

Selbstfahrende Autos sicher machen

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

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

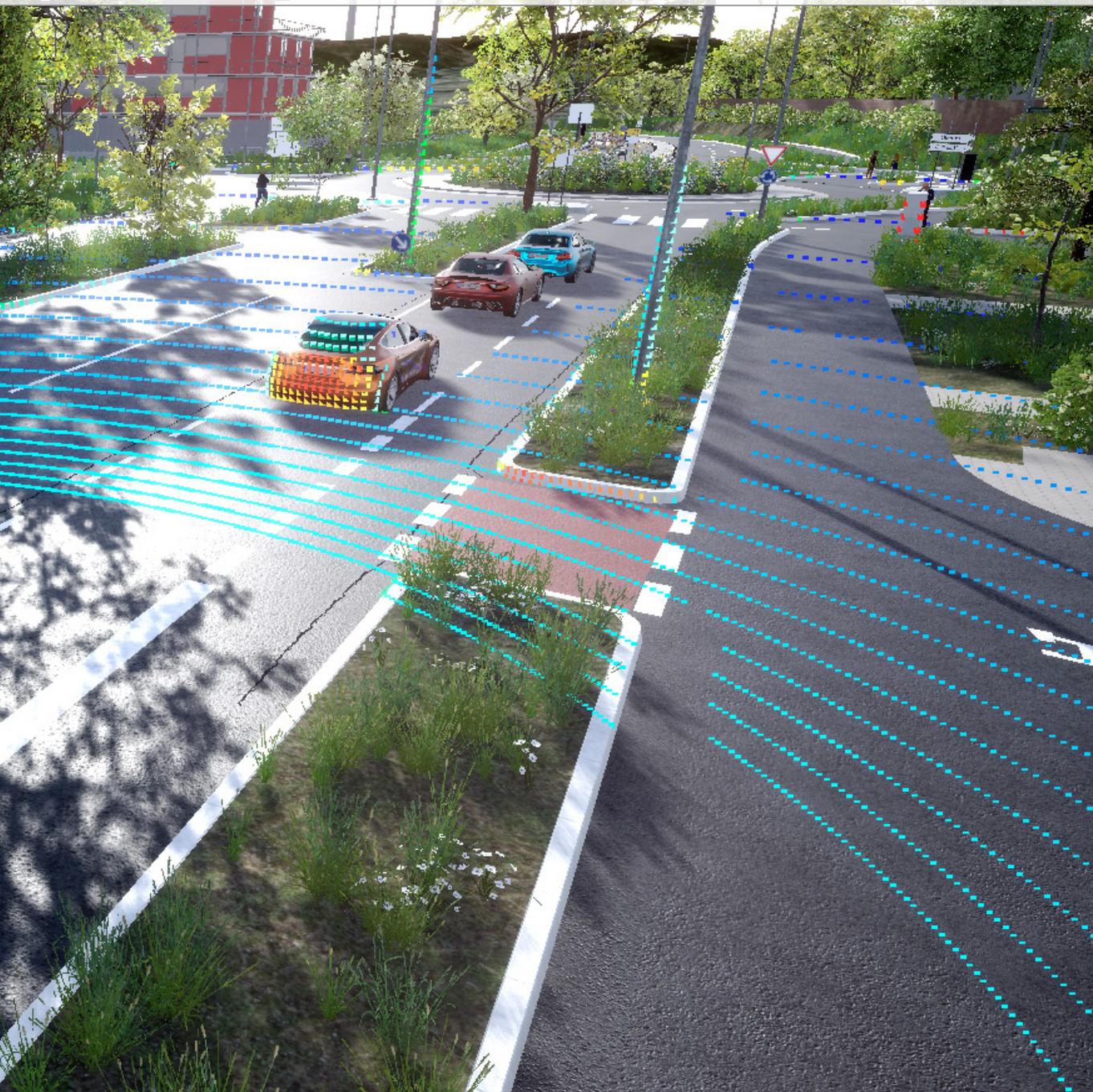
Die Projekte setzen auf den Ergebnissen des Projekts PEGASUS auf, das sich mit der Identifikation und Beschreibung kritischer Szenarien und deren Überführung in allgemeingültige Testfälle für hochautomatisierte Fahrzeuge am Beispiel des AutobahnpiLOTS befasste. Das Projekt Verification Validation Methods,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

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

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

VVM: Autonom in der Innenstadt unterwegs

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

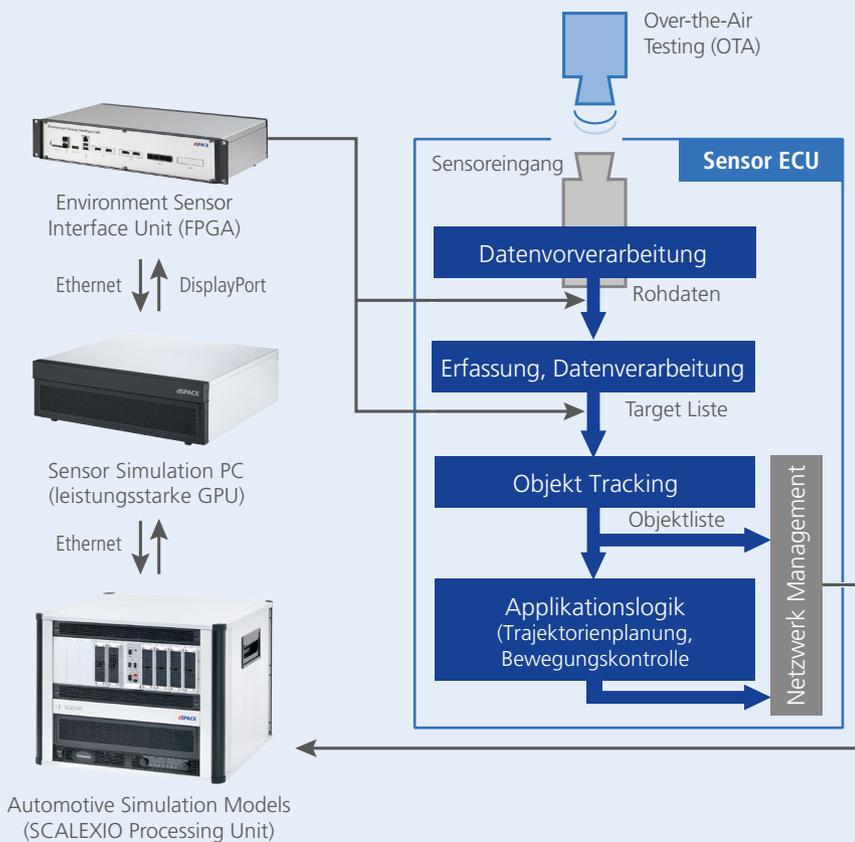


Fahrzeug durch Versuchsfahrten im normalen Straßenverkehr absichern, so wären mehrere Millionen Kilometer nötig, um genügend unterschiedliche Situationen zu erfassen. Daher untersucht VVM zunächst die Wirkzusammenhänge, die zu kritischen Situationen im innerstädtischen Straßenverkehr führen. Dazu werden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

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

bisher aufwendige Realfahrten durchzuführen.

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



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

die in einer höheren Zeit- und Kosteneffizienz resultiert.

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

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

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

SET Level: Simulationsbasiert entwickeln und testen

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

Anwendungsfall 1: „Test von Sensormodellen“

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

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

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

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

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

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

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

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

WEITERE INFORMATIONEN



<https://setlevel.de/>



WEITERE INFORMATIONEN



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



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

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

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

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

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