

dSPACE MAGAZIN

1/2020

SERES – Effizientes Testen mit realen Sensoren
im Regelkreis | Seite 6



Renault – Testfabrik für effiziente Reglervalidierung | Seite 14

Bosch – Überwachtes Lernen mit annotierten
Sensordaten | Seite 22

Herausforderung: Schlag den Anonymizer

understand.ai lädt Sie ein, Bilder einzureichen, die unseren Anonymizer herausfordern. Schicken Sie uns Bilder, die komplexe Verkehrsszenarien sowie Gesichter oder Kfz-Kennzeichen zeigen.

Verlangen Sie dem UAI Anonymizer durch die ungewöhnlichsten und kompliziertesten Straßenszenen alles ab und gewinnen Sie eine kostenlose Anonymisierung Ihrer eigenen Daten, wenn er seine Aufgabe nicht erfüllt.

Senden Sie die Bilder an anonymizer@understand.ai mit dem Betreff „Break the Anonymizer“. Einsendeschluss für Ihre Bilder ist der **31. März 2020**. Die Gewinner werden in der nächsten Ausgabe des dSPACE Magazins und auf der dSPACE Website bekannt gegeben.

Preise für die drei besten Bilder:

1. Platz: 10.000 anonymisierte Bilder
2. Platz: 5.000 anonymisierte Bilder
3. Platz: 1.000 anonymisierte Bilder



Bitte beachten Sie die DSGVO

Identitätsschutz Anonymizer



Mit der DSGVO und anderen Datenschutzgesetzen weltweit müssen autonome Fahrzeuge in der Lage sein, Daten von Straßenszenen zu sammeln und dabei alle kritischen persönlichen Informationen automatisch zu entfernen. Unser neues KI-basiertes Anonymisierungstool, der Identity Protection Anonymizer, stellt sicher, dass Ihre Daten durch automatisch verzerrte Gesichter und Kfz-Kennzeichen sicher sind. Sie können unser System bei Ihnen vor Ort einsetzen oder als Service in der Cloud-Plattform von understand.ai nutzen. In beiden Fällen stellen wir sicher, dass der Anonymizer Daten in höchster Qualität und in der erforderlichen Größenordnung zur Verfügung stellt.

www.understand.ai



„dSPACE – Ihr Partner
für Simulation und
Validierung.“

Liebe Leserinnen und liebe Leser,

viele von Ihnen kennen uns seit Jahrzehnten als zuverlässigen Partner für Prototyping, HiL-Test und Code-Generierung – alles Lösungen, mit denen wir Ihre Entwicklungseffizienz steigern. Doch dSPACE entwickelt sich tiefgreifend weiter. Ohne das Kerngeschäft zu vernachlässigen, stärken wir seit einigen Jahren die Software-Simulation sowie KI- und Cloud-basierte Lösungen. Damit positioniert sich dSPACE neu – als Ihr Partner für Simulation und Validierung. Wir unterstützen Sie mit einer End-to-End-Lösung für alle Domänen. Für die datengetriebene Entwicklung als Voraussetzung für autonomes Fahren reicht unser Angebot von Data-Logging über Labeling und Szenariogenerierung bis hin zum szenariobasierten Testen und zur Freigabe. Dieses durchgängige Lösungsangebot schaffen wir neben organischen Anstrengungen auch durch Partnerschaften und Zukäufe. Die Akquisition von *understand.ai*, deren Mitarbeiter ich an dieser Stelle ganz herzlich in der dSPACE Gruppe willkommen heiße, ist dafür ein wichtiger Baustein.

Unser vollständiges Lösungsangebot haben wir kürzlich auf der dSPACE World Conference in München präsentiert. Über das positive Feedback von Ihnen, unseren Kunden, freuen wir uns sehr, insbesondere darüber, dass die Neupositionierung der dSPACE Gruppe mit einem stark erweiterten Software- und Simulationsangebot so positiv aufgenommen wurde.

Wie sich unsere neuen Software-Lösungen in der Praxis bewähren, veranschaulicht ein Projekt, in dem *understand.ai* für die Robert Bosch AG hochpräzise Referenzdaten generiert hat, mit denen neuronale Netzwerke erfolgreich trainiert werden können.

Unsere Kompetenz in der Simulation, der Validierung und der Radartechnologie wird im Projekt mit SERES deutlich. Hier erfahren Sie, wie die Entwickler mit unseren Lösungen Funktionen für das automatisierte Fahren mit komplexen Szenarien absichern und sogar die realen Sensoren vollständig in die Simulation integrieren konnten.

Im Bereich der Elektromobilität vervollständigen wir unser Portfolio fortlaufend – Anforderungen für die Entwicklung und den Test von der Energieerzeugung bis zum Antrieb decken wir mit umfassenden Lösungen ab. Ein Beispiel dafür ist das neue Smart Charging Interface, mit dem dSPACE Automobilherstellern und Anbietern von Ladesäulen eine Komplettlösung für die Entwicklung und den Test von Technologien für das intelligente Laden zur Verfügung stellt. Als Ihr Partner für Simulation und Validierung investieren wir fortlaufend in Lösungen, die Ihre Entwicklung beschleunigen und gleichzeitig produktiver und sicherer machen. Wir freuen uns, diesen Weg gemeinsam mit Ihnen weiterzugehen.

Martin Goetzler



SERES | SEITE

6



RENAULT | SEITE

14



UNDERSTAND.AI | SEITE

42

IMPRESSUM

dSPACE MAGAZIN wird periodisch herausgegeben von:

dSPACE GmbH · Rathenastraße 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, Simon Neutze,
Ulrich Nolte, Dr. Gerhard Reiß, Patrick Pohsberg

Redaktionelle Mitarbeit an dieser Ausgabe:
Sven Flake, Ben Hager, Janek Jochheim,
Marius Müller, Frank Puschmann

Korrektur und Übersetzung:
Robert Bevington, Stefanie Bock,
Anna-Lena Huthmacher, Stefanie Kraus

Gestaltung und Layout:
Jens Rackow, Sabine Stephan

Druck:
Media-Print GmbH, Paderborn

Titelfoto: SERES

© 2020 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 SERES

Luftig in Szene gesetzt

Testen von Steuerungen und Sensoren für autonomes Fahren mittels Over-the-Air-Stimulation

14 RENAULT

Geballte Test-Power

SCALEXIO- und PHS-Systeme bilden Testfabrik für Antriebsstrangsteuergeräte

18 PATAC

Automatisch sicher

Funktionstests für autonomes Fahren unter SOTIF-Bedingungen

22 BOSCH

Treffend markiert

Generieren hochgenauer Referenzdaten zum Trainieren neuronaler Netze

Produkte

26 SIL-IN-THE-CLOUD

Der Hürdenlauf des autonomen Fahrens

Von szenariobasiertem Testen und SIL-in-the-Cloud

30 DATA LOGGER

AUTERA

Neues leistungsfähiges In-Vehicle-System für die Datenaufzeichnung und Entwicklung von Funktionen für das autonome Fahren

34 MICROAUTOBOX III

Smarterer neuer Mitfahrer

Die neue MicroAutoBox III – Kompaktes In-Vehicle Prototyping der nächsten Generation

38 CHARGING SOLUTION

Smarter Laden

Komplettlösung für Entwicklung und Test neuer Ladetechnik

Business

42 UNDERSTAND.AI

Intelligente Ergänzung

Qualität bedeutet Präzision, Korrektheit, Abdeckung und Konsistenz

46 E.GO MOBILE

Technologieoffenheit erforderlich

e.GO Mobile beweist, dass emissionsloses Fahren mit heutiger Technologie kostengünstig und kundenorientiert möglich ist.

50 DSPACE WORLD CONFERENCE 2019

Partnerdialoge

dSPACE positioniert sich als zuverlässiger Partner für Simulation und Validierung

Kurz notiert

54 ESI Unit: Vorkonfigurierte Lösung für NVIDIA® DRIVE™ PX2 und AGX

TargetLink: Seriencode für die AUTOSAR Adaptive Plattform

55 Forschungsverbund V&V-Methoden startet Projekt zur rechtssicheren und effizienten Freigabe von autonomen Fahrzeugen.



PEFC zertifiziert

Dieses Produkt stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen

www.pefc.de



ClimotePartner.com/53446-1912-1003



Luftig in Szene gesetzt

Testen von Steuerungen und Sensoren für autonomes Fahren
mittels Over-the-Air-Stimulation

Die Entwicklung autonomer Fahrzeuge bringt einen immensen Test- und Validierungsaufwand mit sich. Um dessen Komplexität und Kosten zu bewältigen, hat sich SERES für ein Testsystem von dSPACE entschieden, das frühzeitig und flexibel im Entwicklungsprozess einsetzbar ist – mit echten Sensoren im Regelkreis.



Bildnachweis: © SERES

SERES ist ein international tätiges Transporttechnik-Unternehmen, das intelligente Elektrofahrzeuge entwickelt und herstellt, um die Sicherheit, Sauberkeit und Nachhaltigkeit der Mobilität voranzutreiben. Wir bei SERES Technologies legen den Fokus auf die Optimierung von Sicherheit, Komfort und Leistung im globalen Markt. Unser Unternehmen betreibt Produktions-, Montage-, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in den USA, China und Japan.

SilkRides und die AD-Strategie

Bei SilkRides handelt es sich um den Unternehmensbereich von SERES, der

die Entwicklung von Technologien für das autonome Fahren (AD) verantwortet. Das SERES-Team besitzt eine Tradition als OEM mit Wurzeln im Silicon Valley, und bietet kostengünstige und offene Lösungen für Automobilhersteller. SilkRides wurde 2017 gegründet und beherrscht bereits das autonome Fahren der Stufen 3 und 4 in Stadt- und Autobahnszenarien.

SilkRides und das AD-Paket

Das Team verfügt über sämtliche Fähigkeiten, die für die Entwicklung und Herstellung autonomer Fahrzeuge erforderlich sind. Dazu gehören Kompetenz in Perzeption, Planung und Steuerung – und zwar nicht nur für

die Entwicklung, sondern auch für die Validierung dieser sicherheitsrelevanten Bereiche sowie Software-Over-the-Air-Updates, Hardware-Design etc. Eine Schlüsselkomponente ist das Domänensteuergerät, das teilweise künstliche Intelligenz nutzt. Es wertet die Sensordaten aus und bestimmt die Fahrstrategie. In einem ersten Schritt wird das Steuergerät als Prototyp implementiert, der anschließend sukzessive Weiterentwicklungen für die Serie durchläuft.

Herausforderung AD-Absicherung

Um per Validierung zu beweisen, dass ein System für autonomes Fahren in puncto Sicherheit einem durchschnitt- >>



Die komplexe AD-Lösung, die sich derzeit in der Entwicklung befindet, muss zuverlässig validiert werden, bevor sie auf den Markt kommt.

lichen menschlichen Fahrer ebenbürtig ist, wären Milliarden Kilometer an realen Testfahrten erforderlich. Darüber hinaus müsste auch jedes Update der Software strenge Tests durchlaufen. Die Ressourcen und die verfügbare Zeit bei SERES sind aber begrenzt, daher wären derart umfangreiche Fahr-

versuche unrealistisch. Um unseren Entwicklungs- und Validierungsprozess zu beschleunigen, möchten wir deswegen unsere Verifikations- und Validierungskette aus verschiedenen Simulationsstufen aufbauen. Auf diese Weise können dann für jedes Software-Release die Schlüsselszenarien und die

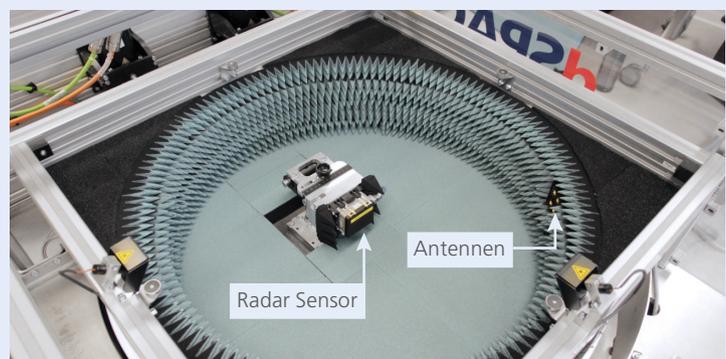
seltenen Grenzfälle bereits vor den realen Fahrttests getestet werden.

SilkRides und die Testkette

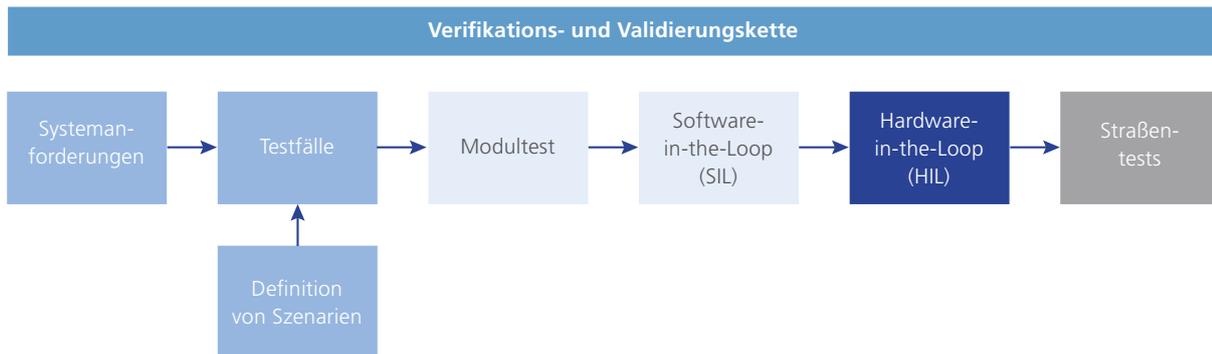
Vor der Installation in einem Testfahrzeug durchläuft jede Software-Version bei SilkRides mehrere Teststufen. Zunächst wird durch Unit-Tests und

dSPACE Radarprüfstand

Um die gesamte Wirkkette zu testen, bieten die dSPACE Radarprüfstände die Möglichkeit zur Over-the-Air-Stimulation des Radarsensors. Bei Bedarf lassen sich dabei auch Teile der Frontschürze mit einbeziehen. Auf diese Weise können alle Software- und Hardware-Schichten berücksichtigt werden, von der Erfassung des Signals vorne am Radar bis hin zur Auswertung im Radarsteuergerät. Dieser sehr kompakte Prüfstand besteht im Wesentlichen aus einer Absorberkammer mit integrierten Sende- und Empfangsantennen, einem kalibrierten dSPACE Automotive Radar Test System (DARTS) und einem SCALEXIO HIL-Simulator. Für den Test wird der Radarsensor in der Kammer eingeschlossen und mit realistischen Radarechos stimuliert. Die kohärenten Echos ermöglichen es dem Radarsteuergerät, den Abstand, die Geschwindigkeit und den Radarquerschnitt der Radarobjekte zuverlässig zu ermitteln. Das Frontradar wird mit zwei DARTS 9030-M Units getestet. Als Eckradar installierte SERES eine DARTS 9030-MS Unit, deren Stärken in der Stimulation auf kurze Distanz liegen. Diese Konfiguration reicht aus, um alle relevanten Fahrsituationen zu testen.



Testen von realen Radarsensoren mit dem Radarprüfstand. Die Absorberkammer mit integrierten Antennen und der zu testende Sensor in der Mitte.



Verifizierung und Validierung erfolgen in sukzessiven Schritten, die entsprechend den Testanforderungen wiederholt werden.

Modultests sichergestellt, dass sich die neuen Software-Komponenten genauso verhalten wie vorgesehen. Anschließend erfolgt die Integration der neuen Komponenten mit dem Rest der Entscheidungs- und Planungsmodulen für den Software-in-the-Loop (SIL)-Test. Beim SIL-Test steuert die Software ein simuliertes Fahrzeug in relevanten Testfällen, um seine Gesamtleistung zu bewerten. Falls diese SIL-Tests erfolgreich verlaufen, wird das neue Software-Release auf der Domänen-Controller-Hardware für Hardware-in-the-Loop (HIL)-Tests kompiliert. Der Prozess besitzt eine gewisse Datenkonsistenz für Testartefakte, wie beispielsweise virtuelle Fahrbahnen. Während des SIL- und HIL-Testprozesses lassen sich viele Probleme im Zusammenhang mit der Software und dem Zusammenspiel von Software und Hardware erkennen und beheben. Insgesamt reduziert sich dadurch bei den für die Software-Validierung notwendigen Fahrtests sowohl die Anzahl der erforderlichen Testfahrzeuge als auch die zurückzulegende Fahrstrecke.

Anforderungen an HIL-Tests

Es gibt mehrere Schlüsselanforderungen, die eine HIL-Test-basierte Entwicklung von Funktionen für autonomes Fahren bei SilkRides erfüllen muss:

■ Interne Integration von Software und Hardware:

Die HIL-Tests sollen die Möglichkeit bieten, die Software so früh wie möglich auf unserem Domänen-Controller zu testen. Alle Probleme, die durch die Integration von Embedded-Software oder den Echtzeitbetrieb auf der Hardware verursacht werden, sollen bereits vor den Tests im Fahrzeug identifizierbar und behebbar sein.

■ Integrationstests von Sensoren anderer Hersteller:

Mit Over-the-Air (OTA)-Radar- und Kameraprüfständen soll die Integration der realen Sensoren in den HIL-Testaufbau möglich sein. Probleme, die durch die Sensortreiber, das Kabel und den Sensor selbst verursacht werden, sollen mit Hilfe von HIL-Test behoben werden können.

■ Sichere Labortestplattform für Grenzfälle:

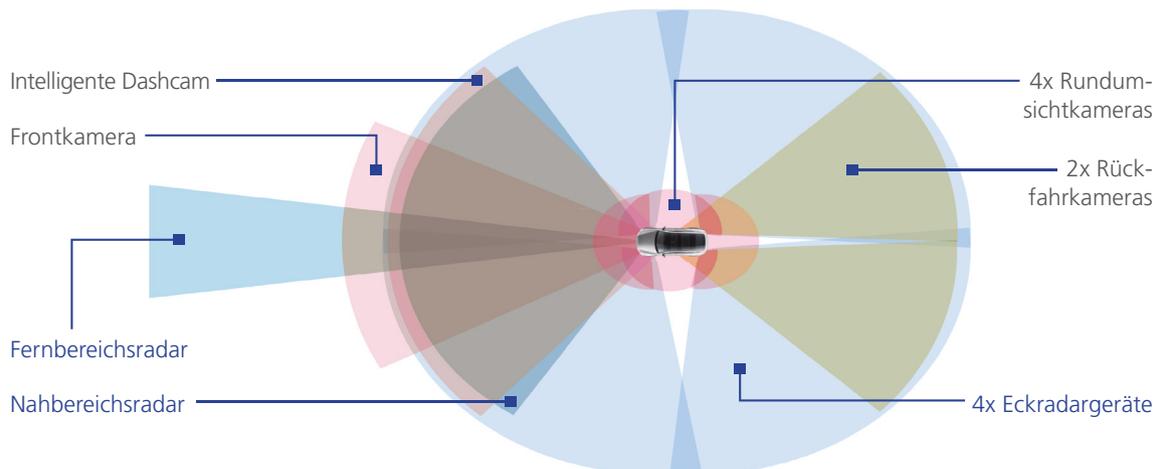
Weil das Testen von Grenzfällen und Hardware-Ausfällen auf der Straße Gefahren birgt und via SIL teilweise gar nicht realisierbar ist, soll der HIL-Aufbau die Möglichkeit bieten, diese potenziellen Gefahrensituationen sicher im Labor zu validieren. Lesen Sie dazu mehr im Abschnitt „Simulation von sicherheitskritischen Funktionen“.

Aufbau des Testsystems

Um detaillierte und umfassende Labortests durchführen zu können, haben wir uns für einen flexiblen Aufbau entschieden, der das SilkRides-AD-Paket abdeckt. Gemeinsam mit dSPACE haben wir ein System aufgebaut, das Integrationstests von Sensoren, Reglern und Aktoren ermöglicht. Es besteht aus einem HIL-Simulator, der unsere Fahrzeuge realitätsnah abbildet, und wird durch vier synchronisierte Sensorprüfstände erweitert, die die realen Radare und Kameras in den Regelkreis integrieren. Durch die Möglichkeit, reale Komponenten zu verwenden, können wir die Leistung verschiedener Komponenten bereits in einer frühen Entwicklungsphase bewerten. >>

„Um zu beweisen, dass ein System für das autonome Fahren in puncto Sicherheit einem durchschnittlichen menschlichen Fahrer ebenbürtig ist, könnten Milliarden realer Kilometer für die Validierung erforderlich sein. Das dSPACE Testsystem in unserem Labor bietet eine effiziente Möglichkeit, reale Dinge auf virtuellen Straßen zu testen.“

Ziqi Zhu, SERES



Übersicht der Sensoranordnung im Fahrzeug.

„Der Radarprüfstand eröffnet uns die Möglichkeit, Radarsensoren frühzeitig zu bewerten und zu testen. Dies erleichtert die Entwicklung der Software für die Radarverarbeitung und das autonome Fahren erheblich.“

Samuel Rayseldi, SERES

Festlegung der Testanforderung

Wir beginnen die Fahrversuche mit ASM Traffic, dem Verkehrssimulationsmodell der Toolsuite Automotive Simulation Models (ASM). Das Modell ermöglicht es uns, Fahrzeuge, Fußgänger, Verkehrszeichen usw. auf Straßen zu definieren, die aus HD-Karten importiert wurden. Darüber hinaus unterstützt ASM Traffic die Erstellung von Testscenarien für die Assistenzfunktionen unserer Fahrzeuge wie ACC, Spurhaltung, Überholassis-

tenten etc. Die gesamte Testautomatisierung wird von AutomationDesk gesteuert und bietet zusätzliche Testoptionen wie Signalmanipulation und Testberichterstattung.

Closed-Loop Testing

Die simulierte Welt wird in die Sensorprüfstände eingespeist, um die Radar- und Kamerasensoren zu stimulieren. Die Sensorsignale sind dabei die Eingabedaten für das zu testende Gerät, in dem Fall unser Controller, auf dem

die entwickelte AD-Software mit Perzeptions- und Sensorfusionsalgorithmen läuft. Auf diese Weise werden die kompletten AD-Komponenten integriert und deren tatsächliches Verhalten berücksichtigt. Jeder virtuelle Fahrversuch kann durch eine 3D-Animation in Echtzeit überwacht werden.

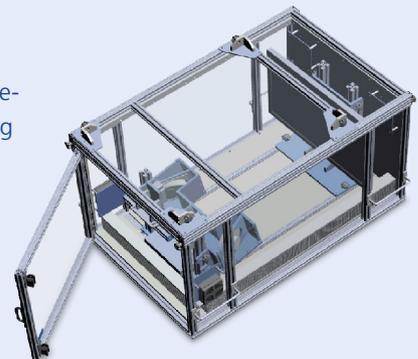
Testmöglichkeiten und -ergebnisse

Das Testsystem basiert auf dem HiL-Simulator und den Prüfständen und bietet verschiedene Möglichkeiten,

dSPACE Kamerabox

Um die Sensoreigenschaften einer Kamera zu testen, ermöglicht die dSPACE Kamerabox die Over-the-Air-Stimulation des Imager-Chips der Kamera. Zu diesem Zweck besitzt die Box einen Monitor, der die simulierte Sensorumgebung zeigt, zum Beispiel ein Verkehrsszenario mit mehreren Fahrzeugen, Fußgängern, Randbebauungen usw. Die Kamera verarbeitet dann die stimulierten Daten weiter. Um zusätzliche Lichtquellen und Blendung zu minimieren, ist alles in einer geschlossenen Kammer installiert.

Die Kamerabox für die Over-the-Air-Stimulation. Der Kamerasensor (links) ist auf den Monitor (rechts) ausgerichtet.



Szenario: Knappes Einscheren für den Test des ACC-Systems. **Verkehrsfahrzeug:** Einscheren bei 80 km/h. **Ego-Fahrzeug:** Einscheren, wenn das Ego-Fahrzeug beschleunigt, nachdem die eingestellten 80 km/h erreicht wurden.

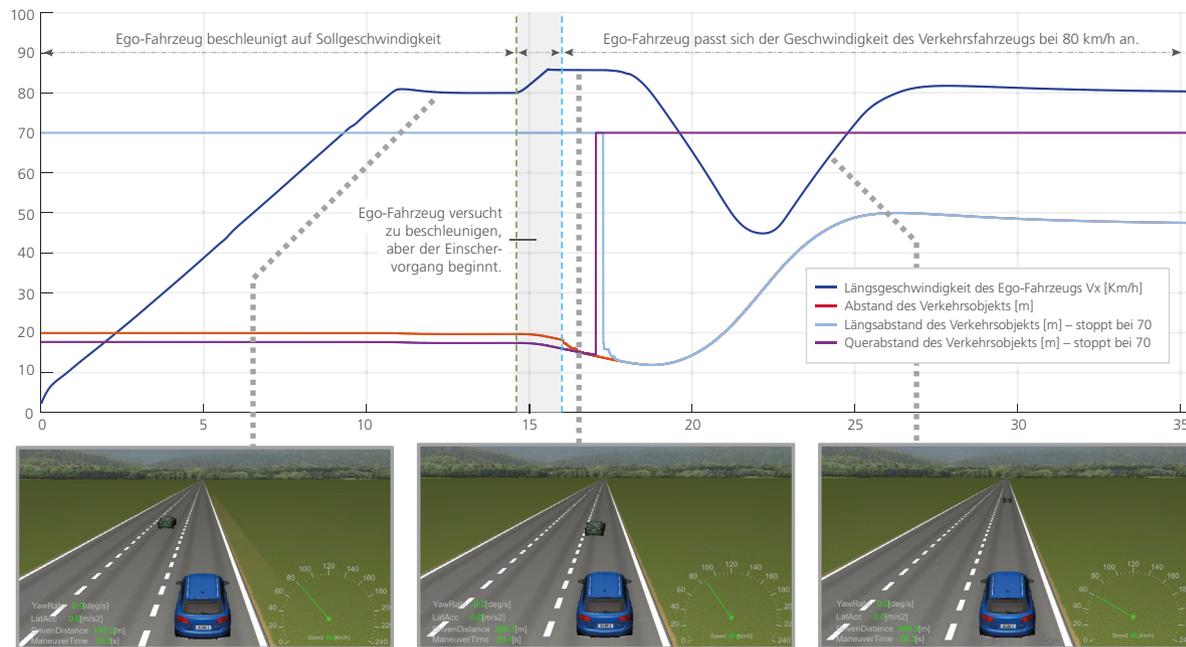


Diagramm zur Darstellung der ACC-Leistung während eines Einscherenszenarios.

die zu einer hervorragenden Testabdeckung führen. Zudem ermöglicht es schnelle Auswertungen unter identischen Bedingungen. Die nachfolgend durchgeführten Auswertungen und Tests zeigen, was SERES bisher erreicht hat:

Flexible Sensorintegration

Weil sich der Bereich des autonomen Fahrens sehr dynamisch entwickelt, sind Investitionen in anpassungsfähige Systeme von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund haben wir uns für die Over-the-Air-Radar- und -Kameraprüfstände von dSPACE entschieden, denn ihre Stärken liegen unter anderem in der Flexibilität bei der Einbindung neuer Sensortypen und Sensorkonfigurationen. Der Over-

the-Air-Ansatz macht es dabei besonders einfach, Plausibilitätsprüfungen durchzuführen. Denn das Verhalten der Sensoren (komplettes Steuergerät einschließlich der Signalverarbeitungssoftware) muss unter definierten Bedingungen bekannt sein – und das insbesondere in Grenzfällen. Die Situationen, in denen Objekte von einem Sensor erkannt oder nicht erkannt werden, sind von größter Bedeutung für die Entwicklung der signalverarbeitenden Software.

Sensor-Benchmarking mit Radarkammer

SilkRides setzt bei Radarsensoren auf Tier-1-Lieferanten aus der Automobilindustrie, weshalb ein genauer Leistungsvergleich der Sensoren eine der

wichtigsten Aufgaben ist, die es bei der Auswahl des Lieferanten zu berücksichtigen gilt. Für Radar-Leistungstests im realen Fahrzeug ist in der Regel ein weitläufiges Testgelände erforderlich, auf dem sich das Host-Fahrzeug und das Zielfahrzeug zudem gleichzeitig mit den eingebauten Ground-Truth-Geräten bewegen müssen. Mit dem Closed-Loop-Radarprüfstand können viele dieser Tests stattdessen im Labor stattfinden, was zu eindeutigen und konsistenten Ergebnissen führt. Dazu trägt das dSPACE Automotive Radar Test System (DARTS) bei, das in jedem Radarprüfstand installiert ist. Es erzeugt mit Hilfe beweglicher Antennen reale Over-the-Air-Radarechos, mit denen sich die Eigenschaften eines Sensors äußerst genau bestimmen lassen. >>

„Die Realität ist entscheidend, wenn es um die Entwicklung von Software für das autonome Fahren geht. Mit der ASM Toolsuite führen wir virtuelle Testfahrten in realitätsnahen Umgebungen durch.“

Hala Al-Khalil, SERES



Visualisierung der importierten Kartendaten aus dem Gebiet der Oakland Bay Bridge.

Skalierbar für zukünftige Anwendungen

Unser HIL-Aufbau mit einer Kamera, einem Frontradar und zwei Eckradaren reicht aus, um die meisten Funktionen bei Autobahnfahrten zu simulieren, denn die Eckradare lassen sich so konfigurieren, dass sie sich entweder an der Vorderseite, seitlich oder am Heck des Fahrzeugs befinden. In einem weiteren Schritt kann die SCALEXIO-Plattform um zusätzliche Kamera-, Radar-, Lidar- und Ultraschallsensoren sowie GNSS-Simulatoren erweitert werden. Der flexible Systemaufbau erlaubt sowohl Hardware- als auch Software-Erweiterungen. So unter-

stützt das System beispielsweise die Integration eines Lidar-Modells aus der Werkzeugkette für dSPACE Sensor Simulation, das den kompletten Lidar-Übertragungskanal einschließlich der 3D-Umgebung simuliert.

Simulation von sicherheitskritischen Funktionen

Bei der Entwicklung von Systemen für das autonome Fahren auf SAE Level 3 oder höher gilt es zu beachten, dass viele Komponenten dieser Systeme in jeder Situation ausfallsicher sein müssen. Die Bedingungen, unter denen dies getestet werden kann, sind mit einem Fahrzeug nur schwierig und

manchmal auch nur unter Gefahren zu reproduzieren. Der HIL-Test dagegen macht es möglich, sowohl das Umschalten von der Primärfunktion auf die Backup-Funktion im Fehlerfall als auch sichere Anhaltemanöver bei verschiedenen Straßenverhältnissen zu simulieren.

Automatische Regressionstests

dSPACE Werkzeuge wie Automation-Desk ermöglichen es, die Prüfstände beim Start automatisch einzurichten und so die manuellen Eingaben deutlich zu reduzieren. Darüber hinaus können viele unserer Tests automatisch ablaufen, so dass bei einem neuen Software-Release oder einer Hardware-Modifikation ein definierter Satz von Testfällen systematisch ausgewertet werden kann.

Szenariogenerierung mit HD Maps: Bay Bridge

Bei den von SilkRides durchgeführten Autobahnfahrten kamen Karten von Drittanbietern zum Einsatz, und zwar für das Spurhalten, beim Spurwechsel und bei der Routenführung. Die Integration zwischen dem dSPACE ASM- und HD-Map-Import gewährleistet eine hochpräzise Simulationsumgebung und realitätsnahes Testen. In der San Francisco Bay ergeben sich durch die Ein- und Ausfahrten der Bay Bridge viele anspruchsvolle Szenarien. Wir haben die Karte der Bay

Auf einen Blick

Die Aufgabe

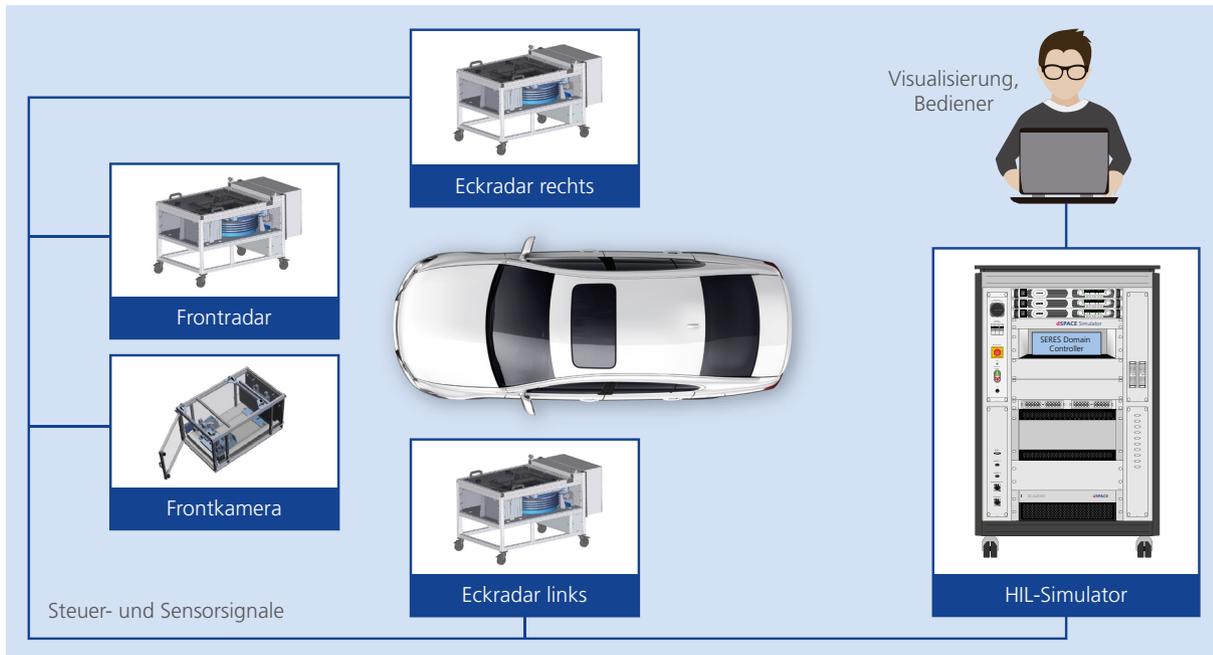
- Entwicklung einer Methode um nachzuweisen, dass ein System für autonomes Fahren (Sensoren und Steuerung) so sicher ist wie ein durchschnittlicher menschlicher Fahrer.

Die Herausforderung

- Untersuchung und Test der gesamten Wirkkette aller integrierten Komponenten
- Bewertung und Identifizierung der am besten geeigneten Sensoren
- Unterstützung eines flexiblen Austauschs von Sensoren
- Flexible Szenariogenerierung auf Basis realer Kartendaten

Die Lösung

- Installation eines HIL-Systems zur Fahrzeug- und Verkehrssimulation in Echtzeit
- Konzeption eines HIL-Systems, das echte Radar- und Kamerasensoren in den Regelkreis auf speziellen Prüfständen integriert
- Bewertung der Sensorleistung in Bezug auf das gesamte Fahrzeug
- Zuverlässige Validierung der Steuerung in einer einfach zu bedienenden virtuellen Umgebung



Das Testsystem für den Domänen-Controller der Fahrzeuge besteht aus drei Radarprüfständen und einem Kameraprüfstand zur Stimulation der realen Sensoren. Die Sensorsignale werden dann im HIL-Simulator verarbeitet, der die virtuelle Fahrzeugsimulation in komplexen Verkehrsszenarien durchführt. Diese Szenarien werden als Sensorumgebungen auf die Prüfstände zurückgeführt.

Bridge in ASM importiert und viele dieser kniffligen Testfälle in unserem HIL-Testaufbau nachgestellt.

Zusammenfassung und Ausblick

Das dSPACE Testsystem eröffnet einzigartige Möglichkeiten, Sensoren und Controller in ein virtuelles Fahrzeug zu integrieren und zusammen zu testen. Der Einsatz dieser äußerst realistischen Testumgebung erlaubt

bereits in frühen Entwicklungsphasen aussagekräftige Einblicke in die Leistungsfähigkeit der Hardware- und Software-Komponenten. Dies beschleunigt den Entwicklungsprozess, da wegweisende Entscheidungen frühzeitig getroffen werden können. Weil Testfälle einfach wiederverwendet werden können, lassen sich Regressionstests durchführen, um die Fehlerbeseitigung zuverlässig abzu-

sichern. Neue Anforderungen können durch den Ausbau des flexiblen Testsystems und der Testbibliotheken erfüllt werden. Wir freuen uns darauf, neue Fahrzeuge auf die Straße zu bringen, die durch ein robustes und zuverlässiges Testsystem validiert wurden. ■

Ziqi Zhu, Hala Al-Khalil, Samuel Rayseldi, SERES

Ziqi Zhu

Ziqi Zhu leitet das Team für intelligentes Fahren bei SERES in Santa Clara, CA, USA.



Hala Al-Khalil

Hala Al-Khalil ist Simulationsingenieurin im Team für intelligentes Fahren bei SERES in Santa Clara, CA, USA.



Samuel Rayseldi

Samuel Rayseldi ist Systemingenieur im Team für intelligentes Fahren bei SERES in Santa Clara, CA, USA.





SCALEXIO- und PHS-Systeme bilden
Testfabrik für Antriebsstrang-
steuergeräte

Geballte Test-Power

Um bei der Entwicklung und Absicherung der Antriebsstrangsteuergeräte einen hohen Durchsatz an Testdurchführungen zu erreichen, hat Renault in Rumänien eine neue Testfabrik aufgebaut. Die installierten SCALEXIO- und PHS-Systeme lassen sich flexibel für die Steuergerätestests einsetzen – die Arbeitsabläufe sind dabei für beide Systeme gleich. Das gelingt mit Hilfe einer neu eingeführten Werkzeugkette, die auf einem eigens dafür entwickelten Managementsystem und dSPACE Tools basiert.



Die Vielfalt beim Fahrzeugangebot erhöht die Zahl der Antriebsstrangvarianten: Unterschiedliche Motor- und Getriebe-Modelle existieren in diversen Kombinationen mit oder ohne Unterstützung durch Elektromotoren. Neben hybridisierten Antrieben entstehen immer mehr batterieelektrische Systeme. Damit wachsen für Automobilhersteller wie Renault die Herausforderungen bei der Entwicklung und insbesondere der Absicherung der Antriebsstrangsteuergeräte, beispielsweise im Hinblick auf ein effizientes Management der Entwicklungs- und Testdaten. Ziel ist es, die Steuergerätevarianten möglichst ausschließlich per Software abzubilden. Je nach Fahrzeugtyp, Motorgröße, Getriebeart und Antriebsmaschine muss dafür die Steuergeräte-Software an die jewei-

lige Anwendung adaptiert werden. Für die Entwickler bedeutet das einen erheblichen Testaufwand, denn jede denkbare Kombination muss getestet und abgesichert werden. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an den Absicherungsprozess, da die zunehmende Vernetzung der Steuergeräte im Fahrzeug und neue Fahrzeugfunktionen wie Fahrerassistenzsysteme (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) immer komplexere Tests erfordern.

Effizient entwickeln ...

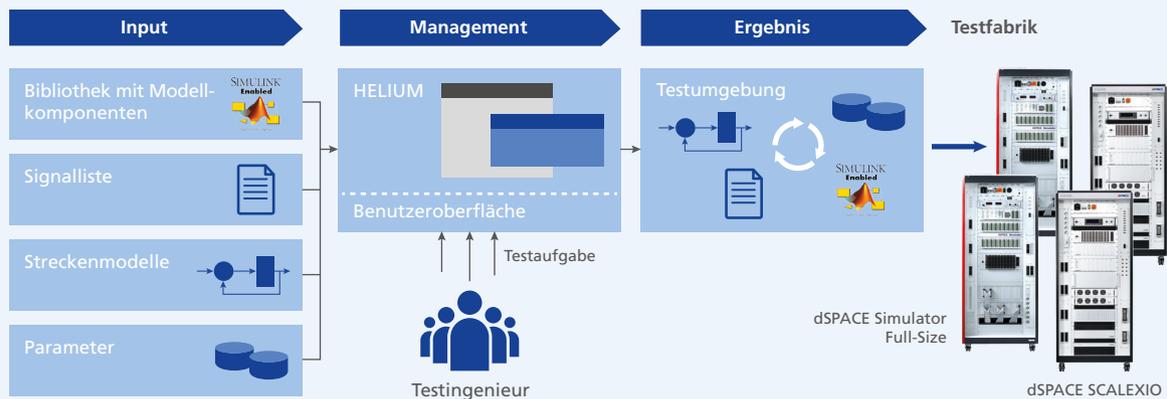
Um die steigenden Anforderungen auch zukünftig zu erfüllen, hat Renault vor einiger Zeit die Optimierung seiner Entwicklungs- und Testprozesse für den Antriebsstrang beschlossen. Denn die hohe Qualität der ausgelieferten Produkte und ihre kurzen Time-to-

Market-Zeiten sollen natürlich auch weiterhin sichergestellt sein. Es galt also, für die Absicherung der Steuergeräte eine ausreichende Anzahl an geeigneten Testsystemen zu installieren, um die hochkomplexen Tests komfortabel und effizient durchzuführen.

... mit automatisierten HIL-Tests

Die große Variantenvielfalt erfordert Testsysteme, die einen hohen Durchsatz an Testdurchführungen zulassen. Schnell war klar, dass Renault diesen langfristig nur über eine Umgestaltung seiner Hardware-in-the-Loop (HIL)-Tests und einen hohen Automatisierungsgrad erreichen konnte. Eine Handvoll Testsysteme würde dafür keinesfalls ausreichen, daher wurde der Aufbau einer neuen Testfabrik in Rumänien beschlossen. Die Idee: Aus einem Pool von HIL-Simulatoren lassen

>>



Im zentralen Managementsystem HELIUM laufen zahlreiche Informationen für den Steuergerätest zusammen, darunter Signallisten, Parameter und Streckenmodelle, die sich durch verschiedene Modellkomponenten flexibel erweitern lassen. Die Software erstellt daraus eine Testumgebung und spielt sie für die Testdurchführung auf die Simulatoren auf.

sich Testsysteme flexibel für die verschiedensten Testaufgaben zusammenstellen. Je nach Testaufgabe „bucht“ sich der Entwickler einfach die benötigten Test-Ressourcen in der Fabrik. Daraus ergaben sich auch neue Anforderungen an die Simulatoren.

Varienvielfalt erfordert Prozesse und Strukturen

Jede Steuergerätevariante erfordert eine spezifische Testumgebung. Diese besteht im Wesentlichen aus dem HIL-Simulator, dem parametrisierten Streckenmodell, Software-Werkzeugen und anderen unterstützenden Hilfsmitteln. Die bei Renault für die Absicherung des Antriebsstrangs benötigten Umgebungen werden

heute größtenteils in der Testfabrik in Rumänien zusammengestellt und dort für den Steuergerätest eingesetzt. Eine der schwierigsten Aufgaben für die Entwickler ist die termingerechte Vorbereitung der verschiedenen HIL-Simulatoren für die jeweilige Testaufgabe, da jede Variante eine neue Konfiguration erfordert. Hinzu kommt, dass jedes Teammitglied die Testsysteme für seine Testzwecke buchen kann. Für reibungslose Abläufe sind also klare Prozesse und Strukturen erforderlich, die die Arbeitsweise mit den Systemen und die zeitliche Abfolge der durchzuführenden Tests genau festlegen. Weil zudem die Vielzahl an Testumgebungen manuell kaum zu bewältigen

ist, bedarf es eines übergeordneten Systems, das die Erstellung der Testumgebungen und alle erforderlichen Arbeitsschritte und -ressourcen verwaltet und eine Automatisierung des Build-Prozesses ermöglicht.

Das Managementsystem HELIUM

HELIUM – so heißt das neue Werkzeug, das Renault speziell für die Antriebsstrangentwicklung entworfen hat. Es ermöglicht die automatisierte Erstellung von Testumgebungen für HIL-basierte Tests und steuert die Testabläufe. Mit ihm kann sich der Entwickler die Umgebung automatisch zusammenstellen und auf das Testsystem aufspielen lassen. Dazu bietet die Software eine intuitive Benutzer-



Für die Erprobung neuer Antriebsstrangsteuergeräte hat Renault in Rumänien eine Testfabrik aufgebaut, die aus 13 SCALEXIO-Systemen und 21 PHS-basierten Simulatoren besteht. Jedes Mitglied des Validierungsteams dSPACE-Magazin 1/2020 © dSPACE GmbH, Paderborn, Germany · info@dSPACE.com · www.dSPACE.com

„Durch die Offenheit der dSPACE Produkte konnten wir sie leicht in unsere Werkzeugkette integrieren und flexibel an unsere projektspezifischen Anforderungen anpassen.“

Jean-Marie Quelin, Renault Frankreich

oberfläche, über die der automatische Erstellungsprozess per Knopfdruck gestartet werden kann. Dank der damit verbundenen einfachen und komfortablen Workflows reduzieren sich Zeitaufwand und Fehler bei den Tests erheblich.

Testfabrik aus SCALEXIO- und PHS-Systemen

Derzeit besteht die rumänische Testfabrik aus 32 dSPACE HIL-Simulatoren: 13 SCALEXIO-Systeme und 19 PHS-basierte Simulatoren kommen für den Test neuer Antriebsstrangsteuergeräte zum Einsatz. Genau wie anfangs vorgesehen, lassen sich die unterschiedlichen Systeme heute je nach Testanforderung flexibel für die verschiedensten Steuergerätestests einsetzen. Möglich ist das vor allem dank der standardisierten XIL-API-konformen Schnittstellen der dSPACE Werkzeuge, die eine Interaktion zwischen verschiedener Test-Hardware und -Software ermöglichen. Die Benutzeroberfläche ist für SCALEXIO- und PHS-Systeme gleich: Die vollständige Parametrierung wird in HELIUM vorgenommen. Der Workflow und die Komponenten-

modelle für die automatisierte Erstellung der Streckenmodelle unterscheiden sich ebenfalls nicht. So lassen sich auf allen Testsystemen die gleichen automatisierten Tests durchführen.

Hoher Durchsatz mit solidem Testsystem

Mit Hilfe des neuen Werkzeugs und einiger Prozessoptimierungen kann Renault die Variantenvielfalt im Bereich Antriebsstrang erfolgreich bewältigen und die hohen Anforderungen an den Absicherungsprozess erfüllen. Über einhundert unterschiedliche Testumgebungen erstellt das Team in Rumänien heute pro Jahr. Bei der Erreichung dieses Ziels spielten die eingesetzten dSPACE Systeme eine wichtige Rolle. Ihre Offenheit und leichte Integrierbarkeit in die Renault-eigene Werkzeugkette erlauben flexible Anpassungen an die projektspezifischen Anforderungen. Ein weiterer Vorteil ist, dass die dSPACE Werkzeuge trotz hoher Flexibilität so standardisiert sind, dass nicht jede Steuergerätevariante gleich ein neues System erfordert. Insgesamt erwiesen sich die dSPACE Testsysteme über

den Optimierungsprozess hinweg durchgängig als solide und verlässlich und schafften so die Basis für den heute hohen Durchsatz bei den Steuergerätestests. Bei der Optimierung und Durchführung der Testprozesse wurde und wird Renault direkt vor Ort durch erfahrene dSPACE Ingenieure unterstützt.

Fazit und Ausblick

Durch den Einsatz der neuen Werkzeugkette ist das Entwicklerteam in der Lage, die Effizienz im Entwicklungsprozess und die Qualität der HIL-Testumgebungen selbst bei Veränderungen im Personal aufrechtzuerhalten. Weitere Optimierungen der Automatisierung und des Absicherungsprozesses sind bereits geplant, unter anderem die schrittweise Einführung eines 24/7-Betriebs. Neue Funktionalitäten der dSPACE Tools werden zudem fortlaufend in die Werkzeugkette einfließen. Ziel ist es, die neue Prozess- und Werkzeugkette in naher Zukunft auf die Kooperation mit Nissan auszuweiten. ■

*Jean-Marie Quelin,
Renault Frankreich*



Jean-Marie Quelin

Jean-Marie Quelin ist Spezialist für die Absicherung von Steuergeräten des Antriebsstrangs bei Renault Frankreich.





Funktionstests für
autonomes Fahren
unter SOTIF-Bedingungen

Automatisch sicher

Autonomes Fahren bedeutet mehr als einfach nur „ganz viel ADAS“ im Fahrzeug einzubauen. Daher wurde SOTIF ins Leben gerufen, ein im Vergleich zu ISO 26262 umfassenderer Teststandard speziell für autonome Fahrzeuge. Das PATAC (Pan Asia Technical Automotive Center) hat Tests gemäß SOTIF durchgeführt.



Anders als bei traditionellen Fahrzeugen besteht bei autonomen Fahrzeugen das Hauptrisiko nicht mehr in einem Systemversagen, sondern in Einschränkungen beim Design der Systemfunktionen, die dazu führen könnten, dass sich das Fahrzeug in einigen Situationen anders verhält als beabsichtigt. Daher erfordert das Testen von Funktionen bei autonomen Fahrzeugen auch eine andere Herangehensweise als bei klassischen Fahrzeugen. In der Folge entstand der SOTIF-Teststandard (andere Bezeichnung: ISO PAS 21448). SOTIF ist eine Ergänzung zum bestehenden ISO-26262-Standard speziell für autonome Fahrzeuge. SOTIF definiert geeignete Methoden, die man für die Tests von Autonomiefunktionen einhalten sollte. Das Vorgehen umfasst sowohl reale Fahrttests als auch Tests mit Simulatoren.

Klassifizierung von Risiken

Um sinnvolle Tests zu definieren, ist es hilfreich, sich zunächst einen Überblick über die prinzipiell möglichen Szenarien zu verschaffen. Üblicherweise werden dabei vier Szenarien unterschieden (Abbildung 1): Bekannte sichere Szenarien, bekannte Risiken, unbekannte sichere Szenarien und unbekannte Risiken. Im Fokus der Funktionstests stehen die bekannten und unbekanntesten Risiken. Das Überprüfen bekannter Risiken ist dabei die leichtere der beiden Aufgaben, denn dort kann man mit anforderungsbasiertem Testen arbeiten. Dies bedeutet konkret, maßgeschneiderte Testfälle zu entwerfen und diese dann Schritt für Schritt, quasi wie am Fließband, abzuarbeiten.

Testen unbekannter Risiken

Die eigentliche Herausforderung besteht im Überprüfen der unbekanntesten Risiken – denn wie soll man eine risikobehaftete Situation überprüfen, die man gar nicht kennt und für die man folglich auch keinen klar umrissenen Testfall definieren kann? Die

Lösung liegt in der Ausführung besonders variantenreicher Fahrscenarien in einer simulierten, reproduzierbaren Testumgebung mit Hilfe automatischer Tests. Dabei gilt es, Fahrzeug, Umgebungssensoren, d. h. Radar, Lidar, GPS, HD-Karten usw., Umwelteinflüsse wie Regen, Straßeneigenschaften, Schilder, Straßenverkehr, verschiedene Verkehrsteilnehmer, Fußgängern, Radfahrer, und deren Verhalten mit Modellen exakt zu virtualisieren. Nach der Modellierung eines solchen Testszenarios besteht der Vorteil darin, dass man durch das Variieren der Modellparameterwerte unzählige Testfälle – und damit auch die unbekanntesten unsicheren Szenarien – mit überschaubarem Zeitaufwand abdeckt. Mit Hilfe traditioneller manueller Tests wäre dies gar nicht mehr möglich.

Beispiel: Tests des Spurhalteassistenten

Konkrete Tests gemäß SOTIF hat PATAc für die Spurhalteassistentenfunktion (LKA, Line Keeping Assistent) durchgeführt. Beim LKA kommt eine Kamera zum Einsatz, die die Fahrbahnmarkierungen beobachtet und bei einem drohenden Verlassen der Fahrspur automatisch gegenlenkt. Die Lenkmomente, die der LKA dabei über die elektromechanische Lenkung (Electric Power Steering, EPS) erzeugt, sollen einerseits groß genug sein, um die gewünschte Wirkung zu zeigen, andererseits aber auch nicht zu groß, denn dann würden sie den Fahrer stören. Für dieses Szenario wurde ein realer Fahrversuch durchgeführt (Abbildung 2). Hierbei fährt der Fahrer eine gewöhnliche Kurve, gleichzeitig speist der LKA über den CAN-Bus entgegengesetzte Lenkmomente ins EPS. Diese entgegengesetzten Lenkmomente werden von Testlauf zu Testlauf immer weiter erhöht, so dass der Fahrer immer stärker gegenlenken muss. Dies geschieht solange, bis der Punkt erreicht ist, an dem der Fahrer das Fahrzeug nicht

>>

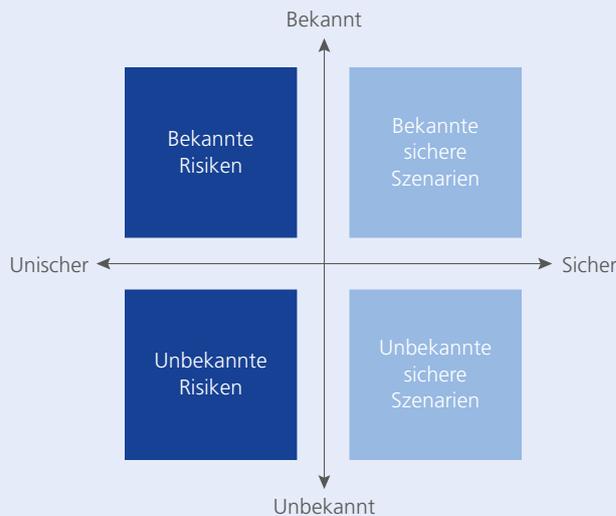


Abbildung 1: Klassifizierung der verschiedenen Szenarien bei autonomen Fahrzeugen. Im Fokus von Tests stehen Szenarien aus der linken Hälfte der Grafik, also die bekannten und unbekannt Risiken.

„Die Entwicklungsumgebung von dSPACE ermöglicht sehr effiziente automatische Tests gemäß SOTIF für autonome Fahrzeuge.“

Shang Shiliang, PATAC

mehr in der Spur halten kann. Die Obergrenze für das vom LKA eingesperte Lenkmoment wird dann knapp unter diesem Punkt angesetzt.

dSPACE Werkzeuge minimieren Testaufwand

In der Entwicklungsumgebung (Abbildung 3) kommen verschiedene dSPACE

Hardware- und Software-Werkzeuge zum Einsatz. Bei einem typischen Arbeitsablauf geht es zunächst (Schritt 1 und 2) darum, Testskripte für die anschließenden automatischen Tests zu bekommen. Bei der klassischen Arbeitsweise würde man diese Testskripte manuell erstellen und müsste sie für jeden Testfall neu schreiben,

was erheblichen Aufwand bedeuten würde. In der hier gezeigten Arbeitsumgebung geht das erheblich effizienter, denn mit Hilfe von dSPACE AutomationDesk lassen sich aus bereits vorhandenen Testskripten neue Testskripte für verwandte Testfälle automatisch erstellen. Die Parametrisierung der Testfälle kann dabei mit Hilfe von Excel®-Makrodateien geschehen, was die Arbeit zusätzlich vereinfacht. Auf diese Weise lassen sich durch Variation der Testparameter dann quasi unzählige Testfälle automatisch in kurzer Zeit durchspielen (Schritt 3). Genau dies ist für SOTIF-konforme Tests zwingend notwendig, um mit größtmöglicher Wahrscheinlichkeit auch die unbekannt Risiken abzudecken. Die eigentlichen Tests der Funktionen des autonomen Fahrzeugs erfolgen dann mit Hilfe einer HIL-Testplattform und/oder in einem realen Fahrversuch (Schritt 4 und 5), wobei die dSPACE MicroAutoBox die Rolle des Steuergerätes übernimmt. Sowohl bei den HIL-Tests als auch den realen Fahrversuchen werden die Testprotokolle automatisch erstellt (Schritt 6).

Zusammenfassung

SOTIF ist der erste Standard, der speziell für die Entwicklung autonomer Fahrzeuge ausgelegt ist. Mit Tests nach SOTIF-Standard lassen

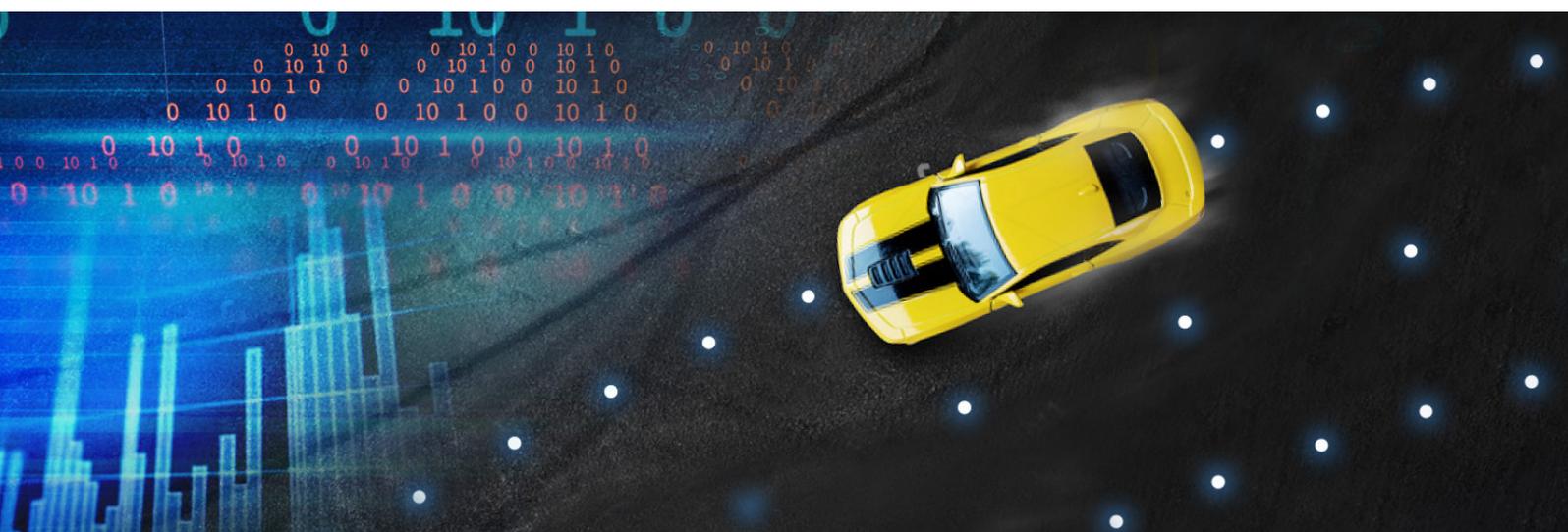


Abbildung 2: Mit Hilfe realer Fahrversuche wird die Stärke des Lenkmoments festgelegt, das der Spurhalteassistent in die Lenkung einspeist. dSPACE Magazin 1/2020 · © dSPACE GmbH, Paderborn, Germany · info@dspace.com · www.dspace.com

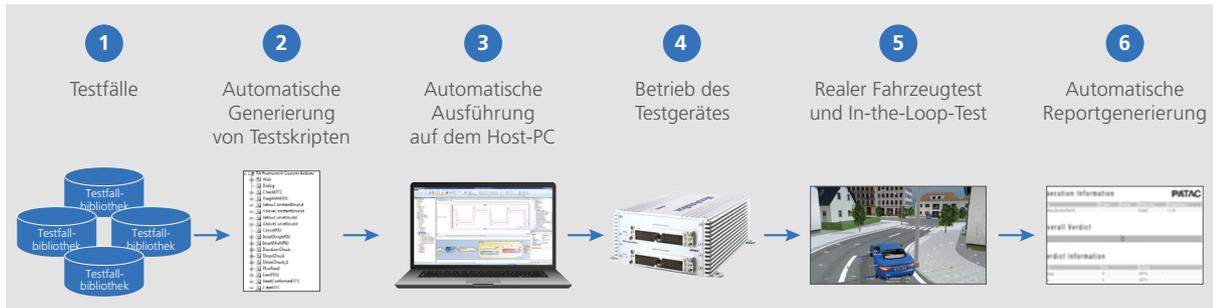


Abbildung 3: Der typische Arbeitsablauf für automatische Tests gemäß SOTIF. Besondere Vorteile sind die automatische Generierung von Testskripten und die Möglichkeit, mit denselben Tools sowohl HIL-Tests als auch reale Fahrtests durchzuführen.

„Das Vorgehen nach SOTIF erfordert umfangreiche Testvarianten. Diese lassen sich mit den Werkzeugen von dSPACE automatisiert generieren.“

Cui Haifeng, PATAc

sich auch Fehler aufspüren, die schon beim Entwurf von Funktionen autonomer Fahrzeuge entstanden sind. Die bei PATAc mit der dSPACE Werkzeugkette aufgebaute Testumgebung

ermöglicht automatisierte Tests nach SOTIF. Ein besonderer Vorteil dieser Testumgebung besteht darin, dass sie sowohl reale Fahrtests als auch HIL-Tests unterstützt. Ein weiterer

Vorteil ist die Möglichkeit für ein schnelles, automatisches Erstellen von variantenreichen Testfällen. ■

Das 1997 gegründete **PATAc** (Pan Asia Technical Automotive Center) ist ein Joint Venture von General Motors China LLC und Shanghai Automotive Industry (Group) Corporation (SAIC Motor). Es besteht aus einem Design- und Entwicklungszentrum in Pudong (Shanghai, China) und beschäftigt sich mit der Entwicklung von Shanghai GM-Produkten, fungiert aber auch als das weltweit zweitgrößte technische Entwicklungs- und Konstruktionszentrum von General Motors. Mit dem Ziel, sich als zukunftsweisendes und weltweit einflussreiches Unternehmen der Automobilentwicklung zu etablieren, bietet PATAc verschiedenste Automobilentwicklungsdienstleistungen, unter anderem für Design, technische Entwicklung, Test und Validierung

Shang Shiliang

Shang Shiliang ist Manager im Bereich funktionale Sicherheit und SOTIF-Entwicklung bei PATAc in Shanghai, China.



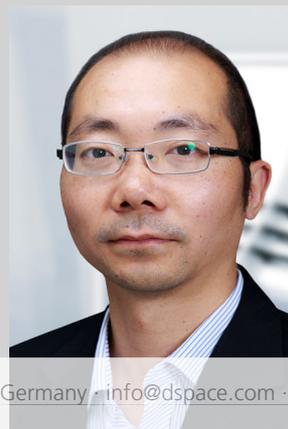
Cui Haifeng

Cui Haifeng ist Senior Manager für Vehicle Chassis System Development and Integration bei PATAc in Shanghai, China.



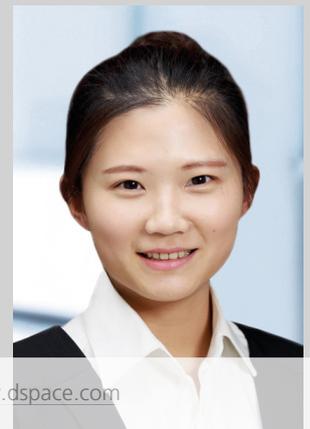
Yang Chunwei

Yang Chunwei ist Senior Technical Manager für Systemintegration und HIL-Test bei PATAc in Shanghai, China.



Guo Mengge

Guo Mengge ist Ingenieurin im Bereich funktionale Sicherheit und SOTIF-Entwicklung bei PATAc in Shanghai, China.





Treffend markiert

Generieren hochgenauer Referenzdaten
zum Trainieren neuronaler Netze

Wie lassen sich die besonders herausfordernden Aufgabenstellungen des autonomen Fahrens in der Verarbeitungskette von Perzeption über Situationsanalyse bis zur Verhaltensplanung mit künstlicher Intelligenz lösen? Das Technologieunternehmen BOSCH zeigt, wie man ein effizientes Training neuronaler Netze mit annotierten Sensordaten von [understand.ai](https://www.understand.ai) durchführt.



Bildnachweis: © BOSCH

Neue innovative Konzepte für die Mobilität wie hochautomatisiertes oder autonomes Fahren stellen enorme Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit der technischen Systeme. Die effiziente Entwicklung besonders zuverlässiger Steuerungen für das autonome Fahren bis hin zu SAE Level 5 setzt auch den Einsatz geeigneter Technologien voraus. Herkömmliche regelbasierte Ansätze stehen daher im Wettbewerb mit den Möglichkeiten trainierter neuronaler Netze. Ausgeführt auf schnellen Grafikprozessoren (GPUs), sind diese besonders für die Verarbeitung der immensen Datenmengen hochauflösender Sensoren geeignet.

Identifizierung von KI-Anwendungsgebieten

In diesem Kontext geht es zunächst darum, potentielle Anwendungsgebiete von künstlicher Intelligenz (KI) entlang der gesamten Verarbeitungskette von Perzeption über Situationsanalyse bis zur Verhaltensplanung zu identifizieren. Darüber hinaus sind besonders aussichtsreiche Methoden aus dem Bereich des maschinellen Lernens zu evaluieren. Hier setzt ein Projekt bei BOSCH an, das sowohl KI-

Anwendungsgebiete als auch Lernmethoden untersucht und dabei den Fokus auf die multimodale Perzeption legt, also auf die Umgebungswahrnehmung eines Fahrzeugs mit den fusionierten Daten von Video-, Radar- und Lidarsensoren.

Aufbau eines Datensatzes mit hoher Diversität

Trainingsdaten sind die Rohdaten der im Fahrzeug verbauten Sensoren, die während Realfahrten aufgezeichnet werden. Schon bei der Aufnahme muss auf eine hinreichend hohe Diversität der Umgebungen (Autobahn, Landstraßen, urbane Bereiche, Verkehrsobjekte, Verkehrsszenarien etc.) geachtet werden. Dies wird insbesondere durch die Definition idealer Streckentypen und -beschaffenheit sowie Streckenkategorien erreicht. Anschließend erfolgt eine Auswahl gemäß Übereinstimmung mit der Definition und Ausgewogenheit der Kategorien.

Trainieren neuronaler Netze per Supervised Learning

Ein neuronales Netz lernt – ähnlich wie das menschliche Gehirn – durch positive Verstärkung: Die Lösungs-

wege für korrekte Ergebnisse werden beibehalten, die von fehlerhaften Ergebnissen verworfen. Um korrekte Ergebnisse zu erkennen, bedarf es sowohl Aufgaben als auch Lösungen. Im Kontext der Systeme für autonomes Fahren sind dies typischerweise die Sensorrohdaten (Aufgaben) sowie die darin erkannten Objekte (Lösungen). Dieser Lernansatz wird als überwachtes Lernen oder Supervised Learning bezeichnet. Die Lösungen werden in einem vorgelagerten Schritt durch Markierungen (Label/Annotation) in Form von Referenzdaten (Rohdaten plus Markierung) zur Verfügung gestellt.

Lernmaterial für neuronale Netze

Erfolgreiches (maschinelles) Lernen setzt den Einsatz von qualitativ hochwertigem Lernmaterial voraus. Daher müssen relevante Objekte, die die KI später selbst erkennen soll (Pixelmuster etc.), in den Daten exakt gekennzeichnet und klassifiziert werden. Da dieser Schritt sehr hohe, teils manuelle Aufwände mit sich bringt, wurden die anonymisierten Daten an den auf die Automatisierung spezialisierten Servicedienstleister [understand.ai](https://www.understand.ai) übergeben. Gemeinsam wurden exakte >>



Das Fahrzeug für die Messkampagne mit dem installierten Sensorset (Radar, Lidar, Kamera).

„Hochgenaue Annotation ist eine unverzichtbare Voraussetzung für das Supervised Machine Learning. Dafür setzen wir auf den Labeling-Service und die Tools von understand.ai.“

Dr. Claudius Gläser, BOSCH

Qualitätsziele vereinbart, die ein erfolgreiches Training gewährleisten.

3D-Annotation von Lidardaten

Die Annotation wurde mit Daten der Lidarsensoren durchgeführt. Die Kennzeichnung der Objekte erfolgte in Form von hochgenau platzierten Bounding-Boxen in den 3D-Punktwolken des Lidars. Die Daten des Kamerasensors wurden zur Plausibilitätsprüfung verwendet. Um die definierten Qualitätsziele für die umfangreichen Daten

sicherzustellen, hat sich ein iteratives Vorgehen bewährt. Dabei wurden die Zwischenergebnisse geprüft und in Feedbackschleifen mit understand.ai erörtert. Auf diese Weise ließ sich frühzeitig und kontinuierlich das notwendige Qualitätsniveau, auch durch Präzisierung der Anforderungen, gewährleisten.

Besondere Herausforderungen bei der Annotation

Bei der Annotation ergeben sich beson-

dere Herausforderungen wie die Differenzierung zwischen Autos und Vans oder das Erkennen von Fahrzeugen mit Dachboxen oder Fahrradträgern. Bei diesen komplexen Aufgabenstellungen machen Expertenwissen und leistungsfähige Werkzeuge den Unterschied. Mit seinen Web- und KI-basierten Werkzeugen zur Objekterkennung und Prädiktion von Objekten konnte understand.ai Randfälle identifizieren und elegante Lösungswege aufzeigen.

Supervised Learning mit annotierten Sensordaten

Die annotierten Daten sind mittlerweile im Einsatz, um potentielle Anwendungsgebiete für KI zu identifizieren. Dabei werden Netze anwendungsspezifisch trainiert und ihr Verhalten und ihre Performance bewertet. Je nach Tiefe des Netzes und dem Datenumfang ergeben sich Trainingszeiträume von mehreren Tagen oder Wochen. Voraussetzung für erfolgreiche Trainingsvorgänge ist eine abgestimmte IT-Infrastruktur, ausgestattet mit leistungsfähigen GPU-basierten Computerclustern.

Erzielte Ergebnisse und Genauigkeit

Hochgenaue Annotation ist eine unverzichtbare Voraussetzung für das Supervised Learning, denn die Quali-



Mit dem webbasierten UAI-Tool wird in einer Lidar-Punktwolke ein Objekt exakt markiert und anschließend klassifiziert.

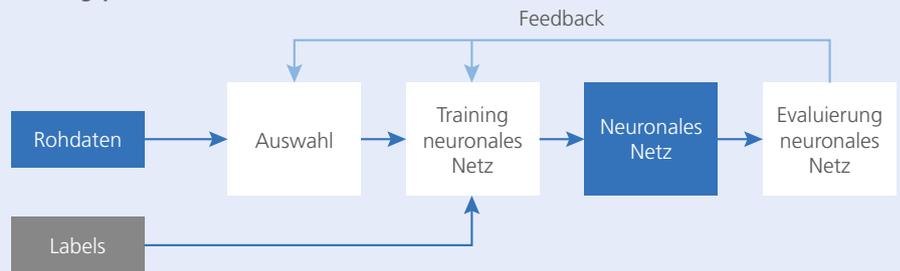


Beispielhafte Darstellung annotierter Sensordaten:
Mit Bounding-Boxen markierte und klassifizierte Objekte.

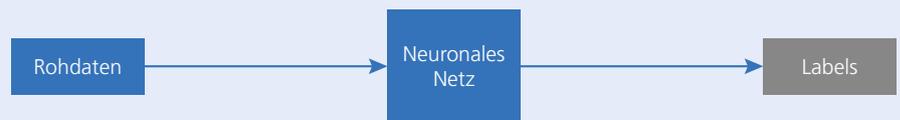
Bildnachweis: © BOSCH

tät der Referenzdaten ist ein Maß für die spätere Fähigkeit der KI, Objekte eindeutig zu erkennen. Die erwartete und spezifizierte Qualität bei der Annotation wurde von understand.ai erreicht. Wobei man für diese komplexe Aufgabenstellung insgesamt feststellen muss, dass die Annotation zwar sehr gut, aber nicht perfekt sein kann. Wie in anderen Entwicklungsbereichen unterliegt auch die Annotation einem kontinuierlichen Lernprozess, bei dem Abläufe und Tooling angepasst und optimiert werden, um ständig höchstmögliche Qualität zu erreichen. Eingespielte Prozesse, leistungsfähiges Tooling und effiziente Feedback-Zyklen führen zu den gewünschten Resultaten. Die Erfahrung und Expertise ausgewiesener Annotationsspezialisten ist für eine wirtschaftliche und effiziente Vorgehensweise von unschätzbbarer Bedeutung.

Trainingsprozess



Erfassungsprozess



Workflow für das Supervised Learning mit annotierten Sensordaten sowie die anschließende Datenerfassung samt Perzeption.

Ausblick: Annotation von Rundumsichtdaten

Für eine 360°-Umfelderfassung ist eine neue Messkampagne geplant, bei der das Fahrzeugumfeld hochauflösend mit Kamera-, Lidar- und Radarsensoren aufgezeichnet wird. Hierbei entstehen neue Herausforderungen bzgl. Datenmenge, synchroner Verarbeitung sowie Annotation der fusionierten Daten. Das weitere Vorgehen für dieses Vorhaben wird gerade zwischen den Experten von understand.ai und BOSCH abgestimmt. ■

Dr. Claudius Gläser
Dr. Claudius Gläser ist Experte für multimodale Perzeption zum automatisierten Fahren bei der Robert Bosch GmbH in Renningen, Deutschland.

Dr. Florian Faion
Dr. Florian Faion ist Forschungsingenieur für Lidar-Perzeption zum automatisierten Fahren bei der Robert Bosch GmbH in Renningen, Deutschland.



Dr. Claudius Gläser, Dr. Florian Faion,
BOSCH Corporate Research

Unsere Vision der Zukunft ist klar: Autos sollen ihren Weg zum Ziel autonom, also ohne einen Fahrer zurücklegen können. Bereits die ersten Schritte hin zu einer Autonomie stellen dabei Herausforderungen dar: Fahrzeuge sind zwar heutzutage bereits teilweise autonom unterwegs, allerdings nur in sehr eingeschränkten Situationen.

Ein (teil-)autonomes System wie etwa ein AutobahnpiLOT ist nicht nur rein funktional bereits anspruchsvoll in der Entwicklung, sondern es muss auch über die intendierte Funktion hinaus jederzeit ungeachtet der Umstände ein sicheres Verhalten gewährleisten. In der Praxis ergeben sich unzählige Situationen, die durch Tests abgesichert werden müssen. Dass diese Tests nicht alle auf der Straße erfolgen können, ist klar. Selbst simulative Lösungen, die in Echtzeit direkt mit dem Steuergerät arbeiten, sind aktuell durch die reine Menge überfordert.

So sieht die Lösung aus

Unsere Lösungsstrategie zur Bewältigung dieses Problems lässt sich grundsätzlich in drei Bereiche unterteilen: die Testobjekte, den Simulationsaufbau und die Testziele.

Die Testobjekte und Aufteilung der Tests

Es wird und muss weiterhin zentrale, kritische Tests geben, die direkt mit dem zu testenden Steuergerät und

den Steuergeräteverbunden oder auf der Straße durchgeführt werden. Um die benötigte Menge an Tests durchzuführen, wird ein erheblicher Teil der Tests in Software-in-the-Loop (SIL)-Systemen – und damit mit einem virtualisierten Testobjekt – durchgeführt werden müssen. Im Fokus steht als Subject under Test (SUT) der eigentliche Code der zu testenden Funktion(en). Aus technischer Sicht gibt es unterschiedliche Ansätze, das virtuelle Testobjekt bereitzustellen: So kann der Code als abgeschlossene und ausführbare Einheit über entsprechende Schnittstellen in das Simulationssystem eingebunden werden. dSPACE arbeitet daran, diese Art der Bereitstellung mit Hilfe von Containertechnologie zu realisieren. Darüber hinaus kann insbesondere Serieneinheiten auch in Form sogenannter virtueller Steuergeräte (V-ECUs) integriert werden. dSPACE bietet mit der Software SystemDesk alle Vorteile einer Serieneinheiten-Integration von Busanbindung bis Betriebssystemkonfiguration. Um festlegen zu können, wie das Testobjekt zu virtualisier-



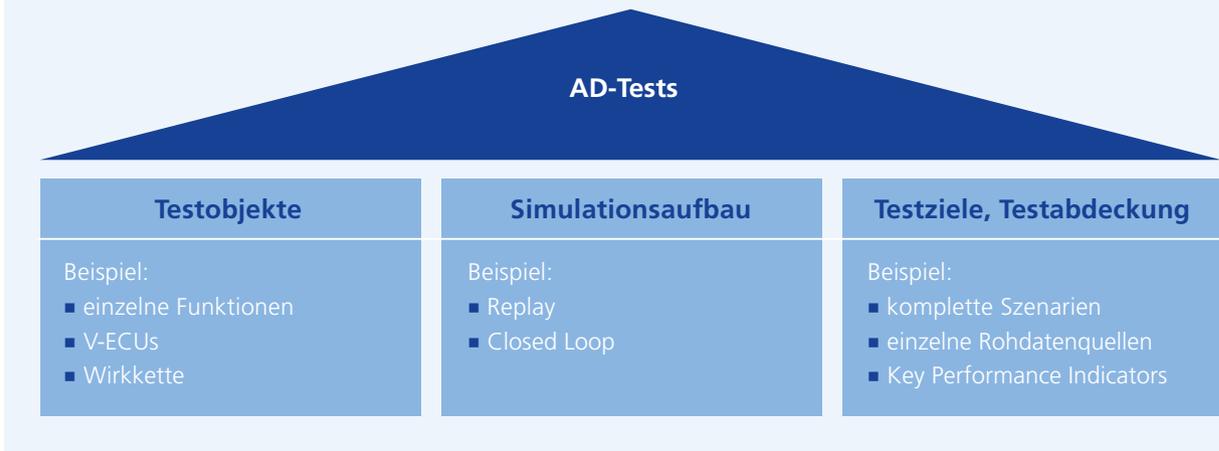
Schon gewusst? Ab 2020 bietet dSPACE seine SIL-Tools auch auf Linux-Betriebssystemen an.

A futuristic city street at night, illuminated by streetlights and the headlights of several cars. The cars are connected by glowing blue arcs, representing a networked communication system. The scene is viewed from an elevated perspective, showing a crosswalk, traffic lights, and pedestrians. The overall atmosphere is high-tech and futuristic.

Der Hürdenlauf des

autonomen Fahrens

Von szenariobasiertem Testen
und SIL-in-the-Cloud



Die drei Säulen der Lösungsstrategie

ren ist, muss der Testumfang genau festgelegt werden. Soll der Test einzelner Funktionen, der kompletten Steuergeräte-Software oder einer bestimmten vollständigen Wirkkette ermöglicht werden? Von diesen Faktoren hängt letztlich ab, wie das SUT auszusehen hat.

Der Simulationsaufbau

Der zweite Bereich bezieht sich auf den Simulationsaufbau und betrifft sowohl das Simulationssystem als auch dessen Infrastruktur. Dank dem Einsatz von SIL wird die Simulation unabhängig von Echtzeit und dedizierter Hardware. dSPACE bietet mit VEOS eine PC-basierte Simulations- und Integrationsplattform, die als Grundlage für SIL-Tests dienen kann. Aus zwei Gründen ist diese Flexibilität besonders wichtig: Zum einen lassen sich so Umgebungssimulationen in beliebiger Simulationstiefe realisieren. Dies umfasst neben Motor- oder Batteriemodellen insbesondere auch Sensormodelle, die von der Arbeit mit Objektlisten bis hin zu

sensorrealistischen Daten alle relevanten Detailtiefen abbilden. Zum anderen ist es das Ziel, den Testaufbau so einfach wie möglich zu vervielfachen, um einen hohen Testdurchsatz zu erreichen. Hier bieten Cloud-Systeme – sowohl öffentliche als auch beim Kunden eingerichtete Rechenzentren – mit Hilfe von Container- und Orchestrierungstechnologien eine Plattform für die vielfache parallele Instanziierung. dSPACE arbeitet an einer nahtlosen Integration seiner Werkzeuge in Cloud-Systeme durch die direkte Bereitstellung von vorkonfigurierten Containern, beispielsweise mit vorinstalliertem VEOS.

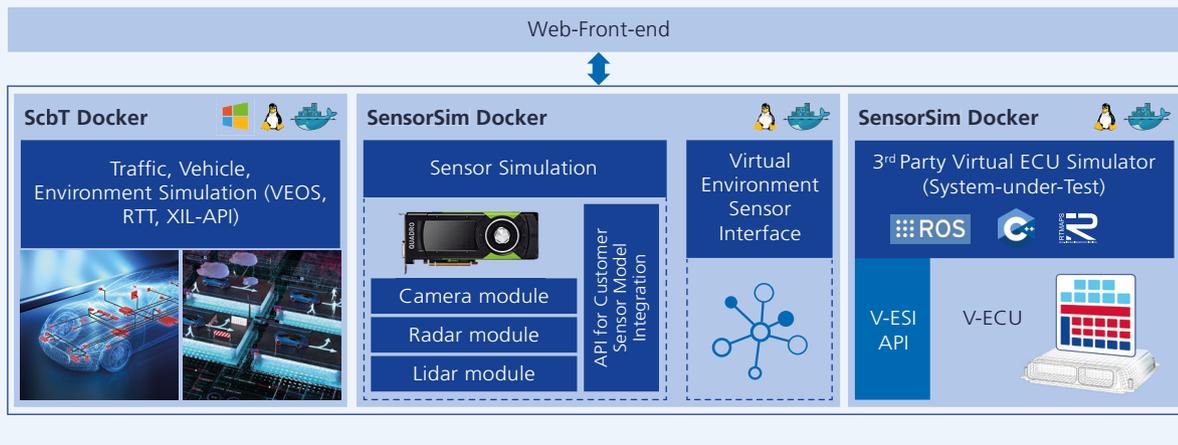
Die Testziele

Damit bleibt der um Größenordnungen steigende Testbedarf an sich. Letztendlich wird die Validierung darauf hinauslaufen, eine Vielzahl bestimmter Verkehrssituationen in der Simulation zu absolvieren. Hier soll die Simulation und Variantierung synthetischer Szenarien betrachtet

werden. Aber auch das erneute Abspielen von während eines Fahrversuchs aufgezeichneten Messdaten wird einen erheblichen Anteil der Validierung ausmachen. Zunächst geht es um die eigentliche Quelle der Tests oder, angelehnt an die Pegasus-Methodik, die Szenarien, die ein Fahrzeug erfolgreich abfahren soll. Dabei handelt es sich im Grundsatz um Variationen einer verhältnismäßig geringen Menge an Vorlagen, den sogenannten logischen Szenarien. So muss etwa eine bestimmte Ausweichsituation im Innenstadtverkehr in unterschiedlichsten Varianten unter verschiedenen Rahmenbedingungen erprobt werden, während die grundlegende Situation gleich bleibt, etwa ein anderes Fahrzeug wechselt unerwartet die Spur. Liegt erst einmal ein Grundstock von Szenarien vor, dient dieser als Quelle für die Generierung zahlreicher konkreter Testfälle. Von der Konfiguration eines logischen Szenarios ausgehend, erzeugt ein Algorithmus die endgültigen konkreten Szenarien, die dann im Rahmen der Simu-

„Der Aufbau von Szenariendatenbanken, die Herkunft der Szenarien und deren Relevanz zur Erreichung der Testziele sind Fragen, die derzeit praktisch alle unsere Kunden umtreiben.“

Karsten Krügel, Senior Product Manager Virtual Validation, dSPACE



SensorSim-SIL-Technologie

lation ausgeführt werden. Einfache Algorithmen implementieren hier Permutationen, die gleichzeitige Fixierung einzelner Parameter oder auch stochastische Vorgehen. Weitergehende Algorithmen versuchen durch Optimierungsverfahren oder künstliche Intelligenz gezielt kritische Szenarien zu identifizieren. Ein weiterer Aspekt wird bei dem Testaufbau oft unterschätzt: Der gesamte Prozess muss zwingend automatisiert werden bei gleichzeitiger Möglichkeit zur zentralen Konfiguration. Bei der Absicherung von morgen steht nicht die Definition ausgefeilter Testabläufe im Fokus, sondern die Konzentration auf das Wesentliche, nämlich auf messbare Eigenschaften der Testfälle. Diese Eigenschaften lassen sich aus den für die Simulation aufgezeichneten Messwerten berechnen. Der Vorteil hierbei: Ihre Formulierung ist intuitiv, beispielsweise ist die Relativgeschwindigkeit zweier hintereinander fahrender Fahrzeuge direkt aus den jeweiligen Geschwindigkeiten ableitbar. Diese Eigenschaften werden während oder nach der Simulation berechnet, haben jedoch keine Auswirkung auf den eigentlichen Testablauf. Dies ermöglicht es, im geschlossenen Betrieb (Closed Loop) immer einen festen Testablauf zu verwenden. Damit entfällt die Notwendigkeit einer manuellen Definition von Testschritten. ■

Schon gewusst? dSPACE ist auch für die Generierung von Szenarien auf Basis real gemessener Sensorrohdaten der richtige Partner.

Fazit

Im Zuge der Entwicklung des autonomen Fahrens ändern sich die ganz grundsätzlichen Zusammenarbeitsmodelle zwischen OEM, klassischem Zulieferer und Plattformanbieter. Es steht nicht mehr die Auslieferung eines fertigen Steuergeräts im Mittelpunkt, sondern die Integration verteilter Fahrzeugfunktionen und deren – möglicherweise firmenübergreifende – frühzeitige Absicherung. Hier gilt der Grundsatz: Je früher ein Fehler gefunden wird, desto günstiger ist seine Korrektur. Der Zugriff auf gemeinsame Simulations- und Testinfrastrukturen ermöglicht hier neue Formen der Zusammenarbeit, stellt aber letztlich auch nur die Lösung einer der vielen Herausforderungen dieser Zusammenarbeit dar. Die Absicherung gegenüber den unzähligen verschiedenen Szenarien

stellt eine der zentralen Herausforderungen für autonomes Fahren dar. Daher fußt das szenariobasierte Testen bei dSPACE auf diesen drei Säulen. Viele der genannten Aspekte werden abgebildet, jedoch können diese beliebig in die Tiefe gehen. Da dSPACE sich als Gesamtanbieter für Absicherung positioniert, bieten wir Lösungen in jedem der genannten Bereiche an. Dank unserer Werkzeugkette ist es mit nur wenigen Klicks möglich, die Validierung von Funktionen oder Gesamtverbundsimulationen mit hoher Testabdeckung und Szenarienvariation durchzuführen und den zuständigen Entwicklern jederzeit schnelles Feedback über ihre Code-Qualität zu liefern. Damit sollte sich auch die Anzahl der tatsächlich benötigten Testfahrer und -fahrten wieder auf einen realisierbaren Rahmen reduzieren.



AUTERA

Neues leistungsfähiges In-Vehicle-System für die Entwicklung von Funktionen für das autonome Fahren

Sensoren spielen in autonomen Fahrzeugen eine enorm wichtige Rolle und sie liefern immer größer werdende Datenströme. dSPACE stellt mit der AUTERA-Produktfamilie jetzt eine Systemlösung bereit, die Sensorrohdaten von beispielsweise Lidar-, Radar- und Kamerasensoren ebenso wie von automotiven Bussen und Netzwerken mit sehr hoher Bandbreite einlesen, verarbeiten und aufzeichnen kann.

Autonome Fahrzeuge verfügen über eine Vielzahl hochauflösender Sensoren, mit denen sie ihre Umgebung erfassen. Diese Sensoren liefern viele sehr große Datenströme, die möglichst effizient zu einem Gesamtumgebungsmodell fusioniert werden müssen. Dieses steht für die weitere Trajektorienplanung zur Verfügung.

Die Objekterkennung und Sensorfusion erfolgt dabei sehr häufig mit Hilfe künstlicher Intelligenz (KI). Um die komplexen KI-basierten Systeme zu entwickeln, zu trainieren und zu testen, sind enorm viele Daten (Petabytes) realer Messfahrten erforderlich. Die Aufzeichnung aller relevanten Daten spielt daher eine elementare Rolle in

diesem datengetriebenen Entwicklungsprozess. Die besondere Herausforderung dabei ist es, den ständig steigenden Bedarf an Bandbreite zu decken. Daher muss ein Aufzeichnungssystem nicht nur skalierbar sein, sondern es muss sich flexibel konfigurieren lassen, damit es an unterschiedliche Randbedingungen des



Fahrzeugs wie Sensorschnittstellen, Busse und Netzwerke angepasst werden kann.

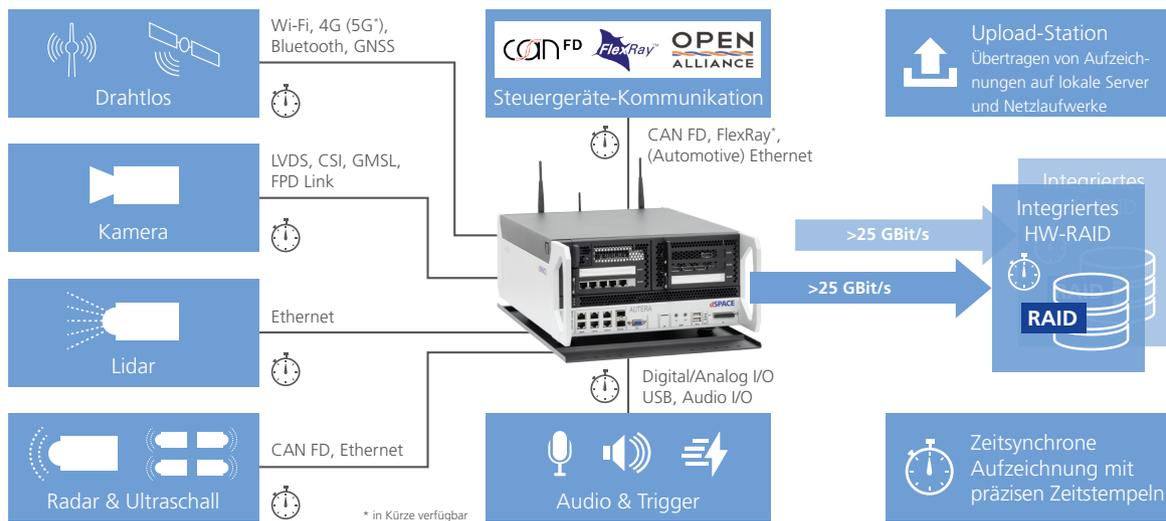
Neues System für Datenaufzeichnung, Verarbeitung und Replay

dSPACE bietet daher für die Datenaufzeichnung, das Prototyping im Fahrzeug und das spätere Abspielen der Daten im Labor eine neue extrem leistungsfähige Produktfamilie an: AUTERA. Der Name AUTERA steht für AUTonomous ERA und bezeichnet Produkte, die speziell für Entwicklungen in den Bereichen autonomes Fah-

ren (AD) und Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) ausgelegt sind. Das erste System der neuen AUTERA-Produktfamilie ist die AUTERA AutoBox, ein robustes In-Vehicle-System für den Einsatz im Fahrzeug. Die AUTERA AutoBox ist genau das richtige System, um während Testfahrten umfangreiche Datenmengen unterschiedlicher Sensoren, automotiver Busse und Netzwerke aufzuzeichnen und zu verarbeiten. Dafür werden neben CAN FD, Ethernet (1000BASE-T, 10GBASE-T) und Automotive Ethernet (100/1000BASE-T1) auch verschiedene

Rohdaten-Schnittstellen wie GMSL II, FPD Link III oder CSI II für Kamerasensoren unterstützt. All diese Schnittstellen sind zeitlich synchronisiert und nehmen direkt beim Dateneingang präzise Zeitstempel auf, um die Daten anschließend auch zeitlich korrekt wieder abspielen zu können. Neben der Rechenleistung des Systems ist hierbei insbesondere auch die Bandbreite entscheidend, denn sie bestimmt, wie viele hochauflösende Sensoren gleichzeitig aufgenommen werden können. Die AUTERA AutoBox ist in der Lage, innerhalb eines kompakten >>

AUTERA: Die Leistungsfähigkeit eines Linux-Servers – im Fahrzeug!



AUTERA besticht durch vielfältige Anschlussmöglichkeiten, die enorme Rechenleistung und nahezu unerschöpflichen Speicher.

Systems kontinuierlich bis zu 50 Gbit/s auf die einfach wechselbaren und Hot-Swapping-fähigen AUTERA-SSDs zu streamen. Sollte selbst diese extrem hohe Bandbreite einmal nicht mehr ausreichen, kann durch das Hinzufügen einer weiteren AUTERA AutoBox einfach skaliert werden. Die gespeicherten Daten lassen sich zu einem späteren Zeitpunkt wiedergeben (Replay) und zum Beispiel für das Training neuronaler Netze, die Szenariengenerierung und die Homologation nutzen.

Einsatzfertige Lösung

Die AUTERA AutoBox wird mit Linux als Betriebssystem ausgeliefert und

enthält bereits alle notwendigen Treiber für die sofortige Inbetriebnahme. An Bord ist außerdem die Multisensorentwicklungsumgebung RTMaps, die mit einfachen grafischen Methoden komplexe Zusammenhänge beherrschbar macht und die Datenströme der angeschlossenen Sensoren per Diagramm visualisiert. Darüber hinaus bietet sie intuitive Möglichkeiten zur Fusion und Aufzeichnung von Daten. RTMaps ist jedoch nur eine von vielen Optionen. Das Linux-Betriebssystem der AUTERA AutoBox ist grundsätzlich auch kompatibel zu anderen Software-Lösungen wie dem Framework ROS (Robot Operating System). Zusätzlich wird zukünftig eine offene API bereit-

gestellt, mit der Kunden alle relevanten Schnittstellen und Services des Systems in ihrer eignen Software-Umgebung nutzen können.

AUTERA ist flexibel erweiterbar

Eine der Stärken von AUTERA liegt in den vielfältigen Erweiterungsmöglichkeiten. Dadurch lassen sich Systeme so konfigurieren, dass sie ein breites Aufgabenspektrum abdecken: von der Datenaufzeichnung mit hochperformanten Speichern über das Prototyping von KI-Algorithmen mit dedizierten Hardware-Beschleunigern wie Grafikprozessoren (GPUs) bis hin zum Abspielen der aufgezeichneten Daten.

Steckbrief: AUTERA

Einordnung: Data Logger, Replay- und Prototyping-System für Multisensoranwendungen

Schlüsselfunktionen

- Leistungsstarkes, erweiterbares System, das die Leistung eines Linux-Servers in einem robusten Gehäuse für den Einsatz im Fahrzeug bietet
- Synchrone Verarbeitung und Datenaufzeichnung von Umgebungssensoren und automotiven Bussen
- Flexibel erweiterbar durch Hardware-Beschleuniger für Datenvorverarbeitung und -fusionierung
- Hot-Swapping-fähige AUTERA-SSD für einfachen Speicheraustausch während einer Messfahrt
- Unterstützung von Rohdatenschnittstellen für Bildsensoren wie GMSL II, FPD-Link III oder CSI II
- Offenes System mit intuitiver grafischer Software-Umgebung RTMaps zur blockbasierten Implementierung von Algorithmen oder der Option zur Nutzung offener APIs

Die Erweiterungsoptionen von AUTERA:

Performante Hardware-Beschleuniger – Möchte man die Sensordaten schon bei der Aufzeichnung bearbeiten, lässt sich AUTERA mit sehr performanten Hardware-Beschleunigern, zum Beispiel basierend auf Grafikprozessoren (GPUs) oder zukünftig Field Programmable Gate Arrays (FPGAs), erweitern. Dadurch können beispielsweise schon während der Logging-Testfahrt Daten vorverarbeitet oder gelabelt werden. Das System lässt sich damit auch für die Entwicklung, Optimierung und Validierung von Perzeptions- und Fusionsalgorithmen sowie von neuronalen Netzen nutzen.

Einfache Speichererweiterung

Die Daten werden auf einer dedizierten und hochperformanten AUTERA Solid State Disk (SSD) gespeichert, die im Betrieb sehr einfach ausgetauscht werden kann (Hot Swapping). Davon lassen sich bis zu zwei pro AUTERA AutoBox parallel betreiben, um Bandbreite und Speicherplatz zu verdoppeln. Darüber hinaus lassen sich mehrere AUTERA-Systeme synchron koppeln, so dass Speichergröße und Bandbreite je nach Bedarf skaliert werden können.

Schnellster Upload zum Server

Um die aufgezeichneten Daten so schnell wie möglich in eine bestehende Server-Infrastruktur oder die Cloud zu laden, bietet dSPACE zukünftig eine



Technische Daten

- Logging-Bandbreite: bis zu 50 Gbit/s
- Speicherkapazität: bis zu 32 TB

AUTERA verfügt über eine Speicherlösung (SSD), die im Betrieb einfach ausgetauscht werden kann.

dedizierte AUTERA Upload Station an. Diese kann bis zu zwei AUTERA-SSDs gleichzeitig auslesen und streamt die Daten beispielsweise per 100 Gigabit Ethernet direkt zum Data Center. Darüber hinaus kann schon heute per LTE auch während der Aufzeichnungsfahrt direkt auf die AUTERA AutoBox zugegriffen werden, um erste Daten direkt abzurufen. Zukünftig wird dieser Zugriff auch per 5G möglich sein.

Einfaches Flottenmanagement

Die Verwaltung und das Update der Konfiguration einer größeren Fahrzeugflotte zur Datenaufzeichnung ohne zentralen Zugangspunkt sind häufig aufwendig und

kompliziert. Daher wird dSPACE zukünftig auch eine Web-basierte Lösung für die Verwaltung der AUTERA-AutoBox-Systeme im Fahrzeug anbieten. Mit Hilfe dieser Lösung lässt sich von einem zentralen Arbeitsplatz der aktuelle Status des Systems überwachen, der Fehlerzustand erkennen und die aktuelle Position der AUTERA AutoBox ermitteln. Zu einem späteren Zeitpunkt kann dann auch die Konfiguration des Systems zentral aktualisiert und auf die gesamte Flotte ausgerollt werden. ■

Anwendungsfälle für AUTERA

Data Logging

- Einfahren von Referenzdaten
- Fahrzeug- und Steuergerätestests

Prototyping

- Sensorfusion
- Perzeption

Data Replay

- Validierung von AI-Algorithmen



Zur Vorverarbeitung von Sensordaten kann AUTERA mit einer leistungsfähigen Grafikkarte wie der NVIDIA Quadro RTX 6000 ausgestattet werden.



Smarter

neuer

Mitfahrer

Die neue MicroAutoBox III –
Kompaktes In-Vehicle Prototyping
der nächsten Generation

Steckbrief: MicroAutoBox III

- Kompaktes und robustes In-Vehicle-Prototyping-System
- Hohe Rechenleistung mit Quad-Core-ARM®-Prozessor
- Umfangreiche Bus- und Netzwerkunterstützung inklusive CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, und (Automotive) Ethernet
- Überwachungsfunktionen für funktionale Sicherheit

Vom autonomen Fahren bis hin zu Zero Emissions – für das In-Vehicle Prototyping der Zukunft bringt dSPACE mit der neuen MicroAutoBox III jetzt die nächste, wesentlich leistungsstärkere Generation der bewährten MicroAutoBox-Produktfamilie auf den Markt. Damit steht ein hochmodernes Entwicklungssystem für zukünftige Anwendungen bereit, mit dem aus Ideen in kürzester Zeit reale Fahrzeugfunktionen werden.

Die dSPACE MicroAutoBox ist weltweit seit über 20 Jahren bei nahezu allen Automobilherstellern, -zulieferern und -dienstleistern im Einsatz und hat sich als robustes In-Vehicle-Kompaktsystem für die Funktionsentwicklung (Rapid Prototyping) bewährt. Ab Ende 2019 steht nun die um ein Vielfaches leistungsstärkere und noch weiter verbesserte dritte Generation – die MicroAutoBox III – zur Verfügung. Die neueste MicroAutoBox stellt mit ihrem Quad-Core-ARM®-Prozessor, der umfangreichen Bus- und Netzwerkunterstützung, vielen Erweiterungsmöglichkeiten und weiterentwickelten Überwachungsfunktionen für funktionale Sicherheit (geplant für 2020) ein echtes Kraftpaket dar. Sie kann als Stand-alone-Einheit ein komplettes Steuergerät ersetzen (Fullpassing) oder ein bereits vorhandenes Steuergerät um Funktionalitäten und I/O erweitern (Bypassing).

Den Turbo angeschaltet

Komplexere und größer werdende Steuer- und Regelalgorithmen erfordern immer mehr Rechenleistung. Die MicroAutoBox III ist bis zu 16-mal schneller als die vorherige zweite MicroAutoBox-Generation – und das

pro Rechenkern. Dabei stehen alle vier Rechenkern des Quad-Core-ARM®-Prozessors zur Modellberechnung zur Verfügung. Um auch große Modelle ausführen zu können, wurden sowohl der interne Flash-Speicher als auch der Arbeitsspeicher im Vergleich zur MicroAutoBox II deutlich vergrößert.

Erfolgreich im Networking

Für Kommunikationsaufgaben ist die neue MicroAutoBox III bestens gerüstet. Sie bietet neben zahlreichen analogen und digitalen Ein- und Ausgängen standardmäßig mehrere Ethernet-Schnittstellen. Vorhanden sind drei Standard-Gigabit-Ethernet-Schnittstellen für den Host-Anschluss oder die Verbindung mit anderen Geräten wie PC-Systemen. Darüber hinaus bietet jede MicroAutoBox III zwei Automotive-Ethernet-Schnittstellen, die Verbindungen sowohl mit 100 MBit/s als auch mit 1000 MBit/s zur Integration in das Steuergerätenetzwerk ermöglichen. Je nach MicroAutoBox-Variante sind außerdem Schnittstellen für CAN, CAN FD, LIN, FlexRay und serielle Schnittstellen im Angebot. Zusätzlich wird in naher Zukunft eine völlig neu entwickelte, dedizierte Bus- und Netzwerkvariante der MicroAuto-

Box III (DS1521) erhältlich sein. Diese wird mit einem breiten Schnittstellenangebot (8x CAN FD, 2x FlexRay A&B, 6x Automotive Ethernet, 3x LIN, 6x DIO, 4x ADC, 1x serielle Schnittstelle) und noch stärkerer Bus-Performance ideal für Anwendungen geeignet sein, bei denen es auf einen hohen Grad an Vernetzung ankommt. Und sollte die Anzahl an Schnittstellen einmal nicht ausreichen, lässt sich diese zukünftige Variante durch das Hinzufügen einer weiteren Bus- und Netzwerkkarte einfach erweitern. Die MicroAutoBox III wird damit zum idealen Prototyping-System für Einsatzszenarien, die später zum Beispiel auf einem zentralen Steuergerät ausgeführt werden, wie Supervisory-Controller oder auch Gateway-Anwendungen.

Funktionale Sicherheit im Blick

Weitere Verbesserungen bietet die MicroAutoBox III insbesondere auch im Bereich funktionaler Sicherheit. Gerade für Fahrerassistenz und autonomes Fahren werden zunehmend Testfahrten mit Prototypfahrzeugen auch im realen Straßenverkehr durchgeführt, um den Grad der Absicherung zu erhöhen. Dabei ist ein ausgereiftes und ganzheitliches Sicherheitskonzept entscheidend, um im >>

Die neue MicroAutoBox III deckt eine riesige Palette von Anwendungen ab.



- 1 Batteriespannungsanschluss (12-/24-/48-V-Bordnetz)
- 2 Status- und programmierbare User-LEDs
- 3 Um I/O-Einheiten aufstockbar, z. B. DS1514 FPGA Base Board oder zukünftig DS1521 Bus & Network Board
- 4 WiFi-Option (zukünftig)
- 5 IOCNET-Anschluss
- 6 Quad-Core-ARM®-Prozessor
- 7 USB-Anschluss (USB 2.0) für Massenspeicher und Daten-Logging
- 8 Automotive Ethernet 100/1000BASE-T1
- 9 Ethernet-Anschlüsse (Gigabit Ethernet) für Host und weitere Geräte
- 10 ZIF-I/O-Anschluss auf der Rückseite

Abbildung 1: Kompaktes Design mit allen relevanten Schnittstellen für automotive Anwendungen – die neue MicroAutoBox III (hier die Variante MicroAutoBox III 1403/1511).

Fehlerfall sofort und richtig reagieren zu können. Um den Einsatz der MicroAutoBox III in diesen Szenarien zu vereinfachen, bietet sie ein dreistufiges Konzept zur funktionalen Sicherheit, das sich an dem in der Automobilindustrie etablierten EGAS-Sicherheitskonzept orientiert. Die zur Verfügung stehenden Überwachungsfunktionen wie Memory-Checks oder Challenge-Respond-Monitore erkennen Fehlerfälle und bringen das System in einen

definierten Zustand, was die Integration in das Gesamtsicherheitskonzept des Fahrzeugs erleichtert.

Komfortable Software-Unterstützung

Neben der Hardware spielt auch die begleitende Software eine elementare Rolle für die Nutzer der MicroAutoBox III. Als etablierte Implementierungssoftware steht, genau wie schon von SCALEXIO bekannt, Configuration-

Desk mit dem Bus Manager zur Verfügung. So lassen sich Simulink®-Modelle auch leicht zwischen MicroAutoBox-III- und SCALEXIO-Hardware transferieren, und eine bestehende I/O-Konfiguration in Configuration-Desk/Bus Manager ist wiederum für verschiedene Simulink-Modelle einsetzbar. Zukünftig wird es zudem auch möglich sein, AUTOSAR-Software-Komponenten, repräsentiert durch virtuelle Steuergeräte (V-ECUs), sowie

Abbildung 2: Für unterschiedliche Anforderungen wird die MicroAutoBox III in mehreren Varianten erhältlich sein (hier Beispiele inklusive einer Rückansicht mit ZIF-I/O-Anschlüssen).



Elektromobilität



Autonomes Fahren



Supervisory Control



Fahrdynamik



Marius Müller, Strategic Product Manager In-Vehicle Systems bei dSPACE, erläutert Hintergründe zur neuesten MicroAutoBox-Generation.



Herr Müller, weshalb wurde es Zeit für eine neue Hardware-Generation?

Der Bedarf an Rechenleistung, insbesondere in frühen Phasen der Entwicklung, ist in den letzten Jahren enorm gestiegen. Getrieben durch neue Themen wie hochautomatisiertes und autonomes Fahren werden auch die regelungstechnischen Anteile immer komplexer und rechenintensiver. Zu-

sätzlich sehen wir derzeit einen starken Trend in Richtung Zentralisierung und Vernetzung, was dazu führt, dass auch die Anforderungen an Bus- und Netzwerkkommunikation immer weiter wachsen. Zudem werden gerade für Fahrerassistenz und autonomes Fahren zunehmend Testfahrten mit Prototypfahrzeugen auch im realen Straßenverkehr durchgeführt, was einen zusätzlichen Fokus auf das Thema funktionale Sicherheit legt. Mit der neuen MicroAutoBox III und ihren Erweiterungsmöglichkeiten bekommen Anwender ein exzellent ausgestattetes, kompaktes und robustes System, das durch eine wesentlich verbesserte Hardware- und Software-Architektur alle zuvor genannten Aspekte adressiert.

Welche Anwendungen stehen im Fokus der MicroAutoBox III?

Die MicroAutoBox III kann für die Entwicklung aller mechatronischen Anwendungen im Fahrzeug eingesetzt werden, vom autonomen Fahren bis hin zu Zero Emissions. Besonders

im Mittelpunkt stehen aber natürlich die Hype-Themen Elektromobilität und Elektrifizierung (Antriebsregelung, Batteriemangement, Elektrifizierung der Hilfsaggregate etc.) sowie Connectivity und Vernetzung (Supervisory-Control, Gateway- oder Body-Anwendungen etc.) und auch das hochautomatisierte und autonome Fahren (Trajektorien-Planung, Bewegungssteuerung, Aktoransteuerung etc.).

Wie leicht kann ich denn von der MicroAutoBox II zur MicroAutoBox III wechseln?

dSPACE unterstützt die MicroAutoBox-Anwender mit einer ausführlichen Migrationsdokumentation und einem Skript für die automatische Konvertierung von RTI-basierten Modellen hin zu ConfigurationDesk-basierten Modellen. Zusätzlich kann ein beim Kunden vorhandener Kabelbaum der MicroAutoBox-II-Varianten mit DS1511, DS1513 und DS1514 direkt für die MicroAutoBox III wiederverwendet werden, da sich die I/O-Konfiguration bei diesen Varianten nicht verändert hat.

FMUs auf der MicroAutoBox III auszuführen. Die Integration erfolgt dabei ebenfalls über ConfigurationDesk/ Bus Manager.

Gut kombiniert

Die MicroAutoBox III ist in verschiedenen Varianten erhältlich und kann dadurch auf die projektspezifischen I/O-Anforderungen hin angepasst werden. Ab Ende 2019 stehen zunächst vier Standardvarianten (1403/1511, 1403/1513, 1403/1511/1514, 1403/1513/1514) zur Verfügung, die bereits von der MicroAutoBox II bekannt sind. 2020 werden neue Bus- und Netzwerkvarianten (1403/1521, 1403/

1521/1521) verfügbar sein. Darüber hinaus wird für die MicroAutoBox III ein eigener, optionaler Embedded PC mit Intel® Xeon™-Prozessor, 10 Gbit-Ethernet-Schnittstellen, WLAN-, CAN/ CAN-FD- und BroadR-Reach-Erweiterungen erscheinen. Der Embedded PC unterstützt dann betriebssystemseitig sowohl Linux als auch Windows® und ist somit eine ideale Erweiterung zur MicroAutoBox III für verschiedene Anwendungen, darunter das Ausführen von ControlDesk oder RTMaps. Zudem lässt sich die MicroAutoBox III mit der neuen AUTERA-Hardware (s. auch S. 30) kombinieren und bietet damit eine ideale Kombination für Data-Log-

ging- und Prototyping-Anwendungen im Bereich des autonomen Fahrens.

In die Zukunft geschaut

Die dSPACE MicroAutoBox III ist ein zukunftssicheres, kompaktes und robustes In-Vehicle-Prototyping-System und wird stetig weiter ausgebaut. Hinzu kommen neben dem zuvor erwähnten neuen I/O-Board (DS1521) bald eine WiFi-Option, ein Web-basierter Zugang zum Download von Echtzeitanwendungen, die Unterstützung der Ethernet-Zeit-Synchronisierung mit IEEE802.1AS sowie weitere I/O-Varianten, beispielsweise für E-Drive-Anwendungen. ■





Smarter Laden

Komplettlösung für Entwicklung und Test
neuer Ladetechnik



Mit seinem Smart Charging Interface stellt dSPACE Automobilherstellern und Anbietern von Ladesäulen eine Komplettlösung für die Entwicklung und den Test von Technologien für das intelligente Laden zur Verfügung. Die Lösung berücksichtigt sowohl internationale als auch nationale Standards und garantiert Interoperabilität.

Bei der Entwicklung neuer Ladetechnik für Elektrofahrzeuge hat vor allem die Ladegeschwindigkeit Priorität. Während bei der Ladung mit Wechselstrom aufgrund der im Fahrzeug verbauten AC/DC-Wandler nur vergleichsweise geringe Ladeleistungen möglich sind, befindet sich der Wandler bei der Ladung mit Gleichstrom hingegen in einer externen Ladesäule. Diese Systeme sind weder in Größe noch Gewicht limitiert und können somit deutlich höhere Ladeleistungen erreichen. Um aber die teure Fahrzeugbatterie optimal und sicher laden zu können, sind während des Ladevorgangs eine Vielzahl von Informationen auszutauschen.

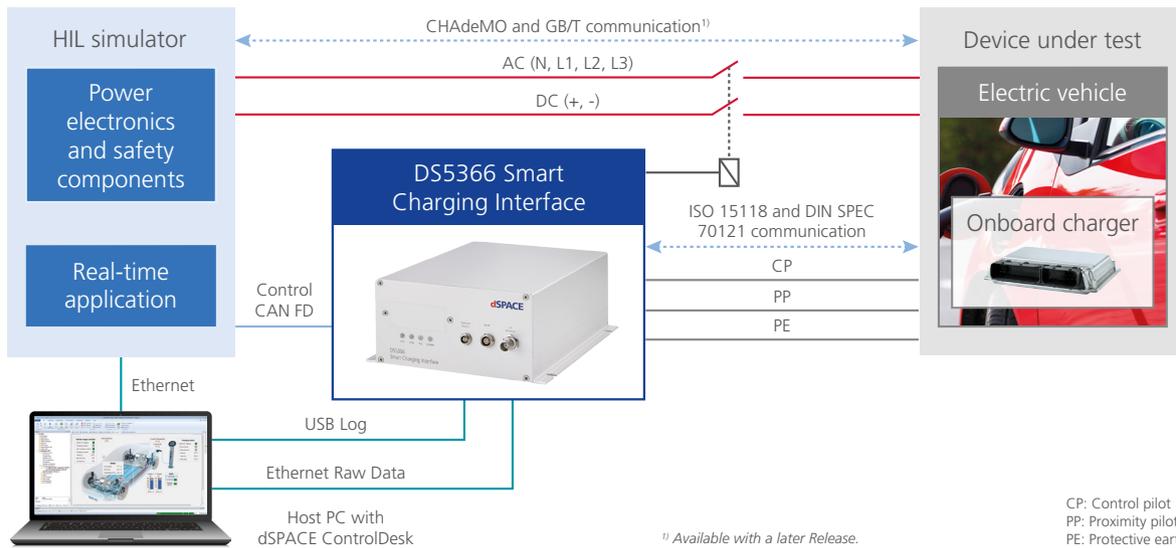
Internationale Standards erschließen neue Möglichkeiten

Durch Standards wie dem internationalen ISO 15118, dem japanischen CHAdeMO oder dem chinesischen GB/T 27930 erschließen sich neue Möglichkeiten für die intelligente Ladesteuerung und zukünftige Abrechnungsverfahren. Sie schaffen die Voraussetzungen für Interoperabilität und sind die Grundlage für die Entwicklung effizienter Ladestrategien. Zum Beispiel kann die Ladeleistung

abhängig vom Energieangebot, der Leitungskapazität oder Energiebedarf der Nutzer gesteuert werden.

Netzüberlastungen vermeiden

Herkömmliche Wechselstromladesysteme führen vor dem Start des Ladevorgangs nur sehr einfache Checks durch. So wird zum Beispiel in Abhängigkeit des Stromlimits der Ladesäule und der Stromtragfähigkeit des Ladekabels vom Fahrzeug der maximale Ladestrom festgelegt. Wenn es jedoch um Schnellladen geht, sind die Zeiten unregelmäßiger Ladevorgänge vorbei. Beim Laden mit Gleichstrom gemäß ISO 15118 und DIN SPEC 70121 wird der bestehenden Low-Level-PWM-Kommunikation des Control-Pilot-Pins eine hochfrequente High-Level-Kommunikation überlagert. Dafür nutzt das Fahrzeug PLC (Powerline Communication) nach dem Standard HomePlug Green Phy und baut eine verschlüsselte Kommunikation mit der Ladesäule auf. Für den korrekten Verbindungsaufbau sorgt der Signal-Level-Attenuation-Characterization-Mechanismus, kurz SLAC. Dabei wird unterbunden, dass das Fahrzeug aufgrund von Übersprechen des High-Level-Signals eine Verbindung zu einer >>



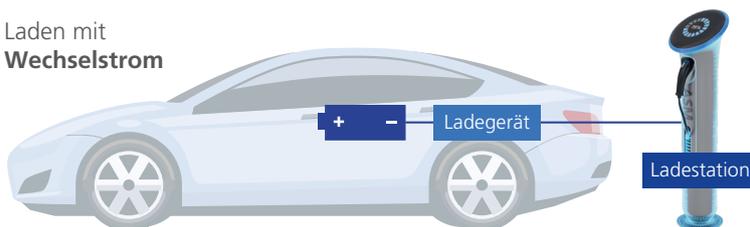
Die Infografik zeigt typische Anwendungsfälle für das Smart Charging Interface: Tests realer Fahrzeuge und deren Verhalten an verschiedenen Ladesäulen sowie Tests von Steuergeräten und Leistungskomponenten an Verbundprüfplätzen, die am Laden beteiligt sind. Das Smart Charging Interface wird mittels CAN-FD an den Simulator angebunden und simuliert den Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) Communication Controller. Durch die Erstellung eines Simulink-Modells kann das komplette Verhalten einer Ladesäule inklusive möglicher Manipulation von Timings und Botschaften nachgestellt werden.

benachbarten Ladesäule aufbaut. Beim induktiven Laden hingegen erfolgt die Kommunikation drahtlos mittels WLAN. Vereinfacht dargestellt werden Informationen wie Preise, Ladeprofile oder Statusinformationen ausgetauscht, bevor der eigentliche Ladevorgang beginnt. Während des Ladens

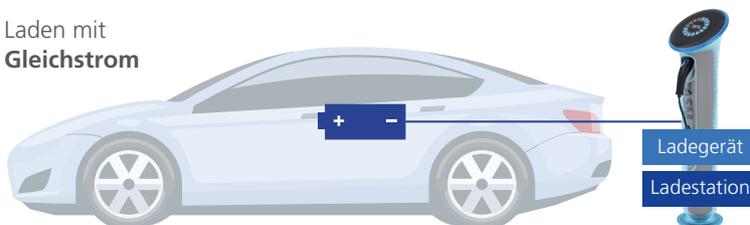
werden kontinuierlich Informationen über den Ladezustand und die Energieabnahme übermittelt. Am Ende des Ladevorgangs wird die Verriegelung des Steckers gelöst und die Abrechnungsdaten werden verschlüsselt an den Betreiber der Ladesäule gesendet. Über die Kommunikation

zwischen dem Fahrzeug und der Ladesäule hinaus bietet die ISO 15118 eine ideale Grundlage zur intelligenten Steuerung der Netze, so dass Netzüberlastungen vermieden werden können. Ladetechnologien, die auf den CAN-basierten Standards CHAdEMO oder GB/T aufsetzen, stellen prinzipiell ähnliche Funktionen zur Ladekommunikation zur Verfügung wie die ISO 15118.

Laden mit Wechselstrom



Laden mit Gleichstrom



**Einfach integrierbar:
Das Smart Charging Interface**

Das neue Smart Charging Interface von dSPACE unterstützt Entwickler von Onboard-Ladern, Ladesäulen und künftig auch von induktiven Ladesystemen mit einem umfassenden Angebot an Testmöglichkeiten und dynamischen Modellen. Zentrale Anforderungen bei der Entwicklung des Smart Charging Interfaces waren die einfache Integrierbarkeit in beste-

Zum Laden von Fahrzeugbatterien werden zwei unterschiedliche Verfahren genutzt.

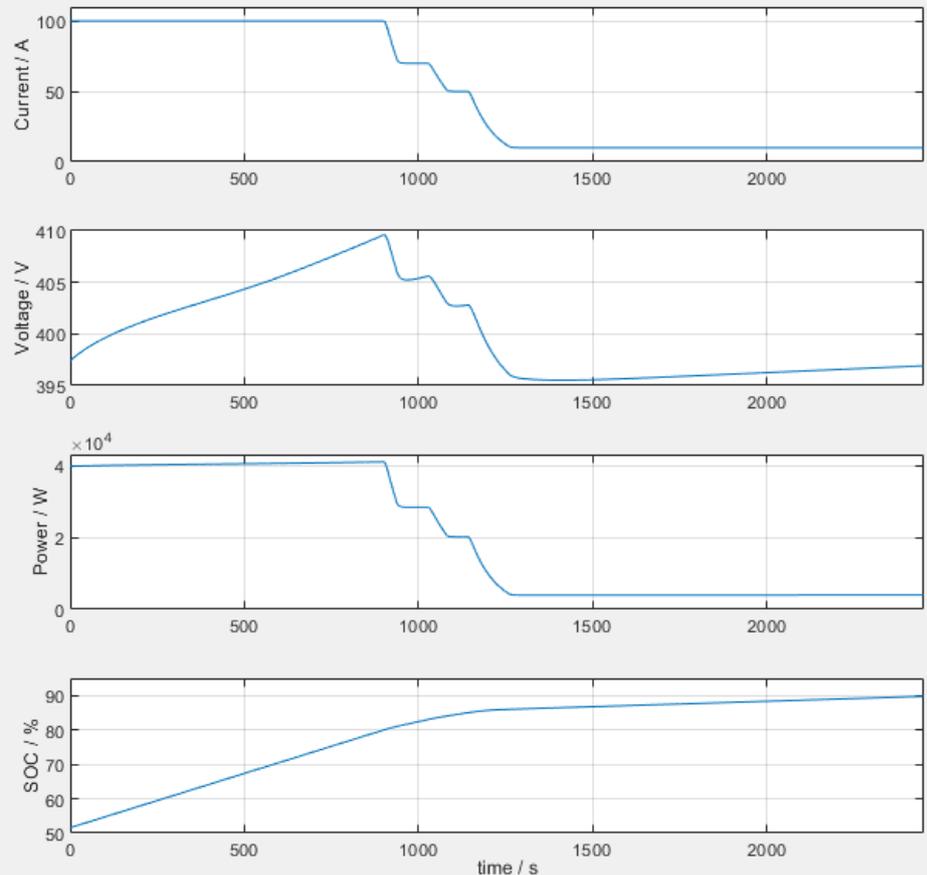
hende Testsysteme und die je nach Kundenanforderungen flexibel nutzbare Testtiefe. Dabei sind Manipulationen sowohl auf elektrischer als auch auf Protokollebene möglich. Eine umfangreiche Protokollierung aller Kommunikationsereignisse erlaubt hierbei die manuelle oder automatisierbare Überprüfung des beabsichtigten Verhaltens und der Einhaltung der Protokollspezifikation sowie die Fehlerdiagnose. Typische Anwendungsfälle sind der Test von Onboard-Ladern und Ladesäulen, hier insbesondere der Test der Kommunikationsmodule nach unterschiedlichen Ladestandards und die Fehlersimulation während der Kommunikation. Mit Hilfe des dSPACE Smart Charging Interfaces lassen sich so zum Beispiel unterschiedlichste Ladestationen im Labor darstellen und die fehlerfreie Funktionalität des Steuergerätes absichern.

Weiterer Einsatzbereich: Onboard-Lader entwickeln

Für den Test der Ladesäulen wird es im Umkehrschluss möglich sein, auf gleiche Weise die Kompatibilität zwischen der entwickelten Ladesäule und einer Vielzahl von simulierten Fahrzeugen zu testen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Bereich der Entwicklung von Onboard-Ladern. Steht bei der Entwicklung eines Fahrzeug-Ladereglers noch keine Software oder Hardware für die Ladekommunikation zur Verfügung, können die Fahrzeugsteuergeräte beziehungsweise deren Kommunikationscontroller zum Test in Fahrzeug-Prototypen durch die dSPACE Lösung substituiert werden.

Mit der ASM Toolsuite eine schlüsselfertige Testumgebung

ASM, die dSPACE Toolsuite für die Simulation von Motoren, Fahrdynamiken, elektrischen Komponenten und der Verkehrsumgebung, bietet eine schlüsselfertige Anwendung für batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, einschließlich der echtzeitfähigen Simula-

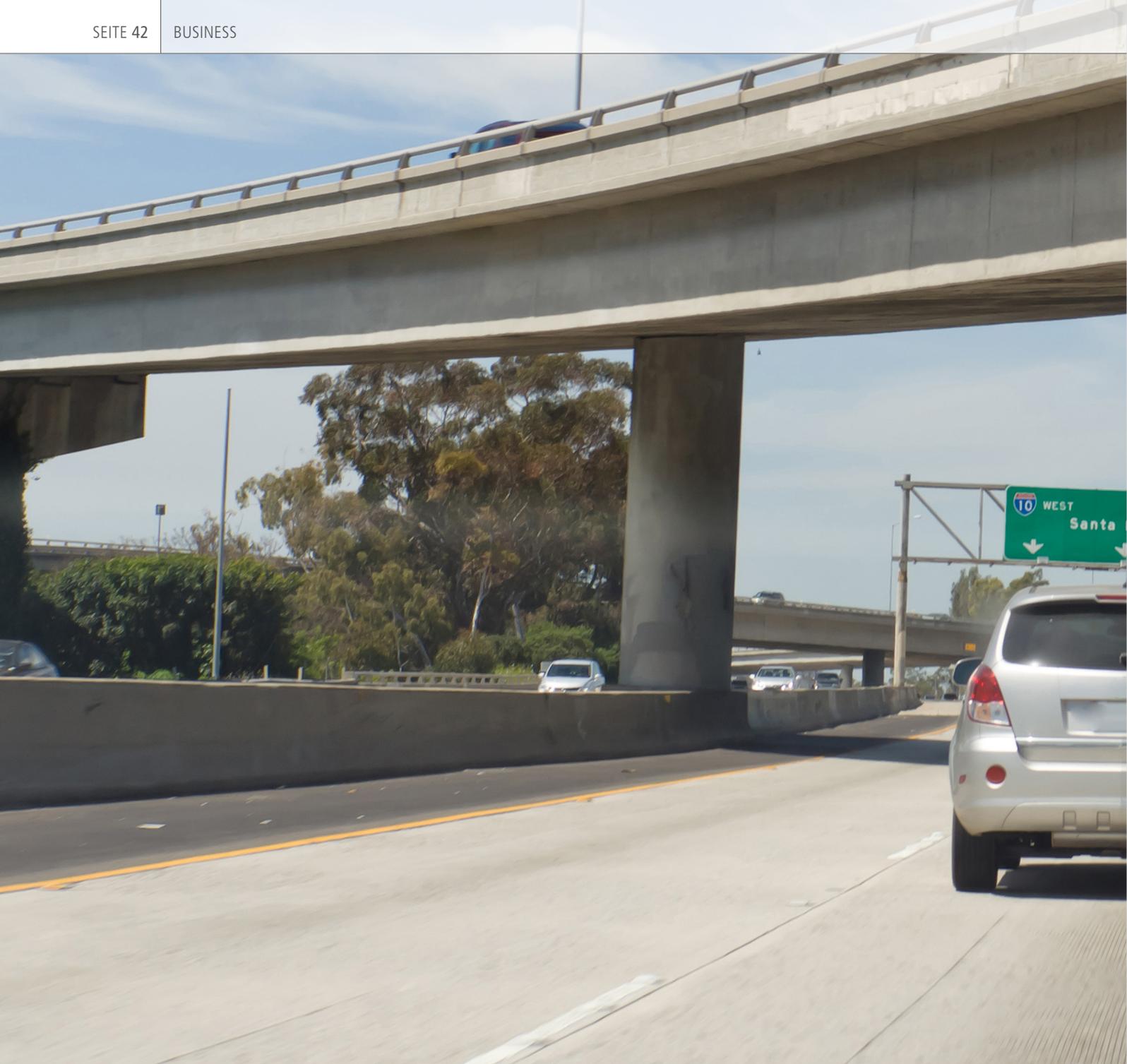


Die dargestellten Kurven zeigen den Verlauf einer DC-Schnellladung über einen Zeitraum von 40 Minuten.

Typische Anwendungsfälle für das Smart Charging Interface sind der Test von Onboard-Ladern und Ladesäulen, insbesondere der Test der Kommunikationsmodule nach unterschiedlichen Ladestandards und die Fehlersimulation während der Kommunikation.

tion der Hochvoltbatterie. Das Modell beinhaltet auch eine Ladestationen-Emulation, bei der die Ladestromaufnahme von der Fahrzeugstromaufnahme abhängt, die vom zu testenden Ladesteuergerät im Fahrzeug vorgegeben wird. Wenn kein Ladesteuergerät verfügbar ist, bietet ASM die Simulation eines Steuergerätes an, das einen „Constant Current Constant Voltage“

(CCCV)-Ladevorgang anwendet. Die Demomodelle sind so vorbereitet, dass alle für die Kommunikation mit den Steuergeräten erforderlichen Signale zur Verfügung stehen. Damit ist es möglich, die Regelalgorithmen und die Schnittstellen zwischen allen Geräten nach Standards wie CHAdeMO, ISO 15118 und GB/T 20234.2 zu testen. ■



Im Juli hat dSPACE understand.ai erworben. Das Start-up ist Technologieführer im Bereich KI mit Fokus auf die automatisierte Datenanalyse, Datenannotation und Extraktion von Simulationsszenarien für autonome Fahrzeuge. Mit diesen Schlüsseltechnologien ergänzt dSPACE sein Portfolio strategisch und bietet Kunden jetzt eine einzigartige, integrierte Entwicklungs- und Testlösung für das autonome Fahren. Im Interview erklären die beiden UAI-Gründer Marc Mengler und Phillip Kessler den Mehrwert der Kooperation und beschreiben, wie Kundenprojekte typischerweise ablaufen.

Intelligente Ergänzung

KI wird in vielen Bereichen angewendet, zum Beispiel in der Medizin. Warum konzentriert Ihr Euch auf die Autoindustrie?

Marc Mengler: Anfangs lag unser Fokus nicht allein auf dem Thema Verkehr. In der ersten Zeit haben wir auch mit dem deutschen Krebsforschungszentrum gearbeitet und zusammen einen großen Datensatz zum Trainieren und Testen von medizinischer KI veröffentlicht. Das Problem bei der Medizin ist jedoch, dass in unseren Körpern relativ wenig standardisiert ist. Zellen, Krankheiten und Tumore halten sich an wenige Regeln.

Wer in Metropolen Verkehrssituationen zur Rushhour betrachtet, dem können schon Zweifel an Ordnung und Regelmäßigkeit kommen ...

Philip Kessler: An einigen Stellen wird es komplex, im Großen und Ganzen läuft der Verkehr aber geregelt und standardisiert ab. Die häufigsten Verkehrsobjekte sehen oft relativ ähnlich aus oder sind ähnlich dimensioniert. Einmal trainierte und optimierte KI-Algorithmen können so im Idealfall für die häufigsten Objektklassen weltweit eingesetzt werden. Dies ist entscheidend, um ein skalierbares und immer präziser werdendes Produkt zu bauen. Und Präzision ist bei unserem ersten Produkt, der Erstellung von Trainings- und Testdaten für KI-Algorithmen, entscheidend. Deshalb haben wir uns voll auf eine Domäne konzentriert. Ein weiterer Grund sprach dafür: Bei understand.ai sind wir davon überzeugt, dass unsere Generation auch daran gemessen wird,

ob wir autonomes Fahren ermöglichen oder aufschieben. Wir sind fest entschlossen, „Enabler“ zu sein.

In der Automobilindustrie spricht man oft vom datengetriebenen Entwicklungsprozess. Welche Rolle spielt Ihr dabei?

Philip Kessler: Wir lassen den Worten Taten folgen: Unser Produktportfolio ist darauf aufgebaut, die richtigen Messdaten zu identifizieren, diese in der richtigen Qualität anzureichern, sprich sie zu annotieren, und die Daten in eine Simulationsumgebung zu extrahieren. In der Simulation werden die aufgenommenen Echtweltszenarien – zum Beispiel ein Überholvorgang eines stehenden Autos – um relevante Varianten angereichert. Damit machen wir kritische Szenarien in der richtigen >>

Quantität simulierbar. Somit spielen unsere Produkte eine Hauptrolle in der datengetriebenen Entwicklung und der Validierung von autonomen Fahrzeugen.

Wie fügt sich das Angebot von UAI in das Angebot von dSPACE ein?

Wir ergänzen uns gegenseitig bestens. Das UAI Portfolio deckt die Themen Data Selection, Anonymisierung, Annotierung und Szenariogenerierung ab und fügt sich nahtlos in dSPACE Angebote zum Data Logging auf der einen Seite und dem Daten-Replay und der Simulation auf der anderen Seite ein. Gemeinsam können wir den datengetriebenen Prozess mit einer umfassenden Toolkette abbilden. Die gemeinsame Vision von der daten- und szenariogetriebenen Entwicklung und Validierung vom autonomen Fahren waren letztlich auch für unser Team ausschlaggebend, sich für dSPACE als Partner zu entscheiden.

Wie verläuft typischerweise ein Kundenprojekt von UAI?

Marc Mengler: All unsere Kundenprojekte basieren auf Rohdaten, das heißt Messdaten, die mit mehreren Fahrzeugkameras, Lidar- und Radarsensoren von unseren Kunden aufgezeichnet und uns per Datenintegration zur Verfügung gestellt werden.

Rohdaten sind für das Trainieren und Testen von KI-Algorithmen jedoch nur sehr eingeschränkt nutzbar und werden erst substantiell nutzbar, wenn sie angereichert werden – etwa durch Begrenzungsboxen um Objekte oder die Zuordnung jedes Pixels zum dazugehörigen Objekt. Dies hört sich einfacher an, als es ist. Am Ende müssen wir hier eine 98%-Pixelgenauigkeit erreichen, und der Teufel steckt im Detail: So gibt es beispielsweise dutzende Arten, eine zweidimensionale, rechteckige Box um ein Auto in einem zweidimensionalen Kamerabild zu setzen.

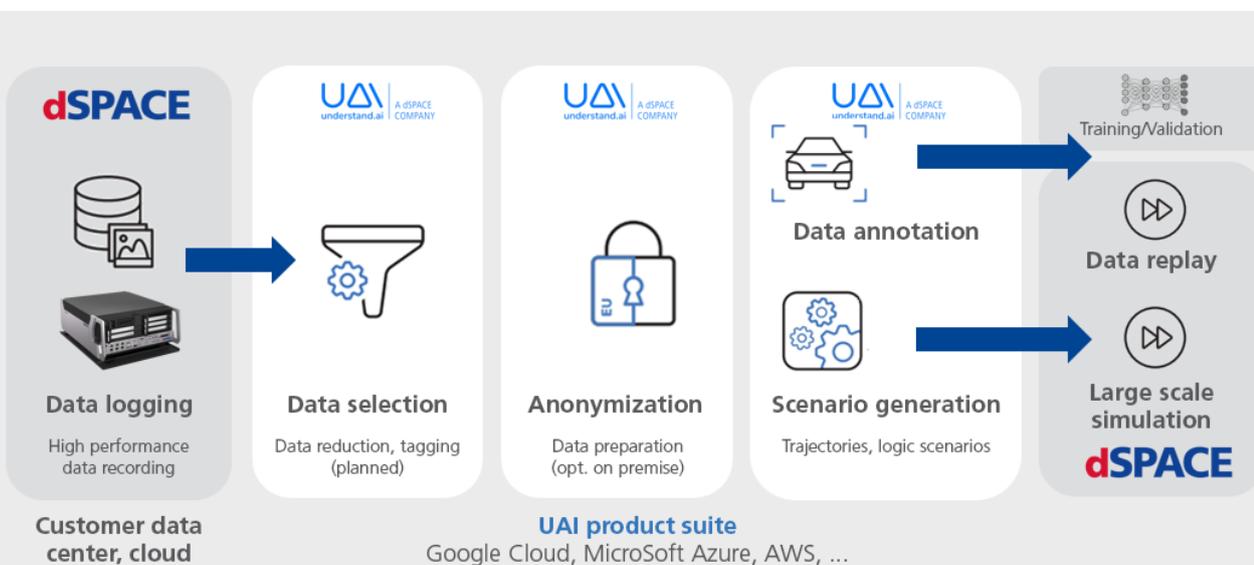
... und die Kunden definieren die Abmessungen eines Fahrzeugs auch nicht immer gleich?

Philip Kessler: Auch das nicht: Einige Kunden benötigen eine Box, die die Autospiegel, Autoantennen, Gepäckträger etc. beinhalten, andere nicht. Andere Kunden wollen eine extrapolierte Box, die die nicht-sichtbaren, weil verdeckten oder im Kamerabild abgeschnittenen Teile des Autos beinhalten. Um die richtige Spezifikation für jede der oft mehr als 50 verschiedenen Objektklassen zu finden, die auch in Randfällen berücksichtigt werden, arbeiten wir vor allem in der Anfangsphase sehr eng mit dem Kunden und unterstützen ihn, die richtigen Spezifikationen zu finden. Diese de-

monstrieren wir dann auf einem signifikanten Subset des Datensatzes. Hierfür verwenden wir hochautomatisierte Prozesse und Experten-Algorithmen, die im Zusammenspiel mit menschlicher Validierung eine nahezu pixelperfekte Anreicherung der Sensordaten ermöglichen. Sobald dieses Subset vom Kunden geprüft und freigegeben wurde, optimieren wir unsere Algorithmen, das Tooling und die Prozesse auf die jeweiligen Spezifikationen und können innerhalb dieser Spezifikationen sehr gut auf höhere Volumina skalieren. Beim autonomen Fahren handelt es sich jedoch um ein sehr dynamisches Feld mit stetig wechselnden Spezifikationen. Oft kommt es innerhalb von Kundenprojekten zu Spezifikationsänderungen, es werden Sensoren gewechselt oder an anderen Stellen am Fahrzeug eingebaut. Darauf können wir durch die enge Zusammenarbeit mit dSPACE jetzt schneller und kundennäher reagieren.

Was unterscheidet Euer Angebot vom Angebot von Mitbewerbern?

Marc Mengler: Einen großen Unterschied macht die Kooperation mit dSPACE: Durch dSPACE haben wir globale Vertriebsteam in Ländern, die mit den Kunden vor Ort in ihrer Sprache die individuellen Kundenbedürfnisse und Veränderungen in den



Durchgängige Lösungskette: Die understand.ai (UAI) Produktsuite rundet das Portfolio von dSPACE für die datengetriebene Entwicklung ab.



Marc Mengler (CEO) und Philip Kessler (CTO) sind die Gründer von understand.ai.

Projektspezifikationen klären können. Entlang der gesamten Tool- und Wertschöpfungskette von dSPACE und understand.ai. On top kommt die einmalige Beratung, die wir als KI-Experten unseren Kunden liefern können. Wir wurden gegründet von KI-Experten für KI-Experten. Der von unseren Kunden jedoch meistgenannte Punkt ist die Qualität unserer Datenanreicherung. In diesem Punkt werden wir als im Markt führend angesehen.

Wie definiert Ihr Qualität?

Philip Kessler: Die Qualität von Annotationen und extrahierten Szenarien setzt sich aus vier Kriterien zusammen: Präzision, Korrektheit, Abdeckung und Konsistenz. Für jedes Qualitätskriterium legen wir vertraglich mit unseren Kunden fest, welche Messwerte wir erreichen müssen. Besser zu sein, ist immer unser Ziel. Denn höchstmögliche Qualität von Trainings- und Testdaten bereitzustellen, war eines unserer Gründungsziele und ist uns nach wie vor innerer Antrieb.

Über understand.ai

understand.ai verfügt über besonderes Expertenwissen im Bereich von Trainings- und Validierungsdaten, mit denen sich Algorithmen für autonomes Fahren effizient anlernen und testen lassen. Dazu bereitet das Unternehmen beispielsweise mit Hilfe selbstlernender Algorithmen Sensordaten auf, die bei Messfahrten aufgezeichnet wurden, und macht diese letztlich simulierbar. Die zugrunde liegende Schlüsseltechnologie basiert auf künstlicher Intelligenz und sorgt für eine effiziente und präzise Auswertung, die auf Kundenseite zu einer hohen Genauigkeit der Fahralgorithmen beiträgt. understand.ai wurde 2017 gegründet und hat 55 Mitarbeiter. Der Hauptsitz des Unternehmens ist in Karlsruhe.

Weitere Informationen unter www.understand.ai.

Was bringt die Kooperation mit dSPACE für die weltweiten Kunden?

Marc Mengler: Zusammen mit dSPACE können wir Kunden weltweit eine bessere Betreuung, Beratung und Schulung anbieten. OEMs erhalten eine einzigartige, integrierte Entwicklungs- und Testlösung für autonomes Fahren aus einer Hand.

An welchen neuen Angeboten arbeitet Ihr?

Philip Kessler: Für unsere Kunden geht es immer um diesen Dreisatz: Die richtigen Daten in der richtigen Qualität und der richtigen Quantität. Das Thema Qualität decken wir durch Angebote

für die Annotation und die Szenario Generation bereits ab. Ein neues Angebot zum Thema Quantität in Form der stetig wachsenden Szenario Library bieten wir ab Anfang 2020 an. Somit bleibt das Thema der „richtigen Daten“ übrig. Ende 2020 werden wir auch dazu ein Produkt anbieten.

An wen wenden sich Kunden, wenn Sie Eure Software oder Services benötigen?

Marc Mengler: dSPACE Vertriebsmitarbeiter und Key Accounter weltweit sind geschult und stehen als Ansprechpartner zur Verfügung. Wenn vertieftes Know-how benötigt wird, unterstützen UAI-Experten gerne.

A white e.GO car is shown in a factory setting. The car is positioned on the right side of the frame, with its front end facing left. The background features industrial equipment, including blue perforated metal structures and white panels, under bright overhead lighting. The car's license plate area displays the e.GO logo and the website address www.e-go.com.

e.GO Mobile beweist, dass emissionsloses Fahren mit heutiger Technologie kostengünstig und kundenorientiert möglich ist.

Technologie- offenheit

zwingend notwendig

e.GO Mobile entwickelt und produziert Elektrofahrzeuge in Aachen. Das Unternehmen startete 2015 mit der Entwicklung des e.GO Life. Seit 2016 entwickelt e.GO den Kleinbus e.GO Mover. e.GO greift auf 3.000 Forscher und Entwickler auf dem RWTH Aachen Campus – ein Forschungsnetzwerk aus Wissenschaft und Wirtschaft – zu. Professor Günther Schuh,



Professor Günther Schuh, Gründer und CEO der e.GO Mobile AG, startete 2015 mit der Entwicklung des viersitzigen Kleinwagens e.GO Life.

Gründer und CEO der e.GO Mobile AG, will mit den beiden Fahrzeugplattformen beweisen, dass emissionsloses Fahren schon mit heutiger Technologie kostengünstig und kundenorientiert durch Industrie 4.0 möglich ist. Erfahren Sie im Interview mehr über aktuelle Entwicklungen im Markt für Elektromobilität, Spaß am Fahren und Flugtaxi. >>



Der e.GO Life ist ein kompaktes Fahrzeug für die Kurzstrecke, das sich besonders für mehrköpfige Haushalte oder als Flottenfahrzeug eignet.

Die Wende zur E-Mobilität vollzieht sich in Ihrem Heimatmarkt Deutschland langsamer, in anderen Märkten schneller. Wann kommt flächendeckend der große Schub?

Bei e.GO Mobile AG sind wir davon überzeugt, dass die Begeisterung für das Thema Elektromobilität bereits vorhanden ist. Jedoch fehlt aktuell noch ein ausreichend großes Angebot bezahlbarer Elektroautos. Im Bereich der Stadt- und Cityfahrzeuge gehen wir in Deutschland von einem Bedarf an rund 400.000 Neufahrzeugen pro Jahr in den nächsten zehn Jahren aus. Wir selbst können mit unserem ersten Werk allerdings lediglich bis zu 30.000 Fahrzeuge herstellen, so dass wir uns über Fahrzeuge weiterer Anbieter freuen. Mit dem e.GO Life wollten wir zeigen, dass es mit heute bereits vorhandenen Technologien möglich ist, ein bezahlbares Elektroauto anzubieten. Neben den Automobilherstellern

haben vor allem die Städte und Kommunen ein großes Interesse daran, dass wir im Innenstadtbereich zeitnah emissionslos fahren. An diesem Ziel arbeiten alle und auch die Politik versucht, dies nach Kräften zu unterstützen. Wenn das Fahrzeugangebot sich in den nächsten Jahren weiterentwickelt, werden wir auch den Durchbruch der Elektromobilität erreichen.

Sie konzentrieren sich mit dem e.GO Life auf ein kleines Fahrzeug mit überschaubarer Reichweite. Werden wir elektrisch angetriebene Autos vor allem auf der Kurzstrecke sehen?

Es ist nicht absehbar, dass die Entwicklung von Feststoffbatterien in den nächsten Jahren so schnell voranschreitet, dass der Preis signifikant sinkt. Aus ökonomischer, aber auch ökologischer Sicht ist ein Elektroauto mit einer vergleichsweise großen Batterie, um hohe Reichweiten zu erreichen, somit nicht sinnvoll. Ein Elek-

troauto mit vergleichbarer Reichweiten wie ein Verbrennerfahrzeug wird in der nächsten Zeit somit noch zu teuer sein. Wir erwarten, dass es in den nächsten Jahren vor allem Elektroautos auf der Kurzstrecke geben wird und für größere Reichweiten Hybridautos die sinnvollste Lösung darstellen.

Von batterieelektrisch über hybrid bis zur Brennstoffzelle werden unterschiedliche Antriebskonzepte diskutiert. Welchen Ratschlag geben Sie der Automobilindustrie für den Antrieb der Zukunft?

Um eine langfristige Lösung für emissionsfreies Autofahren zu realisieren, brauchen wir mehr Lösungen als ausschließlich batterieelektrische Fahrzeuge. Dafür ist aktuell Technologieoffenheit zwingend notwendig. Sowohl batterieelektrische Antriebe, Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge, Brennstoffzellenelektrische Antriebe als auch konventionelle Verbrennungsmotoren mit e-Fuels können Lösungen darstellen. Für größere Reichweiten oder Nutzfahrzeuge stellt beispielsweise die Kombination einer vergleichsweise kleinen Batterie, er-

Autofahren muss unserer Ansicht nach auch Spaß machen.



Der elektrisch betriebene Kleinbus e.GO Mover befördert bis zu 15 Personen und ermöglicht ein wirtschaftliches on-Demand-Angebot im privatwirtschaftlichen Shuttle-Verkehr und im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV).

Wir erwarten, dass es in den nächsten Jahren vor allem Elektroautos auf der Kurzstrecke geben wird und für größere Reichweiten Hybridautos die sinnvollste Lösung darstellen.

gänzt um einen Range Extender in Form einer Brennstoffzelle, eine gute Lösung dar. Neben der Fahrzeugentwicklung muss allerdings auch die Entwicklung der Infrastruktur vorangetrieben werden. Dazu gehört sowohl der Ausbau der Ladeinfrastruktur als auch der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland und Europa.

Hat vernunftgetriebenes und effizientes Fahren Priorität 1 bei Ihnen? Oder darf es auch ein bisschen spaßorientiert sein? Sie dürfen ja als erster Industriepartner den neuen Modulen Elektrifizierungs-Baukasten (MEB) von VW für ein Fahrzeug mit E-Antrieb bauen.

Autofahren muss unserer Ansicht nach auch Spaß machen, es darf nicht nur vernunftgetrieben gedacht sein. Mit dem e.GO Life bieten wir ein Elektroauto an, das nicht nur prak-

tisch und bezahlbar ist, sondern auch großen Fahrspaß bietet. Elektromobilität macht generell Spaß, denn ein Elektromotor hat, im Verhältnis zur Leistung, ein höheres Drehmoment und damit eine bessere Beschleunigung als ein Verbrennungsmotor. Der e.GO Life hat aber nicht nur eine sehr gute Beschleunigung: durch den Heckantrieb hat er zudem eine sehr sportliche Fahrweise. Wir dürfen den Elektrifizierungsbaukasten von VW verwenden. Aktuell können wir jedoch noch keine weiteren Details hierzu nennen.

Als Hobbypilot gehen Sie schon heute mit einem Sportflugzeug in die Luft. Jetzt arbeiten Sie am Flugtaxi. Wann soll es abheben?

Das Silent Air Taxi wird 2024 in Betrieb genommen, der Erstflug wird für 2022 vorbereitet. Das Silent Air

Taxi ist ein elektrohybrides Flugzeug mit einer effizienten Kombination aus Elektro- und Verbrennungsmotoren. Es gibt vorerst keine Chance, rein batterieelektrisch die benötigte Zuladung sicherzustellen. Die e.SAT GmbH fokussiert sich neben der Reduktion von Schadstoffemissionen vor allem auf die Minimierung des Fluglärms. Durch Nutzung des Luftraums kann eine Entlastung der Hauptverkehrsträger Schienen- und Straßenverkehr erfolgen. Durch gestiegene Anforderungen an Reisezeiten, Pünktlichkeit und Flexibilität kann das Silent Air Taxi einen sinnvollen Teil der individuellen Mobilitätskette darstellen. Durch Nutzung stadtnaher Flugplätze entstehen keine Wartezeiten vor Flugbeginn oder bei der Gepäckausgabe.

Wir danken für das Gespräch.

Empowering Future
Mobility Solutions

Selamat datang
स्वागत
Bun venit
Вітайте
Welcome
саламдашуу
Vítajte
Bienvenue
ຍິນດີຕ້ອນ
歡迎



Partner- dialoge

dSPACE positioniert sich
als zuverlässiger Partner für
Simulation und Validierung

„Empowering Future Mobility Solutions“ lautete das Motto der ersten dSPACE World Conference, bei der Branchenführer aus aller Welt den Teilnehmern Einblicke in ihre neuesten Entwicklungsaktivitäten gaben. dSPACE präsentierte seine einzigartige Lösungskette für daten- und szenariogetriebene Entwicklung sowie ein umfassendes Lösungsportfolio für die Entwicklung und den Test von E-Mobilitätsanwendungen.



Martin Goetzler, CEO der dSPACE GmbH, eröffnet die Konferenz.



Autonomous Driving | Cloud Simulation

- Driving millions of test kilometers over night
- Scenario-based testing according to PEGASUS
- Scalability in private and public cloud systems
- Simulation as a Service (SaaS)

UΔ UNDERSTAND.AI | A dSPACE COMPANY

The right data at the right quality and quantity to train and test your AI.

Autonomous Driving | Scenario Generation

- Simulation scenarios from real world data
- Based on sensor raw data or object lists
- Accurate 3-D environments
- Scenario database with complementary edge cases



Die erste dSPACE World Conference fand im November 2019 in München statt. Mehr als 500 Experten der Automobilindustrie aus 30 Ländern kamen zusammen, um sich von den Vorträgen namhafter Global Player und Innovationsführer inspirieren zu lassen. Die Teilnehmer nutzten die Konferenz auch als Plattform, um mit anderen Branchenexperten über zukunftsweisende Lösungen in den Bereichen E-Mobilität und autonomes Fahren zu diskutieren.

Partner für Simulation und Validierung

„Inmitten des dynamischen Wandels unserer Branche hat die dSPACE World Conference Konzepte und

Lösungen für die Herausforderungen unserer Kunden geliefert“, sagte Martin Goetzler, CEO von dSPACE. Die Entwicklung von Elektro- und autonomen Fahrzeugen bringt neue Anforderungen an die Simulation, Validierung und Homologation mit sich. „In diesem Umfeld hat sich dSPACE klar als zuverlässiger Partner für Simulation und Validierung positioniert“, ergänzt Goetzler.

Höhepunkte der Ausstellung

Neben den Vorträgen standen neue Technologien und Lösungen von dSPACE und seinen Partnern im Mittelpunkt der Konferenz. dSPACE Mitarbeiter zeigten anhand von 30 Exponaten, wie Fahrzeughersteller die Batterien oder Motoren für Elek-

troautos testen können und wie sie mit End-to-End-Lösungen autonomes Fahren schneller auf die Straße bringen. Teil der Ausstellung war das Lösungsangebot für einen datengetriebenen Entwicklungsprozess, der von der Datenaufzeichnung über die Szenariogenerierung bis hin zu Cloud-Tests und Validierung mit den Demo-Stationen vollständig dargestellt wurde.

Herzlichen Dank

dSPACE bedankt sich bei allen Referenten, Gästen und Partnern. Wir schätzen Ihr Engagement und die Zeit, die wir an den Konferenztagen miteinander verbringen konnten. Wir freuen uns, Sie bei der nächsten dSPACE World Conference wiederzusehen. ■



E-Mobility | 05

Power Electronics Simulation

- Real-time simulation of power electronics circuits
- Ideal for chargers, converters and smart grids
- Learn to use FPGA without programming
- Highest switching frequencies up to 400 kHz

E-Mobility | 06

Battery Management Testing

- Exact battery cell voltage emulation
- High scalability due to modular design
- Cost-effective customization
- Open ready-to-use multi-cell battery models

E-Mobility

Smart Charging Solution

- Prototyping and testing charging communication
- Region-specific charging standards supported
- Fault simulation at protocol level
- Emulation of charging stations with real power



Unsere Referenten

1. **Stefan Teuchert, Senior Vice President, MAN Truck & Bus SE**
Keynote: Truck 4.0 – The digital challenge of a truck OEM – autonomous driving
2. **Dr. Peter Oel, Head of E/E Integration, Simulation and Test, Volkswagen AG**
Keynote: 24/7: integration & test factory as a service
3. **Alex Heslop, Electrical Engineering Director, and Andy Griffiths, Chief Engineer – Software Integration & Validation, Jaguar Land Rover**
Keynote: New Defender, new electrical architecture: Enabling the software validation factory – the challenges found and fixed, the challenges that need fixing
4. **Alejandro Vukotich, Senior Vice President Fully Automated Driving and Driver Assistance, BMW AG**
Keynote: Automated Driving at BMW Group – our way towards future mobility
5. **Prof. Philipp Slusallek, wissenschaftlicher Direktor, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)**
Keynote: Understanding the World with AI: Training and Validating Autonomous Systems Using Synthetic Data
6. **Dr. Ondrej Burkacky, Partner, McKinsey & Company, Inc.**
Keynote: Automotive Software Market 2030: the rise of verification and validation
7. **Dr. Tim Fricke, Modeling & Simulation Specialist, BMW AG**
Enabling Efficient Testing of Higher-Level Automated Driving Systems
8. **Gene Afanasyev, Senior Validation Engineer, NIO**
System Validation through Continuous Integration
9. **Ola Jakobson, Test Environment Architect, Volvo Car Corporation**
VCC Complete HIL rigs meeting our next generation core based service oriented architecture
10. **Heiko Ehrich, Head of Department Automotive Electronics, TÜV NORD Mobilität GmbH & Co. KG**
Homologation for automated and connected driving – Current status on regulation and existing challenges
11. **Dr. Philipp Freidl, Lead Engineer Radar MMIC Lab Validation, and Dr. Patrick Hölzl, Engineer Radar MMIC Lab Validation, Infineon Technologies AG**
Radar Target Simulation in the context of Radar MMICLab Validation
12. **Jordan Roe, Hardware-in-the-Loop Verification and Validation, Nexteer Automotive**
End-to-End HiL Testing Using Electro-mechanical Test Benches
13. **Dr. Chen Ma, Product Owner, Volkswagen AG**
Virtualization of ECU compound test – an agile journey
14. **Jean-Marie Quelin, Spezialist für die Validierung von Antriebsstrang-managementsystemen, Groupe Renault**
E-mobility impacts on HiL powertrain validations
15. **Fabian Mürdter, R&D Engineer, ZF Friedrichshafen AG**
AI-in-the-Loop – Next Gen AD validation at ZF
16. **Xi Liu, Senior R&D engineer, Experte für Testautomatisierung, Beijing Electric Vehicle Co. LTD**
Relying on dSPACE: Development of Automated Testing Platform for EV Control Units in BJEV
17. **Yuji Yasui, Chief Engineer, Honda R&D**
Honda's automated driving technologies aiming at collision-free society with the joy and freedom of mobility for everyone.
18. **Ahmed Yousif, Software Design Engineer, Valeo**
Virtual Validation and Verification

Ein Video über die Konferenz und die Präsentationsfolien finden Sie unter



www.dspace.com/go/dWC19

TargetLink: Seriencode für die AUTOSAR Adaptive Plat- form



Der Seriencode-Generator TargetLink – bereits seit langer Zeit marktführend bei der modellbasierten Entwicklung von Software-Komponenten für die AUTOSAR Classic Platform – kann mit der neuen Version 5.0 aus einem Modell heraus nun auch Code für die AUTOSAR Adaptive Platform generieren. Zudem wird die verteilte Entwicklung mit inkrementeller Code-Generierung mit TargetLink 5.0 jetzt noch komfortabler. So ermöglicht die Spe-

zifikation von „Data Store Memory“-Blöcken im TargetLink Data Dictionary deren gemeinsame Nutzung in getrennt voneinander entwickelten Modulen. Auch wurde in der neuesten TargetLink-Version basierend auf Nutzer-Feedback die Usability des Data Dictionary Managers und des Property Managers, des Werkzeugs zur komfortablen Handhabung von Modelleigenschaften in TargetLink, weiter verbessert. Der Property Man-

ager ist jetzt mit einem „Validation Summary“ ausgestattet, einer dynamischen Message-Ansicht zur komfortablen Fehlerbearbeitung. Im Data Dictionary ist zum Beispiel die Benutzerschnittstelle des AUTOSAR-Exports überarbeitet worden. TargetLink 5.0 enthält noch zahlreiche weitere Neuheiten und Verbesserungen, so etwa bei der Analyse abgeleiteter Datentypen. ■

ESI Unit: Vorkonfigurierte Lösung für NVIDIA® DRIVE™ PX2 und AGX

Die Environment Sensor Interface (ESI) Unit von dSPACE ist die flexible Antwort auf die Frage, wie breitbandige digitale Signale in Kamera-, Radar- und Lidar-Steuergeräte zeitkorreliert und latenzarm einzuspeisen sind. Denn eine der größten Herausforderungen in der Entwicklung von Funktionen für das auto-

nome Fahren stellt die Absicherung der Umgebungssensoren dar. Da in zahlreichen Entwicklungsabteilungen die NVIDIA® DRIVE™ PX2- und AGX-Plattformen in der Vorentwicklung und Forschung für autonomes Fahren eingesetzt werden, bietet dSPACE die ESI Unit nun in einer für diese NVIDIA®-Plattformen

vorkonfigurierten „Out-of-the-Box“-Version für die Einspeisung von Kamera-Rohdaten an. Die dSPACE Simulationslösungen zur Sensor- und Umgebungssimulation können direkt mit der vorkonfigurierten ESI Unit genutzt werden, um Funktionen für das autonome Fahren abzusichern. ■



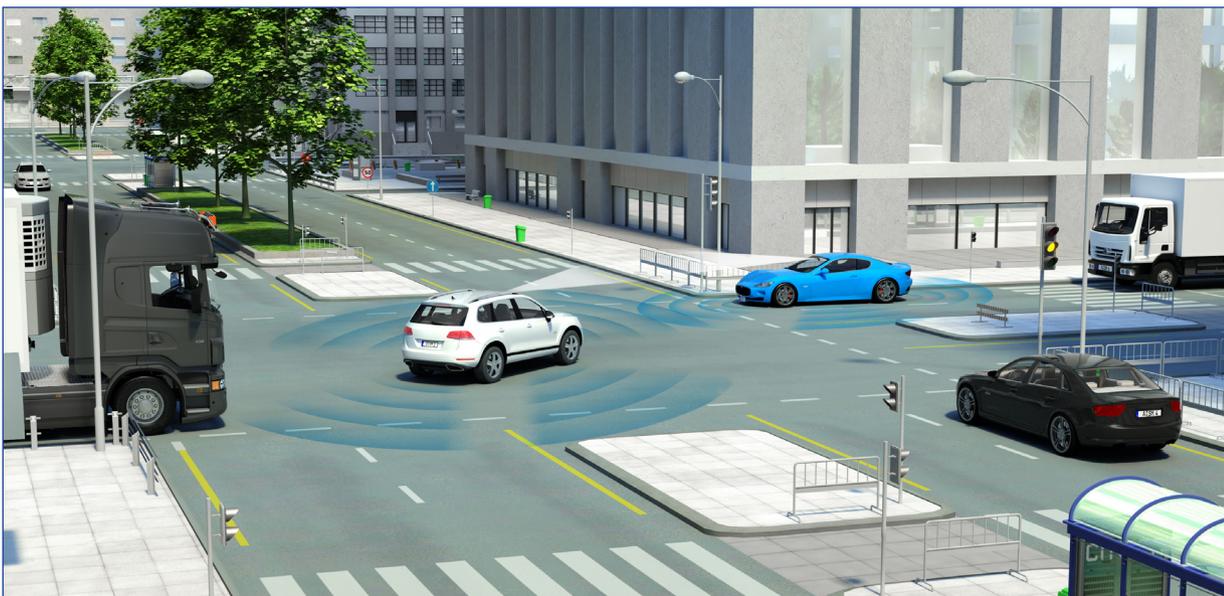
Forschungsverbund V&V-Methoden startet Projekt zur rechtssicheren und effizienten Freigabe von autonomen Fahrzeugen

Bei der Einführung von Technologien für das vollautomatisierte und autonome Fahren kommt dem Testen und Absichern von Fahrzeugsystemen eine Schlüsselrolle zu. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie entwickeln 23 namhafte Partner aus Industrie und Forschung über vier Jahre hinweg gemeinsam rechtssichere sowie zeit- und kosteneffiziente Verifikations- und Validierungsmethoden. Als einer der Partner bringt dSPACE seine Expertise vor allem in den Teilprojekten „Simulationsteuerung“ und „Exemplarische Testumgebung und Anwendung“ ein und wird den HIL-Demonstrator aufbauen, an dem die Methodik gezeigt und evaluiert wird. Mit voraussichtlich mehr als 25 % wird das Validieren und Testen einen signifikanten Anteil an der Wertschöpfung von Technologien für

das vollautomatisierte und autonome Fahren ausmachen. Absehbar werden sich also diejenigen Automobilhersteller und Zulieferer einen Wettbewerbsvorteil sichern, die die entsprechenden Prozesse als Erste im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben beherrschen. KI-basierte Fahrzeugsysteme sind mit unendlich vielen möglichen Verkehrssituationen konfrontiert. Im Zuge der Einführung vollautomatisierter und autonomer Systeme stellt sich die Frage, wie man nachweisen kann, dass diese damit immer sicher umgehen können. Am Beispiel des komplexen Anwendungsfalls urbane Kreuzung bringt V&V-Methoden dafür wesentliche Innovationen im Zusammenspiel von virtuellen und realen Tests hervor. „Im Teilprojekt Simulationssteuerung wird die Zusammenarbeit mit SET

Level 4to5 koordiniert. Im Teilprojekt werden die darin erarbeiteten Konzepte und Lösungen umgesetzt und Anforderungen an SET Level 4to5 zurückgespielt. Eine Aufgabe von dSPACE wird es sein, hier die Projektpartner zum Beispiel in Bezug auf die Echtzeitfähigkeit der Modelle zu beraten“, sagt Fredrik Ikemeyer, Product Engineer bei dSPACE.

Im Teilprojekt „Exemplarische Testumgebung und Anwendung“ bringt dSPACE sein Know-how beim Aufbau des Demonstrators ein. Im Vordergrund stehen dabei die Analyse und Definition der zur Sensordateneinspeisung notwendigen Technologien, die Evaluierung von Konzepten für die Architektur des HIL Systems oder die Entwicklung von Methoden zur Durchgängigkeit des Testframeworks. ■



Am Beispiel des komplexen Anwendungsfalls urbane Kreuzung soll V&V-Methoden wesentliche Innovationen im Zusammenspiel von virtuellen und realen Tests hervorbringen.



Mit uns wird Mobilität noch schneller elektrisch.

Visionen im Bereich E-Mobilität setzt dSPACE schnell und zuverlässig um, weil wir mit den besonderen Anforderungen elektrischer Antriebe schon seit langem vertraut sind. Für die Entwicklung und den Test von Elektromotoren, Energiespeichern und Ladeinfrastrukturen bieten wir Kunden in aller Welt eine innovative, skalierbare Toolkette – aus einer Hand. So wird E-Mobilität noch schneller zur echten Alternative. www.dspace.com

dSPACE