

# Von der Software für Spezialisten zum Werkzeug für jeden Ingenieur

Das 25-jährige Jubiläum der Konstruktionspraxis fällt zusammen mit dem 30-jährigen Jubiläum der Cadfem GmbH. Deshalb ist der Blick zurück auf die Simulationsanwendungen Ende der 1980er Jahre und Anfang der 1990er Jahre für Cadfem auch ein Blick zurück in die ersten Jahre der eigenen Geschäftstätigkeit.

Gerhard Friederici\*

Heute wird  
**SIMULATION**  
zunehmend für die  
frühzeitige Entwurfs-  
optimierung  
eingesetzt.



In den letzten 25 Jahren haben sich die Anwendungsgebiete der numerischen Simulation stark erweitert. Heute ist sie in fast allen Industriebereichen etabliert. Beim Projekt „E-Bike Wörthersee“ zum Beispiel übernahm KTM-Technologies u.a. Entwicklungs- und Simulationsaufgaben.

Vor mehr als 25 Jahren wurde Simulationssoftware, egal ob FEM-System (Finite-Elemente-Methode) für die Strukturmechanik oder CFD-Programm (Computational Fluid Dynamics) für die Strömungsanalyse, zumeist im Stapel-Betrieb auf Großrechnern ausgeführt. Später lief sie dann auch auf Minicomputern. Cadfem setzte in den Anfängen der Unternehmensgeschichte einen solchen Minicomputer mit 2 MByte-RAM und einer 150-MByte-Festplatte ein; Speicherkapazitäten, die heute selbst für ein Smartphone unattraktiv sind.

## Simulations-gesteuerte Produktentwicklung

Betrachtet man die Zielsetzung des Software-Einsatzes zur numerischen Simulation, so kann man feststellen, dass sich dieses Ziel in den letzten 25 Jahren immer mehr von der nachträglichen Überprüfung von Konstruktionen hin zur frühzeitigen Entwurfsoptimierung entwickelt hat. Die Simulation wird immer häufiger während des gesamten Produktentstehungsprozesses – beginnend beim sogenannten Frontloading zur Analyse erster Konzeptideen – parallel zur 3D-CAD-

Modellierung genutzt. Dadurch erfolgt eine kontinuierliche Überprüfung und Verbesserung von Produkteigenschaften in den verschiedenen Entwicklungsstadien. Zusätzlich dienen Simulationslösungen zur Optimierung von Bearbeitungsprozessen wie etwa dem Induktionshärten und zur Unterstützung von Herstellungsverfahren zum Beispiel bei Faserverbundwerkstoffen.

In den letzten 25 Jahren haben sich die Anwendungsgebiete der numerischen Simulation stark erweitert. Anfangs erfolgte die Nutzung hauptsächlich in der Luft- und Raumfahrt sowie im Bauwesen (Statik) und hat sich dann Schritt für Schritt in fast allen Industriebereichen etabliert. Aber auch in Biomechanik und Medizin wurden schon vor einigen Jahren die Vorteile der Simulation erkannt, um beispielsweise Ergonomie-Untersuchungen durchzuführen, patientenspezifische Prothesen auszulegen und Operationsvorbereitungen zu unterstützen.

Bezogen auf das physikalische Verhalten hat sich die numerische Simulation von linearen Berechnungen immer mehr auch auf nichtlineares Verhalten ausgeweitet, um die real auftretenden Effekte möglichst gut abzubilden. Ebenso werden die Strukturmechanik und Strömungsanalyse durch Temperaturuntersuchungen und Berechnungen

von elektromagnetischen Feldern ergänzt. Neben der Betrachtung dieser physikalischen Domänen in einzelnen, separierten Analysen ermöglicht die Kopplung dieser verschiedenen Domänen eine größere Realitätsnähe im Falle von physikalischen Wechselwirkungen (Multi-physik).

Darüber hinaus rückt die Systemsimulation zunehmend ins Interesse der Produktentwicklung, bei der nicht nur das Verhalten von Komponenten und Baugruppen, sondern von kompletten Produkten in realitätsnahen Belastungsszenarien im Voraus untersucht und die Funktionalität entsprechend den Anforderungen überprüft wird, um beispielsweise spätere Rückrufaktionen zu vermeiden. Die Systemsimulation zielt darauf ab, ein ganzheitliches Produktverständnis zu erlangen und soll außerdem die Frage beantworten: Kann das Produktversprechen, das man dem Kunden gibt, erfüllt werden?

Beim Verzicht auf die Simulation, werden eventuelle Fehler oftmals erst bei den Tests mit dem realen Prototypen entdeckt und sind dann meist nur kosten- und zeitaufwändig zu beheben. Mit Simulationen lassen sich diese Fehler meist schon in frühen Entwicklungsphasen lokalisieren und folglich einfach beheben. Zusätzlich vermitteln Simulationen mehr Wissen über kritische Bereiche oder eventuell vorhandene Überdimensionierungen. Damit werden Produkteigenschaften – wie Leistung, Qualität und Lebensdauer – virtuell abgesichert, wobei ein robust funktionierendes Produkt auch in Grenzbereichen der vordefinierten Toleranzen noch voll funktionsfähig sein muss.

## Systematische Variantenstudien

Um dieses zu gewährleisten, werden systematische Variantenstudien durchgeführt, statt nur einzelne Konstruktionsalternativen zu prüfen. Entsprechende Software-Werkzeuge wie „OptiSlang inside Ansys“ variieren die Einflussgrößen, seien es Geometrieabmessungen, Materialeigenschaften oder Lasten, sodass das Verhalten innerhalb des gesamten möglichen Designraumes beleuchtet wird und der Ingenieur nicht nur wenige Schlaglichter in Form von einzelnen Ergebnissen erhält. Das verbesserte Verständnis über Zusammenhänge und Trends bei Variationen, das durch diese Parameterstudien entsteht, gibt dem Ingenieur einen guten Überblick über Konstruktionsalternativen und die Wahl eines robusten Designs.

Weiterhin kann durch automatisierte Simulationsprozesse und integrierte Workflows die Effizienz von Berechnungen erhöht werden, um die gewünschten Berechnungsergebnisse schneller bereitzustellen. Dies gilt insbesondere für die konstruktionsbegleitende Simulation, da die Automatismen die Konstrukteure bei der eigenständigen Durchführung unterstützen und sie nicht mehr auf die Ergebnisse von einem Berechnungsingenieur warten müssen. Gleichzeitig kann sich dieser um komplexere Berechnungen kümmern, die weitere Optimierungen ermöglichen können.

## Mehr Know-how über das Systemverhalten

Die Ausweitung der Simulationsanwendungen führt zu einem steigenden Know-how über das Systemverhalten der Produkte, das von Berechnungsingenieuren und Konstrukteuren gemeinsam umfassend genutzt werden kann. Konstrukteure und Berechnungsspezialisten lernen, eine „gemeinsame Sprache“ zu sprechen, und die jeweils anderen Anforderungen und Sichtweisen besser kennen.

So wird Simulation zur Faszination und bringt immer wieder (auch unerwartete) Innovationen hervor, indem gemeinsam das Verhalten des zukünftigen Produktes anhand von virtuellen Prototypen analysiert und verbessert wird. Dienen Simulationen nicht nur der Optimierung von Konstruktionen sowie der Steigerung der Kosteneffizienz, sondern vorrangig der Realisierung von Innovationen, werden diese den unternehmerischen Erfolg mit tragen. Folglich wird der Stellenwert von Simulationen in der Produktentwicklung auch in naher und ferner Zukunft weiter stetig wachsen. (mz)

**Sehen Sie dazu auch das Webinar „Produktsimulation für jeden Ingenieur“ am 6.10.2015. Hier geht's zur Anmeldung: [konstruktionspraxis.de/konstruktion-2020](http://konstruktionspraxis.de/konstruktion-2020)**

## WISSEN

### Paradigmenwechsel in der Simulation

Bei der Entwicklung von Simulationssoftware erfolgten in den letzten Jahrzehnten zwei Paradigmenwechsel: Die Kommando-bezogenen Simulationsanwendungen der 1980er Jahre (wie Ansys Classic mit APDL) sind in den 1990er Jahren durch Menü- und Struktur-Baum-bezogene Lösungen (wie Ansys Workbench) ergänzt und dann ersetzt worden. Nun kommt eine neue Softwaregeneration (wie Ansys AIM), die integrierte Multiphysik-Simulationen ermöglicht und sehr flexibel handhabbar ist. Dadurch ist sie auch für jeden Konstrukteur als strategisches Entwicklungswerkzeug geeignet. Multiphysik-Simulationen sind näher an der Realität, sodass die Berechnungsergebnisse qualitativ hochwertigere Aussagen erlauben, um bessere Produkte zu gestalten. Aufgrund der einfacheren, in allen physikalischen Disziplinen einheitlichen Handhabung können sich Entwickler wirklich auf das Produkt und auf die Optimierung seiner Eigenschaften konzentrieren.

\*Gerhard Friederici, Cadfem GmbH, Grafing b. München