

---

### Wie geht es weiter?

---

Künftig entwickeln wir unsere Lösung weiter hin zu geometrisch nichtlinearer Elastizität, nichtlinearen Materialien und verfolgen weitere Ideen zur zusätzlichen Beschleunigung.

---

### KONTAKT

---

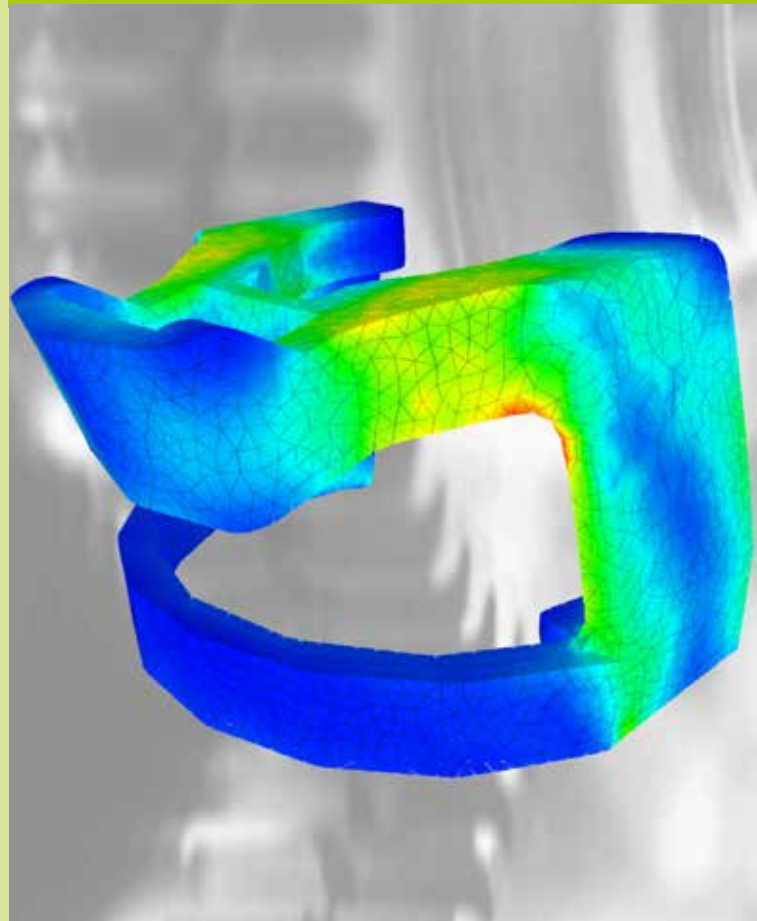
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Abteilung »Interaktive Engineering Technologien«  
Fraunhoferstraße 5  
64283 Darmstadt

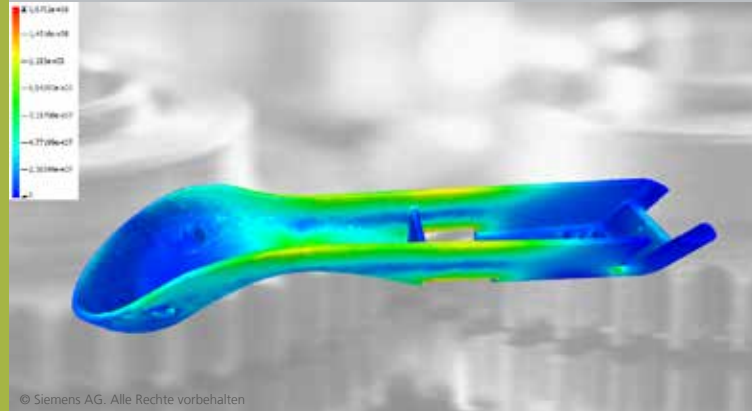
Dr.-Ing. Daniel Weber  
Gruppenleiter »Interaktive Simulation«  
Tel: +49 6151 155-202  
Fax: +49 6151 155-139  
daniel.weber@igd.fraunhofer.de

[www.igd.fraunhofer.de](http://www.igd.fraunhofer.de)

## **INTERAKTIVE SIMULATION**

SCHNELLER ZUM OPTIMALEN DESIGN DURCH  
INTERAKTIVE FORMVARIATIONEN IN DER  
SIMULATION





**Numerische Simulationen** sind integraler Bestandteil im Produktentwicklungsprozess, in dem mittels geeigneter Lastfälle Spannungsverteilungen berechnet werden. Ergeben sich kritische Spannungsspitzen, so muss die Geometrie an relevanten Stellen verändert werden. Dieser iterative Prozess aus geometrischer Modellierung, Simulation und Analyse der Ergebnisse ist meist geprägt von unterschiedlichen CAX-Werkzeugen. Zudem ist er durch manuellen Konvertierungsaufwand der Modelle zwischen den Werkzeugen und langen Simulationszeiten meist sehr zeitintensiv. Das Testen und Optimieren verschiedener Formen in kurzer Zeit ist somit nur schwer möglich.

### Unsere Lösung

Um diese Defizite des aktuellen Standes der Technik zu überwinden, haben wir eine **schnelle, interaktive Simulationslösung** entwickelt, die sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

- beschleunigte Berechnungen von bis zu einem Faktor 70 – je nach Netzgröße im Sekundenbereich –,
- direkte Visualisierung der Simulationsergebnisse zur Analyse von Spannungsverteilungen in Bauteilen und
- einfache Operationen für Geometrieänderungen an Simulationsnetzen.

Kern der Technologie ist ein **effizienter Löser für Strukturmechanik** mit numerischen Methoden, der für leistungsfähige, aber erschwingliche Graphikkarten optimiert

wurde. In unserer integrierten Softwareumgebung werden die Simulationsergebnisse unmittelbar dargestellt und können zur Anpassung der Form des Bauteils dienen.

Unsere Lösung unterstützt die folgenden **strukturmechanischen Konzepte**:

- zeitabhängige und zeitunabhängige Deformation,
- geometrisch lineare Elastizität mit kleinen Dehnungen und kleinen Rotationen,
- geometrisch nichtlineare Elastizität mit kleinen Dehnungen und endlichen Rotationen,
- linear isotrope und anisotrope Materialien sowie
- lineare, quadratische und kubische Ansatzfunktionen auf Tetraedern (Finite Elemente TET4, TET10, TET20).

### Laufzeiten im Vergleich

Ein beispielhafter Vergleich unserer interaktiven Simulationslösung mit einer kommerziellen Software und einer Open-Source-Lösung zeigt folgende **Vorteile**: für ein Modell mit mehr als 300 000 finiten Elementen benötigt die für den Vergleich herangezogene, schnellere Software 36 Sekunden. Unsere Software benötigt rund 0,5 Sekunden reine Rechenzeit, wobei sich mit Initialisierung ein Gesamtzeitaufwand von 3,5 Sekunden ergibt. Damit ist unser Strukturmechaniklöser – je nach Betrachtungsweise – um einen **Faktor 10 bis 70 schneller** als die Vergleichssoftware.