

# Nur das neu berechnen, was sich ändert

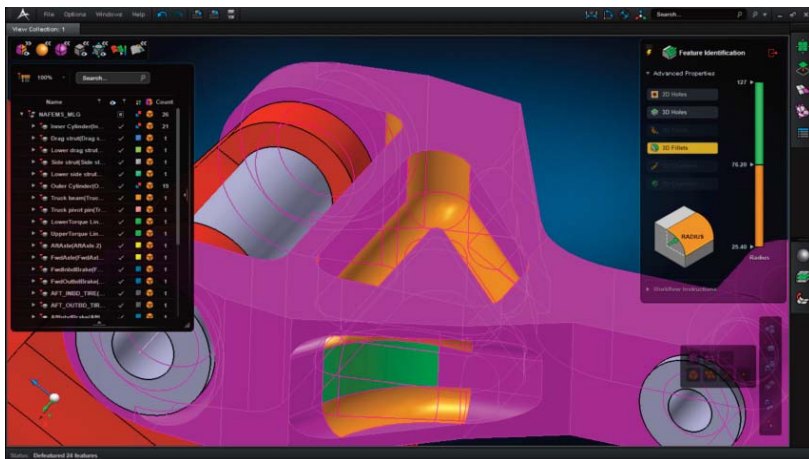


Bild: MSC-Software GmbH

**‘Finite Elemente Methode’-Software entwickelt sich ständig weiter, in immer kürzeren Abständen gibt es neue Funktionalitäten. Aber was ist mit dem Prozess dahinter? Werden Berechnungsingenieure in der Zukunft anders rechnen? Eine neue Lösung folgt dem Ansatz der Computational Parts. Danach wird das Verhalten eines Bauteils unabhängig von anderen Bauteilen einer Baugruppe dargestellt.**

**E**rste kommerzielle Anwendungen der Finiten Elemente Methode (FEM) entstanden schon in den 60-er und 70-er Jahren, als die NASA die Entwicklung eines Codes für statische und dynamische Analysen ausschrieb. Die Macneal-Schwendler Corporation erhielt damals den Auftrag und es entstand das NASA Structural Analysis Program (Nastran). Seit diesen Pionierzeiten hat sich die Software kontinuierlich weiterentwickelt und viele weitere FE-Programme wie Ansys, Marc oder Abaqus etablierten sich am Markt. Immer mehr Unternehmen nutzen die FEM, um Produkteigenschaften frühzeitig im Entwicklungsprozess auf Basis erster brauchbarer CAD-Daten zu überprüfen. Trotz technologisch immer ausgefeilterer Programme hat sich am Prozess selbst in all den Jahrzehnten wenig geändert.

## Start mit Preprozessing

Der typische Rechenprozess beginnt mit der Vorverarbeitung, dem sogenannten Preprozessing. Üblicherweise wird die Bauteilgeometrie aus einem 3D-CAD-System übernommen. Die Geometrie wird vernetzt, dem Modell wird ein Material zugewiesen und Randbedingungen werden definiert. Ist das Modell entsprechend

aufbereitet, wird die eigentliche Rechnung mit Hilfe eines mathematischen Gleichungslösers, dem sogenannten Solver, durchgeführt. Anschließend bereitet der Postprozessor die Ergebnisse auf, erzeugt Bilder und Diagramme und die Ingenieure beginnen mit der Datenauswertung. Vor 50 Jahren haben Ingenieure im Preprozessing noch an der Schreibmaschine gesessen und Lochkarten gestanzt. Die Lochkarten wurden sukzessive durch Terminals mit ASCII-Bildschirmen und später durch grafische Bildschirme abgelöst. Seit Mitte der 80-er Jahre haben professionelle Programme das Pre- und Postprozessing übernommen. Dennoch bleibt die Rechenvorbereitung inklusive Vernetzung und Geometriaufbereitung vor allem bei komplexen Modellen meist die arbeitsintensivste und fehleranfälligste Phase im FEM-Prozess. Hinzu kommt, dass sich der Schwerpunkt der FEM verlagert. Früher wurden überwiegend einzelne Bauteile untersucht. Heute liegt der Fokus auf der Simulation von Systemen und Subsystemen. Unter diesen Bedingungen wird der Rechenprozess mit der aktuellen linearen Vorgehensweise immer langsamer. Jede Phase (Pre-Solve-Post) muss erst abgeschlossen sein, bevor der nächste Schritt erfolgen kann. Daher sind neue Lösungswege und

Strategien gefragt. Simulationsprozesse müssen sich an die immer schneller werdende Entwicklung anpassen können.

## „Anderen Weg gesucht“

Der CAE-Anbieter MSC Software hat sich dieser Frage angenommen und will mit der Lösung ‘Apex’ die Antwort liefern. „Wir haben nach einem anderen Weg gesucht, wie Geometriemodellierung, Gleichungslösung und Auswertung interagieren können. Preprozessing, Solver und Postprozessing werden neu zueinander in Beziehung gebracht. Der Weg geht weg von einem seriellen Prozess hin zu einem interaktiven Prozess“, sagt Firmenchef Dominic Gallelo. Die Software ist eine von Grund auf neu programmierte, vollständig integrierte und generative Simulationsumgebung. Das System basiert auf dem neuen Ansatz der sogenannten Computational Parts. Computational Parts sind mathematische Modelle, die das Verhalten eines Bauteils unabhängig von den anderen Teilen in einer Baugruppe darstellen. Ein Computational Part besitzt eine Berandung und Sensoren. An der Berandung wird das Teil mit anderen Teilen verbunden. Mit den Sensoren werden wichtige Metriken definiert, die das Ergeb-

nis der Rechnung darstellen. Zudem gibt es Computational Assemblys, Baugruppen, die die gleichen Eigenschaften wie Computational Parts haben. Derartige Baugruppen umfassen Verbindungselemente, mit denen die Teile zusammengefügt werden.

## Alle Teile voraberechnen

Ziel des neuen Ansatzes ist, möglichst alle Teile während der Erzeugung der Computational Parts voraberechnen. Später müssen dann nur die Parts neu analysiert werden, deren Design sich ändert. Für den Rest des Modells werden die Ergebnisse mithilfe von Transfermatrizen automatisch aktualisiert. Die Verbindungselemente sind leicht auszutauschen, das spart bei großen Baugruppen erhebliche Rechenzeit. Das traditionelle Verfahren zur Validierung von FE-Modellen ist iterativ und zeitaufwendig. Häufig müssen Rechnungen von vorn gestartet und Fehlermeldungen interpretiert werden. Mithilfe des generativen Verhaltens der neuen Lösung können sich Anwender von diesem Paradigma befreien. Das bedeutet, ändert der Anwender ein Geometriefeature, ändert sich das gesamte Modell inklusive Netz, aufgebracht Lasten und Analysedaten entspre-

chend mit. Anwender müssen mit der Validierung einzelner Teile nicht mehr bis zur Validierungsphase der gesamten Baugruppe warten. Der durchgängige Simulationsprozess garantiert die volle Assoziativität zwischen Geometrie- und Simulationsdaten. So können in der gleichen Zeit mehr Konzept- und Variantenstudien durchgeführt werden.

## Sukzessive Einführung

Die neue Simulationsplattform wird schrittweise eingeführt. Die erste Version – der 'Modeler' – ist bereits verfügbar und dient zur CAE-spezifischen Direktmodellierung und Vernetzung. Die nächste Version soll eine vollständig integrierte und generative Lösung für die lineare Strukturanalyse enthalten. Der 'Modeler' kommt bei vielen Industriekunden bereits zum produktiven Einsatz. Der amerikanische Ingenieurdienstleister TLG Aerospace analysierte beispielsweise eine vorgeschlagene Änderung an einem Leichtflugzeug. Das zweimotorige Flugzeug sollte eine große, kreisförmige Aussparung im Boden neben der Tür erhalten. TLG musste herausfinden, ob diese Änderung Auswirkungen auf die Steifigkeit

des Rumpfes haben könnte. Zwei verschiedene Konfigurationen wurden berechnet – mit und ohne die kreisförmige Aussparung. Die Ingenieure mussten die CAD-Geometrie für die Rechnung aufbereiten, also unverbundene oder überlappende Flächen reparieren, für die FE-Berechnung unnötige Details entfernen, alle Flächen miteinander verbinden und schließlich vernetzen. Mit traditionellen Werkzeugen wurden 25 Stunden für diese Arbeit veranschlagt, mit der neuen Lösung dauerte die Arbeit nur sechs Stunden. Die Ingenieure konnten so schnell arbeiten, da es in der Software eine Funktion gibt, mit der alle Flächen automatisch verbunden werden können. Circa 70 Prozent der Geometrie war mit diesem einen Befehl fertig aufbereitet. Kleine, nicht benötigte Flächen wurden ebenso automatisch entfernt. ■

Die Autorin Syllvett Tsialos arbeitet im Marketing Communications & PR bei MSC Software GmbH.

[www.mscsoftware.com](http://www.mscsoftware.com)