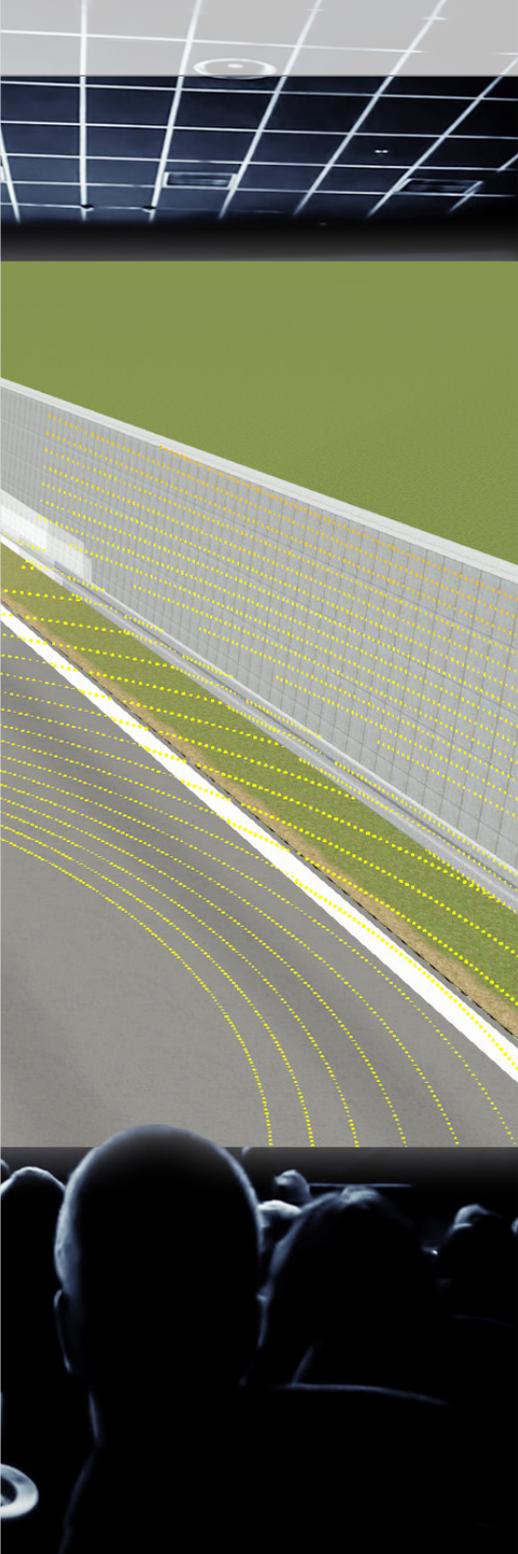




Aktuelle dSPACE Entwicklungen
für das autonome Fahren

Kino für Sensoren

Autonome Fahrzeuge werden über eine Vielzahl unterschiedlichster Umfoldsensoren verfügen. Deren Funktionen und komplexes Zusammenspiel zu testen, bedeutet eine enorme Herausforderung. Holger Krumm und Sebastian Graf, bei dSPACE mitverantwortlich für die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich, geben hierzu einen Einblick in die aktuellen Aktivitäten von dSPACE und die kommenden Herausforderungen.



Herr Krumm, im Zusammenhang mit der Entwicklung autonomer Fahrzeuge fällt oft der Begriff Sensorrealismus. Was versteht man darunter?

Krumm: Dabei geht es darum, für die Sensoren, also Kamera, Radar, Lidar, bereits im Labor das Geschehen auf der Straße virtuell so nachzubilden, wie es die Sensoren erfassen. Die Absicherung der Sensorfunktionen muss zwingend im Labor passieren, denn wir reden aufgrund der Vielfalt von Verkehrssituationen über viele Millionen Testkilometer. Auf der Straße ist so etwas nicht machbar. dSPACE sorgt mit seinen Werkzeugen daher für eine realistische Simulation und Stimulation von Sensoren im Labor.

Wo werden sensorrealistische Simulationen eingesetzt?

Krumm: Das geschieht überall dort, wo die Wirkkette vom Perzeptionsalgorithmus bis zur Objektidentifizierung frühzeitig abgesichert werden muss. In virtuellen 3D-Welten, mit denen man ADAS/AD-Anwendungen testet, liefern die Modelle die gleichen Signale wie reale Sensoren. Hierbei möchten sich Kunden innerhalb des Entwicklungszyklus von Sensoren und weiterverarbeitenden Einheiten wie einem zentralen ADAS-Steuergerät

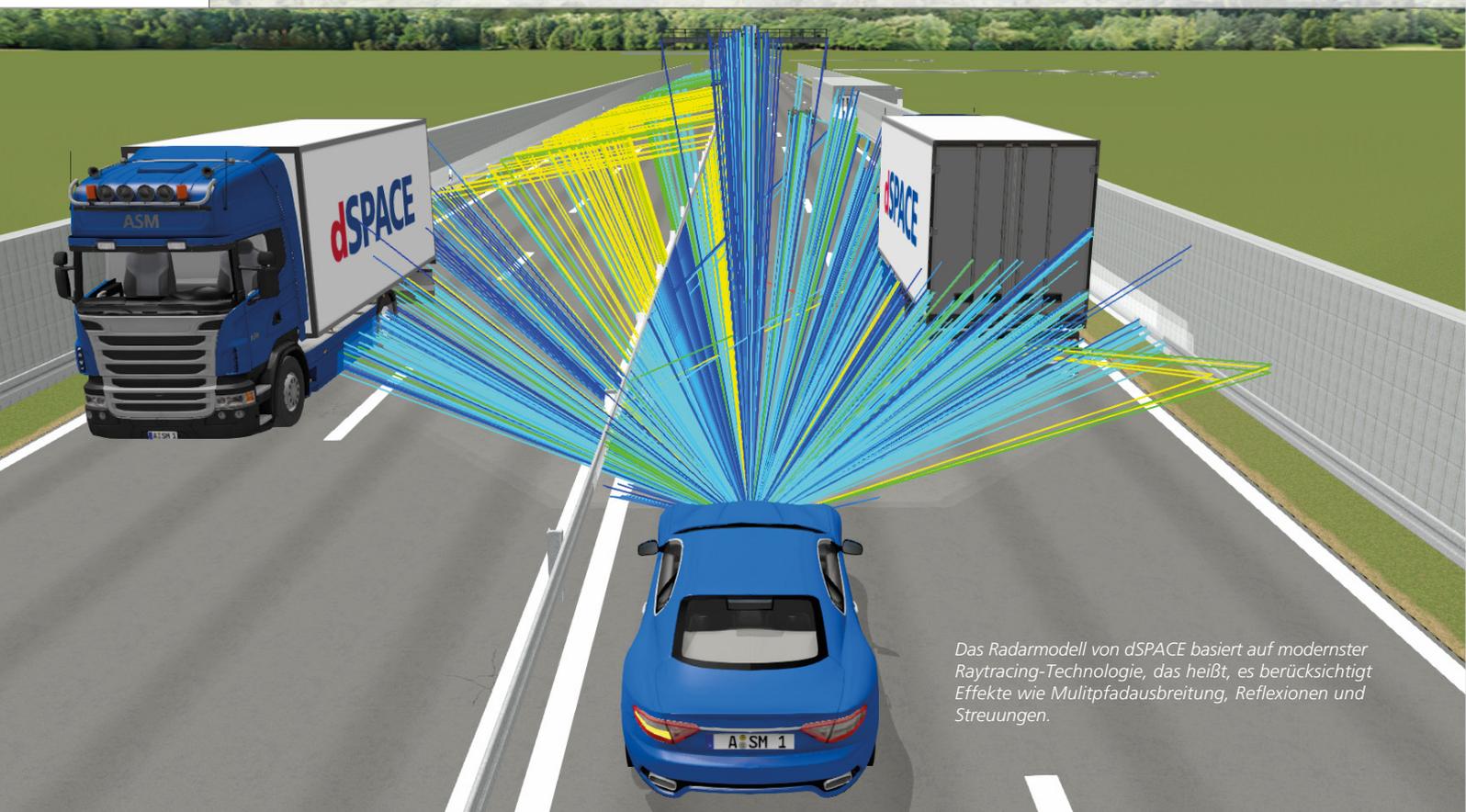
frühzeitig mit dem Testen und Absichern auseinandersetzen. Dadurch erhalten die Themen Model- und Software-in-the-Loop ein höheres Gewicht.

Welche sensorrealistischen Modelle bietet dSPACE heute an?

Krumm: Sensor Simulation ist der Oberbegriff, unter dem die Software-Module für Kamera-, Radar- und Lidar-Sensorsimulation geführt werden. Seit dem dSPACE Release 2018-B existiert ein eigenständiges Modul zur kamerabasierten Rohdatengenerierung, das die Umgebung, die Verkehrsobjekte sowie Effekte für wetter- und tageszeitbasierte Lichtverhältnisse simuliert. Mit dSPACE Release 2019-A wurden zwei weitere Module veröffentlicht, das Radar- und das Lidaromodul. Beide basieren auf Raytracing-Technologie. Dabei werden Strahlen in eine 3D-Szene gesendet und deren Reflexionen erfasst, was die Integration von physikalischen Effekten wie Multipfadausbreitung in der Modellierung erlaubt. Dies ermöglicht eine physikalisch korrekte Simulation der Ausbreitung von Radarwellen oder eines Nahinfrarot-Laserstrahls, was für die Stimulation und Emulation von Sensoren essentiell ist. >>

Holger Krumm (links) ist Produktmanager für Prototyping und Validation Software Tools bei dSPACE, Dr. Sebastian Graf (rechts) arbeitet als Senior Application Engineer bei dSPACE.





Das Radarmodell von dSPACE basiert auf modernster Raytracing-Technologie, das heißt, es berücksichtigt Effekte wie Multipfadausbreitung, Reflexionen und Streuungen.

Mit der Raytracing-Engine in Sensor Simulation lässt sich die Ausbreitung von mm-Wellen und Infrarotstrahlung physikalisch korrekt simulieren – eine essentielle Fähigkeit für die Stimulation und Emulation von Radar und Lidar Sensoren.

Herr Graf, welchen Detaillierungsgrad und Leistungsumfang haben die Modelle?

Graf: Grundsätzlich berechnen die Modelle die Übertragungsstrecke zwischen Umgebung und Sensor-Frontend sowie Teile des Front-ends selbst, zum Beispiel die Radarantenne. Neben der Berechnung der Wellenausbreitung verfügen das Radar- und das Lidarmodul über ein leistungsstarkes Postprocessing Interface, das eine Verarbeitung der erfassten Daten erlaubt. Dies ermöglicht für Radar und Lidar beispielsweise die Ausgabe einer Detektionsliste bzw. einer Punktwolke. Im Fall der Kamera werden Eigenschaften des Front-ends simuliert, also von Linsensystem und Bildsensor. Hierbei geht es um Effekte wie chromatische Aberration, Vignettierung, kom-

plexe Linsenprofile, gegebenenfalls Fish-Eye-Verzerrung und die Ausgabe des Bildsensors wie Bayer-Pattern und High-Dynamic-Range. Aufgrund offener Schnittstellen kann der Kunde eigene Postprocessings für Besonderheiten der eigenen ECU integrieren. Dies gilt für alle Sensormodelle.

Welche Voraussetzungen sind für den Einsatz von Sensor Simulation erforderlich?

Graf: Beim SIL-Setup benötigt man einen handelsüblichen PC plus eine NVIDIA-Grafikkarte. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einen Sensor Simulation PC von dSPACE einzusetzen. Dieser hat den Vorteil, dass er auf den Betrieb mit der dSPACE Werkzeugkette abgestimmt ist. Beim HIL-Setup dagegen erfolgt die Sensorsimu-

lation immer mit dem Sensor Simulation PC. Die Skalierbarkeit dieser PCs ermöglicht das Simulieren einer beliebigen Anzahl von Sensoren. Die PCs benötigen dazu eine Beschreibung des Fahrzeugumfeldes und eine Simulation der Fahrzeugdynamik. Beides liefert ein SCALEXIO-Simulator, auf dem die ASM Toolsuite ausgeführt wird. Weil die Sensor-Simulation-Produkte zukünftig plattformunabhängig sein werden, also zum Beispiel auch unter Linux laufen, lassen sie sich auch auf Clustern oder in beliebigen Cloud-Services nutzen.

Gibt es Alleinstellungsmerkmale von Sensor Simulation gegenüber anderen Anbietern?

Krumm: Sensor Simulation setzt auf einer vollständigen Fahrdynamiksimu-

Sensor Simulation setzt auf einer vollständigen Fahrdynamiksimulation des Ego-Fahrzeugs auf, das heißt, es werden sämtliche Bewegungen des Sensors berücksichtigt.

lation des Ego-Fahrzeugs auf, das heißt, es werden alle Bewegungen des Sensors berücksichtigt, beispielsweise durch Schräglage bei Kurvenfahrten oder Nicken auf Kopfsteinpflaster. Sensor Simulation stellt sich der besonderen Herausforderung, Sensoren nicht nur per SIL, sondern auch per HIL zu testen. Dies erfordert Echtzeitfähigkeit. Die Simulation der Ausbreitung der Radarwelle geschieht damit so schnell, dass eine Stimulation realer Sensoren – durch Injektion der Rohdaten – während der Laufzeit erfolgt. Derartige Rechengeschwindigkeiten, an die vor zwei bis drei Jahren nicht einmal im Traum zu denken war, sind heute durch die Parallelisierbarkeit moderner High-End-Grafikkarten möglich. Sensor Simulation ist die einzige Werkzeugkette, die alle drei wichtigen Sensortypen, also Kamera, Radar und Lidar, auf diesem Niveau simuliert. Bemerkenswert an der dSPACE Werkzeugkette ist außerdem der einfache Übergang von SIL zu HIL.

Gibt es bereits Kunden, die Sensor Simulation einsetzen? Was machen sie damit?

Graf: Ja – wir haben eine Handvoll Leitkunden der deutschen Automobilindustrie, die das Tool schon jetzt auf verschiedenen Gebieten effektiv nutzen. Hier haben wir uns Spieler auf den unterschiedlichsten Ebenen der Zulieferkette gesucht. Zu den Leitkunden zählen ein großer deutscher OEM, ZF als Tier 0.5 sowie HELLA als Radarzulieferer. Es existieren mehrere weitere mittlere und kleinere Kooperationen und Verbundprojekte. Alle Anwender geben uns Feedback, um die Simulation noch realistischer zu gestalten und die Werkzeugkette an die

spezifischen Herausforderungen eines Tier 2, Tier 1 oder OEMs anzupassen.

An welchen Neuerungen arbeitet dSPACE derzeit?

Graf: Unter anderem werden wir die Visualisierungsqualität erhöhen, um Tests von Kamerafunktionen selbst bei speziellen Licht- und Wettereinflüssen zu ermöglichen. Ein weiteres Thema sind neuronale Netze zur Umgebungserkennung. Für diese Art der hochrealistischen Visualisierung nutzen wir moderne, spezialisierte Grafik-Engines und erreichen so ein ganz neues Niveau bei der Kamerasensorsimulation. Hieran arbeiten wir mit Hochdruck, um unseren Kunden eine vollständige Abdeckung ihrer Anwendungsfälle zu bieten. Außerdem planen wir für Ende 2019 eine Zuwei-

sungsmöglichkeit von Materialeigenschaften an Objekte. Für Radar und Lidar existieren bereits Prototypen für eine SIL- und HIL-Umsetzung auf Rohdatenebene des Sensors, was Tests des digitalen Sensor-Backends ermöglicht. Bei Kameras ist dies bereits seit wenigen Jahren Stand der Technik, für Radar und Lidar aber Neuland, doch erleben wir gerade bei Zulieferern eine hohe Akzeptanz, und dass wir den richtigen Nerv treffen. Das Potenzial steckt hierbei im Bereich des entwicklungsbegleitenden Testens. Ferner profitiert auch der OEM davon, dass der Zulieferer dank der klaren Schnittstelle sensorspezifische Modelle bereitstellen kann.

Herr Graf, Herr Krumm, wir danken Ihnen für das Gespräch.

