



*Ein Baustellen-szenario als typische Anwendung von Off-Highway-Fahrzeugen.*

© IPG Automotive

## Automatisierte Offroad-Nutzfahrzeuge

# Herausforderungen in der Simulation

Offroad-Nutzfahrzeugen und mobilen Arbeitsmaschinen werden hohe Leistungen abverlangt: Sie sind meist täglich im intensiven Dauereinsatz und müssen dabei schwere Lasten bewegen oder verschiedene Anbaugeräte antreiben, die wiederum eine hohe Last auf die Arbeitsmaschine aufbringen. In der Entwicklung von offroadtauglichen Nutzfahrzeugen ist der nächste Schritt deren Automatisierung zur Rationalisierung des Betriebs.

**Dr. Sami Bilgic Istoc**

Während die Entwicklung der automatisierten Fahrfunktion schon komplex ist, gestaltet sich deren Freigabe extrem aufwendig, wie im Pkw-Bereich seit einiger Zeit bekannt ist. Im Offroad-Bereich kommen jedoch weitere Randbedingungen hinzu: ein ständig sich veränderndes Umfeld, unvorhersehbare Wetter- und Untergrundbedingungen sowie ein deutlich breiteres Spektrum an fahrdynamischen Zuständen im Vergleich zu Straßenfahrzeugen.

Die simulationsbasierte Erprobung mit virtuellen Prototypen stellt im Pkw-Bereich seit vielen Jahren eine Standardmethode bei der Entwicklung von automatisierten Fahrfunktionen dar. Beim Test von automatisierten Offroad-

Nutzfahrzeugen ist diese Methode jedoch noch nicht weit verbreitet, weil die genannten Aspekte eine erhöhte Herausforderung in der Simulation darstellen. Die Simulationsplattformen CarMaker und TruckMaker bieten ein Gesamtpaket für die virtuelle Erprobung von automatisierten Fahrzeugen, das aufgrund seines großen Funktionsspektrums und seiner Flexibilität auch für den Test von automatisierten Offroad-Nutzfahrzeugen geeignet ist.

### Umgebungssimulation

Automatisierte Fahrzeuge nehmen ihre Umwelt über eine Reihe von Sensoren wahr: Kameras, Lidar-, Radar- sowie Ultraschallsensoren ergeben fusioniert

ein genaues Abbild der näheren Umgebung des Fahrzeugs und erlauben so die automatische Planung und Ausführung von Fahrmanövern. In der komplexen Einsatzumgebung von Offroad-Nutzfahrzeugen ist die Wahrnehmung dieser Sensoren oftmals beeinträchtigt, etwa durch aufgewirbelten Staub, Schlamm, Wettereinflüsse oder bereits durch starke Aufbaubewegungen des Fahrzeugs beim Passieren einer Schlechtwegstrecke. Die physikalischen Sensormodelle von CarMaker und TruckMaker bieten verschiedene Optionen, um diese Situationen nachzubilden. Speziell beim Befahren von Schlechtwegstrecken zeigt sich die Notwendigkeit einer detailgetreuen Fahrdynamiksimulation. Sowohl die Umge-

bungswahrnehmung als auch die Regelung des Fahrzeugs sind im Offroad-Bereich eingeschränkt. Einfache Fahrsimulatoren ohne komplexe Fahrdynamiksimulation sind entsprechend für das Testen automatisierter Fahrfunktionen nicht geeignet, da sie die Aufbaubewegungen weder qualitativ noch quantitativ abbilden können. CarMaker und TruckMaker bieten neben der Simulation von nichtlinearer Fahrwerkskinematik und flexibler Fahrzeugaufbauten die

3D-Modellen zugewiesen werden, so dass deren Einfluss auf die Sensorsimulation realistisch zum Tragen kommt. Ein eigenes Traffic-System unterstützt zudem die Simulation dynamischer Objekte wie Menschen, Tiere oder anderer Fahrzeuge. Auch für die Berücksichtigung fahrdynamischer Eigenschaften, zum Beispiel einer Änderung des Reibwerts etwa beim Durchfahren von Pflügen, gibt es eine breite Palette von Konfigurationsmöglichkeiten.



**Vegetation und nicht befestigte Untergründe stellen die simulationsbasierte Erprobung vor Herausforderungen.** © IPG Automotive

Möglichkeit der Anbindung erweiterter physikalischer Reifenmodelle, die hochgenau die Dynamik der meist großen Reifen mobiler Arbeitsmaschinen reproduzieren.

### Szenarienerstellung

Die im Off-Highway-Bereich übliche raue Einsatzumgebung kann nur dann detailgetreu simuliert werden, wenn das entsprechende Szenario auch für die Simulation implementiert wurde. CarMaker und TruckMaker ermöglichen den Import von Szenarien und deren Komponenten in offenen Formaten wie OpenDrive, OpenScenario oder OpenCRG. Neben dem Import fertiger Szenarien bieten CarMaker und TruckMaker auch einen eigenen Szenarioeditor, der beim Aufbau der Szenarien mithilfe von 3D-Modellen, Topologie und Texturen unterstützt. Zur erweiterten Sensorsimulation steht eine zentrale Materialdatenbank bereit, die technologiespezifische, physikalische Parameter enthält. Die Materialien können den

### Fazit

Die Simulationsplattformen CarMaker und TruckMaker werden bereits von vielen Fahrzeugherstellern zur Freigabe automatisierter Fahrfunktionen eingesetzt. Speziell im Off-Highway-Bereich ist die simulationsbasierte Erprobung durch zahlreiche Herausforderungen im Vergleich zu der Erprobung von Onroad-Fahrzeugen erschwert. Eine Simulationsplattform mit hochgenauer, echtzeitfähiger Fahrdynamiksimulation unterstützt Entwickler autonomer Off-Highway-Fahrzeuge dabei, für alle Herausforderungen von heute und morgen gewappnet zu sein. ■

**IPG Automotive**  
[www.ipg-automotive.de](http://www.ipg-automotive.de)



**Dr. Sami Bilgic Istoc** ist Business Development Manager Off-Highway bei der IPG Automotive GmbH: [sami.bilgic@ipg-automotive.com](mailto:sami.bilgic@ipg-automotive.com)  
© IPG Automotive

## IPG Automotive GmbH

Als weltweit agierender Technologieführer für den virtuellen Fahrversuch entwickelt IPG Automotive innovative Simulationslösungen für die Fahrzeugentwicklung. Die Software- und Hardwareprodukte werden durchgängig im Entwicklungsprozess von der Konzeptphase über die Validierung bis hin zur Freigabe eingesetzt. Durch die Arbeit mit virtuellen Prototypen lässt sich der Ansatz des Automotive Systems Engineering fortwährend verfolgen, und neue Systeme können im virtuellen Gesamtfahrzeug entwickelt, getestet und abgesichert werden.

IPG Automotive ist Experte auf dem Gebiet der virtuellen Entwicklungsmethoden für die Anwendungsfelder Autonomes Fahren, ADAS, Powertrain und Fahrdynamik. Gemeinsam mit internationalen Kunden und Partnern aus der Automobil- und Zulieferindustrie hilft das Unternehmen, die zunehmende Komplexität in diesen Bereichen zu meistern. Seine Lösungen steigern dabei die Effizienz im Entwicklungsprozess.

Als Ergänzung zur realen Testfahrt leistet IPG Automotive mit der Übertragung des realen Fahrversuchs in die virtuelle Welt einen wichtigen Beitrag zum technischen Fortschritt. Und bestimmt so die Mobilität von morgen im Hinblick auf Komfort, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit mit.



**IPG Automotive GmbH**  
Bannwaldallee 60  
76185 Karlsruhe  
Telefon: +49 (0) 721/98520-0  
Fax: +49 (0) 721/98520-99  
Web: [www.ipg-automotive.com](http://www.ipg-automotive.com)  
E-Mail: [info@ipg-automotive.com](mailto:info@ipg-automotive.com)