

6

Implementierung

Die Einführung einer Simulationslösung fordert den Ingenieur auf einem für ihn neuen Gebiet. Neben den geometrischen Eigenschaften können nun am Rechner auch physikalische Größen untersucht werden. Die funktionale Absicherung rückt damit stärker ins Bewusstsein. Sie fordert aber auch eine stärkere Auseinandersetzung mit den zugrunde liegenden Größen. Grundbegriffe wie Spannung, Festigkeit, Verformung, Steifigkeit oder Resonanz müssen wieder reaktiviert werden. Gerade wenn seit dem Studium schon einige Jahre praktischer Arbeit vergangen sind, müssen diese Grundlagen aufgefrischt werden. In größeren Unternehmen sollten organisatorische Abläufe, Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten und Grenzen definiert werden, um Missverständnisse zu vermeiden. Zu einer guten Einführung gehören aber auch Überlegungen zur praktischen Anwendung der konstruktionsbegleitenden FEM, z. B. wie die Daten verwaltet werden und welche Möglichkeiten der Hardware-Nutzung es gibt.

Grundlagen schaffen

■ 6.1 Training

Ein Standardeinführungstraining für ANSYS Workbench dauert vier Tage. Es bietet den Teilnehmern den Überblick über die gesamte Berechnungsfunktionalität von der Steifigkeits- und Festigkeitsberechnung über Schwingungsanalysen und Knicken, Temperaturfelder und Thermospannungen bis hin zur Variantenberechnung und Optimierung. Nach dieser Einführung ist der frisch geschulte Anwender in der Lage, die Software gut zu bedienen. Allerdings ist ein wichtiger Aspekt in der Anwendung noch ausbaufähig: die Modellbildung und Ergebnisbewertung.

Standardtraining

Bei der Modellbildung geht es darum, ein physikalisches Problem auf ein rechnerinternes Ersatzmodell zu reduzieren. Dazu braucht der Anwender Kenntnisse darüber, wo und wie die Grenzen des zu berechnenden Systems zum „Rest der Welt“ zu ziehen sind. Er muss die relevanten Effekte für die Simulation berücksichtigen und durch entsprechende Modellobjekte abbilden. Eine Schraube kann beispielsweise durch ein Detailmodell mit

Die wirklich wichtigen Dinge

Gewinde abgebildet werden; es kann jedoch auch korrekt sein, sie in der FE-Analyse komplett wegzulassen – je nach Berechnungsziel.

Ebenso wie die Modellaufbereitung ist auch die Ergebnisbewertung ein entscheidender Schritt. So muss nach der Analyse immer eine Kontrolle durchgeführt werden, ob die Analyse die gewünschte Aussage liefern kann. Hier ist das Vorstellungsvermögen des Anwenders gefordert, um das Berechnungsergebnis auf Plausibilität zu prüfen.

Training an
eigenen Aufgaben

Diese beiden Schritte – Modellbildung und Ergebnisbewertung – setzen die Übung an eigenen Strukturen voraus. Theoretische Beispiele können nur unzureichend vermitteln, wie eine reale Einbausituation praxisgerecht aufbereitet und umgesetzt wird. Es ist daher empfehlenswert, in Ergänzung zum Standardtraining ein individuelles Training durchzuführen, im Idealfall direkt im Anschluss an das Standardtraining. In diesem individuellen Training sollten drei bis vier typische Aufgabenstellungen aus dem eigenen Anwendungsbericht durchgespielt werden. Das reicht von der CAD-Modell-Aufbereitung über die Beschaffung der Material- und Lastdaten bis hin zur Ergebnisbewertung und dem Abgleich mit evtl. vorhandenen Versuchsdaten. Gerade in der Anfangsphase ist es hilfreich, Bauteile, für die bereits Messdaten vorliegen, per FEM zu untersuchen, um den Bezug zur Realität aufzubauen, das Vertrauen zu festigen und unscharfe Bedingungen einzugrenzen. Diese Übungsbeispiele sollten vor dem Training mit dem Referenten besprochen werden, um ihm die Möglichkeit zu geben, sich mit der Aufgabenstellung gedanklich auseinanderzusetzen und um wertvolle Trainingszeit nicht mit der Suche von Daten zu verschwenden.

Auf das Wesentliche
beschränken

Bei einer Gruppe von zwei bis drei Anwendern ist es überlegenswert, statt der Kombination Standard- und individuelles Training ganz auf ein individuelles Training umzusatteln. Die Zahl der Teilnehmer sollte sechs nicht überschreiten; jeder Teilnehmer sollte seinen eigenen Arbeitsplatz zur Verfügung haben. Der Umfang der Software-Bedienung kann auf die für das jeweilige Unternehmen Sinnvolle beschränkt werden; eher selten gebrauchte Funktionen können in der Anfangsphase außen vor bleiben, sodass die Bedienung für den Anwender fokussierter und einfacher wird.

Nach einer Zeit der selbstständigen Arbeit kann ein weiterer individueller Trainingstag dabei helfen, die Arbeitsweise zu verfeinern und anspruchsvollere Details zu bearbeiten. Beispielsweise ist die Berechnung von Schweißnähten für das Einstiegstraining nicht ideal. Neben der Software-Bedienung sind sehr umfangreiche, weitergehende Informationen zur Spannungsbewertung erforderlich, weshalb solche Aufgabenstellungen erst in einem zweiten Training vermittelt werden sollten.

Software ist nicht alles

Ein gutes Trainingsangebot umfasst neben den software-spezifischen Themen weitergehende Angebote für die Bewertung typischer Fragestellungen. Für strukturmechanische Aufgabenstellungen gehört dazu beispielsweise:

- Berechnung von Wellen, Achsen, Naben
- Betriebsfestigkeit
- Schweißnähte, Schrauben
- Projektmanagement

Neben dem Trainingsangebot des Software-Anbieters, der internen (oder externen) Unterstützung durch Berechnungsingenieure und einer Engineering-Hotline sind das CAE-Wiki (<http://www.cae-wiki.de>), die NAFEMS (<http://www.nafems.org>) oder Foren wie <http://www.cad.de> Anlaufstellen für weitergehende Informationen.

Programmübergreifende Möglichkeiten der Ausbildung bietet die „European School of Computer Aided Engineering Technology“ (esocaet, <http://www.esocaet.com>). Im zweijährigen, berufsbegleitenden Master-Studiengang Applied Computational Mechanics werden die neuesten Entwicklungen im Bereich Computer Aided Engineering (CAE) vermittelt, ergänzt um „Soft Skills“, Präsentationstechniken und Projektmanagement. Durch den englischsprachigen Kurs erhält man den akademischen Titel „Master of Engineering“ (M. Eng.). Darüber hinaus wird der dreimonatige Kurs „eFEM für Praktiker“ (<http://efem.esocaet.com>) angeboten, der sich in einer Kombination von Präsenzseminaren und E-Learning vor allem an FEM-Einsteiger wendet. Es handelt sich dabei um eine gemeinsame Weiterentwicklung des von der Fachhochschule Nordwestschweiz entwickelten E-Learning-Kurses FE-Transfer (<http://www.fe-transfer.ch>).

Master-Studiengang

■ 6.2 Anwenderunterstützung

Die Ausbildung und Unterstützung der Anwender sollte dem Pilot-User-Konzept folgen. Das bedeutet, dass wenige ausgewählte Anwender ein weitergehendes Training und Anwenderunterstützung erhalten und so in den einzelnen Bereichen als „Support vor Ort“ wirken können, der nicht nur das numerische Verfahren, sondern auch die zu untersuchenden Produkte und daran gestellte Anforderungen kennt. Gegebenenfalls kann der Pilotanwender auch geeignete Standardisierungsmaßnahmen wählen wie z. B. generische Lastfälle (siehe Abschnitt 5.1). Der Pilotanwender seinerseits sollte engen Kontakt haben zu einem erfahrenen Berechnungsingenieur, der ihn in der Handhabung, Modelldefinition und Ergebnisbewertung unterstützt. Gibt es – wie oft in klein- und mittelständischen Unternehmen – keinen dedizierten Berechnungsingenieur, kann und muss diese Aufgabe der Software-Support übernehmen. Daher ist ein Support-Team mit breiter praktischer Erfahrung eine essenzielle Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung der FEM. Der Zusammenarbeit förderlich ist dabei eine einheitliche Software für Berechnungsingenieure und Konstrukteure, sodass typische Vorgehensweisen, die die Berechnungsingenieure erarbeitet haben, in ähnlicher Form auch durch die Konstrukteure angewendet werden können.

Pilotanwender

Oft ist es erforderlich, einen gemeinsamen Blick auf ein Modell mit seinen Randbedingungen oder dem berechneten Ergebnis zu werfen. Statt Bilder oder Bericht hin und her zu schicken, wird heute der Bildschirminhalt direkt für beide verfügbar gemacht. Software wie Netmeeting (<http://www.microsoft.com/windowsxp/using/networking/default.mspix>), Netviewer (<http://www.netviewer.de>) oder Webex (<http://www.webex.de>) erlaubt beiden Anwendern den Blick auf einen gemeinsamen Bildschirm auch über Standortgrenzen

Engineering Support

hinweg. Komplizierte Lastfälle und Randbedingungen lassen sich so sehr effizient miteinander diskutieren und absichern.

In größeren Unternehmen werden oft Kataloge von typischen Berechnungsaufgaben erstellt, die sehr detailliert erklären, welche Arbeitsschritte für eine Berechnung erforderlich und welche unternehmensspezifischen Angaben, Normen oder Bewertungen anzuwenden sind.

■ 6.3 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung für die Simulation hängt wesentlich von zwei Faktoren ab:

- dem Verständnis des Anwenders
- der Verwendung der berechneten Ergebnisse

Anwender sensibilisieren

Jedes noch so ausgefeilte System, den Anwender durch Anwendungskataloge, Assistenten oder Musterlösungen zu unterstützen, kann in besonderen Einzelfällen versagen. Daher ist es unbedingt erforderlich, dem Anwender zu vermitteln, dass jede FEM-Analyse einer Kontrolle bedarf. Unplausible, unlogische Ergebnisse sollten ihn dazu veranlassen, entweder selbst die Berechnung genauer zu prüfen oder sich Hilfe zu holen. Das bedeutet, dass die Ausbildung ein wichtiger Beitrag zur Qualitätssicherung ist.

Berechnungsingenieure
als Coach

Manche Unternehmen haben die simulationsgetriebene Produktentwicklung mit einem formalen Freigabeprozess verknüpft, bei dem ein erfahrener Anwender ein Berechnungsergebnis freigibt. Hier ist es von Vorteil, wenn die Modelldefinition auf eine dem Berechnungsspezialisten bekannte Weise erfolgt. Da ANSYS Workbench in verschiedenen Ausbaustufen genutzt werden kann, hat der Berechnungsingenieur durch die gewohnten Funktionen, Randbedingungen und Kontakteinstellungen einen direkten Überblick. Als schnelle Kontrollmöglichkeit hat sich der automatisch generierte ANSYS-Bericht bewährt, der auf Knopfdruck am Ende einer Studie alle Modellvarianten mit allen Einstellungen dokumentiert.

Regeln definieren

Ähnlich wie bei Berechnungsdienstleistern, die je nach Gefährdungspotenzial die Analyse in verschiedenen Kategorien einteilen und absichern, sollte den Anwendern bewusst sein, welcher Verwendung die von ihnen produzierten Ergebnisse unterliegen. Der Vergleich von verschiedenen Designvarianten kann mit relativ einfachen Mitteln erfolgen, d.h., die Modellbildung braucht nicht unbedingt alle Details abzubilden, wenn die zu vergleichende Größe davon unbeeinflusst ist. Wird ein solches Berechnungsergebnis jedoch für andere Zwecke verwendet, z.B. zur Abschätzung einer Lebensdauer, widerspricht dies der ursprünglichen Projektdefinition, nach der die Modellannahmen getroffen wurden. Deshalb sind klare Vorgaben für die Verwertung der produzierten Ergebnisse für alle Beteiligten von Vorteil.

■ 6.4 Datenmanagement

FEM-Analysen können während der Analyse sehr viel Plattenplatz beanspruchen. Die Daten sind in verschiedenen Dateien abgelegt, deren Zusammenspiel der ANSYS Workbench-Projektmanager organisiert. Ein Workbench-Berechnungsprojekt wird in einer Datei *PROJEKTNAME.WBPJ* und einem zugehörigen Verzeichnis *PROJEKTNAME_FILES* gespeichert. In diesem Verzeichnis legt ANSYS Workbench für jede Analyse ein oder mehrere Unterverzeichnisse an, in dem die temporären Daten abgelegt werden. Die Geschwindigkeit dieses Datenspeichers ist entscheidend für die Berechnungsgeschwindigkeit. Es ist daher *nicht* empfehlenswert, dieses Projektverzeichnis im Netzwerk zu speichern, weil sonst die ANSYS-Berechnung, aber auch sonstige serverbasierten Aktivitäten ausgebremst werden. Die ANSYS-Daten sollten während der Bearbeitung des Berechnungsprojektes auf der lokalen Festplatte verbleiben, sodass auch alle temporären Daten lokal bleiben. Eine Übertragung auf Netzlaufwerke zum Zwecke der Archivierung sollte erst nach Abschluss der Analyse im Windows-Dateimanager durch Kopieren oder Verschieben der Projektdatei und des Projektverzeichnisses erfolgen.

Wo liegen
welche Daten?

Für das Arbeiten in größeren Gruppen ist ein datei- und verzeichnisbasierter Ansatz nicht optimal. Hier bietet es sich an, die Daten über ein bereits existierendes PDM-System zu verwalten, die jedoch mit den in der FEM anfallenden Datenmengen meist nicht sehr gut harmonisieren, oder die dafür passende Erweiterung von ANSYS zu verwenden.

Größere Arbeitsgruppen

ANSYS EKM ist eine webbasierte Lösung, um Simulationsdaten, Prozesse und Tools zu verwalten. Die Vielfältigkeit und Menge an Daten, die in der Berechnung anfällt, kann mit einer spezialisierten Applikation besser verwaltet werden. Neben dem Datenmanagement gehören Prozess- und Wissensmanagement zu den tragenden Säulen. Durch ein Prozessmanagement werden standardisierte Abläufe abgelegt, die zu einer effektiveren Anwendung der Simulation, minimierten Fehlern und höherer Qualität führen. Über ein Wissensmanagement können Funktionalitäten und Abhängigkeiten organisiert werden, sodass das mit den abgelegten Projekten verbundene Wissen für nachfolgende Projekte genutzt werden kann.

■ 6.5 Hardware und Organisation der Berechnung

Bereits in den 1980er Jahren hat das IT-Beratungsunternehmen Gartner der simulationsgesteuerten Produktentwicklung große Entwicklungspotentiale vorhergesagt, die sich unter anderem durch die Verfügbarkeit exponentiell ansteigender Rechenleistung erschließen lassen sollten. Werden heutige Computer betrachtet, stellt man fest, dass die Leistung früherer Supercomputer heute schon an normalen Büro-Arbeitsplätzen verfügbar ist. Außer-

dem hat sich in den 1980er und 1990er Jahren für Simulationsanwendungen vielfach ein Wandel von zentralisierten Mikrocomputern hin zu Workstations direkt am Arbeitsplatz vollzogen. Aktuelle Trends lassen dagegen eine neue Zentralisierung erwarten.

Workstations

Günstig und schnell

Workstations bieten eine große Leistungsfähigkeit bei sehr gutem Preis-Leistungs-Verhältnis und sind autark und dezentral nutzbar. Große Arbeitsspeicher von bis zu 512 GB und Mehrprozessor-Systeme sorgen für eine hohe Rechenleistung. Festplatten und Solid State Disks lassen sich gemeinsam einsetzen und ermöglichen eine schnelle Datenspeicherung temporärer Berechnungsdaten. Einzelne Anwender können auf einer solchen Workstation sämtliche Arbeitsschritte, die für die Simulation relevant sind, effektiv durchführen. Dazu gehören neben der Lösung des Gleichungssystems auch die Aufbereitung der Aufgabenstellung mit Geometrierzeugung, Vernetzung und Randbedingungen sowie die Ergebnisvisualisierung. Eine hohe 3D-Grafikleistung und die lokale Verfügbarkeit aller Daten gewährleisten einen direkten Zugriff und schnelle Verarbeitung für den Anwender.

Compute-Server

Skalierbare
Rechenleistung

Mit der zunehmenden Nutzung von Simulationen steigt der Bedarf nach skalierbarer Rechenleistung. Zentralisierte Compute-Server bieten vielfältige Ausbaumöglichkeiten in Bezug auf Prozessorkerne, Arbeitsspeicher, Plattenkapazität und -geschwindigkeit. Typische Compute-Server für Berechnungsgruppen von fünf bis zehn Personen mit strukturmekanischen Aufgabenstellungen sind heute mit 64 bis 512 Kernen und 512 GB bis 4 TB Arbeitsspeicher ausgestattet. Neben der absolut höheren Rechenleistung spielen vielfach auch die flexible, weil zentral organisierte Leistungsverteilung, die bessere Auslastung, die höhere Energieeffizienz und die zentrale Datenablage eine große Rolle. Da Compute-Server keine 3D-Grafikleistung enthalten, wird das Pre- und Postprocessing oft mit dezentralen Workstations durchgeführt, was jedoch eine leistungsfähige Netzwerkanbindung aufgrund der großen Ergebnisdaten voraussetzt.

Blade-Workstations

Ausgelagerte
Workstation

Leider ist die Netzwerk-Bandbreite für eine leistungsfähige Anbindung eines dezentralen Pre- und Postprocessings auf Workstations nicht immer gegeben. Folglich werden die Workstations heute oftmals in Form von sogenannten Blade-Workstations zum Compute-Server verlagert. Diese Blades bringen Workstation-Technologie mit 3D-Grafikleistung in kompakter, serverkompatibler und ausfallsicherer Technik zum Compute-Server. Durch die direkte Anbindung der Blade-Workstations an den Compute-Server (10 GigEthernet) können Ergebnisdaten vom Compute-Server mit hoher Geschwindigkeit direkt verarbeitet werden. Die in der Workstation berechnete 3D-Grafikdarstellung wird über das Netzwerk – auch über Standortgrenzen hinweg – mit geringer Netzwerkbelastung an den Arbeitsplatz des Anwenders übertragen, der keine lokale Rechenleistung mehr benötigt, sondern nur noch ein Terminal (thin client). Das Umschalten (remote access) eines Anwenders auf eine Blade Workstation erfolgt exklusiv, sodass die entsprechende 3D-Grafikleistung für diesen Anwender reserviert ist.

Virtuelle Workstations

Für eine höhere Flexibilität bei der Zuordnung von Anwendern zur Hardware hat sich in den letzten Jahren die Virtualisierung etabliert. Desktop-Virtualisierung für übliche Büro-Arbeitsplätze ist ein gängiges Verfahren, um einheitliche Software-Umgebungen, zentrale Datenhaltung und flexible Hardware-Auslastung zu ermöglichen. Diese Art der flexiblen Kopplung von Anwendern mit der für sie erforderlichen Hardware war für 3D-Anwendungen (wie ANSYS) auf Basis des OpenGL-Standards lange Zeit nicht realisierbar. Neue Entwicklungen (z.B. NICE DCV) schließen diese Lücke in der Virtualisierungstechnik, sodass auch für 3D-Anwendungen eine gemeinsame Nutzung von Hardware zu höherer Effizienz, vereinfachter Administration und geringeren Kosten führt. Im Cluster wird dafür neben zentralisierter Rechenleistung auch zentralisierte Grafikleistung zur Verfügung gestellt, die dann gemeinsam optimal genutzt werden kann.

Entkopplung von
der Hardware

(Private) Cloud

Die Kombination von zentral bereitgestellter Rechenleistung für die Lösung anspruchsvoller Simulationsaufgaben und von 3D-Grafikleistung für das Pre- und Postprozessing ermöglicht es, die gesamte erforderliche CAE-Infrastruktur zu zentralisieren. Diese Zentralisierung bietet dem Anwender mehrere Vorteile: Erstens einen flexiblen Zugriff von verschiedenen Standorten innerhalb des Unternehmens, zweitens eine hohe Rechen- und Grafikleistung, die bei Bedarf flexibel erweitert werden kann, und drittens eine hohe Verfügbarkeit. Für die IT-Abteilung sind der direkte Zugriff, die einfache Administration, eine hohe Datensicherheit und die einfache Erweiterbarkeit wichtige Argumente. Die Wahl des Standortes eines solchen Rechnersystems spielt für den Anwender keine Rolle, sofern der Betreiber die unternehmensspezifischen und gesetzlichen Vorgaben zum Datenschutz erfüllt. Unternehmensspezifische Lösungen bieten hier den Vorteil der eigenen Datenhoheit und gewährleisteten Datensicherheit, fordern von der IT jedoch detaillierte Kenntnisse der simulationsspezifischen Anforderungen.

Maximale Flexibilität

Konfiguration und Management

Die Konfiguration der vorgestellten Hardware-Lösungen hängt von vielen Faktoren ab, beispielsweise von der Anzahl der Anwender, der Analyseart (CFD, FEM, implizit, explizit), der Modellgröße, der Anzahl der simultanen Analysen, der Netzwerkanbindung oder dem Datenmanagement. Es ist empfehlenswert, einen CAE-erfahrenen Lösungsanbieter einzubinden, der nicht nur bei der Auswahl und Konfiguration einer kundenspezifischen Hardware-Lösung berät, sondern auch bei der Inbetriebnahme der passenden IT-Infrastruktur Unterstützung liefert, damit die speziellen Anforderungen der Simulation an Hardware und Software effektiv erfüllt werden können. Darüber hinaus bietet es sich an, auch den Betrieb durch einen spezialisierten Partner zu prüfen, um die Systemverfügbarkeit der CAE-Cluster aufrecht zu erhalten und zu gewährleisten (SLA – Service Level Agreement), damit die Entwickler und die IT-Abteilung sich ungestört auf ihre Kernaufgaben konzentrieren können. Eine solche ganzheitliche Betreuung gewährleistet definierte, kurze Antwortzeiten, klare Zuständigkeiten und kurze Wege zur Lösung eventuell auftretender Probleme.

Wofür so viel Rechenleistung?

Jede Simulation ist ein Abbild der Realität, das Vereinfachungen beinhaltet, die das Ergebnis mehr oder weniger beeinflussen. Eine höhere verfügbare Rechenleistung bedeutet daher, diesen Vereinfachungen weniger Raum zu geben und damit die Genauigkeit der Simulation weiter zu steigern. Entscheidend dabei ist, dass man die gewünschten Ergebnisse zeitnah erhält – auch bei anspruchsvollen Simulationen und großen Modellen. Nach wie vor wird die Berechnung über Nacht als typische Grenze deklariert, an der man sich bezüglich des Detail- und damit des Genauigkeitsgrades orientiert. Liegen Berechnungsergebnisse erst nach 30 statt nach 14 Stunden vor, kann die Designbewertung nicht mehr am nächsten, sondern erst am übernächsten Tag erfolgen. In den heutigen, eng gesteckten Projektplänen führt dies zu nicht akzeptablen Verzögerungen.

Neben der Beschleunigung einzelner, großer oder anspruchsvoller Simulationsaufgaben bietet hohe Rechenleistung den Vorteil, die Simulation nicht mehr nur als Werkzeug zum Nachweis bestimmter Produkteigenschaften einzusetzen, sondern vielmehr durch systematische Variation ein besseres Verständnis von Zusammenhängen zu erzielen. Damit wird eine simulationsgesteuerte Produktentwicklung ermöglicht.

Parallele und simultane Simulationen

Um hohe Rechenleistung effektiv und kostengünstig nutzen zu können, wurden von ANSYS, Inc. neue Solver-Technologien entwickelt. Sie ermöglichen eine Parallelisierung der Berechnung und damit das Verteilen einer Simulationsaufgabe auf verschiedene Kerne innerhalb eines Rechners oder verteilt über verschiedene Rechner. Auf diese Weise lässt sich eine exponentielle Steigerung der nutzbaren Prozessorkerne (bis 2048!) erreichen. Darüber hinaus bieten GPUs (graphics processing units), die analog einem mathematischen Co-Prozessor nutzbar sind, zusätzliche Leistungssteigerungen von bis zu 50 %.

Bei der systematischen Variation von Analysen anhand eines Versuchsplans (Design of Experiments, DoE) kann durch eine geeignete Lizenzkonfiguration die Anzahl der möglichen Zugriffe vervielfacht werden und ermöglicht so die simultane (gleichzeitige) Analyse mehrerer Designs, wodurch sich die Rechenzeiten sehr deutlich reduzieren lassen.

Elektronische und menschliche Gehirne

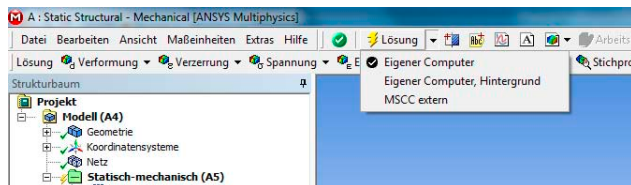
Rechenleistung war und ist auch heute noch ein Schlüsselement für eine sinnvolle Modellbildung und eine genaue Ergebnisaussage. Während Anfang der 1990er Jahre Modellgrößen mit 10 000 Knoten üblich waren, liegen diese heute bei einigen Millionen. Das Moor'sche Gesetz, welches alle 24 Monate eine Verdopplung der Rechenleistung vorsieht, bestätigt dies. Diesen Gewinn an Rechenleistung können Ingenieure heute nutzen, um größere Strukturen mit mehr Details zu berechnen. Vor allem können sie auf Automatismen, beispielsweise automatische Netzverfeinerungen, zurückgreifen, sodass sie nicht ständig zu einer möglichst „knotensparenden“ Modellierung gezwungen sind, sondern den Fokus auf die Bewertung von Simulationsergebnissen, die Interpretation der physikalischen Zusammenhänge und damit den Erkenntnisgewinn legen können. Durch die immense Rechenleistung „elektronischer Gehirne“ ist der Weg für eine sinnvolle Aufgabenverteilung geebnet, das heißt, menschliche Gehirne können sich auf den

eigentlich interessanten Teil der Ingenieurarbeit konzentrieren: Wissen, Kreativität und Innovation.

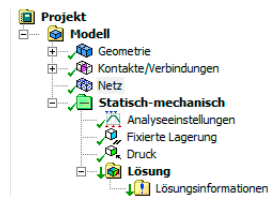
Remote Solver Manager (RSM)

Mit Lizenzen ab ANSYS Professional steht dem Anwender der sogenannte Remote Solver Manager (RSM) zur Verfügung. Mit diesem wird der Prozess, die Daten auf einen Compute-Server zu kopieren, die Berechnung dort zu starten und die fertigen Berechnungsergebnisse zurückzukopieren, automatisiert. Zum Verlagern der Analyse auf einen Compute-Server wird statt des normalen Icons „Lösung“ das alternative Lösungs-Icon für den Compute-Server ausgewählt (hier ein Server „MSCC extern“ mit dem Betriebssystem Microsoft Compute Cluster).

Einfache komfortable Handhabung



Die Datenübertragung zum Server beginnt, die Berechnung wird auf dem Server gestartet, und sobald die Analyse fertig ist, wird dies mit einem Download-Symbol (grüner Pfeil nach unten) in der ANSYS Workbench-Umgebung auf dem lokalen Arbeitsplatz dargestellt.



Warteschlange

Während der Analyse kann der Status unter Lösungsinformation auf Anfrage aktualisiert werden. Alle Berechnungen werden in sogenannten Warteschlangen (Queues) organisiert. Sie funktionieren nach dem FIFO-Prinzip (First In, First Out). Das bedeutet, dass mehrere Personen Berechnungsaufträge an eine Warteschlange senden können, die automatisch nacheinander abgearbeitet werden. Es lassen sich auch mehrere Warteschlangen einrichten, wenn die Hardware potent genug ist und genügend Berechnungslizenzen zur Verfügung stehen.