

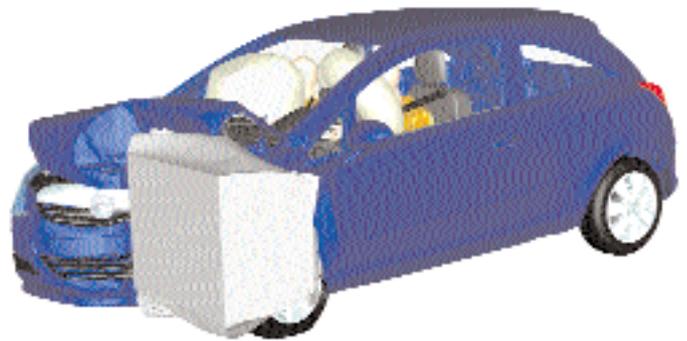
Deutlicher Wandel

DR. STEFFEN FRIK

In den vergangenen Jahren haben die zunehmenden Anforderungen im Bereich der passiven Sicherheit dazu geführt, dass den aus der Crash-Simulation gewonnen Aussagen immer höhere Bedeutung zugemessen wird. Dabei waren Vorgehensweisen und Modellertechniken einem deutlichen Wandel unterzogen. Die Stärken der virtuellen und realen Techniken werden gleichermaßen genutzt, um die Entwicklungszeiten zu reduzieren und das technologische Potenzial moderner Materialien und innovativer Entwicklungskonzepte konsequent auszunutzen.

Im International Technical Development Center (ITDC) bei Opel wurden die ersten Crash-Simulationen mit Gesamtfahrzeugmodellen 1988 durchgeführt. Aufgrund der zu dieser Zeit sehr beschränkten Möglichkeiten der kommerziell verfügbaren Software für den Modell-aufbau und der eingeschränkten Qualität und Verfügbarkeit exakter 3D-Oberflächendaten dauerte es bis zu drei Monate, um ein virtuelles Modell der Rohkarosserie zu erstellen. Obwohl die ersten Modelle aus kaum mehr als 20.000 Elementen bestanden, führten sie zu heute unvorstellbar hohen Rechendauern von drei bis vier Tagen für einen einzelnen Crash-Lastfall. Die erzielten Ergebnisse wurden in dieser Phase hauptsächlich zum Abgleich zwischen Versuch und Simulation genutzt. Nur selten wurden wirkliche Konstruktionsänderungen oder konzeptionelle Entscheidungen auf Basis der Simulationsergebnisse getroffen.

Ein großer Sprung bei der Anwendung der Simulationstechnik wurde 1990 erzielt. Das Verfahren konnte erfolgreich auf den neu vom deutschen Automagazin „Auto, Motor und Sport“ eingeführten Test mit starrer Offset-Barriere angewendet werden. Es wurden realitätsnähere Bewertungen des Deformationsverhaltens im Frontalaufprall möglich. Dieser Test führte im Gegensatz zu den vorher durchgeführten Sicherheitstests zu einer deutlich lokaleren Belastung der Fahrzeugstruktur. Zu dem Zeitpunkt war der Entwicklungsstand für den damaligen Opel Astra schon fast auf dem Status der Serienreife angelangt. Mit Hilfe des vorhandenen Simulationsmodells gelang es innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne, erfolgreiche Maßnahmen



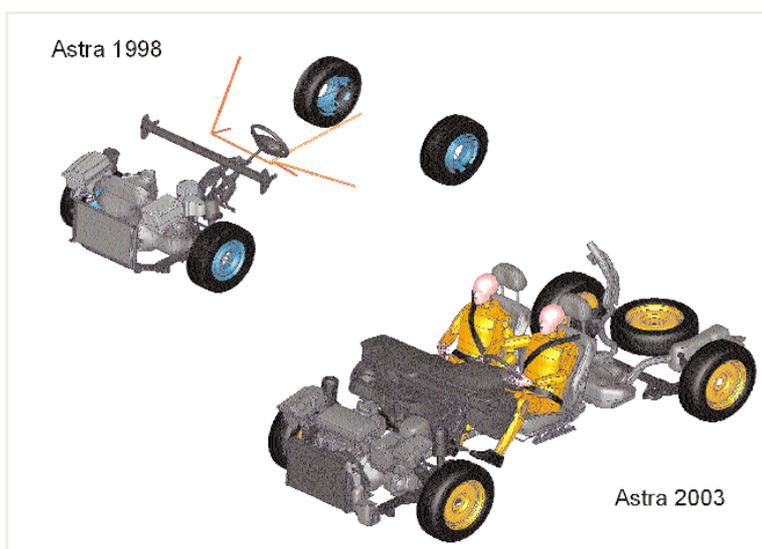
Crash-Simulation am Opel Corsa mit deformierbarer Barriere.

zu entwickeln, deren Wirksamkeit auch durch die real durchgeführten Crash-Tests voll bestätigt werden konnten.

Verbesserungen der Simulationsmöglichkeiten

Als Hauptgrund für die verbesserte geometrische Darstellung gelten die so genannten Digital-Mockup-Systeme (DMU-Systeme), die durchgängig aktualisierte Geometrie- und Materialinformationen für das gesamte Fahrzeug bereitstellen. Die effektive Nutzung von parallelen Rechnerarchitekturen ermöglichte es, Standard-Prozessoren anstelle von speziellen Vektorrechnern einzusetzen. Damit konnte die zur Verfügung stehende gesamte Rechenkapazität für die Crash-Simulation enorm gesteigert werden, was wiederum einen deutlich höheren Detaillierungsgrad bei der Modellierung ermöglicht.

Heutzutage genügt nicht die Untersuchung der Struktur der Rohkarosserie allein, es müssen alle Komponenten berücksichtigt werden, die einen Einfluss auf Fahrzeuginsassen oder Fußgänger haben. Die erforderlichen Modelle müssen das komplette Rückhaltesystem sowie alle relevanten Teile des Fahrzeuginnen-



Vergleich der Crashmodelle des Opel Astra 1998 und 2003. Bilder: Opel

raums enthalten, die beim Aufprall mit den Insassen in Berührung treten können. Auch dies führt zu einer beträchtlichen Steigerung der Anzahl an verwendeten Elementen: Das Crash-Modell für den Astra 1998 bestand aus etwa 120.000 Elementen, das für den Astra 2003 aus mehr als 1.400.000 Elementen.

Materialmodellierung

Durch die Berücksichtigung der Einflüsse der Produktionsprozesse auf die lokalen Materialeigenschaften konnte eine enorme Verbesserung der Vorhersagequalität der Crash-Ergebnisse erzielt werden. Auch auf dem Gebiet der Materialmodellierung von Schäumen und Gummimaterialien konnten signifikante Fortschritte erzielt werden, was zu einer verbesserten Darstellung von Stoßstangenschäumen, Motorlagern und vielen anderen Bauteilen führte.

Soft- und Hardware

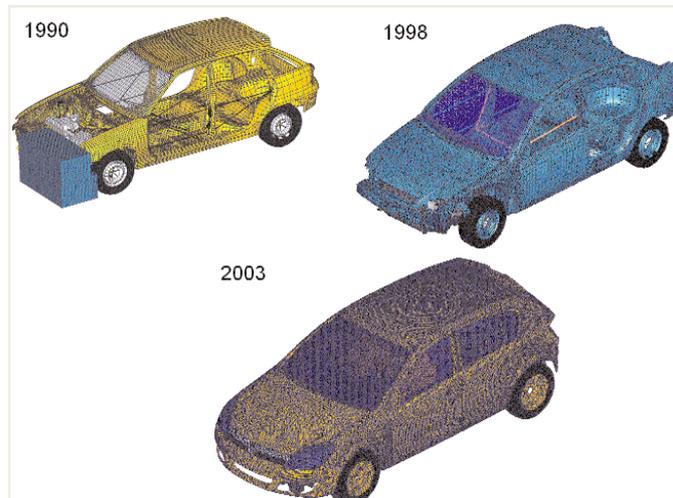
Opel arbeitet mit einem der marktführenden Crash-Codes, LS-DYNA. Als Hardware-Plattform werden derzeit verschiedene Parallelrechnerarchitekturen von IBM eingesetzt. Pro Rechenlauf werden bis zu 32 Prozessoren parallel für eine Gesamtfahrzeugsimulation eingesetzt. Sowohl bei der Einführung der Simulationssoftware als auch beim Betrieb war die kompetente Betreuung durch den Softwarehersteller LSTC und dessen Vertreter in Deutschland, der DYNAMORE GmbH, eine grundlegende Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz der Software.

Einfluss auf den Fahrzeugentwicklungsprozess

Erforderlich ist ein durchgängiger und konsequenter Einsatz standardisierter Simulationstechniken innerhalb aller Phasen des Entwicklungsprozesses. Mittlerweile sind sowohl virtuelle als auch testbasierte Entwicklungsaufgaben vollständig in den gesamten Fahrzeugentwicklungsprozess integriert. Anhand von so genannten virtuellen Meilensteinen werden die gewünschten Anforderungen zuerst am virtuellen Modell getestet, bevor der entsprechende physikalische Prototyp erstellt wird. Damit kann die Modellreife schon vorab geprüft werden, ohne kostspielige Prototypen-Werkzeuge herstellen zu müssen.

Simulationsanwendungen

Zu Beginn des Fahrzeugentwicklungsprozesses wird definiert, welche Lastfälle si-



Modellvergleich:
Opel Astra der
Baujahre 1990,
1998 und 2003.

muliert werden müssen. Dies umfasst jene Lastfälle, die für die passive Sicherheit notwendig sind, wie Front-, Seiten- oder Heckaufprall sowie Insassen- und Fußgängerschutz. Weiterhin werden auch Lastfälle mit niedrigen Geschwindigkeiten simuliert, die später zur Ermittlung der Versicherungseinstufung durchgeführt werden.

Auch auf dem Gebiet der Entwicklung geeigneter Algorithmen zur Auswertung der Sensorsignale für die Zündung der Airbags ist eine erhebliche Anzahl an physikalischen Prototypen notwendig. Die für die Vorauslegung der Airbag-Algorithmen nötigen Geschwindigkeitsverläufe an den verschiedenen Stellen im Fahrzeugmodell können bereits mit der gewünschten Genauigkeit von den heutigen Simulationsmodellen zur Verfügung gestellt werden. Endgültig kalibriert wird das System mit Hilfe realer Fahrzeuge.

Zukunftstrends

Damit die Anzahl der notwendigen physikalischen Prototypen noch weiter reduziert werden kann, müssen die Möglichkeiten der angewandten Simulationsmethoden deutlich erweitert werden. Damit die vom Softwarehersteller entwickelten neuen Simulationstechniken effizient eingesetzt werden können, sind Komponententests zur Validierung der verfeinerten Simulationsmodelle nötig. Schließlich müssen die realen Versuche mit verbesserten Auswertesystemen bestückt werden, um eine größtmögliche Informationsdichte aus den wenigen verbleibenden realen Versuchen zu erhalten.

Weitere Lastfälle infolge neuer Sicherheitsvorschriften und Verbrauchertests sind künftig sicherlich zu erwarten. Ebenso kann die Beobachtung und Analyse des Unfallgeschehens zu neuen Lastfällen führen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Einführung der virtuellen

Prototypen in der passiven Sicherheit deutliche Kosten- und Zeiteinsparungen im Fahrzeugentwicklungsprozess erzielt werden konnten. Die Ergebnisse der Crash-Simulation werden bei allen wesentlichen Entwicklungsentscheidungen mit einbezogen. Immer mehr Komponenten können in der Simulation berücksichtigt werden. Obwohl die Simulationen schon eine hohe Realitätsnähe und Aussagekraft erreicht haben, ist noch viel Potenzial vorhanden, weitere Einflüsse und Faktoren in der Simulation zu berücksichtigen, um der Realität noch näher zu kommen. to ■

Dr. Steffen Frik leitet den Bereich Passive Safety Simulation bei der Adam Opel GmbH in Rüsselsheim.

KENNZIFFER: DEM12853