

Sensitivitätsanalyse und Designoptimierung

Mehr Verständnis in der frühen Phase

„Ich mache mir ständig Gedanken, wie ich mein Produkt unter streuenden Bedingungen verbessern kann“. Dabei dient die Simulation als ein nützliches Werkzeug. Aber reicht sie auch aus, um das Produktverhalten ausreichend zu verstehen? Ein erfahrener Ingenieur entwickelt ein gutes Bauchgefühl für sein Produkt, doch erhält er ein noch besseres Gefühl, wenn seine Einschätzung auch mit Zahlen bestätigt wird – sie also belegbar ist.

Die in ANSYS Workbench integrierte Software optiSLang (optiSLang for ANSYS) zur Robust-Design-Optimierung (RDO) ersetzt Vermutungen durch Fakten und führt nicht selten zu Aha-Effekten, die zu weiteren Diskussionen anregen. Damit wird der Weg geebnet, um nach der erfolgreich durchgeführten Simulation den nächsten Schritt zu gehen: Das Design in seinen Zusammenhängen zu verstehen, damit es gezielt verbessert werden kann. Und das unabhängig davon, in welcher Physikdomäne gearbeitet wird oder ob verschiedene Physikdomänen gekoppelt berücksichtigt werden.

Wie lässt sich das konkret realisieren? Kurz gesagt, indem durch automatisch durchgeführte Variantenstudien ausgeklügelte Statistiken erstellt werden. Deren unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten helfen dem Ingenieur, dass er seinen Kollegen oder dem Chef die vermeintlich komplizierten Zusammenhänge anschaulich vermitteln und folgende Fragen beantworten kann:

- Wodurch werden die Produkteigenschaften maßgeblich beeinflusst. Welche Parameter spielen eine untergeordnete oder gar keine Rolle?
- Sind Ausreißer in der Statistik physikalisch oder numerisch bedingt?

- Eingabedaten sind nie exakt: Wie groß ist das Risiko, dass das Produkt in der Realität aufgrund von Streuungen versagen wird?
- Wie groß ist das numerische Rauschen im Modell?

Das sind keine leichten Fragen, die mit manuell durchgeführten Variantenstudien wohl kaum zu beantworten wären. Die Antworten auf diese Fragen sind aber wichtig, weil sie letzten Endes dem eigentlichen Ziel dienen, nämlich Verbesserungsvorschläge zu entwickeln, die statistisch abgesichert sind. Folglich sollte der Einsatz von optiSLang for ANSYS ein fester Bestandteil des Entwicklungsprozesses sein. Das Ziel für die Integration von optiSLang in ANSYS ist:

- eine Bedienung, die so einfach wie möglich ist; nach dem Motto „Jeder kann das“;
- der komplette Leistungsumfang der Algorithmen von optiSLang, die über viele Jahre entwickelt wurden, muss gewährleistet sein,
- Automatismen beschleunigen die Definition der Randbedingungen, Zwangsbedingungen, Ziele und Abläufe,
- gleichzeitig muss Flexibilität für den Nutzer gewährleistet sein, zum Beispiel müssen Automatismen auf Wunsch abänderbar sein,



- zeitlich gesehen soll der Anwender den Schwerpunkt auf die Interpretation der Ergebnisse legen können.

Viele Berechnungen in kurzer Zeit

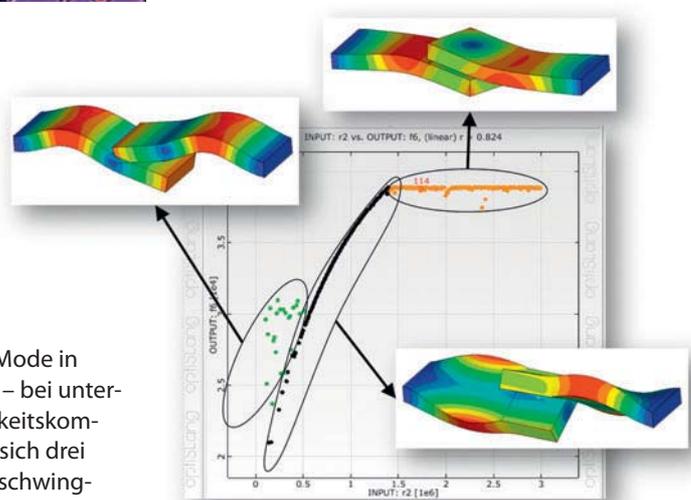
Auf diese Weise ist es möglich, eine Vermutung „mal schnell mit einer Statistik zu bestätigen“. Das Berechnen von Varianten (ca. 50 bis 100) zur Erstellung einer glaubwürdigen Statistik wird dadurch begünstigt, dass ANSYS mit Version 14.5 sogenannte „HPC Parametric Pack Lizenzen“ eingeführt hat. Diese können über optiSLang for ANSYS angesprochen werden und vervielfältigen den bestehenden ANSYS Lizenz Pool. Dadurch können beispielsweise mit einer Mechanical Lizenz, einer HPC Pack Lizenz (parallelisiertes Rechnen auf 8 Kernen) und drei HPC Parametric Pack Lizenzen gleichzeitig 16 Designs auf insgesamt 128 Kernen berechnet werden. Also muss in diesem Fall für 64 Berechnungen effektiv nur noch die Zeit von vier Rechenläufen abgewartet werden.

Nach dem Verstehen des Designs folgt im zweiten Schritt das „Verbessern“, und auch das möglichst auf Knopfdruck. Aufgrund der Charakteristik der Optimierungsaufgabe macht optiSLang Vorschläge für geeignete Algorithmen, die vom Be-

Bild: shutterstock.com/agsandrew



Bild 1: Automatisch generierte Designs dienen als Grundlage für die spätere statistische Auswertung.



nutzer bestätigt werden können. Den Rest erledigt die Software. Hier stehen zwei Wahlmöglichkeiten zur Verfügung:

- erstens eine sekundenschnelle Optimierung 'on-the-fly' auf Basis der schon gerechneten Varianten und
- zweitens eine Optimierungsmethode, die weitere Rechenläufe benötigt, aber dafür sehr viel genauer ist.

Typischerweise folgt nach der Wahl der ersten Option die Bewertung des Ergebnisses. Besteht dann der Wunsch nach einem noch besseren Design, wird zusätzlich die zweite Option gewählt.

Fundierte Entscheidungsgrundlagen

Die verschiedenen Anforderungen, die ein Produkt erfüllen soll, stehen oftmals in Konflikt zueinander. Deshalb ist es wichtig, diese Konflikte zu visualisieren, um daraus eine Kompromissentscheidung ableiten zu können. Außerdem gibt es oft auch nicht nur die eine optimale Lösung, sondern mehrere gute Wahlmöglichkeiten sind denkbar. Der Ingenieur muss deswegen begründen können, wieso bei mehreren potentiell guten Möglichkeiten, die eine, von ihm gewählte besonders gut und den anderen vorzuziehen ist.

Bild 2: Der sechste Mode in einer Modalanalyse – bei unterschiedlichen Steifigkeitskombinationen können sich drei verschiedene Eigenschwingformen einstellen.

Bewertung von Streuungen

Ein Kriterium kann zum Beispiel die Streubreite eines Parameters sein, durch den das Design grenzwertig wird – etwa die Streubreite einer Spannung aufgrund schwankender Umweltbedingungen wie Materialkennwerte, Imperfektionen oder Lastangriffswinkel. Der Vorteil könnte somit sein, dass bei der gewählten guten Möglichkeit auch noch die Funktionalität mit einer sehr viel höheren Wahrscheinlichkeit gewährleistet werden kann, als das bei den anderen Möglichkeiten der Fall wäre. Die Bewertung von Streuungen ist insgesamt eine wichtige Information, da die Verantwortlichen in der Produktion dadurch mit Tipps versorgt werden können, in welchen Bereichen die Fertigungstoleranzen gelockert beziehungsweise strikt eingehalten werden sollten. Das spart Geld.

Nun steht also das verbesserte und abgesicherte Produkt fest, jedoch müssen Produkte flexibel und auf Kundenwunsch schnell abänderbar sein. Funktioniert bei-

spielsweise die Kontaktübertragung in einer Steckverbindung noch, wenn die Dimensionierung gemäß dem Kundenwunsch angepasst wird? Eine sekundenschnelle Abschätzung kann diesbezüglich mit den in optiSLang for ANSYS erstellten Verhaltensmodellen vollzogen werden. Das ermöglicht bereits im Gespräch mit dem Kunden eine fundierte Einschätzung und verdeutlicht dem Kunden gleichzeitig die eigene Kompetenz auf diesem Gebiet.

InfoAutor | CADFEM

Markus Kellermeier, CADFEM GmbH

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Christof Gebhardt, CADFEM GmbH
Tel. +49 (0)8092-7005-65
cgebhardt@cadfem.de

InfoVerwendeteSoftware

optiSLang for ANSYS

InfoTag

Verstehen Sie Ihr Design!
www.cadfem.de/verstehen-sie