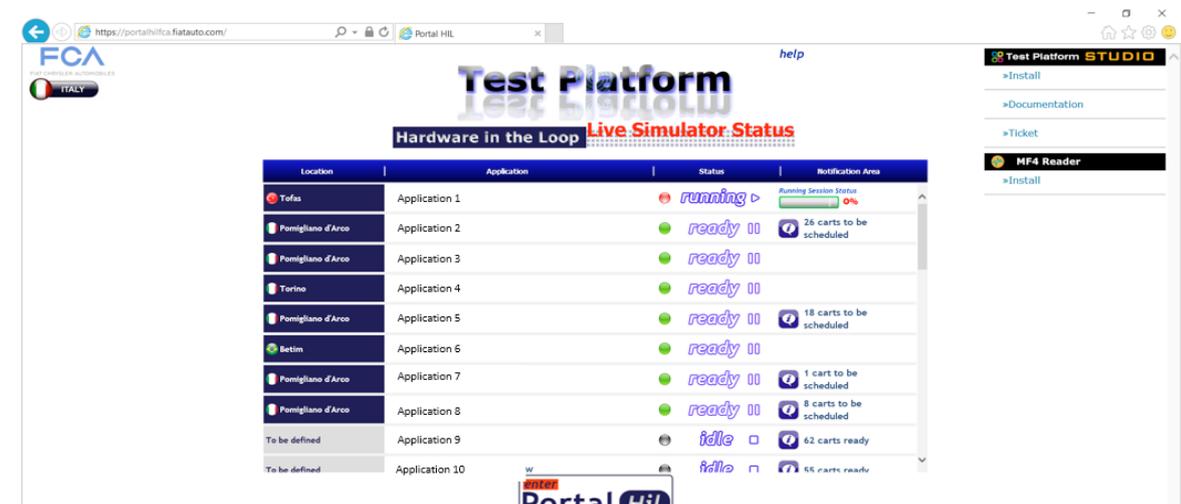


Simulation für jede Situation

- Vernetzte virtuelle Steuergeräte
- Sensorsimulation
- Virtuelle Fahrzeuge



VEOS ist eine PC-basierte Simulationsplattform für die Absicherung der Software elektronischer Steuergeräte in frühen Entwicklungsphasen.



Location	Application	Status	Notification Area
Tofas	Application 1	running	Running Session Status 0%
Pomigliano d'Arco	Application 2	ready	26 carts to be scheduled
Pomigliano d'Arco	Application 3	ready	
Torino	Application 4	ready	
Pomigliano d'Arco	Application 5	ready	18 carts to be scheduled
Betim	Application 6	ready	
Pomigliano d'Arco	Application 7	ready	1 cart to be scheduled
Pomigliano d'Arco	Application 8	ready	8 carts to be scheduled
To be defined	Application 9	idle	62 carts ready
To be defined	Application 10	idle	65 parts ready

Screenshot der virtuellen Testplattform von FCA, der den Status von vier virtuellen Tests zeigt.

Simulationshardware in frühen Phasen der Entwicklung. Die neueste Version von VEOS unterstützt die AUTOSAR Adaptive Plattform für anspruchsvolle Rechenanforderungen, darunter Anwendungen für autonomes Fahren. „Eine frühe Validierung reduziert kostspielige Iterationen aufgrund von Problemen oder Fehlern, die erst sehr spät

in der Entwicklung des Fahrzeugprogramms erkannt werden“, erklärt Giancarlo Di Mare, Leiter des Virtual Engineering, FCA Italy S.p.A. VEOS und die Technologie der virtuellen Testplattform lassen sich gut in den gesamten modellbasierten Entwicklungs- und Steuergeräte-Testprozess integrieren, ergänzt Di Mare. Der inte-

grierte Prozess besteht aus Datenbank- und Workflow-Management und ermöglicht die Zusammenarbeit verschiedener Teams über verschiedene Testphasen und xIL-Umgebungen (MIL, SIL, HIL) hinweg. FCA verwendet derzeit ein internes, schlüsselwortbasiertes Tool (VST) für die Testautomatisierung und die Rückverfolgbarkeit zu

>>



„Eine frühe Validierung reduziert kostspielige Iterationen aufgrund von Problemen oder Fehlern, die erst sehr spät in der Entwicklung des Fahrzeugprogramms erkannt werden. Die Simulations- und Validierungslösung von dSPACE beschleunigt deren Identifizierung effizient.“

Giancarlo Di Mare, Head of Virtual Engineering, FCA Italy S.p.A.

Anforderungen und Testfällen im IBM Rational Quality Manager (RQM), der globale Tests in allen FCA-Testeinrichtungen ermöglicht. Zusätzlich setzt FCA das dSPACE Test Solution Package (TSP) ein. TSP ist eine Bundle-Lösung für effiziente und automatisierte Steuergeräte-Tests. Dazu gehören dSPACE SYNECT (Datenmanagement- und Kollaborationssoftware), dSPACE AutomationDesk (Test-Authoring- und Automatisierungswerkzeug) und das dSPACE Test Authoring Framework (TAF). „Mit TSP sind wir in der Lage, die Rückverfolgbarkeit mit IBM RQM zu erreichen, Varianten von Systemtests und Parametern zu handhaben und eine optimierte Testerstellung und Synchronisation von Testschritten in den RTC/RQM-Prozess durchzuführen“, fasst Sisay Molla, Vehicle Modeling and Integration, FCA US LLC, zusammen.

Verbesserte Testeffizienz

Mit der Technologie der virtuellen Testplattform hat das EE&SW VE Team drei wesentliche Ziele im Fokus: 1) die Reduzierung von HIL-Tests, 2) Frontlo-

ding-Tests von Software-in-the-Loop (SIL) und 3) die Synchronisation und Verwaltung von Anforderungen in den verschiedenen Entwicklungsphasen und zwischen verschiedenen Teams und Lieferanten. Bis heute hat das EE&SW VE Team diese Technologie erfolgreich zur Virtualisierung und Implementierung eines hybriden Steuerprozessors (HCP) auf einer virtuellen Closed-Loop-Testplattform und zur Virtualisierung und Implementierung einer Motorsteuerung auf einer virtuellen Closed-Loop-Testplattform eingesetzt – basierend auf AUTOSAR-Software-Architektur mit Serien-Basissoftware. Das Team arbeitet auch an der Integration einer virtuellen Getriebesteuerung sowie an der Virtualisierung von Legacy-Code.

Globale Teamarbeit

Das Projektteam von FCA und dSPACE hat bei der Entwicklung und Implementierung der virtuellen Testplattform intensiv zusammengearbeitet. Die Gruppe besteht aus Mitgliedern des EE&SW VE Teams, die für die virtuelle Steuergeräte-Generierung und die

Integration in die Streckenmodelle zur Generierung der virtuellen Testplattform im Closed-Loop-Modus verantwortlich sind. Zur Anwendergruppe gehören Mitglieder aus den FCA Controls Team Centers of Excellences (COEs) und Software-Teams. Diese interdisziplinäre Gruppe war mit FCA-Mitarbeitern aus Nordamerika, Italien, Brasilien, Indien usw. sowie mit dSPACE Teammitgliedern aus den USA und Deutschland international aufgestellt. Gemeinsam nahmen die Teams von FCA und dSPACE viele Herausforderungen an, darunter die Integration von AUTOSAR-Basissoftware von Drittanbietern, die Entwicklung eines neuen Steuergeräts mit eigener Software-Architektur und die Virtualisierung komplexer Gerätetreiber. Nach Angaben von FCA wird die virtuelle Testplattform derzeit für die Entwicklung von Steuerungen und Software-Tests eingesetzt und hat großes Potenzial für die frühe Validierung. ■

Mit freundlicher Genehmigung von FCA US LLC

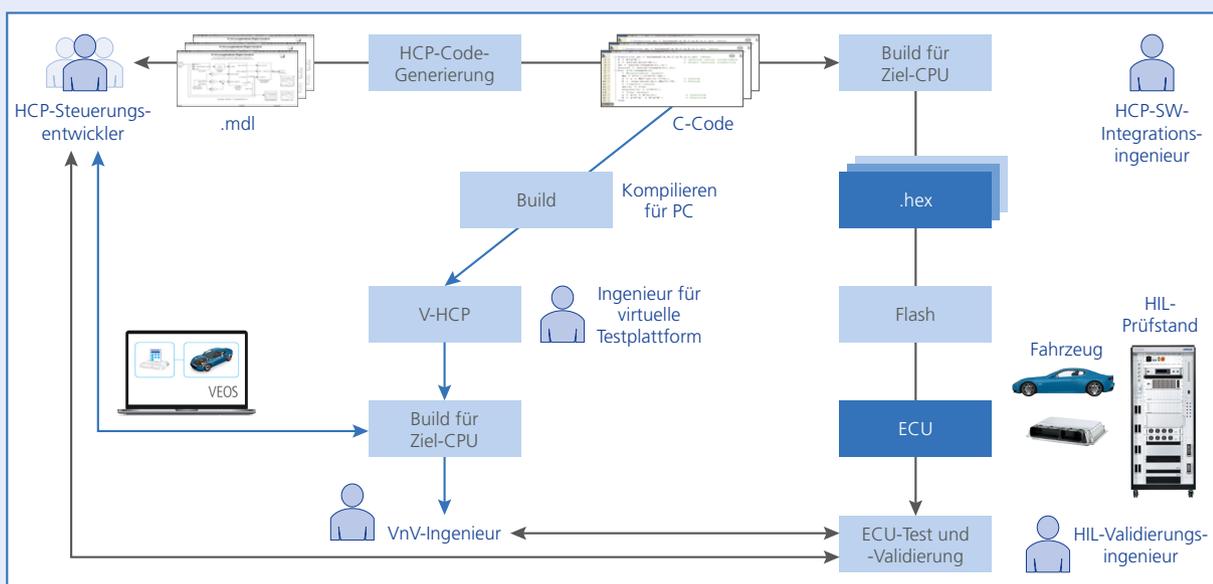


„Das dSPACE Test Solution Package hilft uns bei der Optimierung von Tests und Testprozessen.“

Sisay Molla, Vehicle Modeling and Integration, FCA US LLC.



SIL ebnet den Weg zu Effizienz.



Beispiel eines anspruchsvollen Prozesses in der Entwicklung von Hybridsteuerungen. Durch den Einsatz virtueller Steuergeräte und der HCP Virtual Test Platform profitiert das Entwicklungsteam von einem effizienteren Build-Prozess und zeitlichem Ablauf und kann Tests früher durchführen.



Visualisierungspower und physikalische
Berechnung von Sensordaten für virtuelle
Testfahrten – mit der neuen dSPACE Lösung
für sensorrealistische Simulation

Digitaler Zwilling

Mit einem wirklichkeitsgetreuen Abbild der Realität innerhalb einer Simulation, dem digitalen Zwilling, lassen sich hochgenaue virtuelle Testfahrten durchführen. Anders als bei Spieleanwendungen, in denen das menschliche Auge ausgetrickst werden kann, bedarf es in der Fahrzeugentwicklung stets physikalisch korrekter Berechnungen. Die neue dSPACE Lösung für sensorrealistische Simulation bietet hierfür Visualisierung und Sensorrealismus (Kamera, Radar, Lidar) auf höchstem Niveau und ermöglicht den Test und die Validierung von Fahrfunktionen in Echtzeit oder sogar schneller.



Ein Must-Have für die präzise Generierung von synthetischen Sensordaten bei virtuellen Testfahrten von SIL bis HIL.

So realistisch wie möglich: Mit einer komplett neuen Lösung von dSPACE können Anwender ab Sommer 2021 höchste Visualisierungsqualität und hochgradigen Sensorrealismus performant in der Entwicklung und Absicherung ihrer Fahrfunktionen einsetzen. Dies gilt für nahezu jeden erdenklichen Anwendungsfall. Die dSPACE Lösung für sensorrealistische Simulation kann entwicklungsbegleitend über verschiedene Phasen hinweg verwendet werden, zum Beispiel beim Hardware-in-the-Loop (HIL)-Test, beim Software-in-the-Loop (SIL)-Test und auch für die parallele Validierung in der Cloud. Insbesondere eignet sich die Lösung auch für die Entwicklungen von auf künstlicher Intelligenz basierenden Funktionalitäten und Trainingsdaten, darunter das Trainieren und Testen neuronaler Netze. Die Simulationsdaten für die sensorrealistische Simulation können dabei sowohl auf sta-

>>

Rechts: Die neue Lösung ermöglicht realistische Simulationen für verschiedene Regionen, hier eine Fahrscene in Japan.

Profil: dSPACE Lösung für sensorrealistische Simulation

- Hochauflösende Visualisierung, inklusive realistischer Licht- und Wettereffekte
- Hochqualitative von dSPACE entwickelte 3D-Assets wie Fahrzeuge, E-Scooter und Fußgänger
- Realistische Kamera-, Lidar- und Radarmodelle
- Linux- und Docker-Unterstützung
- Schnittstellen zur Einbindung von Drittanbieter-Sensormodellen





Kamera-Sensormodell

mit High-Fidelity-Grafik und Lichteffekten, konfigurierbaren realistischen Linsenprofilen, Optionen zur Bildmodifikation und konfigurierbaren Farbfilttern für Sensorrohdaten.



Radar-Sensormodell

mit polarimetrischer Berechnung des Radarkanals, Berücksichtigung spiegelnder Reflexionen und diffuser Streuung, Mehrwegeausbreitung sowie adaptivem Ray Launching zur Interaktion mit jedem Objekt innerhalb des Erfassungsbereichs des Sensors. Die parametrierbaren Modelle für Radarrohdatengenerierung, Target-Listen und Objektlisten bilden den realen Sensor exakt nach.



Lidar-Sensormodell

mit Ausgabe einer Punktwolke oder von Rohdaten, der Unterstützung von Scanning- und Flash-basierten Sensoren sowie Ego-Motion-Effekt für rotierende Sensor-Devices.



Caius Seiger, operativer Produktmanager Sensor Simulation bei dSPACE, erläutert die Hintergründe der neuen Lösung für sensorrealistische Simulation.

und Sensor Simulation erfolgreich waren, so gibt es doch Limitierungen, und ohne sehr großen Aufwand wäre die bisherige Technologie nicht für realistische, hochauflösende Grafik verwendbar.

Wodurch macht sich die Leistungsfähigkeit der neuen Lösung für sensorrealistische Simulation für den Anwender besonders bemerkbar?

Die Basis der neuen unterliegenden Technologie ist speziell ausgelegt auf Performance und hochauflösende Grafik. Damit ermöglichen wir sensorrealistische Simulation in Echtzeit. Sicherlich profitieren wir hierbei auch von der Videospieleindustrie. Während im Entertainment-Bereich jedoch auch Tricks angewendet werden, um bestimmte visuelle Effekte für das menschliche Auge zu erzielen, ist für die Steuergeräte unserer Kunden physikalische Korrektheit

notwendig. Unser Ziel ist es, die notwendigen Anpassungen und Erweiterungen so performant zu berechnen, dass wir diese immer in Echtzeit bereitstellen können.

Wie stellen Sie sicher, dass die berechneten Sensordaten korrekte Ergebnisse liefern?

Durch einen iterativen Prozess verifizieren wir stetig unsere Modelle. Zu den Methoden zählen Vergleiche mit Werten aus der Literatur und auch Vergleiche mit echten aufgenommenen Sensordaten. In diesem Bereich zeigen sich die Stärken unserer Partnerschaften, wie mit den Unternehmen Hella und Velodyne, bei denen Experimente gemeinsam konzipiert, durchgeführt und ausgewertet werden. Ergebnisse fließen durch einen agilen Entwicklungsprozess in das Produkt, so dass unsere Kunden zeitnah davon profitieren.

Interview:
Blick hinter die Kulissen

Herr Seiger, bei der neuen Lösung für sensorrealistische Simulation handelt es sich um eine komplette Neuentwicklung. Wie kam es dazu?

Die Anforderungen unserer Kunden für den Bereich Sensorsimulation sind erheblich gestiegen. In der Vergangenheit wurden gerade im ADAS/AD-Kontext Tests und Absicherungen von Sensoren meist auf Basis von Objektlisten durchgeführt, doch dies reicht heute nicht mehr aus. Auch wenn etwa kamerabasierte Tests mit MotionDesk

tionären Rechnern als auch in der Cloud berechnet werden. Unterstützt werden Windows® und Linux, letzteres auch in „Docker“-Containern.

Leistungsstarkes Innenleben

Die verwendete 3D-Rendering-Engine, die hochpräzisen dSPACE Simulationsmodelle und die realistischen 3D-Assets ermöglichen die genaue Simulation von Sensoren (Kamera, Radar, Lidar), Umgebungen, Wetterbedingungen, Helligkeitsverhältnissen (Tag, Nacht) und Materialien. Die neue Lösung stellt eine erhebliche Weiterentwicklung dar

und wird zukünftig die bisherige Software MotionDesk und Sensor Simulation mehr als nur ersetzen. Sie fasst zahlreiche Funktionalitäten in einem einzigen Produkt zusammen.

Hochgenaue Sensormodelle

Die präzise Erfassung der komplexen Fahrzeugumgebung wird zum Zweck der Absicherung mit Hilfe von Modellen unterschiedlicher Sensoren simuliert, wobei alle Sensoren in Echtzeit berechnet werden. Es besteht zudem die Möglichkeit, Drittanbieter-Sensormodelle zu integrieren.

Leichte Integration in die Tool-Umgebung

Die neue dSPACE Lösung ist optimal mit vielen anderen dSPACE Werkzeugen integriert, wie den ASM-Simulationsmodellen, ModelDesk zur Parametrierung, der Simulationsplattform VEOS, der Entwicklungsumgebung für Perzeptionsalgorithmen RTMaps, der Lösung zur Szenariengenerierung und der Environment Sensor Interface (ESI) Unit. Auch die zukünftige neue Simulationsplattform SIMPHERA wird mit der Lösung für sensorrealistische Simulation kompatibel sein. ■

Die neue dSPACE Lösung bringt die Entwicklung und den Test autonomer Fahrzeuge bei unseren Kunden entscheidend voran.



Elektromobilität
inklusive der
verschiedenen
Ladestandards
zuverlässig im
Labor simulieren

Konfigurierbarer Ladeemulator

Ein wichtiger Erfolgsfaktor der elektrischen Mobilität ist das schnelle und sichere Laden der Batterie. Das Lösungsangebot von dSPACE hilft, Fahrzeuge und Ladesäulen dafür optimal auszulegen.

Die Erwartungen an ein Elektroauto des 21. Jahrhunderts sind groß – soll es doch die gleichen Annehmlichkeiten bieten wie ein Verbrenner, oder diese nach Möglichkeit sogar übertreffen. Dabei ist für den Fahrer eines E-Autos neben dem Fahrerlebnis das komfortable Laden der Hochvoltbatterie von entscheidender Bedeutung. Die Bereitstellung der dafür erforderlichen Energie ist allerdings vielerorts aufgrund fehlender Ladeinfrastrukturen noch limitiert.

Laden vs. Tanken – ein sportlicher Wettbewerb

Vergleicht man das Tanken mit Benzin und das elektrische Laden eines Pkw miteinander, lohnt es sich, den Energiefluss genauer zu betrachten: An einer typischen Pkw-Zapfsäule ist mit einer Fördermenge von 35 l/min zu rechnen. Das entspricht aufgrund der hohen Energiedichte von Benzin einer Anschlussleistung von ca. 20 MW. Selbst bei einem relativ schlechten Wirkungsgrad eines Benzinmotors, der in der Regel unter 30 % liegt, ergibt sich immer noch eine vergleichbare Ladeleistung von 6.000 kW. Somit darf es nicht verwundern, dass das Laden eines E-Fahrzeuges selbst mittels Schnellladesäule (Ladeleistung z. B. 150 kW) gut 40-mal länger dauert. Konkret: Kommt man bei Benzin auf Werte um die 13 Sekunden pro 100 km, so sind es bei besagter 150 kW Ladesäule bereits ca. 8 Minuten.

Wechselstrom und Gleichstrom im Angebot

Da ein Zugriff auf das Wechselstrom (AC)-Netz sowohl im privaten als auch im öffentlichen Bereich einfach möglich ist, sind Elektrofahrzeuge standardmäßig immer mit einem AC-Ladeanschluss ausgestattet. Fahrzeugbatterien benötigen allerdings eine auf den Ladezustand abgestimmte Gleichspannung (DC), weshalb es eines entsprechenden Um-

richters bedarf. Um sicherzustellen, dass der Umrichter optimal auf die Batterie im Fahrzeug ausgelegt ist, werden diese Umrichter direkt in das Fahrzeug eingebaut. Daraus leitet sich der Name „Onboard Charger“ (OBC) ab. In Deutschland sind Haussteckdosen in der Regel mit 16 A abgesichert. Durch die Netzspannung von 230 V ergibt sich eine maximale Dauerleistung von weniger als 4 kW. Einige Haushalte verfügen über sogenannte Drehstromsteckdosen, die aber meist auch nur mit 16 A abgesichert werden. Hier beträgt die Dauerleistung dann 11 kW. Auf diesen Wert werden die meisten OBCs heute begrenzt, da größere OBCs ohnehin zu viel Bauraum im Fahrzeug in Anspruch nehmen, mehr Abwärme erzeugen und das Fahrzeuggewicht unnötig erhöhen würden. Die meisten Wallboxen für den privaten Haushalt sind deshalb auf diese 11 kW ausgelegt. Spezielle Ladesäulen, wie sie beispielsweise in Ladeparks an Autobahnen zu finden sind, arbeiten direkt mit Gleichspannung. Da die Umrichtung von AC auf DC hier außerhalb des Fahrzeugs erfolgt, können sie deutlich höhere Ladeleistungen von bis zu 350 kW zur Verfügung stellen.

Die Spannung steigt

Aus der Physik wissen wir: Die elektrische Leistung ist das Produkt von Spannung und Strom ($P = U \cdot I$). Spannungsseitig liegen die meisten E-Fahrzeuge zurzeit im Bereich von 400 V. Der klassische CCS (Combined Charging Standard)-Stecker ist für einen Maximalstrom von 200 A ausgelegt, womit sich eine maximale Leistung von 80 kW ergibt. Für eine Leistung von 150 kW werden bereits wassergekühlte Kabel und Stecker benötigt, da sich diese durch die hohen Ströme zu stark erhitzen würden. Verdoppelt man die Spannung auf **800 V**, steht die hohe Leistung auch mit Standard-Steckern und -Kabeln zur Verfügung. Um mit der Ladeleistung >>

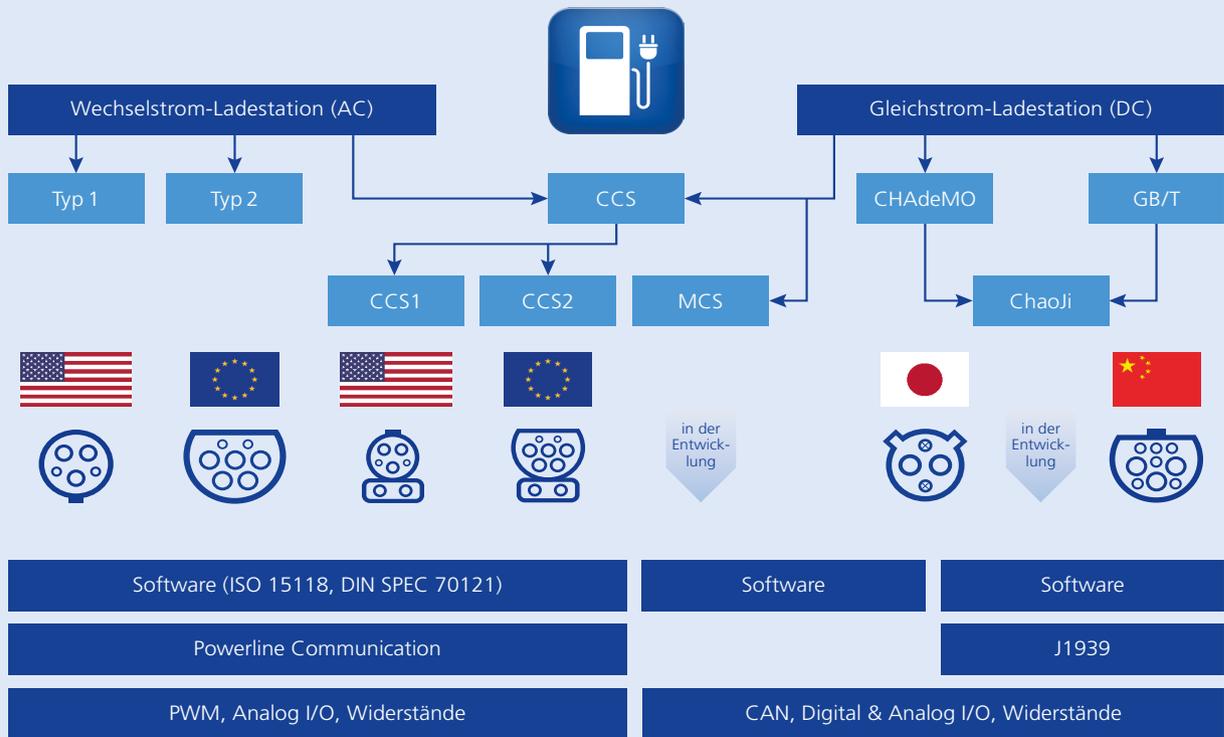
800 V

Tanken:

ca. 13 Sekunden
pro 100 km

Laden:

ca. 8 Minuten
pro 100 km



Die Kommunikationsstandards (CHAdeMO, GB/T, CCS) verfügen über ganz unterschiedliche Stecksysteme und Übertragungsverfahren und -protokolle.

fossiler Energieträger gleichzuziehen, ist der Eintritt in den Megawatt-Bereich erforderlich. Geeignete Stecker-systeme werden bereits erprobt. Voraussichtlich wird dieser Leistungs-bereich zunächst dem Transportsektor zur Verfügung stehen.

Kommunikation gewährleistet Sicherheit

An der Ladesäule kommen die Hochleistungskomponenten aus Fahrzeug und Ladeinfrastruktur miteinander in Kontakt. Dies muss unter optimal abgestimmten Konditionen erfolgen, um einen sicheren Ladevorgang zu gewährleisten. Aufgrund unterschiedlicher internationaler Standards und anbieterspezifischer Systeme müssen

Fahrzeug und Ladesäule die optimalen Konditionen selbst aushandeln und überwachen. Dazu ist eine bidirektionale Kommunikation erforderlich, die über spezielle Leitungen und Steckverbindungen im Ladestecker läuft. Diese ist für das DC-Laden zwingend erforderlich und wird auch für das AC-Laden immer wichtiger. Mit Blick auf das AC-Laden gilt dies insbesondere bei der Anbindung an Smart-Home-Systeme und bei der Versorgung potenzieller Verbraucher innerhalb eines Haushalts. Zusätzlich wird bei weiterer Zunahme des Anteils an Elektrofahrzeugen ein Austausch mit dem Netzanbieter notwendig sein, damit ein stabiles Stromnetz sichergestellt wird.

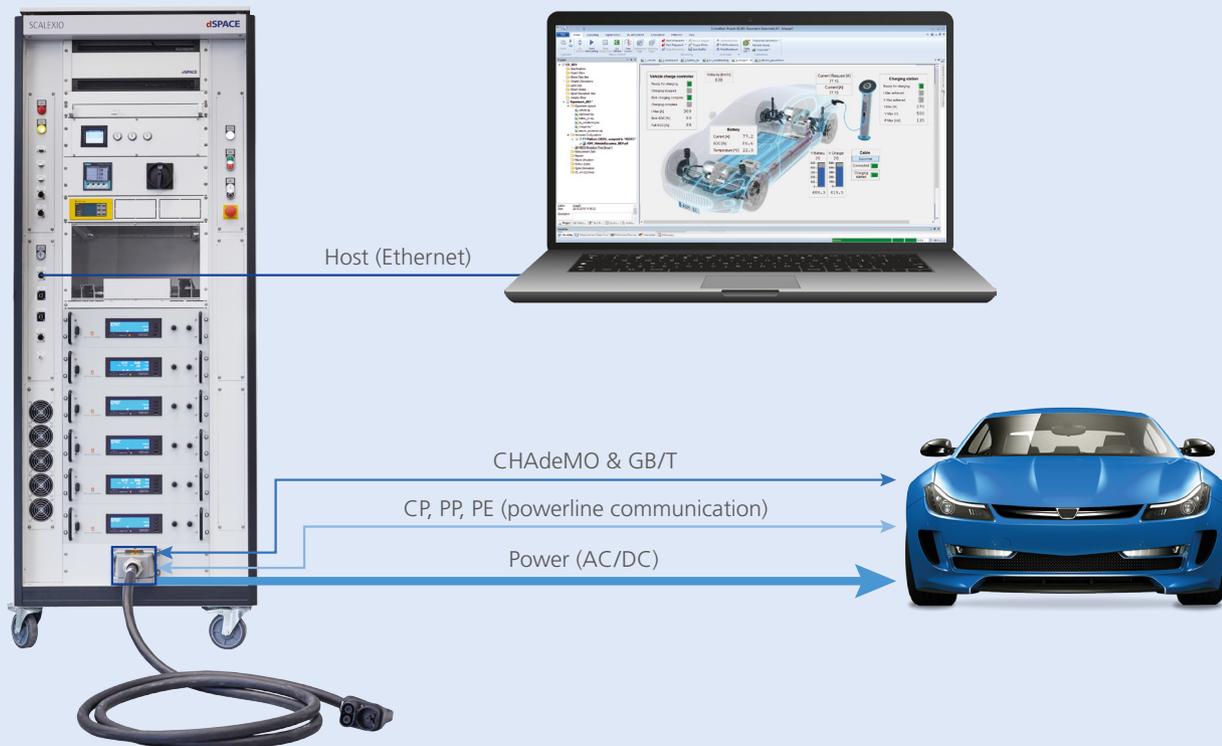
Internationale Ladestandards

Weltweit existieren derzeit drei unterschiedliche Kommunikationsstandards (CHAdeMO, GB/T, CCS), die sich in verschiedenen Regionen entwickelt haben: einer für die USA und Europa und jeweils einer für China und Japan. Wird für die jeweiligen Märkte entwickelt, müssen Fahrzeughersteller die jeweiligen Standards berücksichtigen und testen.

Kommunikationsverfahren

Im asiatischen Raum hat man auf ein bekanntes und im automotiven Umfeld sehr gut erprobtes Medium gesetzt: die CAN-Kommunikation. Der CAN-Bus ist im Fahrzeug seit Jahrzehnten etabliert. In China wird zusätzlich das





Der Smart Charging Station Emulator bildet eine frei konfigurierbare Ladesäule vollständig ab und unterstützt Ladevorgänge bis zu 1000 Volt.

im Nutzfahrzeugbereich bekannte Protokoll SAE J1939 eingesetzt, womit sich auch größere Datenpakete über CAN übertragen lassen. Die USA und Europa treiben den Combined Charging Standard (CCS) voran und haben dafür eine zweischichtige Kommunikationsform gewählt:

- Basiskommunikation per Pulsweitenmodulation (PWM) basierend auf dem Tastverhältnis und dem Spannungslevel mit einer Frequenz von 1 kHz
- High-Level-Kommunikation in Form einer auf das PWM-Signal aufmodulierten Powerline Communication (PLC) basierend auf der Spezifikation HomePlug Green PHY (Physical Layer), entstanden aus einer Allianz der

Versorgungsindustrie und den Automobilherstellern. Dadurch kann über einen Data-Link zwischen Fahrzeug und Ladesäule eine TCP/IP-Kommunikation stattfinden.

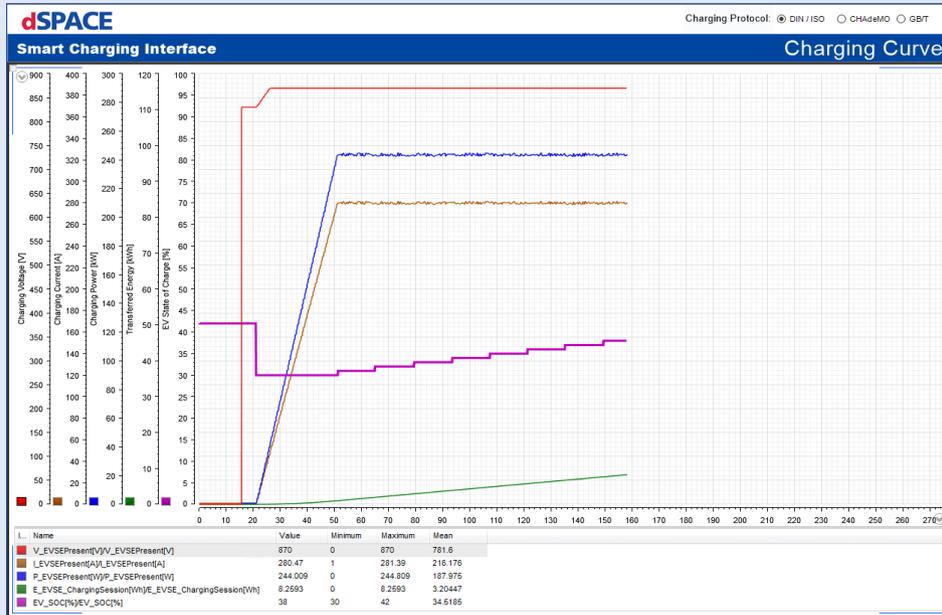
Herausforderungen beim CCS-Laden

Da die Kommunikationsleitungen im gleichen Kabel wie die Leistungsverorgung untergebracht sind und Gleichspannung nicht immer völlig gleichförmig ist, spielt die Störfestigkeit der Kommunikation eine entscheidende Rolle. Daher werden hohe Anforderungen an die Signalgüte der PLC gestellt. Gerade diese PLC bedeutet sowohl für Fahrzeughersteller als auch für Ladesäulenentwickler neue

Herausforderungen an Hardware und Software. Dabei gibt es natürlich Standards, die recht klar vorgeben, welche Eckwerte einzuhalten sind – die Möglichkeiten, die Implementierung auf Fahrzeug- und Ladesäulenseite inkompatibel zu gestalten, sind aber leider groß. Diese lassen sich in elektrische und protokollbezogene Fehler unterteilen und umfassen die folgenden relevanten Aspekte:

- Elektrisch: Spannungslevel, Frequenzen, Anstiegsgeschwindigkeiten, Dämpfungen, Abschlusswiderstände und die elektromagnetische Verträglichkeit
- Protokoll: Reaktionsgeschwindigkeit auf Botschaften, Codierung der Daten im Botschaftstelegramm, >>





Der Ladefortschritt inklusive Spannung, Strom und Ladezustand lässt sich mit der Smart Charging Solution genau verfolgen.

Die Smart Charging Solution lässt sich einfach in bestehende Testumgebungen integrieren.

Parametrierung, Verwendung optionaler Parameter, Protokollversionen usw.

Laden nur bei Kompatibilität

Da beim Laden von E-Fahrzeugen eine Abstimmung zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug stattfindet, die die Randbedingungen auf beiden Seiten berücksichtigt, spricht man hier vom Smart Charging. Die Folge von Inkompatibilität ist in der Regel, dass das Fahrzeug nicht geladen werden kann. Das ist natürlich sehr frustrierend für den Fahrer des Elektrofahrzeugs und sollte auf jeden Fall vermieden werden.

Smart Charging – Das Lösungsangebot von dSPACE

Für die Entwicklung und den Test von Regelungsanwendungen werden weltweit sowohl bei Zulieferern als auch bei Fahrzeugherstellern bereits dSPACE Systeme eingesetzt. Diese dienen häufig schon als Basis für Entwicklungs- und Testaufgaben im Bereich der Elektromobilität. Mit der Erweiterung um die Smart Charging Solution lassen sich die wesentlichen Aspekte des Ladevorgangs vollständig darstellen. Die Lösung zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Einfache Integrierbarkeit in

bestehende Testumgebungen

- Vollumfängliche Testmöglichkeiten aller relevanten Standards auf Kommunikations- und Leistungsebene
- Einfache Automatisierbarkeit und Parametrierung des Systems
- Hohe Transparenz der Abläufe und Testbibliotheksangebote (White-Box Testing)

Smart Charging Solution

Dank ihrer hohen Flexibilität bietet die Smart Charging Solution vielseitige Anwendungsmöglichkeiten, die sowohl die Simulation von Ladestationen als auch die Simulation, den Test und



Sie suchen eine frei konfigurierbare Ladesäule für das Labor? Die Lösung: Der Smart Charging Station Emulator von dSPACE.

die Entwicklung von Onboard-Ladegeräten umfassen. Damit unterstützt sie sowohl Hersteller von Elektrofahrzeugen als auch Hersteller von Ladestationen bei der Entwicklung und Erprobung intelligenter Ladetechnologien. Sie bietet die vollständige Manipulierbarkeit aller Timings, Nachrichteninhalte und Dämpfungseigenschaften der Übertragung. Werden die Kommunikationstests um den Energiefluss erweitert, kommt die Manipulation von Spannung und Strom hinzu.

Smart Charging Station Emulator

Eine besondere Ausbaustufe des Lösungsangebots ist ein System, das das elektrische und kommunikative Verhalten einer Ladesäule emuliert. Damit lässt sich im Labor eine frei konfigurierbare Ladesäule darstellen. Sie beherrscht alle internationalen Standards und kann flexibel für Spannungen von bis zu **1000 V** ausgelegt werden. Dazu kann der Smart Charging Station Emulator je nach Anforderung mit mehreren DC-Netzteilen ausgestattet werden und so eine Ladeleistung von 85 kW sowohl auf 400-V- als auch auf 800-V-Level ermöglichen. In Kundenprojekten lässt sich der Aufbau beliebig um weitere Netzteile erweitern, um noch höhere Leistungen zu erzielen. Für das Testen des AC-Ladevorgangs bietet das

dSPACE Echtzeitsystem diverse Schnittstellen zur Ansteuerung eines Grid Emulators, wodurch zum Beispiel die unterschiedlichen Netzformen der Zielmärkte oder Störungen auf den Phasen simuliert werden können.

Standardisierte Testbibliotheken

Auch die Standardisierungsgremien haben sich Gedanken gemacht, wie eine Interoperabilität zwischen Ladesäule und Fahrzeug sichergestellt werden kann. Hierzu wurden Testbibliotheken mit Hunderten von Tests entwickelt. Diese stellen eine gute Grundlage dar, reichen in der Regel aber noch nicht aus, um alle Eventualitäten zu betrachten. Hier sticht das dSPACE Angebot mit seiner offenen Testimplementierung aus dem Markt heraus. Alle Tests sind als nachvollziehbares Ablaufskript implementiert, so dass eine tiefere Ergebnisinterpretation ermöglicht wird. Die Verfügbarkeit der ersten Conformance-Tests ist für Sommer 2021 geplant. Die Implementierung dieser Testbibliotheken wird durch den Engineering-Dienstleister KPIT durchgeführt. KPIT stellt Kunden seine umfangreiche Erfahrung auch für die Testausführung zur Verfügung.

Automatisiertes Bezahlen

Ein weiteres Kapitel im Bereich des elektrischen Ladens wird derzeit mit dem automatischen Bezahlen aufge-

schlagen. Ähnlich wie beim Bezahlen mit Kreditkarte werden dafür Verschlüsselungen und Zertifikate eingesetzt, deren korrekter Austausch verifiziert werden muss. Hier arbeitet dSPACE mit einem Back-end-Provider zusammen, um eine durchgängige Validierungskette zu gewährleisten und in Kürze auf den Markt zu bringen. Das Ziel dabei ist, sowohl Komponenten- und Integrationstests als auch Fahrzeugabnahmen zu unterstützen.

Frontloading per Software-Simulation

Natürlich können auch Ladetechnologien von einer frühzeitigen Validierung durch Software-in-the-Loop (SIL)-Tests profitieren. Werkzeuge von dSPACE werden hier schon seit Jahren eingesetzt, um virtuelle Steuergeräte zu testen, die oft nach dem AUTOSAR-Standard entwickelt wurden. Diese Testmöglichkeit wird aktuell ebenfalls für den Bereich Smart Charging erprobt, um die Kommunikation und Interaktion mit anderen Software-Komponenten bereits in einer frühen Phase der Entwicklung intensiv validieren zu können. So werden Interoperabilitätstests bereits ohne die vorhandene Hardware des Electric Vehicle Communication Controllers (EVCC) möglich. Dies ist besonders vorteilhaft, denn je früher ein Fehler gefunden wird, umso günstiger ist es, ihn zu beheben. ■

1000 V



Entscheidende Kriterien
beim Test von Kfz-
Langstreckenradaren



Präzision bedeutet Sicherheit

Beim selbstfahrenden Auto geht es um Zuverlässigkeit – und um das Testen der beteiligten Radarsensoren sowie der Anwendungssoftware. Hier sind einige Gedanken dazu, warum hochpräzise Testgeräte so wichtig sind.



„Unsere Kunden bestätigen immer wieder, dass die exzellente Signalqualität und Präzision von DARTS zuverlässige Simulationen über den gesamten Arbeitsbereich eines Radarsensors liefern.“

Dr. Andreas Himmler, Senior Product Manager, dSPACE

Automotive Long-Range-Radar-Sensoren (LRR), die mit 77 GHz arbeiten, sind ein unbestrittenes Schlüsselement bei der Umsetzung von Fahrerassistenz- und Kollisionsvermeidungsfunktionen für das zukünftige assistierte und automatisierte Fahren. Diese Funktionen stellen steigende technologische Herausforderungen für die Umgebungserfassung mit LRR-Sensoren dar: Dies erfordert eine hohe räumliche Auflösung und eine genauere Erkennung kleinerer Objekte bei gleichzeitig größeren Sichtfeldern. Und das alles bei einer maximalen Bandbreite von etwa 1 GHz. Erkennungsfehler und Fehlinterpretationen können in Szenarien mit selbstfahrenden Fahrzeugen fatale Folgen haben. Deshalb ist exaktes und gründliches Testen die Voraussetzung für zuverlässige Funktionen.

Anforderung – präzise und vielseitig

Die Over-the-Air-Simulation von Radarzielen und -echos für Kfz-Radarsensoren mit Hilfe von Radarzielsimulatoren ist eine etablierte und bewährte Methode, um die ordnungsgemäße Funktion von Sensoren und entwickelter Anwendungssoftware in verschiedenen Phasen des Sensorentwicklungs-, Produktions- und Freigabeprozesses sicherzustellen. Zu den Anforderungen an Radarzielsimulatoren gehören natürlich auch funktionale Anforderungen, zum Beispiel eine präzise Echtzeitsimulation der Radarziele. Sie müssen aber auch wirtschaftlichen Anforderungen genügen, zu denen eine einfache Bedienung und Zukunftsfähigkeit gehören.

Strenge Anforderungen an das Testsystem

Das Testen der heutigen und insbe-

sondere der nächsten Generationen von 77-GHz-LLR-Radarsensoren erfordert eine präzise Simulation der Radarziele über den gesamten Erfassungsbereich, der bis zu 300 m betragen kann. Umfassende Tests und Validierungen der neuen Sensoren und der darauf basierenden Funktionen erhöhen die Nachfrage nach Simulationmöglichkeiten mit konsistenten Simulationseigenschaften und Präzision über den gesamten Bereich hinweg. Zudem fordern die Anwender eine Technologie, die eine kompromisslose Simulation mehrerer, unabhängiger Radarziele ermöglicht. Dies muss unabhängig von der Modulationstechnik des zu testenden Radars gewährleistet sein.

Hochpräzise digitale Radarzielsimulation

dSPACE bietet den hochpräzisen digitalen DARTS 9030-M, der von der Expertise der dSPACE Entwicklungspartner ITS und miro•sys profitiert. Er bietet 1,2 GHz nutzbare Bandbreite und deckt einen Frequenzbereich von 75 GHz bis 82 GHz ab. Die Präzision des Gerätes zeigt sich darin, dass die Schrittweite von 6 cm über den gesamten Simulationsbereich von 5,5 m bis 1.000 m mit einer Simulationsgenauigkeit von weniger als 1 mm konstant ist. Dies gilt in Verbindung mit einem Dynamikbereich > 60 dB. Die Vorteile des digitalen Konzepts werden noch deutlicher, wenn man die Multitarget-Simulationsfähigkeit berücksichtigt: Es können bis zu vier völlig unabhängige Ziele simuliert werden, ohne dass die Signalqualität beeinträchtigt wird. Derzeit optimiert dSPACE den DARTS 9030-M durch mehrere Software-Updates. Diese Updates erfüllen die Anforderungen, die

mit dem schnellen Umschalten von Simulationsstrecken verbunden sind. Bleiben Sie dran für weitere Details in der nahen Zukunft. ■

Profil: Radarzielsimulator für Over-the-Air-Tests von Kfz-Radarsensoren

- Optimierte für hochpräzises 1-GHz-Radar.
- Simuliert Entfernung, Geschwindigkeit, Breite und Höhe.
- Simuliert die Reflexionen von bis zu vier frei definierbaren, unabhängigen Radarzielen.
- Bereichsunabhängige Simulationsgenauigkeit.



Die hohe Präzision und Genauigkeit bietet natürlich auch der DARTS 9040-G, der von den Lesern der Zeitschrift Elektronik zum Produkt des Jahres in der Kategorie Automotive gewählt wurde.

Selbstfahrende Autos sicher machen

Zwei Forschungsprojekte erbringen einen Sicherheitsnachweis für autonomes Fahren im urbanen Umfeld.

In zwei Forschungsprojekten arbeitet dSPACE gemeinsam mit 25 Partnern aus Forschung und Industrie an einer der größten Herausforderungen des autonomen Fahrens – der Absicherung der neuen Systeme.

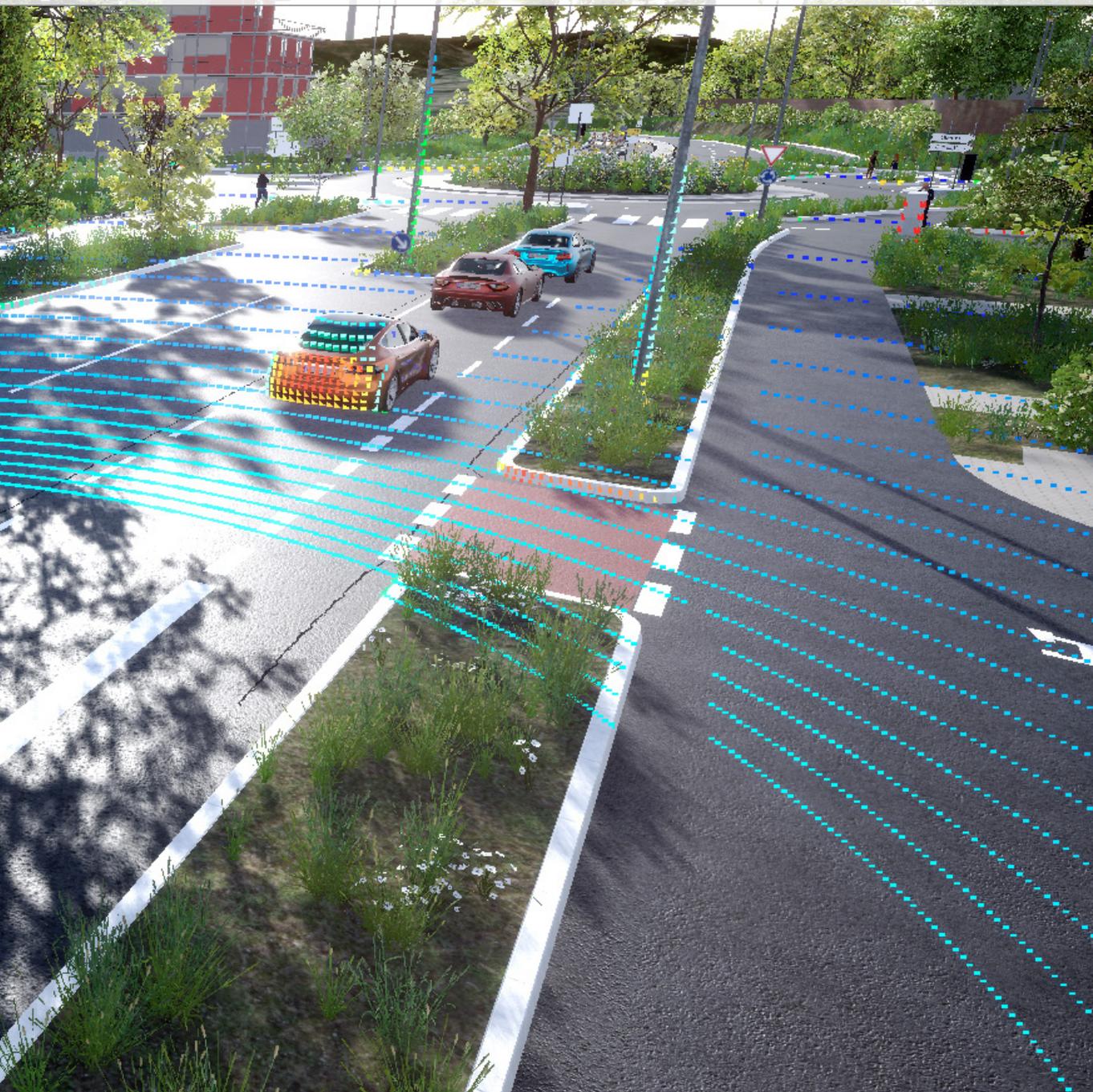
Die Projekte setzen auf den Ergebnissen des Projekts PEGASUS auf, das sich mit der Identifikation und Beschreibung kritischer Szenarien und deren Überführung in allgemeingültige Testfälle für hochautomatisierte Fahrzeuge am Beispiel des AutobahnpiLOTS befasste. Das Projekt Verification Validation Methods, kurz VVM, erweitert die PEGASUS-

Methode auf automatisiertes Fahren der Level 4 und 5 in der Innenstadt am Beispiel einer urbanen Kreuzung. Das zweite Projekt mit der Bezeichnung SET Level hat zum Ziel, das simulationsbasierte Entwickeln und Testen von automatisiertem Fahren für urbane Räume voran zu bringen. So soll eine wichtige Basis für die Verifikation und Validierung sowie spätere Frei-

gabe und Zulassung selbstfahrender Autos gelegt werden. dSPACE bringt in beide Projekte sein Know-how für Simulation und Validierung ein.

VVM: Autonom in der Innenstadt unterwegs

Das Vorgehen des VVM-Projekts lässt sich in drei wesentlichen Schritten darstellen. Würde man ein autonomes

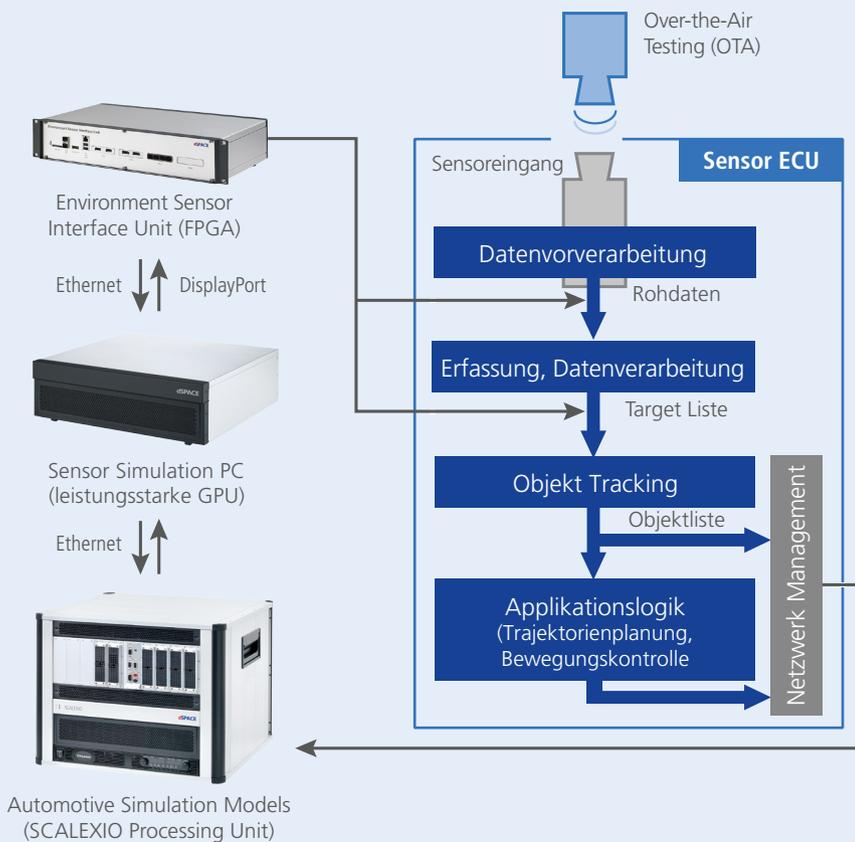


Fahrzeug durch Versuchsfahrten im normalen Straßenverkehr absichern, so wären mehrere Millionen Kilometer nötig, um genügend unterschiedliche Situationen zu erfassen. Daher untersucht VVM zunächst die Wirkzusammenhänge, die zu kritischen Situationen im innerstädtischen Straßenverkehr führen. Dazu werden zum einen bestehende Datenbanken und Expertenwissen herangezogen, zum anderen werden aber auch speziell Simulationen entwickelt, um den Ereignisraum abzudecken. Als Resultat

kann der Testraum auf die wirklich relevanten Szenarien reduziert und der Testaufwand somit überhaupt erst beherrschbar werden. Aufbauend auf den Erkenntnissen werden im zweiten Schritt ein Sicherheitskonzept sowie ein funktionales Konzept zur Beschreibung automatisierter Systeme entwickelt, das sich auch auf hierarchische Subsysteme und Komponenten anwenden lässt. Dadurch ist es in Zukunft möglich, neue Komponenten in eigenständigen Tests zu validieren, anstatt wie

bisher aufwendige Realfahrten durchzuführen.

Im letzten Schritt wird das Absicherungsframework umgesetzt und exemplarisch demonstriert. Angestrebt wird eine durchgängige, dynamische Testumgebung, in der sich die verschiedenen Testplattformen von der Simulation bis hin zur Realfahrt flexibel kombinieren, aber gleichzeitig auch zu einer Gesamtsicherheitsaussage zusammenfassen lassen. Dadurch wird eine systematische Verlagerung von Realtests in die Simulation ermöglicht, >>



Exemplarischer HIL-Aufbau mit den verschiedenen Einspeisungsmöglichkeiten in die Wirkkette.

die in einer höheren Zeit- und Kosteneffizienz resultiert.

dSPACE fokussiert sich im Projekt VVM vor allem auf die Schnittstellenfunktion zum Projekt SET Level und die exemplarische Referenzumsetzung. Im ersten Schritt sollen die SIL-Werk-

zeuge aus SET Level zur Anwendung gebracht werden, wobei dSPACE die Projektpartner durch seine umfassende Expertise als Toolhersteller unterstützt. Zur Demonstration der Methode entwirft dSPACE in Zusammenarbeit mit dem FZI Karlsruhe einen HIL-Simula-

tor, der sich nahtlos in das durchgängige Framework zwischen SIL-Simulation und Realfahrten einfügt. Durch den Fokus auf den Bereich „Perception“ kann die gesamte Wirkkette von Over-the-Air-Tests des Sensor-Frontends über Rohdateneinspeisung in die Sensor-ECU bis hin zur Objektlisteneinspeisung zum Test der HAD-Funktion dargestellt werden. Modelle werden über offene Schnittstellen wie FMI und OSI angebunden und decken von ihrer Granularität her den gesamten Bereich zwischen Ground Truth und physikbasierten Modellen ab.

SET Level: Simulationsbasiert entwickeln und testen

Das Partnerprojekt SET Level spielt als Lieferant der SIL-Simulationsbasis eine zentrale Rolle für VVM, weshalb die Projekte in sehr enger Abhängigkeit stehen. Im Rahmen von SET Level werden simulationsbasierte Werkzeuge bzw. Werkzeugketten für die Entwicklung (u. a. Anforderungsermittlung und -präzisierung) und das effiziente Testen (u. a. Verifikation und Validierung) von Level-4- und -5-Fahrzeugsystemen erarbeitet. Hier sollen Beiträge zur Standardisierung simulationsbasierter Entwicklungs-/Testwerkzeuge u. a. zur Spezifikation von Szenarien (Anwendungsfällen, Modellbeschreibungen und Modellen, Modellintegration, Management von Simulationsdaten etc.) erarbeitet werden. dSPACE bringt basierend auf seiner MIL/SIL/HIL-Simulationskompetenz und der aktiven Mitarbeit bei den verschiedens-

Anwendungsfall 1: „Test von Sensormodellen“

Für die vollständige virtuelle Abbildung eines HAD-Systems in der SIL-Simulation ist neben anderen Komponenten auch die Modellierung von Sensoren essentiell. Dazu zählen Kamera-, Radar-, Lidar- oder Ultraschall-Sensoren. Da die Umfelderkennung im Zusammenspiel verschiedener Sensoren im HAD-System eine zentrale Bedeutung hat, ist für den SIL-Test von HAD-Systemen die Nutzung von sehr hochwertigen Sensormodellen mit realistischem Verhalten notwendig. Die Entwicklung und der Test für die Validierung von realistischen Sensormodellen ist damit quasi eine Zulieferung für den Test von HAD-Systemen. Die besondere Herausforderung besteht dabei auch in der Erzeugung von realistischen Eingangsdaten mittels Raytracing für die verschiedenen Sensortechnologien.

Anwendungsfall 2: „Einsatz von Simulation zur Verifikation oder Validierung einer Fahrzeugautomation“

Diese Anwendung kann in verschiedenen Phasen der Entwicklung einer HAD (Highly Automated Driving)-Funktion oder eines HAD-Systems angesiedelt sein. Entsprechend den V&V-Aufgaben der Phase werden sich diese Ausprägungen unterscheiden. Typische Anwendungen:

- Test einer Entwicklungsversion einer HAD-Funktion (Testobjekt: HAD-Funktion)
- (Beitrag zu einer) Validierung eines HAD-Systems (Testobjekt: HAD-Funktion inkl. sämtlicher Bestandteile wie HMI, Sensorik, Aktorik)

Zur Validierung sind mögliche Verkehrsszenarien, die im Anwendungsbereich des zu entwickelnden automatisierten Fahrzeugs (im ODD, also der Operational Design Domain) liegen, in der Simulation abzufahren. Es wird geprüft, ob die Automation das Fahrzeug verkehrssicher steuert.

ten Standardisierungsaktivitäten, zum Beispiel OpenScenario, FMI, OpenDrive und OSI, Wissen ein, inwiefern sich die angedachten Anwendungsfälle auf bestehende oder noch zu entstehende Standardschnittstellen mappen lassen. dSPACE unterstützt bei der Sammlung der Anforderungen und Erarbeitung einer Methodik zur verteilten Simulation und Co-Simulation

auf verschiedenen Hardware-Architekturen (HIL, PC-Cluster, Cloudsysteme) und verschiedenen Betriebssystemen (Windows, Linux). Darüber hinaus ist dSPACE zum Thema Sensorsimulation ein kompetenter Partner im Projekt. Ziel ist es, Sensoren in Form von realistischen Sensormodellen zu simulieren oder als Vorstufe dazu die Entwicklung von realistischen Sensormodellen zu

ermöglichen (siehe Anwendungsfall 1, Textbox). Auf der Systemebene erbringt dSPACE den Nachweis durch Demonstratoren, dass Tools und Plattformen auf dieser Ebene koppelbar sind (inklusive Anbindung einer AD-Funktion) und dass die im Projekt gewünschten Standards in einer Toolumgebung unterstützt werden können (siehe Anwendungsfall 2, Textbox). ■

WEITERE INFORMATIONEN



<https://setlevel.de/>



WEITERE INFORMATIONEN



<https://www.vvm-projekt.de/>



FMI: Das Functional Mock-up Interface definiert eine standardisierte Schnittstelle, mit deren Hilfe Simulationssoftware gekoppelt werden kann.

OSI: Das Open Simulation Interface ermöglicht eine einfache und unkomplizierte Verknüpfung der zahlreichen Fahr-simulations-Frameworks zur Entwicklung von Funktionen für automatisiertes Fahren.

OpenSCENARIO definiert ein Dateiformat zur Beschreibung von dynamischen Verkehrsmanövern (Szenarien) für den Einsatz in Fahr-simulatoren.

OpenDRIVE definiert ein Datenmodell zur hochgenauen, logischen Beschreibung von Straßennetzen.

ASM ist eine Toolsuite von dSPACE für die Simulation von Verbrennungsmotoren, Fahrdynamiken, elektrischen Komponenten und der Verkehrsumgebung.



Autonomes Fahren und KI
aus der Perspektive der Ethik

Chancen und Risiken abwägen

Bevor selbstfahrende Autos auf die Straßen kommen, gilt es nicht nur technische Herausforderungen zu lösen. Die Entwicklung autonomer Fahrzeuge wirft auch ethische Fragen auf. Im Interview spricht Prof. Christoph Lütge, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftsethik an der TU München, über Chancen und Risiken der KI und des autonomen Fahrens und erklärt, wie er Studierenden ethisches Handeln näherbringt.



Die Fragen, die Ethikern gestellt werden, haben eine enorme Spannweite. Und oft klingen die Antworten von Ethikern auf Alltagsfragen erstaunlich pragmatisch. In der Pandemie haben Sie als Mitglied des bayrischen Ethikrates harte Lockdowns kritisiert und erklärt, die Kollateralschäden seien zu hoch. Das klingt auf den ersten Blick hart. Wie einfach ist es, Chancen und Risiken abzuwägen und daraus eine Anleitung zum moralischen Handeln zu machen?

Vielleicht klären wir zu Beginn, was Ethik eigentlich ist: Risikomanagement auf vielen Ebenen. Und was Ethik nicht ist – nämlich das Einhalten von Prinzipien, koste es, was es wolle. Das gilt besonders im Bereich der angewandten Ethik, mit der wir Themen wie die künstliche Intelligenz, das autonome Fahren und auch die Wirtschaftsethik abdecken. Uns Ethikern geht es darum, Risiken gegeneinander abzuwägen und ein gesamtheitliches Bild von einer Situation zu erhalten. Es reicht nicht, nur ei-

nen Aspekt herauszugreifen, wie das in der Coronakrise doch sehr stark der Fall ist und war. Dabei werden die medizinischen Aspekte in den Vordergrund gestellt. Es gibt aber noch viele andere wissenschaftliche Disziplinen jenseits der Medizin, wie Sozialwissenschaften, Ökonomen und auch die Ethiker, die sich mit den Maßnahmen, der Verhältnismäßigkeit und den Kollateralschäden beschäftigen. In der Theorie klingt das vielleicht etwas abgehoben. Wenn es konkreter wird, wird es häufig einfacher. >>

„Ich bin überzeugt davon, dass wir für Europa einheitliche Richtlinien brauchen – Richtlinien, auf die wir seit Jahren vergeblich warten.“

Prof. Christoph Lütge

Sie leiten das Institute for Ethics in Artificial Intelligence (IEAI). Dort arbeiten Forscher aus Medizin, Natur- und Ingenieurwissenschaften gemeinsam mit den Sozial- und Ethikwissenschaften in interdisziplinären Teams. In welchen Bereichen wird am IEAI geforscht?

Die Projekte gliedern sich in verschiedene Research-Cluster. Eines davon beinhaltet das Thema „Künstliche Intelligenz, Mobilität und Sicherheit“ – dazu zählt der Bereich des autonomen Fahrens. Ein anderer Bereich beschäftigt sich mit KI-basierten Entscheidungshilfen bei ethischen Fragen im Klinikalltag. In einem großen Bereich untersuchen wir den Themenkomplex KI und Nachhaltigkeit – zum Beispiel in der Landwirtschaft, der Wasserwirtschaft oder Bio-Diversität. Aktuell bauen wir einen Bereich auf, in dem wir untersuchen, wie wir KI am Arbeitsplatz in verantwortungsbewusster Weise gestalten müssen, damit sie Akzeptanz findet.

Wo liegen die Risiken, die KI mit sich bringt?

Es gibt eine ganze Reihe Risiken, die in der öffentlichen Diskussion immer wieder betont werden. Wir betrachten Risiken in verschiedenen Komplexen: Ein Komplex betrachtet die rein technischen Risiken bei Sicherheit, Datenschutz und Robustheit von Algorithmen.

Ein weiterer betrifft die Fairness von Algorithmen, die Erklärbarkeit und Transparenz, denn viele Menschen sind besorgt, dass KI eine Blackbox ist, von der nicht nachvollziehbar ist, wie Entscheidungen zustande kommen. Und einige befürchten den Verlust von Autonomie. Bei allen Risiken sollten wir aber die ethischen und ökonomischen Chancen von KI nicht außer Acht lassen.

Nähern wir uns dem Thema autonomes Fahren: Ist es aus ethischer Sicht eigentlich sinnvoll, Autos autonom fahren zu lassen?

Schon vor rund fünf Jahren haben wir in der weltweit ersten Ethik-Kommission für autonomes Fahren einen Punkt betont: Die ethischen Chancen bestehen darin, dass viele Unfälle vermieden und Menschenleben gerettet werden können. Das ist ein klarer ethischer Vorteil, der auch schon anfällt, wenn wir noch nicht zu 100 Prozent autonom unterwegs sind, sondern mit hochautomatisierten Systemen.

Was wird am IEAI im Projekt zur Ethik des autonomen Fahrens beforscht?

In diesem Projekt arbeiten wir direkt mit dem Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik zusammen und arbeiten an konkreten Aufgaben, zum Beispiel der Trajektorienplanung der Systeme. Dabei haben wir es häufig mit ganz konkreten De-

tailentscheidungen zu tun, zum Beispiel mit der Frage, wie viel Abstand ein Lkw zu anderen Fahrzeugen oder Radfahrern halten sollte. Um Abstandswerte zu erhalten, führen wir Studien durch, die dann für eine verantwortungsvolle Programmierung genutzt werden können.

Seit 2017 existieren Regeln der deutschen Ethikkommission zum automatisierten Fahren: Gibt es wesentliche Abweichungen in anderen Ländern der Welt?

Überall auf der Welt sind in den letzten Jahren verschiedene ethische Prinzipien für KI veröffentlicht worden. Die Varianz bei den abstrakten Prinzipien ist nicht sehr groß; ich schätze 80 bis 85 Prozent dürften gleich sein. Dennoch können sich im Detail Unterschiede ergeben. Betrachten wir noch einmal das Thema Abstände im Verkehr: Vor einiger Zeit war ich in Delhi. Die Abstände im Verkehr dort waren viel kleiner als in Deutschland. Das kann auch Auswirkungen auf die Programmierung haben. Interessant wird es, wenn wir eine Ländergrenze überfahren – eine Situation, die in einem Land wie Japan nie, in China wahrscheinlich selten, in Europa aber schon häufiger auftritt. Deshalb bin ich überzeugt davon, dass wir für Europa einheitliche Richtlinien brauchen – Richtlinien, auf die wir seit Jahren vergeblich warten.

Neben der Forschung sind Sie auch in der Lehre tätig: Wie bekommt man ethisches Handeln in die Köpfe der Studierenden? Oder anders gefragt: Wie bringt man Studierenden bei, ethische Algorithmen zu entwickeln?

Dazu hole ich ein bisschen aus. Als Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftsethik ist es mir vor acht Jahren gelungen, die Wirtschaftsethik als Pflichtfach für Studierende der Betriebswirtschaft ein-

Das Governance Lab (The GovLab), die New York University Tandon School of Engineering, das Global AI Ethics Consortium (GAIEC), das Center for Responsible AI @ NYU (R/AI) und das Institut für Ethik in der Künstlichen Intelligenz (IEAI) der Technischen Universität München (TUM) haben gemeinsam einen kostenlosen Online-Kurs "AI Ethics" gestartet: Global Perspectives, der sich an ein weltweites Publikum richtet. Der Kurs vermittelt die komplette Breite und Tiefe der laufenden interdisziplinären Konversation über Ethik der KI und versucht, verschiedene Perspektiven zu beleuchten, um das Bewusstsein zu schärfen und Institutionen dabei zu helfen, auf eine verantwortungsvollere Nutzung hinzuwirken.

AI Ethics: Global Perspectives (aiethicscourse.org)



Prof. Christoph Lütge forscht auf dem Gebiet der Wirtschafts- und Unternehmensethik. Er vertritt den Ansatz einer Ordnungsethik, der ethisches Handeln unter den ökonomischen und sozialen Rahmenbedingungen der Globalisierung erforscht. Die Rolle des Wettbewerbs und der von Ordnungen ausgehenden Anreize stehen dabei ebenso im Vordergrund wie die Prüfung ethischer Kategorien auf Angemessenheit. Seit 2010 hat er den Peter Löscher-Stiftungslehrstuhl für Wirtschaftsethik an der TU München inne.

zuführen. Meine Erfahrungen daraus sind, dass es nicht geht, Moral zu predigen und zu erklären „Hier ist der Katalog von Ethik, den müsst Ihr jetzt so umsetzen“. Ich weise immer darauf hin, dass man sich auch der Schwierigkeiten bewusst sein muss, die einer Umsetzung von Ethik entgegenstehen. In der BWL können das zum Beispiel Sachzwänge oder Kostendruck sein. Bei Digitalthemen und im Umgang mit KI haben wir noch keine Pflichtveranstaltungen. Der Präsident der TU München hat aber „Human-centered Engineering“ zu seiner Vision gemacht und damit eine Basis für die Einführung von Ethik in die Technikdisziplinen gelegt. Beim Human-

centered Engineering geht es darum, Anteile von Geistes- und Sozialwissenschaften in die technischen Disziplinen einzubringen. Ein Ziel ist es, mehr Kompetenz durch Sensibilisierung für ethische Fragen zu vermitteln. Ingenieuren und Computerwissenschaftlern sollte bewusst sein, dass ihr Tun eine ethische Dimension hat.

Wann werden voll autonome Fahrzeuge auf den Straßen unterwegs sein und wie gut und moralisch werden sie dann entscheiden?

Wenn wir vom selbstfahrenden Auto sprechen, das strikt nach den derzeitigen Spezifikationen der Level 4 oder 5 unterwegs ist, kann das schon noch

länger dauern. Aber wir haben ja heute schon recht weitgehende Anwendungen für bestimmte Einsatzzwecke, die sehr gut funktionieren. Bei der Frage, wie solche Systeme in der Breite auf die Straßen kommen können, geht es meiner Meinung nach mehr um die Beantwortung ethischer und rechtlicher Fragen und weniger um die Technik, denn technisch ist bereits vieles machbar. Fortschritte in der Gesetzgebung hat man in den letzten ein, zwei Jahren in den USA gemacht – mit der Konsequenz, dass zum Beispiel erste Lieferfahrzeuge ohne Fahrer unterwegs sein dürfen. Wir sollten die Fortschritte nicht unterschätzen, leider passieren sie oft außerhalb von Deutschland. Ich halte es für einen Fehler, dass deutsche Autohersteller ihre Forschung zum autonomen Fahren zurückgestellt haben. Ich glaube, in zehn Jahren werden wir deutlich mehr Automatisierung im Verkehr sehen. Gerade wir Deutschen legen uns die Latte ja immer sehr hoch und meinen, solange nicht alle Situationen zu 100 Prozent abgedeckt sind, können wir nicht vom autonomen Fahren sprechen. Diese digitale Null-und-eins-Vorstellung sollten wir aufgeben.

Vielen Dank für das Interview.

Omar Elzeiny, Field Application Engineer bei dSPACE



„Sicheres autonomes Fahren? Gemeinsam machen wir es möglich.“

Gemeinsam mit Ihnen bringen wir das autonome Fahren voran, weil wir ganzheitlich denken und Lösungen haben, denen man weltweit vertraut. Wir bieten eine integrierte Umgebung für die datengetriebene Entwicklung, Simulation und Validierung - End-to-End: von der Datenerfassung bis zur Homologation unterstützt durch ein weitreichendes Partnernetzwerk. Unser Lösungsangebot erlaubt die zuverlässige Integration in Ihre Infrastruktur, beschleunigt die Entwicklung und reduziert Ihre Kosten. Besuchen Sie uns auf **[dSPACE.com](https://www.dspace.com)**