

SCHNELLE DIMENSIONIERUNG KOMPLEXER LEICHTBAUSTRUKTUREN

Berechnungskonzepte für die optimierte Auslegung

Um die Wettbewerbsfähigkeit in der Entwicklung von komplexen Leichtbaustrukturen zu steigern, bedarf es innovativer Berechnungskonzepte. Gewichtersparnis, Verringerung des Treibstoffverbrauchs und damit auch Umweltschonung werden in Zukunft wichtige Themen in der Luft- und Raumfahrt bleiben, die eine optimierte Auslegung der Bauteile erfordern. Das Tiroler Unternehmen INTALES GmbH Engineering Solutions entwickelt effiziente Methoden, Strategien und Software, um diesen Anforderungen gerecht zu werden.

Aufgrund der hohen Herstellungskosten sowie des Materials selbst stellt die numerische Simulation speziell bei Faserverbundwerkstoffen einen integralen Bestandteil im Entwicklungsprozess dar. Die hierfür erstellten Finite-Elemente (FE) Modelle zeichnen sich bei komplexen Bauteilen durch eine hohe Anzahl an Freiheitsgraden sowie eine Vielzahl an zu untersuchenden Lastfällen aus. Die Entwicklungsprojekte, die INTALES GmbH in den letzten Jahren bearbeitet hat, erfordern stets komplexe FE-Modelle, die mehrere Millionen an Freiheitsgraden aufweisen. In enger Zusammenarbeit mit verschiedenen Universitäten wurden Strategien entwickelt, die für derartige Modelle anwendbar sind. Im Rahmen dieser Kollaborationen wurden insgesamt 21 Master- bzw. Diplomarbeiten mit der Universität Innsbruck, zwei Diplomarbeiten mit der Fachhochschule Aachen, vier Masterarbeiten mit der TU Delft sowie zwei Dissertationen mit der Universität Innsbruck verfasst.

Basierend auf den Erfordernissen der Industrie wurden neuartige Methoden der Modellerstellung sowie auch des Datenhandlings und -managements entwickelt. Spezielle Anforderungen ergeben sich in Bezug auf die vielen Berechnungsläufe, die im Entwicklungsprozess notwendig werden. Für einen reibungslosen und nachvollziehbaren Datenaustausch mit anderen Abteilungen wurde ein datenbankbasierter Modellerstellungsprozess eingeführt. Das in diesem Zusammenhang programmierte Software-Tool ermöglicht einen automatisierten und somit effizienteren Einbau von Änderungen in das FE-Modell. So werden z.B. Layup-Informationen aus CAD-Programmen automatisiert in das FE-Modell transferiert, Verbindungselemente wie Schrauben und Nieten werden über Geometrieinformation in das Modell integriert. Auch die Netzanpassungen von Hand bei Geometrieänderungen können so minimiert werden. Weil sich bei der Auswertung von Fehlerkriterien große Datenmengen ergeben, wurden auch Teile des Postprocessings automatisiert, etwa

die effiziente Zusammenführung aller Ergebnisse in einer Datenbank und die Visualisierung der Ergebnisse. Mit dieser hier kurz dargestellten Methode lassen sich Modellstudien schnell, effizient und vor allem nachvollziehbar durchführen.

In Bezug auf die optimierte Auslegung von Bauteilen ist oft die Kenntnis der Einflussstärke der verschiedenen Eingangsgrößen und Modellparameter entscheidend. Aber bei komplexen Modellen mit vielen Parametern stößt man mit herkömmlichen Methoden bald an die Grenzen des zeitlich möglichen Aufwands. Um effiziente Strategien zu entwickeln, die auch für industrielle Modelle anwendbar sind, wurde eine Sensitivitätsanalyse in das In-House Software-Tool implementiert. Sie basiert auf einer Monte-Carlo-Simulation. Mit dieser Methode können wichtige, d.h. sensitive Parameter identifiziert werden, deren Änderung einen deutlichen Effekt auf die untersuchten Ausgabegrößen bewirken. Modellparameter, die in der Sensitivitätsstudie als nicht signifikant eingestuft werden, müssen im folgenden Optimierungsprozess nicht einbezogen werden, da eine Änderung des Wertes dieser Parameter nur einen vernachlässigbaren Effekt auf den relevanten Output hat. Dadurch kann die Anzahl der Parameter, die in den Optimierungsprozess einbezogen werden, vermindert werden, was den zeitlichen Aufwand maßgeblich verringert.

Auch in Bezug auf die Optimierung hat INTALES GmbH eine neuartige Methode entwickelt, die wiederum von den Charakteristiken industrieller Projekte in Bezug auf Modellgröße, Komplexität und Zeitrahmen vorangetrieben wurde. Klassische Optimierungsalgorithmen wie etwa gradientenbasierte oder evolutionäre Strategien benötigen im Allgemeinen sehr viele Modellauswertungen. Das kann bei komplexen Modellen schnell zu einer Überschreitung der Rechenkapazitäten führen. Die neu entwickelte Strategie basiert auf der adaptiven Anpassung des Layups bei einer proportional gesteigerten äußeren Last. Es handelt sich beim vorgeschlagenen Algorithmus um



C-Träger dargestellt innerhalb des Bauteils



Optimierte Lagenanzahl eines C-Trägers

einen lokalen Optimierer, da jede Region der Struktur getrennt einer iterativen Verstärkung unterworfen wird. Der Algorithmus kann somit als eine von der Natur inspirierte Strategie angesehen werden, da z.B. Bäume auf höhere mechanische Lasten mit einem verstärkten Wachstum in höher belasteten Bereichen reagieren. Der Algorithmus wurde bereits für die Optimierung einer Leichtbaukomponente im Flugzeugbau erfolgreich angewendet. INTALES GmbH bietet innovative Lösungen für die optimierte Auslegung komplexer Leichtbaustrukturen. Und die enge Zusammenarbeit insbesondere mit der Universität Innsbruck ermöglicht eine reibungslose Einarbeitung in die industrielle Nutzung.

Weitere Informationen:

Dr. Barbara Goller,
Hermann-Josef Starmans,
INTALES GmbH Engineering Solutions,
Natters, Österreich,
Telefon +43 (0) 5 12/54 61 11,
E-Mail: goller@intales.com,
starmans@intales.com,
www.intales.com