

# 2

## Voraussetzungen

Damit die Simulation schnelle und gute Ergebnisse bringt, sollten einige Rahmenbedingungen erfüllt sein. Das beinhaltet menschliche, technische und organisatorische Komponenten.

### ■ 2.1 Grundlagenkenntnisse

Als wichtigste notwendige Voraussetzung ist eine gute Ingenieurausbildung der Anwender zu nennen. Die Grundlagen der technischen Mechanik wurden im Studium erarbeitet, das heißt, die Begriffe Vergleichsspannung, Kerbfaktor, Fließgrenze, Eigenfrequenz sollten bekannt sein. Diese Grundlagen werden in einem Einführungstraining in die FEM-Software meist wieder kurz aufgefrischt, das Verständnis für die Größen und Begriffe sollte allerdings latent vorhanden sein. Fehlen die entsprechenden Grundlagen, besteht die Gefahr, dass Berechnungsergebnisse kritiklos verwendet werden und somit keine Sicherheit bei den Aussagen erreicht werden kann. Neben der Ausbildung, ist der zweite, mindestens ebenso wichtige Faktor die persönliche Motivation des Anwenders. Sieht er die Einführung der FEM-Simulation lediglich als zusätzliche Arbeitsbelastung, wird er sie, so zeigt die Erfahrung, nicht oder nicht effektiv einsetzen, um diese zusätzliche Tätigkeit möglichst bald einstellen zu können. Jedoch werden jene Ingenieure, welche die FEM-Berechnung als Chance begreifen, den eigenen Entwurf besser zu verstehen und die Produkteigenschaften von vornherein zu optimieren, die Entwicklung insgesamt nach vorne treiben. Bei der Einführung eines FEM-Paketes ist es deshalb entscheidend, gut ausgebildete und motivierte Pilotanwender einzubinden.

Ausbildung

## ■ 2.2 Organisatorische Unterstützung

Organisatorische  
Unterstützung

Damit die Motivation erhalten bleibt und der Nutzen möglichst bald zu erreichen ist, kann das Management diesen Prozess unterstützen, indem es geeignete Rahmenbedingungen schafft. Dazu gehören die geeignete Software, ein Anbieter mit einem Schulungsprogramm, das nicht nur Software-Schulungen, sondern auch Technologie-Schulungen („Schrauben, Schweißnähte, Pressverbindungen“ ...) enthält, aber auch organisatorische Unterstützung. Die simulationsgetriebene Produktentwicklung erfordert eine gewisse Investition von Zeit (für die Simulation), um im Verlauf der Produktentstehung Zeit für Prototypen und Versuche einzusparen. Gerade in der Anfangsphase ist daher ein Zeitpuffer hilfreich, um dem Anwender die Chance zu geben, sich mit der neuen Thematik auseinanderzusetzen. Es ist entscheidend, dass die Projektverantwortlichen den Gesamtprozess betrachten, vom Entwurf bis zum funktionsfähigen Produkt, da die Vorteile nicht unmittelbar während der Konstruktion realisierbar sind, sondern sich erst im Laufe der Produktentwicklung, z. B. im Versuch oder im Einsatz, zeigen.

## ■ 2.3 Geeignete Soft- und Hardware-Umgebung

Weitere Voraussetzungen sind eine geeignete Soft- und Hardware-Umgebung. 3D-Modelle sind sozusagen die Eintrittskarte in die FEM-Simulation. Die gängigen Systeme sind Inventor, Creo Parametric, SolidWorks, SolidEdge, Unigraphics, CATIA und Creo Elements/Direct Modeling. Daneben gibt es eine Reihe weiterer Systeme wie HiCAD, Caddy oder Microstation. Allen diesen CAD-Systemen ist gemeinsam, dass Sie damit (unfacettierte) Volumenmodelle erstellen können.

3D-CAD

Die Datenübertragung solcher 3D-CAD-Modelle fand früher meist auf Basis einer sogenannten IGES-Datei statt. Das IGES-Format ist eine neutrale Schnittstelle, die es erlaubt, Oberflächen zu übertragen. Eine Zusammenfassung dieser Oberflächen zu Körpern wurde zwar vom Standard vorgesehen, aber von den wenigsten CAD-Anbietern implementiert. Daher war und ist die Übertragung von Volumengeometrie über IGES fehleranfällig und oft mit langer manueller Bereinigung der importierten Geometrie verbunden. Weitere flächenbasierte Austauschformate sind VDA-IS oder VDA-FS, die mit ähnlichen Problemen zu kämpfen haben.

Datenübertragung

Daher wurde in den 80er-Jahren ein neuer Standard namens STEP entwickelt, der 1994/95 schließlich in eine ISO-Norm 10303 mündete. Basierend auf STEP lassen sich Produktdaten zwischen verschiedenen Systemen austauschen, wozu eben auch 3D-Modelle gehören. Die beiden Anwendungsprotokolle 203 und 214 beschreiben das Format für die Übertragung von 3D-Volumengeometrie. Basierend auf STEP ist heute eine relativ zuverlässige Übertragung von 3D-Volumen möglich, auch wenn in einigen Einzelfällen immer noch Übertragungsfehler vorkommen. Bei der Übertragung über STEP wird die Modellhistorie

nicht mit übertragen. Ein mit STEP importiertes Modell hat also die Geometrie, aber keine Konstruktionselemente mehr, die diese Geometrie erzeugen. Sind Änderungen nötig, muss über neu zu erzeugende Bearbeitungsschritte am 3D-Modell Geometrie modifiziert werden, es lassen sich keine bei der erstmaligen Geometrieerzeugung verwendeten Features modifizieren, weil diese Historie des Modells bei der Übertragung abgeschnitten wird.

Beim Datenaustausch zwischen verschiedenen Unternehmen wird dieser Verlust manchmal bewusst eingesetzt, um Konstruktions-Know-how, das in den Konstruktionselementen enthalten ist, nicht nach außen zu geben. Für die Geometrieübertragung eines Ingenieurs, der FEM-Berechnungen durchführen will, bedeutet eine Geometrieübertragung basierend auf STEP, dass er zwar die Geometrie selbst für eine erste Berechnung mit hoher Wahrscheinlichkeit brauchbar übertragen kann, dass bei Geometrieänderungen aber alle auf der Geometrie basierenden Definitionen im FEM-Modell neu zugeordnet werden müssen. Für eine schnelle Untersuchung von geometrischen Varianten ist dies sehr störend.

Weitere Standardformate, die ähnlich STEP eine zuverlässige Geometrieübertragung realisieren, sind Parasolid (Datei-Extension \*.x\_t bzw. \*.x\_b) und ACIS (Datei-Extension \*.SAT). Parasolid und ACIS sind sogenannte Modellierkerne, die in verschiedenen CAD-Systemen die Beschreibung des 3D-Modells übernehmen, während das CAD-System selbst die Interaktion des Anwenders mit dem 3D-Kern übernimmt. Parasolid-basierende CAD-Systeme sind z. B. SolidWorks, SolidEdge oder Unigraphics; ACIS-basierende Systeme sind Inventor oder MegaCAD.

CAD-Kerne

Aufgrund der Beschränkungen der neutralen Formate wie IGES, STEP, Parasolid oder ACIS setzt ANSYS auf eine direkte Anbindung des FEM-Berechnungsmodells an die CAD-Geometrie. Die aktive Geometrie des CAD-Modells – das kann sowohl eine Baugruppe als auch ein Einzelteil sein – wird direkt an ANSYS übergeben. Der Vorteil: Die Geometrieübertragung verläuft einfach, schnell und zuverlässig. Ein weiterer entscheidender Vorteil ist die Assoziativität des in ANSYS vorliegenden Geometriemodells mit dem CAD-Modell. Wenn Änderungen am CAD-Modell vorgenommen werden, können diese Änderungen vom CAD-System nach ANSYS übertragen werden. Alle geometriebasierenden Definitionen in ANSYS, wie beispielsweise das Aufbringen von Lasten oder Lagerungen, werden automatisch auf die neue Geometrie adaptiert. Während der Anwender bei Verwendung neutraler Schnittstellen solche Geometriezuordnungen neu vornehmen muss, wird bei der Direktschnittstelle von ANSYS Workbench zum CAD-System diese Zuordnung automatisch aktualisiert, sodass die Berechnung einer Variante in einem Bruchteil der Zeit zu machen ist.

Das Betriebssystem der verwendeten Arbeitsplatzrechner ist heute in der Regel Windows in der 64-Bit-Ausführung. Einige CAD-Systeme sind sogar ausschließlich unter Windows verfügbar (SolidWorks, SolidEdge, Inventor). Neben dem Betriebssystem sollte auch die Hardware angepasst sein. Selbst die größte Motivation lässt irgendwann nach, wenn aus falsch verstandener Sparsamkeit ungeeignete Rechner verwendet werden müssen, die den Anwender ausbremsen, während für geeignete Rechner heute geringe Kosten anfallen. Eine typische Konfiguration beinhaltet heute 8 Kerne und 32 GB RAM, während ambitionierte Anwendungen bereits auf Workstations mit 16 Kernen und 512 GB RAM,

Betriebssystem

schnellen SSDs und mehreren Grafikkarten zur beschleunigten Gleichungslösung gut bedient werden können. Darüber hinaus ermöglichen Cluster-Systeme eine skalierbare Performance, um sowohl extrem detailreiche und damit auch genaue Simulationen auszuführen, als auch rechenintensive Simulationen zu beschleunigen, sowie den Durchsatz für eine Vielzahl von Variationen einer Simulation (Sensitivitätsstudien, Optimierung) durch simultane Berechnungen wirtschaftlich zu realisieren.

Zur Drucklegung dieses Buches (Anfang 2014) kristallisierte sich darüber hinaus der Trend zu Cloud-Lösungen heraus, die den flexiblen Zugriff auf in Rechenzentren ausgelagerte Workstations und Compute-Server realisieren. Aufgrund der großen Datenmengen werden die Simulationen komplett „in der Cloud“ durchgeführt und visualisiert, lediglich die Ergebnisinformationen (Grafiken, Animationen, Berichte) werden zum Anwender transferiert. Durch die Spezialisierung von Cloud-Anbietern auf die Belange der Simulation (3D-Grafik, hohe Datenmenge, Interaktion von mehreren Prozessen) ist eine hohe Performance sichergestellt. Flexible Mietmodelle für einen einzelnen Rechner ab einem Tag Nutzungszeit bis hin zur dauerhaften Hardware-Nutzung für ganze Simulationsteams sichern Simulationsanwendern mit verschiedensten Anforderungen eine schnelle Reaktionsfähigkeit und den bedarfsgerechten Zugriff auf die optimale Hardware für jede anfallende Aufgabe.