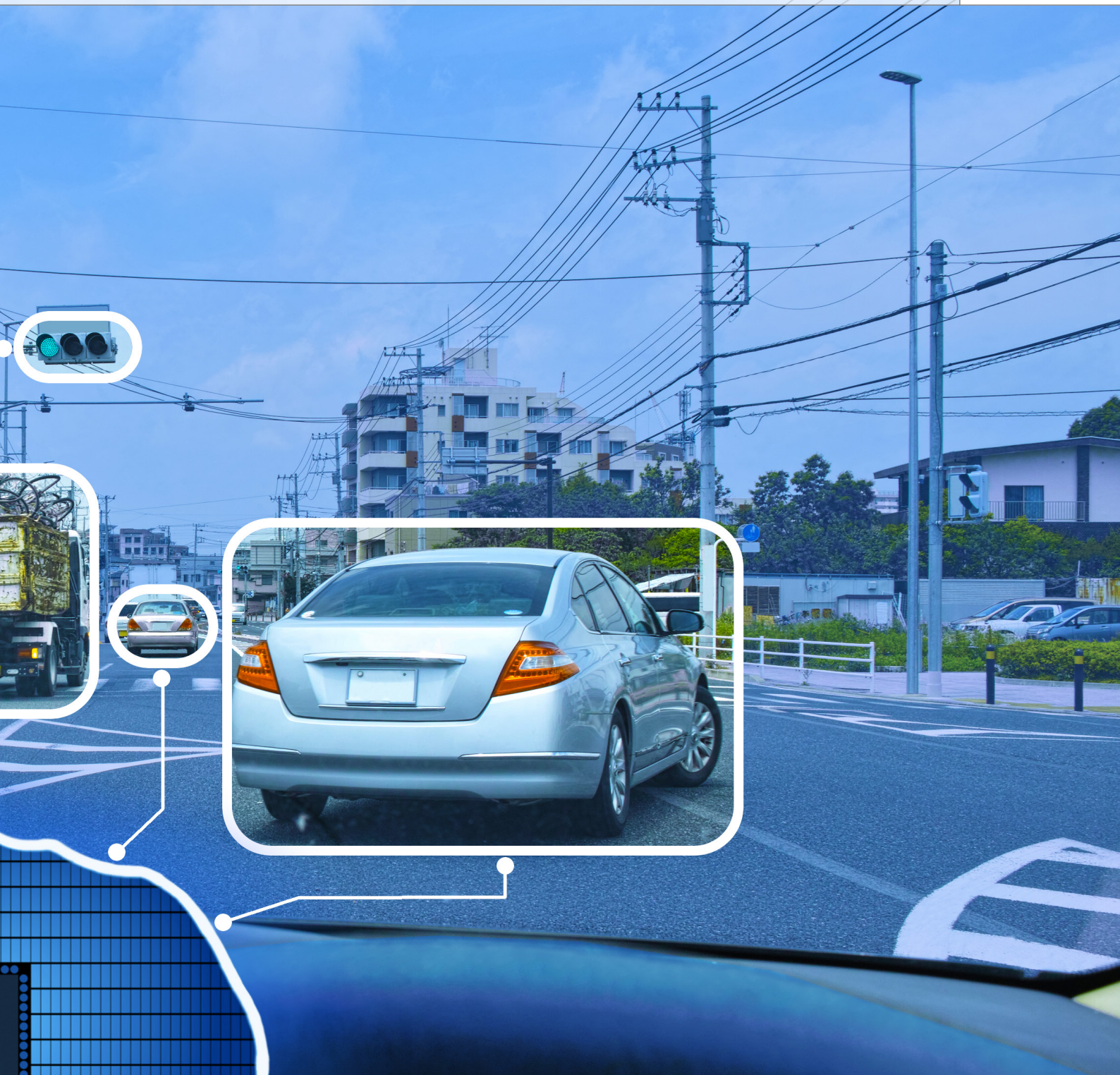


# Intelligent inszeniert

KI-basierte Szenariengenerierung  
aus Sensordaten

Um die Alltagstauglichkeit und Sicherheit von Systemen für das autonome Fahren trotz stetig an Komplexität zunehmender Technologien zu gewährleisten, müssen diese bereits weit vor der Inbetriebnahme getestet werden. Mit Hilfe der Lösung von dSPACE und understand.ai zur Generierung von Simulationsszenarien lassen sich tausende Tests sicherheitskritischer Fahr-szenarien mit spezieller Hardware und Software per Simulation durchführen.





Mit einer innovativen, auf künstlicher Intelligenz (KI) basierenden Methodik bieten dSPACE und understand.ai einen neuen Service, um Szenarien aus real gemessenen Rohdaten zu generieren. Gegenüber klassisch generierten Objektlisten, die in Echtzeit bzw. online im Fahrzeug berechnet werden, unterliegt die nachträgliche Szenariogene-

rierung aus Rohdaten keinerlei Restriktionen in Bezug auf Rechenkapazität. Somit werden Imperfektionen durch falsch (false positives) oder nicht erkannte (false negatives) Objekte im Datenbestand vermieden. Um dabei möglichst viele unterschiedliche Situationen des Straßenverkehrs abzudecken, wird mit Hilfe von Testszenarien vor Fertigstellung eines physikalischen

Prototyps bereits vieles vorab virtuell getestet. Diese Szenarien werden vielfach in Tests verwendet und gleichzeitig variiert, so dass am Ende ein aussagekräftiges Ergebnis steht. Um das zu erreichen, müssen aber zunächst realistische Szenarien vorhanden sein. Da diese Szenarien speziellen Anforderungen unterliegen, bedarf es kompetenter Szenariogenerierung:

>>



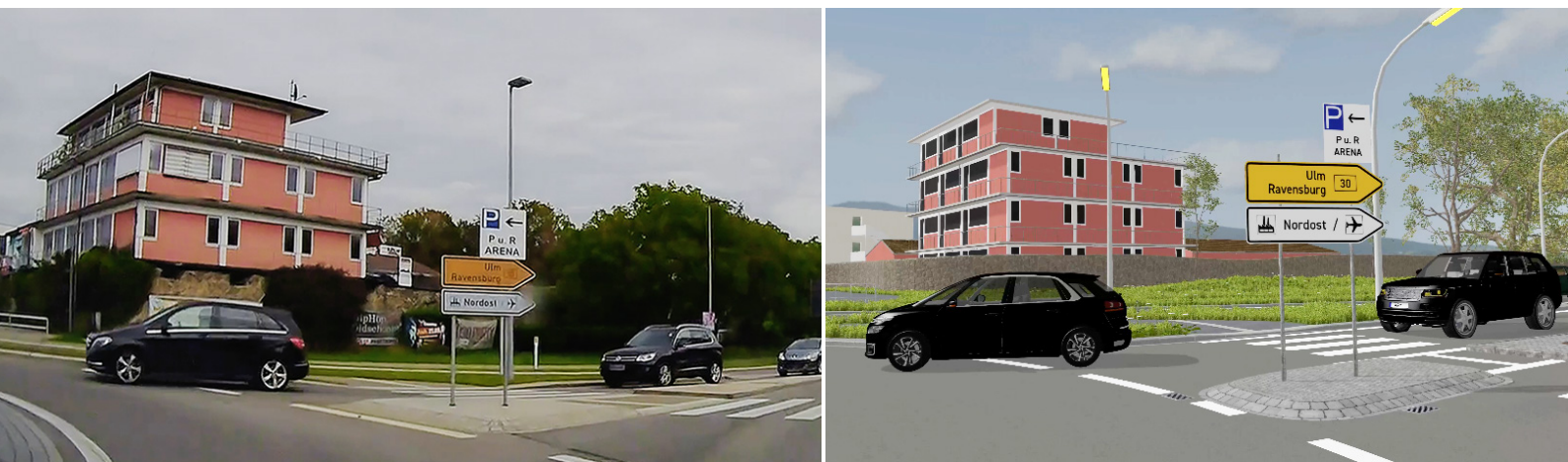


Abbildung 1: Kreisverkehrszone als Kameraaufnahme und als generiertes Szenario.

## Runter von der Straße, rein ins Labor – mit Testszenarien auf Basis von Realdaten

Die Szenarien müssen Situationen in vielen unterschiedlichen Umgebungen der realen Welt abbilden. Dabei gilt es zu beachten, dass neben einer hohen Varianz von Variablen wie beispielsweise Wetter und Verkehrsdichte eine ausgewogene Mischung an sowohl kritischen als auch unkritischen Situationen abgebildet wird.

### Analyse realer Situationen und Absicherung autonomen Fahrens

Um den Kundenanforderungen gerecht zu werden, wird zwischen zwei unterschiedlichen Szenariotypen unterschieden: den logischen Szenarien, um autonomes Fahren abzusichern, und den Replay-Szenarien, mit deren Hilfe fehlerhafte Algorithmen in Simulationen realer Situationen analysiert werden können. Replay-Szenarien sind eine exakte Rekonstruktion realer Situationen auf Basis von aufgezeichneten Sensordaten. Szenarien dieser Art können zwar nicht durch Parametrierung angepasst werden, sie eignen sich aber ausgezeichnet, um beispielsweise Fehlfunktionen und andere Ereignisse aus der Realität im Labor

nachzustellen. So können Fehlfunktionen der Fahrfunktion im Labor unter reproduzierbaren Bedingungen untersucht und behoben werden. Außerdem können Replay-Szenarien zur Sensormodellvalidierung eingesetzt werden, indem Sensordaten eines realen Szenarios gegen simulierte Sensordaten des identischen virtuellen Szenarios abgeglichen werden. Bei den logischen Szenarien hingegen werden die Bewegungen der Fahrzeuge abstrahiert und generalisiert, um so Parameter des Szenarios freizulegen, über die sich das Szenario einfach variieren lässt. Zum Einsatz kommen diese Szenarien bei der Validierung von ADAS/AD-Algorithmus unter Anwendung des szenariobasierten Testens. Aus Messdaten generierte Szenarien bieten den großen Vorteil, dass die Diversität der getesteten Situationen nicht ausschließlich von der Kreativität der Entwickler abhängt. Zudem sind die Szenarien realistisch und daher relevant. Auf diese Weise ist es möglich, genau diejenigen Parameter zu ermitteln, welche die Herausforderungen für den ADAS/AD-Algorithmus darstellen.

### Generierung von Szenarien

Vor dem Einsatz von Szenarien in der Simulation und den Tests steht ihre Generierung. Dafür gibt es unterschiedliche Herangehensweisen; das Beispiel in diesem Artikel soll zunächst die Generierung auf Basis von Messdaten erklären. Hier kommen Videoaufnahmen, Lidar-Punktwolken und Fahrzeug-Bus-Daten zum Einsatz, die mit spezieller Data-Logging-Hardware wie dSPACE AUTERA aufgezeichnet werden können. Die Realitätsnähe eines auf diese Weise generierten Szenarios wächst dabei mit der Menge und Güte der vorliegenden Daten. Eine Kombination aus verschiedenen Algorithmen ermöglicht eine semantisch korrekte Nachbildung des realen Szenarios, inklusive der Bewegungsprofile aller Verkehrsteilnehmer sowie der Straße und einer 3D-Szene, in der sich alle wesentlichen Elemente der statischen Umgebung wiederfinden. Dafür werden zunächst relevante Informationen zu der Straße und der Umgebung sowie die Trajektorien der Verkehrsteilnehmer durch KI-unterstützte Verfahren aus den Rohdaten extrahiert. Die spezielle Qualitätssicherungsmethodik von understand.ai stellt dabei sicher, dass hier eine Ground-Truth erzeugt wird, die die semantische Konsistenz der generierten Szenarien gewährleistet. Im Anschluss werden die extrahierten Daten in si-



Abbildung 2: Aus den erfassten Messdaten wird mit Hilfe der Lösung von dSPACE und understand.ai ein Szenario für die Simulation generiert.

mulierbare (Replay- und logische) Szenarien für die dSPACE Simulationsumgebung sowie in Szenariobeschreibungen, die auf den Standards OpenDrive® und OpenSCENARIO® basieren, überführt. So können die generierten Szenarien unmittelbar für verschiedenste Tests eingesetzt werden, da neben der Straßenbeschreibung und der Beschreibung der Bewegungsprofile der Verkehrsteilnehmer auch eine detaillierte 3D-Szene erzeugt wird, die eine physikalische Sensorsimulation ermöglicht. Ein Szenario kann auch mit Hilfe von Szenarioeditoren (beispielsweise dSPACE ModelDesk) komplett künstlich, also digital am Computer entstehen. Auf diese Weise können die Anwender das Szenario ganz nach ihren Vorstellungen und Ansprüchen gestalten. Hierbei sind die Gestaltungsmöglichkeiten zwar grundsätzlich unbe-

grenzt, letzten Endes ist die Diversität aber trotzdem durch die Anforderungen des jeweiligen Auftrags bzw. die Kreativität der Anwender limitiert. Ein Vorteil dieser Methode ist die Möglichkeit, auch solche Szenarien zu konstruieren, die in der realen Welt nur sehr schwierig neu aufgezeichnet werden könnten, weil sie beispielsweise kostspielig oder gefährlich wären. Sowohl für Szenarien, die aus Messdaten generiert wurden, als auch für künstlich erzeugte Szenarien ist es innerhalb der dSPACE Lösung möglich, Parameter wie Fahrgeschwindigkeit, Wetter oder das Verhalten anderer simulierter Verkehrsteilnehmer durch Anpassung der entsprechenden Parameter beliebig zu verändern. Der große Vorteil des szenariobasierten Testens besteht darin, dass es abhängig von der vorhandenen Rechenkapazität skalierbar ist. Mit der Möglichkeit, Tests

in die Cloud auszulagern, bieten sich aufgrund der praktisch unbegrenzten Cloud-Kapazitäten enorme Chancen für das Themenfeld der virtuellen Absicherung und damit für die gesamte Produktionskette.

### Neues Lösungsangebot

Die Lösung zum szenariobasierten Testen in Kombination mit der Szenariogenerierung von dSPACE und understand.ai hilft Kunden, die Hürden auf dem Weg zum Prototyp zu überwinden. Hilfreiche Unterstützung leisten dabei zum einen die vielen bereits existierenden, von erfahrenen Entwicklern erstellten Szenarien, und zum anderen die Szenarien, die zusätzlich auf Basis real aufgezeichneter Sensordaten generiert werden können. Damit lassen sich Millionen von Testkilometern in verschiedensten realistischen und relevanten Szenarien fahren. ■

## Re-Simulation kritischer Grenzfälle aus einer realen Testfahrt

Bringen Sie Realismus und Komplexität der realen Welt in die Simulation

- Verwenden von Szenarien, die realistische Verkehrssituationen widerspiegeln
- Ableitung neuer Testfälle durch Anpassung gegebener Simulationsszenarien
- Einsatz von generierten Szenarien in der dSPACE Simulationsumgebung – sofort und ohne zusätzlichen Konvertierungsaufwand (kompatibel mit OpenDRIVE und OpenSCENARIO)
- Holen Sie mehr aus Ihren Daten: Nutzen Sie den Bestand an den von Ihnen bereits aufgezeichneten Petabytes an Material für die Simulation.