

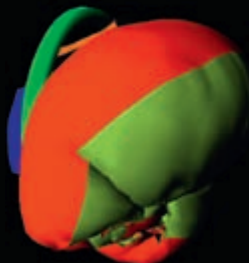
Lesen Sie hier ...

- wie im Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart Wirtschaft und Wissenschaft kooperieren,
- warum Autohersteller Super-computer für Simulationsberechnungen nutzen,
- wie Virtual Reality numerische Ergebnisse aussagekräftiger macht,
- wie das Automotive Simulation Center Stuttgart den CO₂-Ausstoß von Autos verringern will.

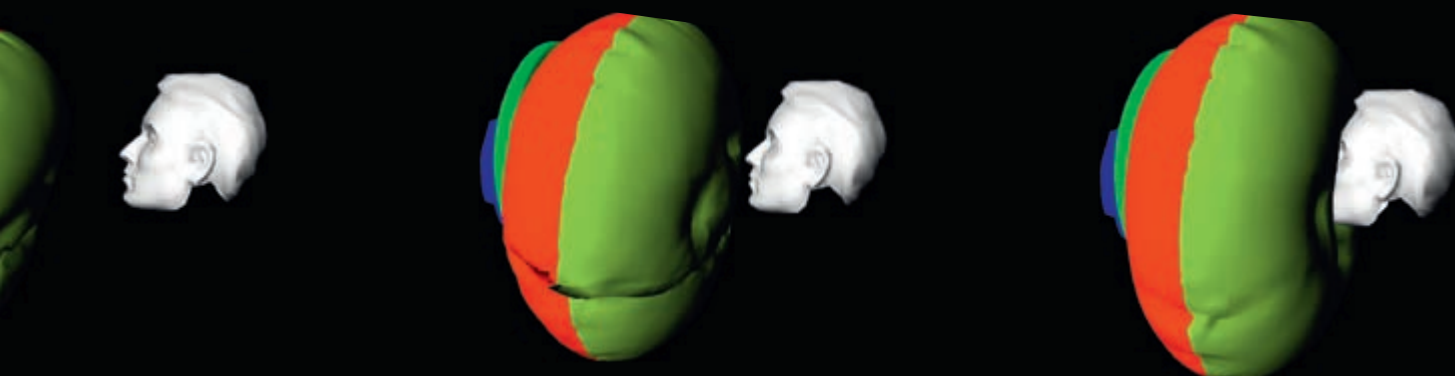
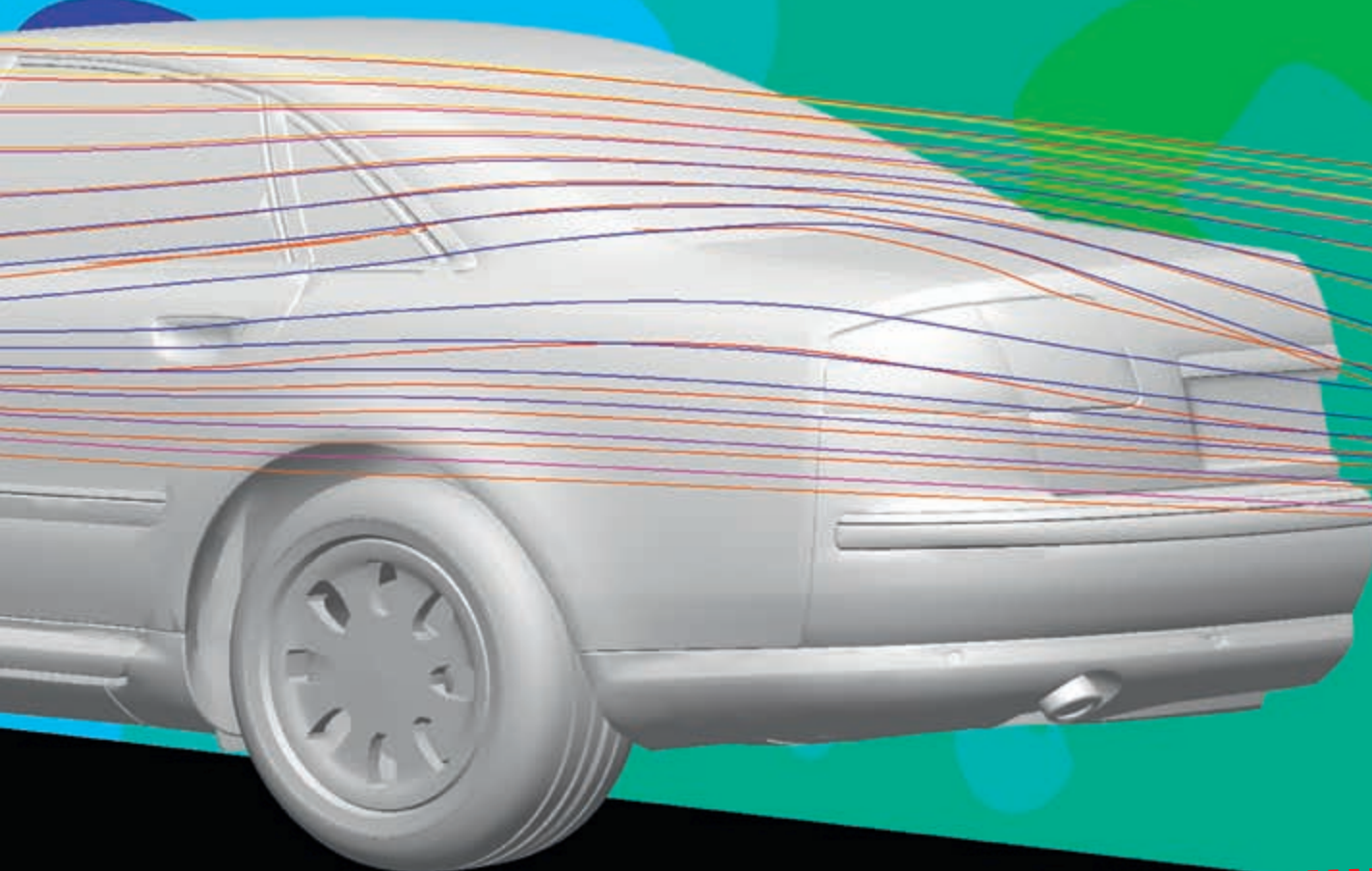
Crashtests ohne Fliegen



Vitaler Crash. Wenn Wissenschaftler im Höchstleistungszentrum Stuttgart die Aufpralleffekte von Autounfällen simulieren, errechnen Supercomputer noch in winzigen Details mögliche Konstruktionsänderungen, die im realen Straßenverkehr Leben retten.



Im Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart rasen virtuelle Autos gegen imaginäre Wände,
Benzin aus Bits und Bytes verbrennt in simulierten Motoren, und Fliegen stören die Entwickler.



„Mathematische Optimierungsverfahren bringen messbaren Fortschritt.“
 Professor Dr. Erich Schelkle

Emissionsschutz. In Zusammenarbeit mit dem HLRS simuliert das Institut für Aerodynamik und Gasdynamik (IAG) das Strömungsverhalten von Rotorblättern eines Hubschraubers, um deren Geräuschentwicklung im späteren Realbetrieb zu reduzieren.

Wenn Professor Erich Schelkle ein Auto mit einem Mausklick gegen die Wand prallen lässt, kracht und splittert nichts. Es tut auch keinem Dummy weh, wenn bei Tempo 64 die Wucht des Aufpralls den Wagen zusammenstaucht. Im nahen Höchstleistungsrechenzentrum bringen stattdessen Supercomputer ihre Tausende Prozessoren in Position. Sie müssen in den nächsten Stunden Milliarden von Rechenoperationen verarbeiten, die Schelkle im Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) mit einer Crashsimulation angestoßen hat.

Vor dem Marktstart hat der frühere Entwicklungsingenieur bei Porsche Sportwagen aus der Edelschmiede in Zuffenhausen mehrere hundert Mal gegen die Wand aus Bits und Bytes rasen lassen. 30-mal häufiger am Computer als real haben die Entwickler etwa den Panamera virtuell zu Schrott gefahren. Auf reale Crashtests verzichten

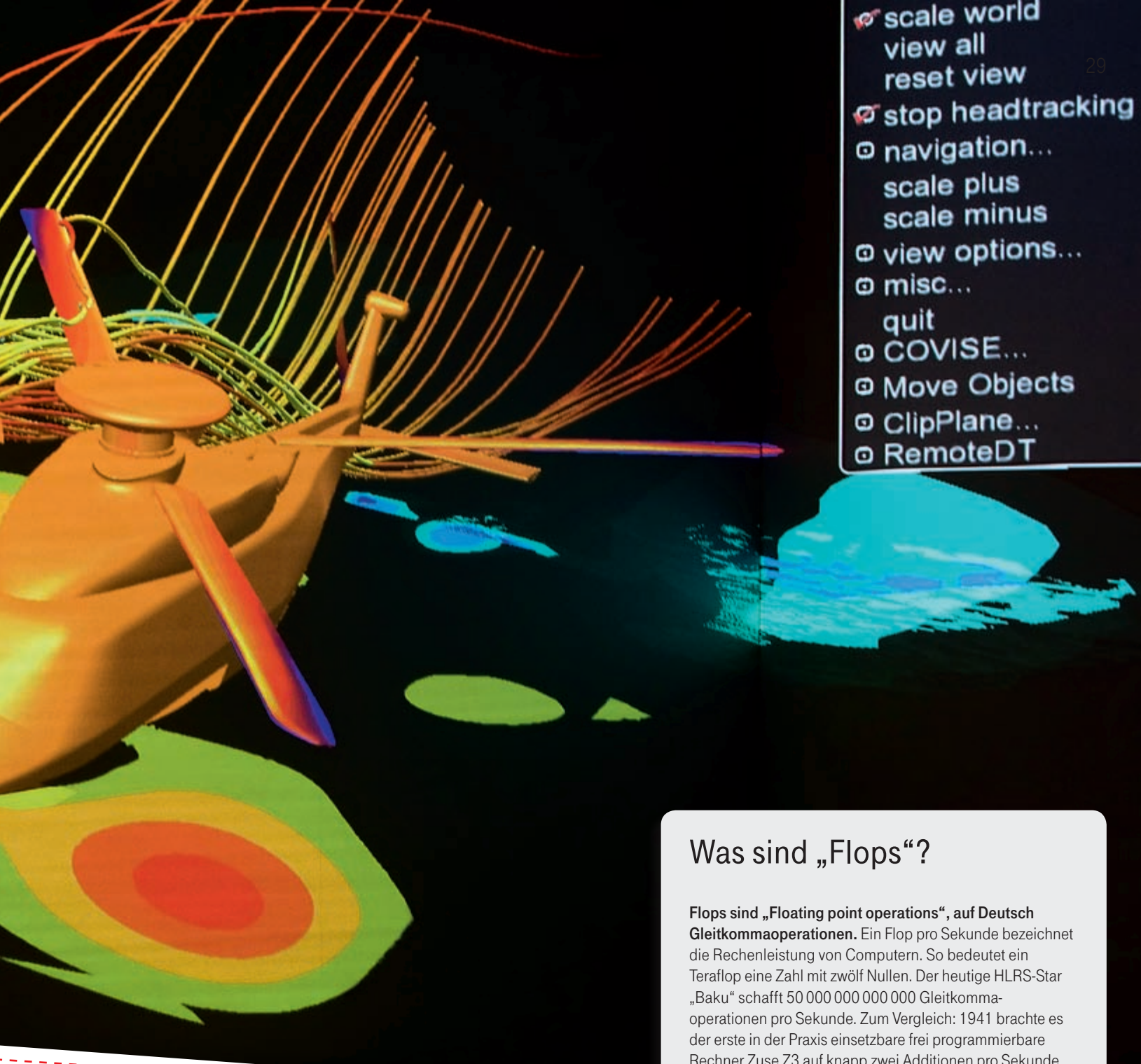


Chance erkannt. Für den Leiter des Automotive Simulation Center Stuttgart, Prof. Dr. Erich Schelkle, liegt in „Simulation und Supercomputing die Chance der Autobauer, jedes Fahrzeug der Zukunft noch ein wenig besser zu machen“.

dürfen die Automobilentwickler allerdings noch nicht. Neben den erforderlichen Versuchen zur Validierung der Simulationsmodelle sind sie nach wie vor Pflicht für die Zulassung neuer Fahrzeuge. Wer etwa die fünf Sicherheitssterne des Europäischen Neuwagen-Bewertungsprogramms (Euro-NCAP) erreichen will, muss neben den zwei gesetzlich vorgeschriebenen Aufprallarten weitere vier Prüfungen erfolgreich hinter sich bringen. In den USA sind sogar 17 verschiedene Tests vorgeschrieben.

Visualisieren und Verformungsmechanismen verstehen

„Die Zahl der realen Crashtests ist gesunken, doch sie liegt noch immer im niedrigen dreistelligen Bereich. Wir können aber durch die Auswertung der hohen Anzahl an virtuellen Crashsimulationen sagen, welche realen Crashtests sinnvoll und dringend erforderlich sind“, erklärt Schelkle, warum die Automobilentwickler dennoch sehr viel Geld sparen. Bevor die ersten realen Prototypen aufgebaut werden, wird das Crashverhalten der Fahrzeuge im Rechner intensiv analysiert und optimiert. Zudem ermöglicht die Simulation, Schwachstellen zu identifizieren, die in realen Crashtests gar nicht oder nur mit sehr aufwendigen Auswertungseinrichtungen lokalisiert werden können.



- scale world
- view all
- reset view
- stop headtracking
- navigation...
- scale plus
- scale minus
- view options...
- misc...
- quit
- COVISE...
- Move Objects
- ClipPlane...
- RemoteDT

Was sind „Flops“?

Flops sind „Floating point operations“, auf Deutsch Gleitkommaoperationen. Ein Flop pro Sekunde bezeichnet die Rechenleistung von Computern. So bedeutet ein Teraflop eine Zahl mit zwölf Nullen. Der heutige HLRS-Star „Baku“ schafft 50 000 000 000 000 Gleitkommaoperationen pro Sekunde. Zum Vergleich: 1941 brachte es der erste in der Praxis einsetzbare frei programmierbare Rechner Zuse Z3 auf knapp zwei Additionen pro Sekunde und damit zwei Flops.

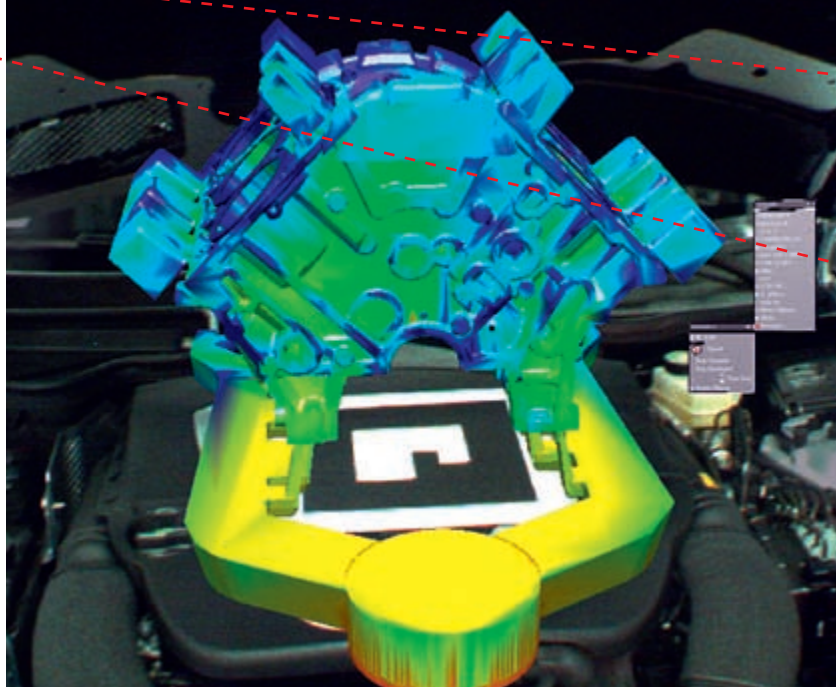
„Wir beobachten am Computer während des Aufpralls Verformungen aus allen Perspektiven und erkennen Versagenszonen, die in realen Crashes trotz Ultraschalltechnik nicht zu entdecken wären“, sagt Uwe Wössner, Wissenschaftler am HLRS. Der Experte für Virtual Reality macht den Zahlensalat der mathematischen Berechnungen sichtbar und unterstützt damit die Entwickler, wenn sie das Management überzeugen müssen. „Klassische Darstellungen sind für Manager nicht aussagekräftig genug. Es ist schwer, sich numerische Ergebnisse bildlich vorzustellen. Die virtuelle Realität fördert dies zutage. Sie erkennen sehr schnell, wo Sie im Fahrzeug Konturen verändern müssen, etwa um die Klimatisierung im Innenraum zu optimieren“, erklärt Wössner. Er unterstützt die Verfahren, die Professor Schelkle als Leiter des Automotive Simulation Center Stuttgart (ASCS) weiterentwickelt.

Im ASCS entwickeln Automobilhersteller wie Porsche, Daimler oder Opel, Zulieferer, Software- und Hardwarehersteller sowie Wissenschaftler Methoden für die Simulationen von morgen. Im Bereich der Crashesimulationen sind es Lösungen für weitaus komplexere Themen als in der heutigen Praxis üblich. Simulationsexperten und Wissenschaftler wollen etwa viele Berechnungen vollautomatisch hintereinander durchführen, um die Fahrzeugstruktur mit Blick auf die unterschiedlichen Disziplinen wie Steifigkeit, Dynamik

und Crash auszulegen, ohne die Simulationen zu stoppen. Dabei fließen die Ergebnisse automatisch in die Folgeberechnungen ein. Im Idealfall steht am Ende die optimale Form bei möglichst geringem Gewicht für ein Fahrzeugbauteil. „Wenn wir in kürzester Zeit bis zu hundert komplexe Berechnungen hintereinander durchführen, dürfen die Rechner zwischendurch nicht abstürzen“, erklärt Schelkle. „Ansonsten müssen wir die aufwendige Simulation nochmals von vorne starten, was nicht nur sehr teuer, sondern auch extrem zeitaufwendig wäre.“

Leider führen auf den ersten Blick unbedeutende (und unvermeidbare) Streuungen an den Fahrzeugen inzwischen zu merklichen Änderungen an den Simulationsergebnissen. „Sitzt etwa auf der Heckklappe das Gewicht einer Fliege, so kann dies die Simulationsergebnisse bereits beeinflussen. Dies entspricht aber nicht der Realität“, sagt Schelkle. Weder die Softwarehersteller noch die Automobilfirmen können solche komplexen Phänomene allein lösen. In einem derzeit laufenden Forschungsvorhaben arbeiten alle notwendigen Disziplinen aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammen, um die mathematische/numerische Nuss zu knacken.

Mit bis zu 50 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde simulieren Superrechner wie der „Baku“ (Bild unten) im Stuttgarter HLR unter anderem innermotorische Strömungs- und Verbrennungsvorgänge, um die Treibstoffeffizienz zu erhöhen.



Das ASCS nutzt für seine sehr rechenzeitintensiven Projekte den Rechnerverbund des HLRS. „Nur wenige Zentren in Deutschland bieten genügend Supercomputerkapazität, um solche aufwendigen Simulationen in wenigen Stunden verarbeiten zu können“, sagt HLRS-Leiter Professor Michael Resch. Zwar verfügen die meisten Fahrzeughersteller auch über umfangreiche eigene Rechnerkapazitäten, die jedoch für die täglich anstehenden Fahrzeugsimulationen benötigt werden. „Höchstleistungscomputer sind aber teuer und zahlen sich nur dann aus, wenn sie permanent im Einsatz sind“, sagt Resch.

Superstar „Baku“

Die Supercomputer am HLRS erreichen mit den Simulationen noch nicht die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Aber auch sie brauchen manchmal ganze Nächte, bis sie die Daten ausgewertet haben und die Ergebnisse den Entwicklungsteams bereitstellen. Im HLRS stehen Superrechner, die zu den schnellsten in Deutschland gehören. Auf mehr als 50 Teraflops bringt es allein „Baku“, was auf „Technisch“ NEC HPC 140Rb-1 Cluster, Xeon X5560 2,8 Ghz, Infiniband, heißt. Wenn Professor Resch erklärt, welche Power in diesem einen Rechner steckt, muss er kurz überlegen. „Genau genommen sind es 50 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde, also eine Zahl mit 13 Nullen“, rechnet der Leiter des HLRS. Zum Vergleich: Der erste Supercomputer – „Cray-1“ – brachte es vor 35 Jahren nicht einmal auf die Rechengeschwindigkeit, die ein durchschnittlicher PC heute leistet.



Experte für Super-, Cloud- und Grid-Computing. Für Professor Michael Resch „sind Teraflops nicht das Entscheidende. Wichtiger ist für uns, welche Ergebnisse die Nutzer für ihre Arbeit wirklich brauchen.“

Das Tempo eines Clusters ist aber nicht das entscheidende Kriterium. Vielmehr schalten die Stuttgarter Wissenschaftler bei Bedarf mehrere Cluster verschiedener Universitäten in Baden-Württemberg zu einem Rechnerverbund zusammen. Zusammen bringt es die gesammelte Rechenpower auf rund 220 Teraflops, also 220 Billionen sogenannter Gleitkommaoperationen pro Sekunde. „Das Besondere ist, dass Unternehmen von uns Höchstleistungscomputing auf Knopfdruck bekommen. Über ein Webportal stoßen sie selbst Berechnungen an und bezahlen anschließend pro genutzte Rechnerstunde“, erklärt Resch. Dafür sorgt das Joint Venture mit dem Höchstleistungsrechner für Wissenschaft und Wirtschaft (hww), an dem unter anderem T-Systems, Porsche, das Land Baden-Württemberg und mehrere Universitäten beteiligt sind. Der hww betreibt die Superrechner und vermietet die Rechenzeiten.

Weniger Gewicht, mehr Sicherheit

Auch wenn Crashtests spektakulär sind und enorme Rechenkapazitäten beanspruchen, haben erst Strömungssimulationen den Rechenzeitenverbrauch in neue Dimensionen getrieben. Im Fokus des ASCS stehen Entwicklungen, mit denen sich der CO₂-Ausstoß von Automobilen weiter verringern lässt. „Wir blicken auf innermotorische Strömungs- und Verbrennungsvorgänge, weil wir die Treibstoffe besser ausnutzen wollen“, sagt Schelkle und meint, dass mit klassischen Versuchen auf diesem Gebiet nur wenig zu verbessern sei. „Hier bringt nur noch der Einsatz von numerischen Simulationsverfahren in Kombination mit mathematischen Optimierungsverfahren einen messbaren Fortschritt.“

Weniger Gewicht verringert die Abgase aus dem Auspuff. Doch verschärfte Gesetzesanforderungen bei der passiven Sicherheit sowie höhere Kundenansprüche an den Komfort (zum Beispiel mehr Elektromotoren im Sitz) haben die Gewichtsspirale in den vergangenen Jahren permanent weiter nach oben getrieben. Die Fahrzeugentwickler versuchen zwar durch Einsatz eines innovativen Materialmixes aus ultrahochfesten Stahlblechen, Aluminium, Kunststoff oder Magnesium, das Fahrzeuggewicht wieder zu senken. „Doch dies ist immer ein Spagat zwischen Sicherheitsanforderungen und Gewichtsreduktion“, weiß Schelkle. Mit der Weiterentwicklung der numerischen Simulationsmethoden versucht das ASCS Lösungen zu erarbeiten, wie sich die Trägerstrukturen im Auto weiter optimieren lassen.

Auch die Luftzirkulation rund um die Fahrzeuge simulieren und visualisieren die Auftraggeber. Dafür setzen die Wissenschaftler am HLRS nicht nur auf Virtual Reality. Sie überlagern die Simulationsdaten mit Livebildern aus zwei Videokameras, die die Anwender auf dem Kopf tragen. „Diese Augmented Reality versetzt Menschen mitten in die Simulation“, erklärt Uwe Wössner. „Sie spüren quasi die warmen und kalten Luftströmungen im Auto. Und wer das unbedingt ausprobieren will, kann so auch in die Rolle eines Crashtest-Dummys schlüpfen.“ Das aber, sagt Wössner, sei „nichts für schwache Nerven“.

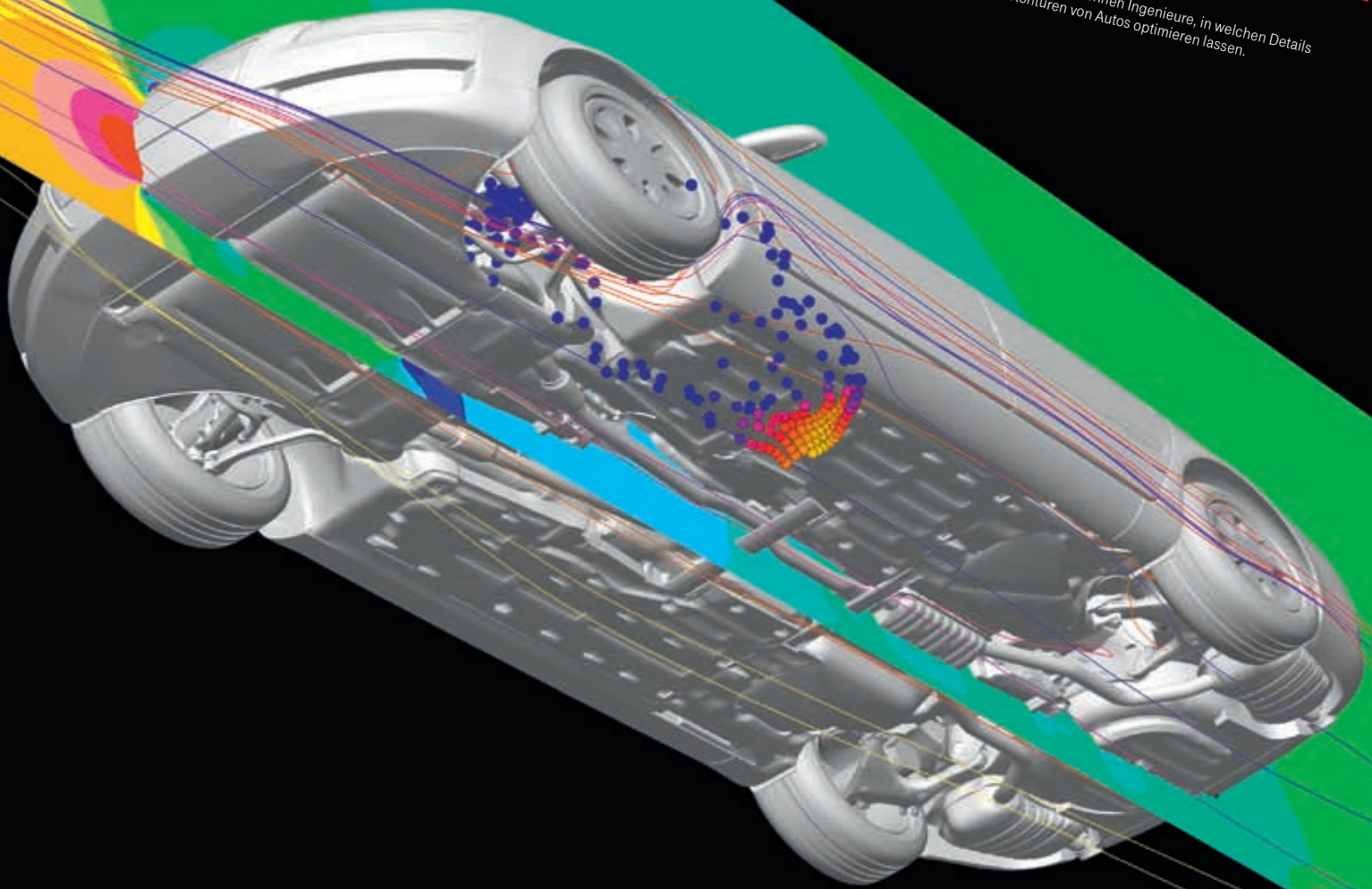
ROGER HOMRICH



„Numerische Ergebnisse sind für Manager
nicht aussagekräftig, virtuelle Realität schon.“

HPC-Experte Dr. Uwe Wössner,
Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart

Nur am Computer erkennen Ingenieure, in welchen Details
sich die Konturen von Autos optimieren lassen.



Superstars

Leistungsmäßig liegen die Supercomputer in Deutschland mit einer Gesamtleistung von 2,3 Petaflops hinter den USA mit 16,4 Petaflops auf dem zweiten Platz. Ein Petaflop ist eine Zahl mit 15 Nullen. Die Nachrichtenagentur Reuters hat ausgerechnet, dass dies der Leistungsfähigkeit von zwei Millionen handelsüblichen Notebooks entspricht.