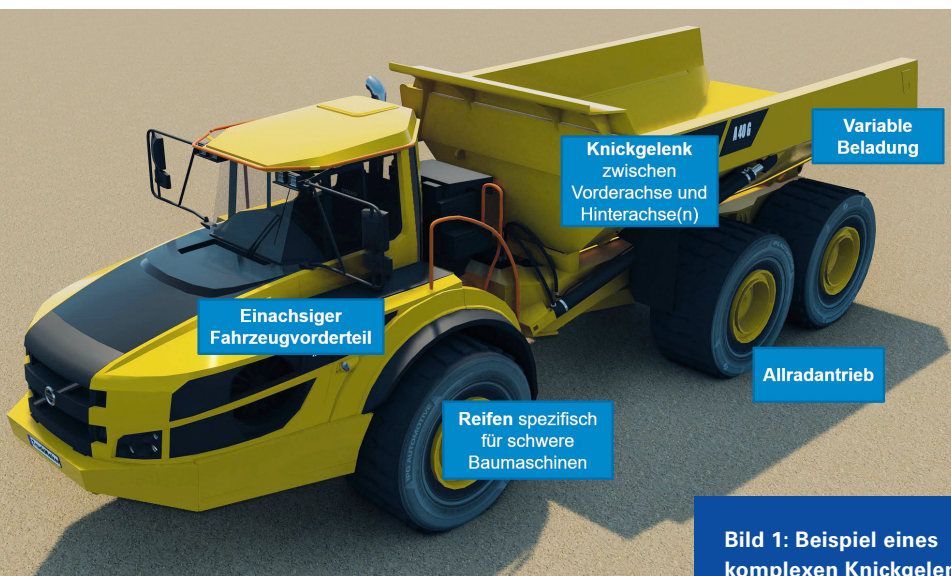


# Echtzeit-Simulation von Baumaschinen – Herausforderungen und Lösungen mit TruckMaker

Der virtuelle Fahrversuch ist in der modernen Fahrzeugentwicklung unverzichtbar geworden und gewinnt auch in der Nutzfahrzeugbranche verstärkt an Bedeutung. Die Echtzeit-Simulation von Baumaschinen jedoch birgt aufgrund besonderer Fahrzeugkonzepte und Umgebungsbedingungen Herausforderungen, die nach einer flexiblen Simulationsplattform verlangen. IPG Automotive hat hierfür die Simulationsumgebung TruckMaker im Portfolio, die speziell für die Entwicklung von Nutzfahrzeugen konzipiert wurde.



**Bild 1: Beispiel eines komplexen Knickgelenk-Kippladers.** © IPG Automotive

triebsseitig eine Vielzahl von Variationen bis hin zum Allradantrieb. Auch die für schwere Baumaschinen spezifischen, offroad-tauglichen Reifen unterscheiden sich modellierungsseitig stark von herkömmlichen Lkw-Reifen. TruckMaker verfügt über ein speziell konzipiertes, hochflexibles Fahrzeugmodell, das die Echtzeit-Simulation der Fahrdynamik verschiedener Nutzfahrzeugkonfigurationen unter Berücksichtigung der genannten Aspekte präzise ermöglicht.

Darüber hinaus existieren ein intelligentes Fahrermodell und diverse Möglichkeiten zur Umwelt- und Szenariengenerierung, beispielsweise im Hinblick auf unebene Untergründe, Vegetation usw. (Bild 2). Mithilfe verschiedener Schnittstellen und Eingriffsmöglichkeiten kann der Nutzer Systeme, die sich

Der virtuelle Fahrversuch bietet im Vergleich zum klassischen Fahrversuch den Vorteil einer automatisierten Durchführung von Tests – rund um die Uhr und in realistischen Szenarien. Auf diese Weise können eine extrem hohe Testabdeckung und somit eine bessere Qualität der Fahrfunktionen erzielt werden. Effekte von Soft- oder Hardware-Änderungen sind direkt erkennbar und können unmittelbar und frühzeitig in den Entwicklungsprozess einfließen. So sind gegenüber dem realen Fahrversuch erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen erzielbar.

Im Bereich der Baumaschinen gibt es allerdings einige Herausforderungen, die die Echtzeitsimulation erschweren (Bild 1). Das beginnt bei im Vergleich zu Straßennutzfahrzeugen besonderen Chassis-Konfigurationen wie etwa der Teilung eines Fahrzeugs in ein Vorder- und ein Hinterteil verbunden durch eine Knicklenkung. Baumaschinen, die Erdarbeiten verrichten, verfügen zudem über eine erhebliche dynamische Zuladung, die in der Simulation berücksichtigt werden muss. Des Weiteren gibt es an-

in der Entwicklung befinden, in die Simulation integrieren und unter realistischen Bedingungen testen. Die vollständige Echtzeitfähigkeit der Simulationsplattform führt dazu, dass sie durchgängig in jeder Phase des Entwicklungsprozesses und mit allen Entwicklungsmethoden einsetzbar ist – über Model-in-the-Loop (MiL) und Software-in-the-Loop (SiL) bis hin zu Hardware-in-the-Loop (HiL). Während TruckMaker in der MiL-Anwendung zur Validierung von Anforderungen eingesetzt werden



**Bild 2: Abbildung eines anspruchsvollen Umweltszenarios in TruckMaker.** © IPG Automotive

kann, ermöglichen HiL-Tests die realitätsnahe Erprobung von Steuergeräten, ohne dass auf reale Prototypen zurückgegriffen werden muss.

### Fehlerfreies Zusammenspiel von Hard- und Software

Auch automatisierte Fahrfunktionen nehmen im Bereich der Nutzfahrzeuge und Baumaschinen einen immer höheren Stellenwert ein. Indem dem menschlichen Fahrer durch entsprechende Systeme Aufgaben abgenommen werden, können viele Arbeiten deutlich effizienter und sicherer gestaltet werden. Damit diese Funktionen korrekt arbeiten, muss ein fehlerfreies Zusammenspiel von Soft- und Hardware gewährleistet sein, für das meist ein großer Test- und Absicherungsaufwand nötig ist. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist daher die Wahl der Testmethode ausschlaggebend, um mit möglichst geringem Aufwand in kurzer Zeit möglichst viele Testfälle prüfen zu können.

Eine dafür geeignete Testmethode ist das szenarienbasierte Testen. In der Fahrzeugentwicklung kann diese Methode einen großen Beitrag dazu leisten, den Testaufwand so gering wie möglich zu halten. Ihre Funktionsweise beruht auf dem Prinzip, dass der Testfokus ausschließlich auf den Szenarien liegt, die tatsächlich für die zu testende Fahrfunktion relevant sind. So kann der Großteil der Szenarien simuliert und die realen Tests auf ein Minimum reduziert werden. In Verbindung mit dieser Methode dienen reale Fahrversuche dann vor allem dazu, die Simulationsergebnisse

zu validieren. Während des gesamten Prozesses wird dabei die Durchgängigkeit der Modelle gewährleistet.

### Digitaler Zwilling

Die Basis für diese Testmethode bildet ein digitaler Zwilling des realen Prototyps: der virtuelle Prototyp. Als Gegenstück zum realen Fahrzeugmodell beinhaltet er alle relevanten (Sub-)Systeme des realen Fahrzeugs. Die Einsatzmöglichkeiten virtueller Prototypen sind vielfältig und erlauben eine Vorabbewertung des Potenzials neuer Funktionen. Verglichen mit realen Prototypen sind sie zudem deutlich früher verfügbar, was den durchgängigen Einsatz während des gesamten Entwicklungsprozesses ermöglicht. Darüber hinaus können alle involvierten Abteilungen zu jeder Zeit auf den aktuellen Entwicklungsstand zugreifen. Entsprechend lassen sich erste Tests deutlich früher durchführen als unter Verwendung herkömmlicher Entwicklungsmethoden.

Damit bietet TruckMaker als offene Integrations- und Testplattform auch im Anwendungsbereich der Baumaschinen die Möglichkeit, Entwicklungsaufwände durch valide Echtzeitsimulation zu reduzieren, Probleme rechtzeitig zu identifizieren und die Produktqualität zu steigern. ■

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



**Dr. Sami Bilgic Istoc** ist Business Development Manager Off-Highway bei der IPG Automotive GmbH. © IPG Automotive

## IPG Automotive

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  
Tel.: +49 721 98 520 0  
Fax: +49 721 98 520 99  
[www.ipg-automotive.com](http://www.ipg-automotive.com)  
[info@ipg-automotive.com](mailto:info@ipg-automotive.com)