CADFEM® JOURNAL

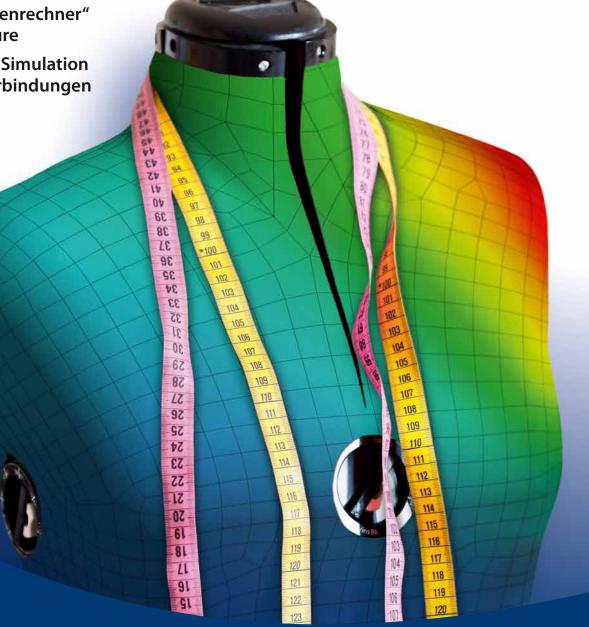
Simulation ist mehr als Software®

CAE als Maßanfertigung

© Erhöhung der Modellqualität durch Softwareanpassung

Oer "FEM-Taschenrechner" für Konstrukteure

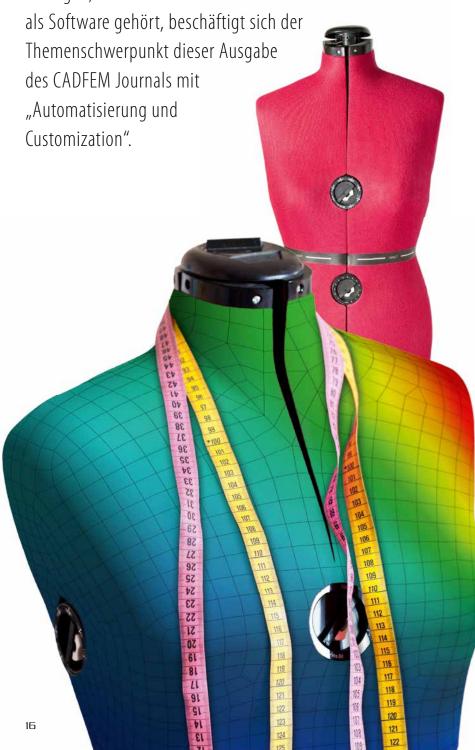
Automatisierte Simulation von Schraubverbindungen



Die tägliche Simulationsarbeit erleichtern

Wie für Sie gemacht!

Ganz im Sinne eines umfassenden Angebots an Simulationslösungen, bei denen zu einer effizienten Simulation mehr



ie Automatisierung von Abläufen im Simulationsumfeld reduziert den Zeitaufwand und die Kosten bei wiederkehrenden Tätigkeiten, die – bei entsprechender Vorbereitung durch Experten – auch anspruchsvolle Bearbeitungsschritte abdecken kann. Darüber hinaus lassen sich mit kundenspezifischen Anpassungen (Customization) – zusätzlich zur Automatisierung – Simulationsanwendungen realisieren, die beispielsweise neue Anwendungsfelder erschließen oder die Arbeitsweise optimieren, um die Wirtschaftlichkeit zu steigern.

ANSYS Tools

Auf dieser und den folgenden Seiten werden zunächst einige Grundlagen zu Automatisierung und Customization im Bereich der numerischen Simulation im Allgemeinen erläutert, um dann auf die Möglichkeiten, die ANSYS bietet, im Speziellen einzugehen. Dazu gehört auch die Einordnung der verschiedenen Technologien, die hinter den einzelnen Akronymen stehen, von ACS (ANSYS Customization Suite), ACT (Applikation Customization Toolkit) und APDL (ANSYS Parameteric Design Language) über EKM (Engineering Knowledge Manager) und SDK (Software Development Kit) bis UPF (User Programable Features). Ebenso wird der Einsatz von Python, JScript und andere Programmiersprachen beschrieben.

Auch wenn diese umfassende technologische Basis weitreichende Funktionalitäten bietet, müssen nicht alle gewünschten Anwendungserweiterungen von Grund auf neu entwickelt werden, denn sowohl von ANSYS werden ergänzende Funktionalitäten mit der ANSYS ACT Library angeboten als auch CADFEM hat umfassende Erweiterungen in den CADFEM ANSYS Extensions zusammengefasst (siehe Kästen Seite 22). Dazu gehören die CADFEM ihf Toolbox, die kontinuierlich erweitert wird, CADFEM C.A.V.E. und das FTI Forming Module for ANSYS. Auch entsprechende Seminare und Informationsveranstaltungen zum Themenschwerpunkt "Automatisierung und Customization" werden hier berücksichtigt und im Kasten auf Seite 20 näher erläutert.

Die von Kunden gemeinsam mit CAD-FEM durchgeführten Anpassungen und Automatisierungen, von denen einige innerhalb dieses Themenschwerpunktes beschrieben werden, sind einerseits aufgrund von sehr unterschiedlichen Anforderungen entstanden, andererseits haben sie alle einen ähnlichen Charakter: sie dienen der Optimierung von Prozessen im Simulationsumfeld, damit diese schneller, einfacher und sicherer absolviert werden können. Das führt nicht nur dazu, dass die Ergebnisse frühzeitiger zur Verfügung stehen, sondern auch dazu, dass ein breiterer Kreis von Anwendern mehr Simulationen durchführen kann, um dadurch das Wissen über das Produktverhalten zu vermehren und die Qualität zu steigern.

Auf diese Weise wurde bei Hydro Aluminium die Auslegung von Elektrolyse-Öfen bezüglich des Energiebedarfs und der CO₂-Belastung optimiert. Beim Bremsenhersteller TRW wurde die Automatisierung vorangetrieben, um mehr konstruktionsbegleitende Berechnungen z.B. zur Bewertung des Bremsenquietschens durch-

zuführen. Die Simulation von Kriecheffekten bei Kunststoffkomponenten in Schraubverbindungen war die Herausforderung für die Maschinenfabrik Reinhausen, die mit CADFEM gemeinsam während eines Automatisierungsprojektes gemeistert wurde. Das Unternehmen FEMopt Studios integriert mit Hilfe der ANSYS Technologien ACT und SDK seine Software zur Erzeugung von optimierten Sickenmustern in ANSYS Workbench. Und auch die Software LS-DYNA von LSTC zur Berechnung von Phänomenen der Kurzzeitdynamik wurde auf diese Weise in ANSYS Workbench eingebunden.

Diese Beispiele zeigen auf, wie vielfältig die Möglichkeiten sind, die ANSYS Software kundenspezifisch anzupassen, durch eigene Entwicklungen oder "Fremdsoftware" zu erweitern sowie die unterschiedlichsten Prozesse im Simulationsbereich zu automatisieren.

Der dadurch erzielbare Nutzen betrifft nicht nur die Reduzierung des Zeit- und Kostenaufwandes für die Simulation, denn die Standardisierung und Automatisierung führt auch zu einer einfacheren Bedienung und einer einheitlich hochwertigen Bearbeitungsqualität.

Die auf den folgenden Seiten gezeigten Anwendungsfälle stehen exemplarisch für eine Vielzahl von weiteren Projekten, bei denen CADFEM Kunden durch die Automatisierung von Prozessen und Customization erhebliche Vorteile in ihren Simulationsanwendungen erzielen konnten.

Inhalt Automatisierung und Customization

	Einleitung — Die tägliche Simulationsarbeit erleichtern Wie für Sie gemacht!	Seite 16
	Mehr Simulationen für mehr Anwender CAE-Simulation als Maßanfertigung für Ihr Unternehmen	Seite 18
TERMINATION OF THE PARTY OF THE	Automatisierung und Customization im ANSYS Workbench Umfeld Für jeden die richtige Technologie	Seite 21
88	ANSYS Workbench and LS-DYNA greater than the sum of its parts.	Seite 23
	Automatisierte Modellierung und Simulation von Aluminium-Elektrolyse-Öfen Feintuning zur Reduzierung des Energiebedarfs	Seite 24
	Assistenzsysteme nicht nur im Auto FE-Taschenrechner für die Bremsenkonstruktion	Seite 26
	Hochspannungstechnik mit zuverlässiger Mechanik Automatisierte Simulation von Schraubverbindungen	Seite 28
	Formoptimierung und FE-Analyse Gut kombiniert	Seite 30

CADFEM JOURNAL 0212013 17

Mehr Simulationen für mehr Anwender

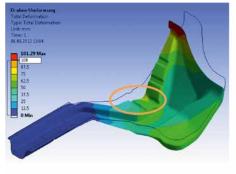
CAE-Simulation als Maßanfertigung für Ihr Unternehmen

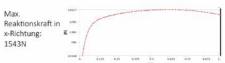
CAE-Simulationen sind ein wichtiger Bestandteil im Produktentwicklungsprozess. Häufig sind die Simulationsaufgaben aber wenigen, eigens ausgebildeten "Berechnern" vorbehalten. Heute aber können durch Automatisierung der Simulationsprozesse und durch individuelle Softwareanpassungen (Custumoziation) mehr Simulationsaufgaben durchgeführt und mehr Anwendungsfelder erreicht werden. Wie Sie das individuelle Simulationspotential für Ihr Unternehmen ausschöpfen können, zeigen die Beiträge in diesem Themenschwerpunkt.

er Mehrwert der Simulation muss heute kaum mehr argumentiert werden. In allen entwicklungsintensiven Unternehmen genauso wie in Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen werden Produkte oder Fragestellungen verschiedenster Ausprägung simuliert, bewertet und optimiert. Bislang nutzen die meisten Anwender jedoch "nur" die Softwarefeatures, die die Standardsoftware auf den ersten Blick bietet. Die modernen CAE-Softwareplattformen wie ANSYS Workbench bieten aber weit mehr als man zunächst annehmen würde. Eine solche Eigenschaft ist die individuelle Anpassung von ANSYS Workbench an die individuellen Simulationsbedürfnisse: Die Maßanfertigung für Ihr Unternehmen.

Automatisierung von Simulationsprozessen

Ein Beispiel sind Simulationsaufgaben in Abteilungen oder Unternehmen, die sich häufig wiederholen, da sich der grundlegende Aufbau kaum ändert, das jeweilige Design aber auf kundenspezifische Anforderungen angepasst wird. Insbesondere





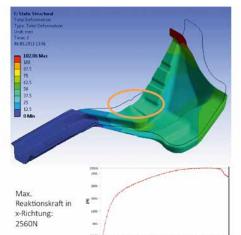


Bild 1: Die Ergebnisgüte kann durch die Berücksichtigung der Umformhistorie erheblich erhöht werden, beispielsweise durch die Integration der FTI Umformsimulation in die ANSYS Workbench (FTI Forming Module for ANSYS).

wenn es sich um kritische Bauteile handelt, werden diese Aufgaben dann häufig von Experten durchgeführt. Zum Einen um eine hohe Ergebnisqualität zu gewährleisten und zum Anderen unternehmensweit die gleichen Vorgaben bzw. Richtlinien für die Simulationen einhalten zu können. Um die Experten von diesen Aufgaben zu entlasten, können die Simulationsprozesse z.B. automatisiert oder über Wizards gesteuert werden. Die Simulationsprozesse für ein spezifisches Bauteil können dann wiederholbar und von jedem Anwender nach den gleichen Richtlinien und Qualitätsstandards durchgeführt werden. Eine abschließende, automatisierte Reporter-



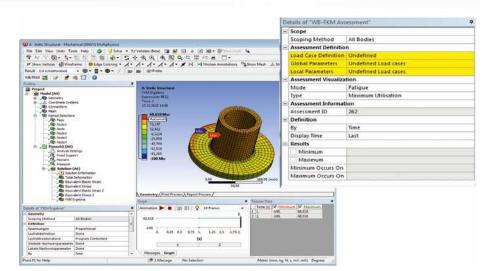


Bild 2: Ein Beispiel für ein Customization-Projekt ist die Integration der FKM-Richtlinie in ANSYS Workbench. Diese Anwendung ist in der CADFEM ihf Toolbox enthalten.

stellung bringt eine zusätzliche Entlastung. Solche Wizards lassen sich unternehmensweit definieren und sind auch für komplexe Aufgabenstellungen wie Bremsenquietschen oder Traglastanalysen einsetzbar.

Alternativ können über eine Automatisierung auch CAE-Modelle halb- oder vollautomatisch erzeugt werden. Ein Bei-

spiel sind Anlagen, die aus einem Baukastensystem für Kunden individuell konstruiert werden. In diesem Fall lassen sich über Routinen die CAD-Modelle der Anlagen automatisch in fertige CAE-Modelle überführen. Die Arbeit für die Modelldefinition (Definition der Materialeigenschaften, Vernetzung, Lasten und Lage-

rungen) müssen nicht mehr händisch aufgebracht werden. Damit lässt sich insbesondere bei großen Modellen viel Zeit einsparen und Fehler bei der Modellerstellung lassen sich vermeiden. Eine solche Automatisierung hat für Siemens bei der Berechnung von gasisolierten Schaltanlagen zu einer Verkürzung der Bearbeitungszeit um 90 % geführt.

Im Bereich der Optimierung lassen sich parametrisierte CAD-Modelle über den Optimierungsalgorithmus ansteuern. Durch die automatische Modellerstellung können dann die Einflüsse von Parameteränderungen auf das Bauteil berechnet werden. Leistungsfähige Hardware erlaubt es heute, auch große Modelle und viele Varianten in einem überschaubaren Zeitraum zu berechnen.

Ein weiterer Vorteil der Automatisierung ist die Dokumentation von Expertenwissen in den Simulationsprozessen. Sollte der Experte beispielsweise das Unternehmen verlassen, können die Nachfolger auf sein Wissen zugreifen.

Customization

Neben der Automatisierung von Simulationsprozessen stellen die Simulationsumgebungen wie ANSYS Workbench verschiedene Programmiertechnologien bereit, mit denen sich durch kundenspezifischen Anpassungen (Customization) ein Mehrwert erzielen lässt. Damit kann z. B. der normale Funktionsumfang der Software erweitert werden und an die speziellen Bedürfnisse der Anwender, der Abteilung oder des Unternehmens angepasst

CADFEM JOURNAL 02 | 2013 19

werden. Ein Beispiel ist die Integration der Softwareprogramme von Drittanbietern. Über definierte Schnittstellen können die Programme in ANSYS Workbench eingebunden und sogar bedient und gesteuert werden. Die Anwender bleiben in der vertrauten Benutzeroberfläche von ANSYS, ein Systemwechsel ist nicht mehr erforderlich. Der Datenaustausch zwischen der eingebetteten Software und ANSYS geschieht dann ebenfalls automatisch, so dass damit ganz neue, innovative Anwendungen möglich werden. Über eine solche Customization wurde z.B. die Software FTI in ANSYS eingebunden (Bild 1). Die FEM-Modelle werden von ANSYS Workbench zu FTI übertragen, dort wird die Blechdickenverteilung nach einer Metallumformung berechnet. Die Blechdicken werden dann zurück in ANSYS übertragen und für eine weitere Festigkeitsuntersuchung berücksichtigt. Der Vorteil einer solchen Verbindung der FTI Umformsimulation und ANSYS liegt in der höheren Ergebnisqualität, wie sich in einem Vergleich bei Volkswagen zeigte: Während die Steifigkeitsberechnung von ANSYS ohne Umformhistorie eine Abweichung zur Messung von 13.2% ergab, lieferte die kombinierte Analyse von FTI und ANSYS eine Abweichung von nur 2.5%. Ein weiteres Beispiel für den Mehrwert einer Softwareanpassung ist die Erweiterung der Postprocessing-Möglichkeiten. So können spezifische Regelwerke (z.B. FKM-Nachweis) über entsprechende Routinen direkt in ANSYS Workbench integriert werden (Bild 2). Dadurch wird der manuelle Aufwand der Bewertung reduziert, so dass konstruktive Varianten einschließlich deren Auswirkungen auf den Festigkeitsnachweis direkt bewertet und sogar in Optimierungsberechnungen verwendet werden können. Customization erschließt also sowohl neue Anwendungsfelder als auch eine höhere Produktivität.

Info Ansprechpartner | CADFEM Stefan Gotthold, CADFEM GmbH Tel. +49 (0) 30-475 96 66-24 sgotthold@cadfem.de

CADFEM Seminare

Die hier aufgeführten Seminare informieren über Technologien, die ANSYS für Automatisierungen und Customization bereitstellt, und über Integrationen, die mit diesen Technologien realisiert wurden.

Erweiterung der ANSYS Workbench Funktionalität mittels Scripting in APDL

Die umfangreichen Analysemöglichkeiten der ANSYS Workbench Umgebung können Sie elegant erweitern, indem Sie den gezielten Einsatz der APDL-Skriptsprache erlernen (ANSYS Parametric Design Language). In diesem Seminar bekommen Sie einen Einblick in das Zusammenwirken von ANSYS Workbench mit APDI.

Entwicklung von Applikationen mittels ACT, Python und JScript

Das Seminar bietet einen Einstieg in die Entwicklung von Applikationen sowie Wizard-Entwicklungen und Automatisierungen von Berechnungsabläufen. Dabei werden im Seminar die Skriptsprachen JScript und Python behandelt sowie die Techniken zur Entwicklung mit ACT (Application Customization Toolkit).

Implementierung eigener Materialmodelle in ANSYS

Bei der numerischen Simulation ist es wichtig, das Materialverhalten der verwendeten Werkstoffe korrekt zu beschreiben. Die Teilnehmer erlernen beispielsweise das Implementieren eigener Kriechmodelle, um das zeitlich abhängige Werkstoffverhalten zu berücksichtigen, wie es zum Beispiel bei Kunststoffen beobachtet werden kann.

Implementierung eigener Reibgesetze sowie eigener Kontakt- und Interface-Elemente in ANSYS

In diesem Seminar lernen Sie das Implementieren benutzerdefinierter Reibgesetze in ANSYS, um das Phänomen der Reibung im Rahmen der Simulation noch realistischer beschreiben zu können. Ebenfalls vermitteln wir Ihnen Wissen zum erfolgreichen Implementieren eigener Kontaktund Interface-Elemente.

Die Seminare in dieser Spalte finden Sie mit folgendem Link: www.cadfem.de/seminare/customization

Optimierung und Reverse Engineering mit optiSLang for ANSYS

Erlernen Sie, wie Sie Ihre Optimierungsziele und -bedingungen definieren können. Das Seminar zeigt Ihnen Tipps zum Parametrisieren, das Aufsetzen und Auswerten von Optimierungsprozessen für mechanische, elektromagnetische, strömungsmechanische und gekoppelte Analysen sowie die Bewertung von Einflüssen durch auftretende Streuungen. Sie Iernen, wie Sie durch Reverse Engineering unsichere Simulationsparameter an die Versuchsergebnisse anpassen können.

Simulation umgeformter Blechbauteile mit dem FTI Forming Module for ANSYS Workbench

Soll das Verhalten von umgeformten Blechbauteilen analysiert werden, so können realistische Simulationsergebnisse nur erzielt werden, wenn Effekte aus dem Umformprozess – zum Beispiel die Blechdickenänderung und die Werkstoffverfestigung – in den Simulationsprozess integriert werden.

Erlernen Sie in diesem Seminar den Umgang mit dem FTI Forming Module for ANSYS Workbench, um das Verhalten umgeformter Blechbauteile genauer simulieren zu können.

CADFEM C.A.V.E. – Datenkompression und Visualisierung in ANSYS Workbench

Da detaillierte Simulationen auf immer komplexeren Modellen basieren, wirkt sich dies auch auf die Größe der Ergebnisdateien aus. Mit CADFEM C.A.V.E. (Compression And Visualization Engine), der in die ANSYS Workbench integrierten VCollab-Technologie, lassen sich die Datenmengen auf bis zu 1 Prozent und weniger ihrer Originalgröße verkleinern und auf einfache Art und Weise visualisieren.

Die Seminare in dieser Spalte finden Sie mit folgendem Link: www.cadfem.de/seminare/integration

20 ZADFEM JOURNAL 0212013

Automatisierung und Customization im Umfeld ANSYS Workbench

Für jeden die richtige Technologie



Schon seit der ersten von John Swanson entwickelten Version von ANSYS bestehen verschiedene Möglichkeiten, um die Software zu automatisieren und kundenspezifisch anzupassen (Customization). Die Weiterentwicklung von ANSYS bis zur heutigen Version brachte in diesem Zusammenhang vielfältige Erweiterungen und neuartige Möglichkeiten mit sich. Hier sollen nun die heutigen Technologien, die ANSYS Workbench zu Automatisierung und Customization bietet, erläutert werden.

Automatisierung

APDL – ANSYS Parameteric Design Language:

APDL wird traditionell dazu verwendet, den gesamten Workflow von der Modellaufbereitung bis zur Auswertung der Simulation abzubilden. Dies wird heute weiterhin mit der Software ANSYS Mechanical APDL durchgeführt. Dagegen dient APDL im Umfeld von ANSYS Workbench im Wesentlichen zur Automatisierung des eigentlichen Lösungsprozesses (Solver) innerhalb des gesamten Simulationsablaufes. Weitere Automatismen werden beispielsweise mit Skriptsprachen wie Python und JScript umgesetzt (siehe nächster Abschnitt). Dabei lassen sich APDL-Routinen in einen komplett automatisierten Workflow einbinden, der von der Modellaufbereitung bis zur Auswertung der Simulationsergebnisse reicht.

Python, JScript und andere Programmiersprachen:

Für die Automatisierung innerhalb von ANSYS Workbench stellt ANSYS dem Anwender verschiedene Skriptsprachen wie Python oder JScript zur Verfügung. Diese Software-Tools ermöglichen es, bestehende Workflows zu automatisieren und auch vorhandene APDL-Routinen zu integrieren. Die Breite der Anwendungsfelder reicht von der automatischen Reportgenerierung über die assistentengesteuerte Simulation (Wizards) bis zu oft wiederkehrenden Simulationen, die vollautomatisch in ANSYS ablaufen können.

EKM - Engineering Knowledge Manager:

Werden sehr viele Simulationen mit großen Datenmengen durchgeführt, ist es sinnvoll mit dem Knowledge-Management-System ANSYS EKM zu arbeiten, das sowohl für das Datenmanagement als auch die Prozessunterstützung entwickelt wurde. Damit lassen sich verschiedensten Prozesse einfach automatisieren. Beispielsweise können mit dem Web-basierten Ansatz von ANSYS EKM hilfreiche Assistenten erstellt werden, die vom Benutzer nur die Eingabe einiger Parameter erwarten, um den gesamten Simulationsprozess bis zum Reportversand per E-Mail zu durchlaufen.

Customization

UPF – User Programable Features:

Vor allem im Forschungsumfeld oder in den Entwicklungsabteilungen großer Unternehmen besteht die Anforderung, zusätzliche – zum Beispiel selbst entwickelte

21 PADFEM JOURNAL 02 | 2013

CADFEM ANSYS Extensions

CADFEM erstellt mit seinem Team aus Ingenieuren und Entwicklern seit langer Zeit im Kundenauftrag verschiedenste Anpassungen, Anwendungserweiterungen und Ablaufautomatismen. Auf dieser Basis sind mit der Zeit Produkte entstanden, die in der Produktfamilie der CADFEM ANSYS Extensions zusammengefasst werden. Dazu gehören die CADFEM ihf Toolbox, CADFEM C.A.V.E. und FTI Forming Module for ANSYS.

CADFEM ihf Toolbox: Die Toolbox umfasst eine Auswahl von praxisbewährten Musterlösungen und Bewertungsmethoden (z.B. FKM), die in die ANSYS Workbench Umgebung integriert wurden und deren Funktionalitäten erweitern.

CADFEM C.A.V.E.: Mit dieser Lösung lassen sich die Datenmengen der ANSYS Ergebnisdateien auf bis zu 1% verkleinern. Anschließend können die Daten einfach visualisiert und auch bearbeitet werden. Als zusätzliche Option ist eine erweiterte Einbindung als dreidimensionales Modell in Reports (Microsoft Office) verfügbar.

FTI Forming Module for ANSYS: Diese Integrationslösung stellt die FTI Technologie nun auch in ANSYS Workbench bereit. Dadurch sind für die Fertigung relevante Daten aus dem Umformprozess – wie die Kaltverfestigung oder Schalendickenverteilung – direkt für die Festigkeitsberechnung verwendbar.

www.cadfem.de/produkte/cadfem-ansys-extensions.html

– Funktionen im FE-Code hinterlegen zu können. Dadurch kann beispielsweise eine Homogenisierung von Materialeigenschaften innerhalb der ANSYS Solver-Umgebung entwickelt werden. Solche Funktionen lassen sich per UPF direkt in den Solver integrieren und können dort vom Benutzer angesteuert werden.

ACS – ANSYS Customization Suite:

Die neue ACS-Technologie steht ANSYS Anwendern seit der Version 14.5 zur Verfügung. Diese ANSYS Customization Suite beinhaltet momentan die Entwicklungsumgebungen SDK (Software Development Kit) und ACT (Application Customization Toolkit), mit denen von Anwenderseite aus neue Funktionen für ANSYS Workbench entwickelt werden können.

SDK - Software Development Kit:

Das Software Development Kit erlaubt es, spezifische Anforderungen an den Projektmanager von ANSYS Workbench umzusetzen und eigene Simulations-Systeme komplett zu entwickeln. Diese Systeme können - wie etwa die Standardsysteme Static Structural oder Steady State Thermal - spezielle Eigenschaften erfüllen. Zum Beispiel lassen sich "fremde" Software-Umgebungen komplett in den Projektmanager integrieren und mit anderen ANSYS Standardsystemen koppeln. Solche Integrationsfunktionalität ist erforderlich, wenn der Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Simulationsanwendungen sicher gestellt werden soll und der Anwender in einer Umgebung - ANSYS Workbench - sämtliche Daten vorhält.

ACT – Application Customization Toolkit:

Das Application Customization Toolkit dient dazu, die Funktionalitäten in den Simulations-Applikationen zu erweitern. In der aktuellen Version 14.5 (und 14.5.7) lassen sich damit neue Lasten und Randbedingungen erstellen. Der wesentliche Unterschied zu den bisherigen APDL-Kommando-Objekten (CommandSnippets) besteht darin, dass die neu integrierten Randbedingungen genau so aufgebaut werden, wie es bei den Standardfunktionen des Mechanical-Editors der Fall ist. Damit unterscheiden sie sich in der Handhabung nicht von den Standardeinstellungen der

ANSYS Workbench und beinhalten ebenfalls die gesamte Statushandhabung. Folglich werden eine hohe Effizienz und eine gute Benutzerführung bei der Nutzung der so erweiterten Simulationslösung erreicht. Zusätzlich lassen sich über ACT auch die Postprocessing-Funktionen des Mechanical-Editor ergänzen. Dabei kann der Entwickler konkret bestimmten, was auf dem Modell dargestellt werden soll. Ein Beispiel dafür ist die Darstellung von Eigenschaften nach bestimmten Richtlinien. Dazu werden die Ergebnisse der ANSYS Workbench Umgebung nach mathematischen Kriterien bewertet, um eine eigene Darstellung zu erzeugen.

Die ANSYS Customization Suite (ACS) genießt bei ANSYS einen hohen Stellenwert, was sich unter anderem an den Plänen zur Erweiterung dieser Technologie zeigt. Vor allem im ACT-Umfeld werden demnächst weitere Applikationen aus der ANSYS Familie freigegeben. Beispielsweise soll es in Zukunft möglich sein, auch in anderen Applikation wie dem Design Modeler oder dem Parameter Manager selbstentwickelte Funktionen zur Verfügung zu stellen.

Die Ausführungen zeigen, welche vielfältigen Möglichkeiten im ANSYS Umfeld bereitstehen, um kundenspezifische Anpassungen durchzuführen und Prozesse zu automatisieren. Dies kann bei CADFEM in Auftrag gegeben oder mit CADFEM gemeinsam realisiert werden, aber nach entsprechender Schulung auch vom ANSYS Anwender selbst in die Hand genommen werden. Egal welcher Weg gewählt wird, das Nutzenpotential ist bemerkswert.

ANSYS ACT Library

ANSYS stellt auf dem Kundenportal (www.support.ansys.com/AnsysCustomerPortal) eine Reihe von ANSYS Extensions und zugehörige Dokumentationen aus dem ACS-Umfeld zur Verfügung. Einige der, zum Teil als Musterlösung, vorliegenden Extensions werden hier kurz angesprochen:

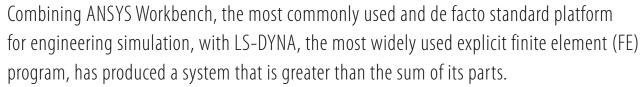
3D_Surface_Effect Extension_R145_v1	Erstellung eines 3D-Flächeneffekts mit SURF154 Elementen (Anwendung)
ACT ADVANCED TEMPLATES_R145_v1	Erweiterte Musterlösungsvorlagen
ACT TEMPLATES_R145_v1	Musterlösungen von verschiedenen ACT-Extensions
Acoustics Extension R145_v8	Akustik-Extensions (Anwendung)
Beam Results Viewer Extension_R145_v2	Auswertung (Postprocessing) für Balkenelemente (Anwendung)
Submodeling Extension_R145_v1	Sub-Modelle für Shell-to-Solid-Modelle (Anwendung)
MatChange_R145_v1	Änderung der Material-ID's (Anwendung)
FE Info Extension R145 v7	Erweiterte Informationen über FE-Knoten und FE-Elemente (Anwendung)

22 CADFEM JOURNAL 0212013

ANSYS Workbench and LS-DYNA

...greater than the sum of its parts

One plus one can be three, when two best in the class technologies are combined.



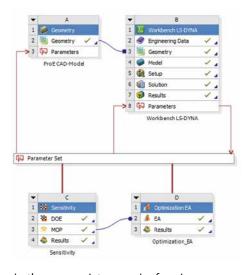
he key to democratization (wider acceptance and use) of engineering simulation is ease of use. The less time and effort needed to learn how to communicate with a program and generate useful results the higher the probability that the program will become a common place tool for engineers. Especially in today's environment where "apps" for mobile devices are download, tried and discarded if not instantly usable, our younger engineers expect software that speaks language they understand and will not have patience with esoteric numerical terminology.

Simplifying the simulation

ANSYS Workbench LS-DYNA, the new user environment is a major step towards simplifying the simulation of high speed, complex interaction between parts, impacts, and problems with large material deformation and failure. It was created in collaboration between Livermore Software Technology Corporation (LSTC) and ANSYS, Inc. with contributions from ANSYS Channel Partners, including CADFEM. The work was greatly simplified with the use of the ANSYS Application Customization Toolkit (ACT), a scripting interface used to customize applications in Workbench.

The community of LS-DYNA users is already aware of the advantages of solving highly non-linear dynamic and quasi-static problems, the efficient parallel performance, advanced element formulations and extensive material modeling capabilities.

Users of the multi-physics capabilities supextensive material modeling capabilities.



In the upper picture a wire forming with LS-DYNA is shown and below the parametric variation with ANSYS Workbench and optiSLang.

ported by the Workbench platform benefit from comprehensive CAD interfaces, built in library of material models, physics based meshing, parametric modeling and design exploration as well as the generation of a full report with the details of the problem

For beginners as well as for experts

Workbench LS-DYNA brings together these two user communities by fully integrating the LS-DYNA solver in Workbench. This new environment is ideally suited for beginners as well as expert users by providing safe defaults for the majority of input required for new users, while enabling convenient access to most parameters for the expert user.

In today's highly competitive environment, innovative teams are under pressure to produce new products with increasingly shorter deadlines, resulting in designs that are changing often, sometimes on a daily basis. In some cases, by the time simulating the response of a product is completed, the CAD model is no longer current. In the ANSYS Workbench LS-DYNA environment, a single click will update the project, automatically apply all the analysis related changes that were made to the model, assign materials to the model, re-mesh the new geometry, apply initial and boundary conditions, re-run the solution and generate results as specified in the initial problem set-up.

Engineering simulation as implemented with Workbench LS-DYNA is becoming a tool used as a convenient, integral part of product development. This is a welcome change from the past when simulation was a full time job for highly specialized scientists focused on the intricate details of the simulation tool itself.

Philip Ho and Wenhui Yu. LSTC Simon Mendy and Bence Gerber, ANSYS



InfoContact | CADFEM

Christof Gebhardt, CADFEM GmbH Tel. +49 (0) 80 92-70 05-65 cgebhardt@cadfem.de

Automatisierte Modellbildung und Simulation von Aluminium-Elektrolyse-Öfen

Feintuning zur Reduzierung des Energiebedarfs

Deutschland zählt zu den führenden Nationen bei der Nutzung von Aluminium. Beispielsweise ersetzt Aluminium in vielen Anwendungen andere Werkstoffe, wenn es um leichtere und beständigere Komponenten geht. Als ein weltweit führender Anbieter von Aluminium arbeitet Hydro mit den neusten Methoden der Simulation und Materialforschung, um die Herstellung ständig weiter zu verbessern. Dabei steht insbesondere der hohe Energiebedarf des Hall-Heroult-Prozesses zur Aluminiumgewinnung im Fokus.

ür die Simulation nutzt Hydro die Software ANSYS Workbench und das entsprechende Know-how von CADFEM. So sind gemeinsam neue Lösungen entstanden, die mittels Automatisierung des Modellaufbaus und der Simulationsprozesse zur Optimierung der Aluminiumproduktion eingesetzt werden. Die Aktivitäten von Hydro erstrecken sich von der Bauxitgewinnung bis zur Fertigung von Folien, Blechen, stranggepressten Produkten und Bausystemen aus Aluminium. Die wichtigsten Eigenschaften, die Aluminium zu einem wertvollen Werkstoff machen, sind sein geringes Gewicht, die Festigkeit, Recyclingfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Strapazierfähigkeit, Dehnbarkeit, Formbarkeit und Leitfähigkeit. Aluminium wird mit einem Schmelzflusselektrolyseprozess in Öfen bei etwa 960°C produziert. Vor rund 100 Jahren benötigte dieses Verfahren etwa 50 kWh zur Herstellung von einem Kilo Aluminium, die neuesten Anlagen von Hydro kommen mit weniger als 12,5 kWh aus - langfristig sind 10 kWh anvisiert. Simulationen

sind ein wichtiges Werkzeug zur Erreichung dieses Zieles.

"Wir nutzen ANSYS Workbench als Simulationsplattform für unterschiedliche Anwendungen, zum Beispiel zur Analyse von Strömungen und Magnetfeldern sowie für thermo-elektrische und thermo-mechanische Berechnungen", berichtet Dr. Ingo Eick, Projektmanager bei der Hydro Aluminium Deutschland GmbH in Neuss. Um das Potential der Simulation umfassender ausschöpfen zu können, wurde die Übernahme der CAD-Geometrie durch Automatisierungen optimiert. Dazu erläutert Dr. Eick: "Bei den aktuellen Anforderungen zur Steigerung der Effizienz reichen die alten Quadergeometrien nicht mehr aus. Heute sind konstruktionsnahe Modelle mit hoher Detailgenauigkeit für die Simulation erforderlich."

Grafische Benutzeroberfläche führt den Anwender

Diese gemeinsame Grundlage für alle Beteiligten an der Ofenentwicklung – Kons-



Verfahrensspezialisten – wurde gemeinsam mit CADFEM realisiert, indem eine automatisierte Schnittstelle zwischen der grafischen Benutzeroberfläche (GUI – Graphical User Interface) zur Geometriekonfiguration und ANSYS Workbench geschaffen wurde. Diese generiert aus den CAD-Geometrien von Autodesk Inventor ein parametrisches Simulationsmodell und startet anschließend den Berechnungsprozess.

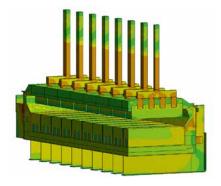
Ein Ofenmodell – bestehend aus den Modulen Stahlwanne, Kathode und Anode – enthält rund 8 Millionen Solidelemente sowie 2 Millionen Kontaktelemente, wobei eine thermo-elektrische Berechnung rund 128 GB Arbeitsspeicher benötigt und mit 8 Prozessorkernen in etwa 10 Stunden zu einer Lösung führt. Jedoch lassen sich die physikalischen Prinzipien eines Ofens auch an einem scheibenförmigen Ausschnitt abbilden. Mit einem solchen Scheibenmodell stehen die Berechnungsergebnisse spätestens nach einer halben Stunde zur Verfügung.

24

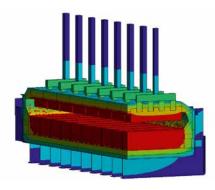


Automatisierte Prozesse für Modelle und Simulationen

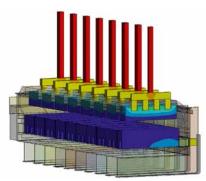
"Durch die automatisierten Prozesse kann auch der Spezialist für die Fertigungsprozesse ein Ofenmodell erzeugen und dann die Simulation durchführen, ohne Inventor und ANSYS näher zu kennen", hebt Dr. Eick hervor. "Er muss lediglich die von ihm gewünschten Geometriewerte in die GUI eingeben, die notwendigen Materialien wählen und dann die Modellerzeugung und Simulation anstoßen, um danach die von ANSYS erzeugten Ergebnisse bewerten zu können. Auf diese Weise lassen sich sämtliche Standardaufgaben der Berechnung automatisiert erledigen." Insgesamt sind pro Ofenmodell rund 300 Parameter veränderbar. Da durch die Standardisierung alle Modulvarianten die gleiche Grundkonfiguration haben und die Schnittstellen klar definiert wurden, können mit den Modulen individuell konfigurierte Ofenmodelle generiert werden. Dazu wurden die betreffenden Randbedingungsflächen im Inventor vordefiniert und



Mit dem Eckmodell des Schmelzofens können sowohl der Wärmefluss ...



... als auch die Temperaturverteilung ...



... und die jeweils anliegende Spannung berechnet werden.

über die Farbdefinitionen als Komponentengruppen in ANSYS generiert.

Qualität der Simulationsmodelle deutlich erhöht

Mit der Automatisierung wurde die Qualität der Simulationsmodelle deutlich erhöht. "Durch die standardisierten Abläufe und die Benutzerführung sind wir einen wesentlichen Schritt vorwärts gekommen und haben uns den Weg für komplexere Simulationsberechnungen geebnet", ergänzt Dr. Eick. Unser Ziel ist es, dass der Anwender erkennen kann, in welchen Bereichen welche Spannungsabfälle, welcher Wärmefluss und welche Temperaturen auftreten und entsprechend Designänderungen vorschlagen und überprüfen kann. Auf der Basis von Parameterstudien ist er dann in der

"In den letzten zwanzig Jahren konnten wir durch die Reduzierung der Störungen die CO₂-Belastung um rund 15 Prozent verringern."

Dr. Ingo Eick, Projektmanager bei der Hydro Aluminium Deutschland GmbH

Lage, bei minimalem Energieverbrauch den Wärmefluss auszubalancieren, um den schmalen Arbeitsbereich von ±10°C bei einer Betriebstemperatur von 960°C sicherzustellen. "Je besser der Ofen in seiner thermischen Balance ist, umso geringer sind die betrieblichen Störungen. In den letzten zwanzig Jahren konnten wir durch die Reduzierung der Störungen die CO2-Belastung um rund 15 Prozent verringern", betont Dr. Eick. Die Komplexität des Prozesses, der sehr genaue Arbeitsvorschriften und umfassende Sicherheitsbedingungen erfordert und die Größe der Anlagen lassen sich mit den Eckdaten der neuesten Hydro-Aluminium-Hütte in Katar verdeutlichen. Dort sind 704 Öfen in zwei Linien à 1500 Volt geschaltet und arbeiten bei einer Potentialdifferenz von etwa 4 Volt am Ofen mit einer Stromstärke von über 300.000 Ampere.

Zusammenfassend erklärt Dr. Eick: "Wir haben gemeinsam mit CADFEM zwei Jahre intensiv an der Automatisierung der Prozesse zur Modellerstellung und Simulation gearbeitet, so dass die Kernapplikation jetzt problemlos läuft. Allein hätten wir uns das notwendige Know-how erst selbst erarbeiten und auch die personellen Ressourcen aufbauen müssen, was viel langwieriger und aufwändiger gewesen wäre. Der Hauptnutzen liegt in den kürzeren Bearbeitungszeiten und der Steigerung der Qualität, was letztendlich zu einer steigenden Energieeffizienz der Öfen führt."

InfoUnternehmen

www.hydro.com/Deutschland



טוועווו

InfoAnsprechpartner | CADFEM Stefan Gotthold, CADFEM GmbH Tel. +49 (0) 30-4 75 96 66-24 sgotthold@cadfem.de

InfoVerwendete SoftwareANSYS Workbench

FE-Taschenrechner für die Bremsenkonstruktion

Als weltweit führender Anbieter von aktiven und passiven Sicherheitssystemen positioniert sich TRW als Vorreiter bei der Entwicklung und Verbesserung von Fahrzeugdynamik, Fahrerassistenzsystemen, Radbremsen, Airbags, Sicherheitsgurten sowie Elektronikund Softwaretechnologien, die für die Sicherheit und den Komfort der Fahrzeuge von morgen entscheidend sind.

> ten verkürzt und eine umfassende Unterstützung der Produktentwicklung durch Simulationsanwendungen gewährleistet." Damit einhergehend erfolgt eine Verlagerung von Simulationsaufgaben von den Spezialisten hin zu den Konstrukteuren. Voraussetzung dafür war eine Standardisierung von Prozessen, die unter anderem Spezifikationen, Arbeitsanweisungen und Trainings umfasste.

ckeln und produzieren rund 64.000 Mitarbeiter die entsprechenden Systeme, wobei die Vier-Werte-Strategie von TRW auf beste Qualität, niedrigste Kosten, globale Präsenz und innovative Technologien ausgerichtet ist (Bild 1). Am Standort Koblenz, dem europäischen Technologiecenter für Bremsentechnik, wurde im Rahmen der Vier-Werte-Strategie auch auf automatisierte Simulationsprozesse mit ANSYS Workbench gesetzt, um die hochgesteckten Ziele erreichen zu können.

n weltweit 185 Standorten entwi-

Dazu startete TRW gemeinsam mit CADFEM ein umfangreiches Projekt, bei dem neben den Automatisierungsanpassungen auch vielfältige Schulungen und Trainings durchgeführt wurden. Zu der visionären Zielsetzung dieses Projektes erläutert Joachim Noack, Chief Engineer CAE, Braking Europe bei TRW: "Eine unserer primären Anforderungen bei der Automatisierung von Simulationsprozessen ist es, den Aufwand für sich stetig wiederholende Tätigkeiten zu minimieren, um die Effizienz zu steigern. Dadurch werden Kosten reduziert, Projektbearbeitungszei-

Standards für konstruktionsbegleitende Berechnung

Die Standardisierung hatte TRW schon realisiert, da diese zum Jahrtausendwechsel als Grundlage diente, um verstärkt Ressourcen für Simulationsaufgaben in China, Indien und Osteuropa aufzubauen und zu nutzen. Im Rahmen des so genannten Offshoring wurden hauptsächlich Vernetzungsaufgaben und validierte Standardberechnungen für Komponenten verlagert, was mit einer intensiven Betreuung der neuen Fachkräfte durch die Simulationsspezialisten aus Europa und USA verbunden war. "Dadurch, dass speziell in den letzten zehn Jahren die eigentlichen Berechnungszeiten unter anderem aufgrund der gestiegenen Rechnerleistung ständig verkürzt werden konnten, ließen sich Teilbereiche der Simulation aus dem Offshoring wieder zurückverlagern, um sie hier im Konstruktionsbereich automatisiert durchzuführen", berichtet Joachim Noack. "Für eine solche konstruktionsbegleitende Berechnung benötigen die Konstrukteure jedoch Unterstützung durch Werkzeuge, die es auf Basis einer klar definierten Spezifikation erlauben, standardisiert, schnell und einfach die jeweiligen Designs per Simulation zu prüfen. Außerdem müssen die Nicht-CAE-Experten durch die Simulationsprozesse geführt werden. Zusätzlich sollte den Konstrukteuren in diesen Prozessen eine hohe Sicherheit geboten werden, damit sie sich auf die berechneten Ergebnisse verlassen können. Dazu wurden die automatisierten 🖹 Berechnungsprozesse sowohl von erfahre-

Bild 1: Ein Bremssystem von TRW in Leichtbau-Aluminium-Bauweise.



nen Berechnungsspezialisten als auch durch Versuche validiert."

Die heute verfügbaren Standard-Berechnungen für die Konstrukteure wurden in mehr als 20 Wizards unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche im sogenannten "FE-Taschenrechner" zusammengefasst und sind bei TRW ein fest integrierter Bestandteil der Bremsenentwicklung geworden (Bild 2). Um eine möglichst hohe Akzeptanz zu erzielen, wurde besonders darauf geachtet, dass die Wizards die Sprache der Konstrukteure sprechen, d.h. es wird darauf geachtet, dass beispielsweise die Eingabedaten im "Bremsenjargon" abgefragt werden, damit die entsprechenden Parameter direkt verwendbar sind. Anhand der automatisierten Berechnung kann der Konstrukteur seinen Entwurf in wenigen Minuten eigenständig überprüfen. Er erkennt Problembereiche sofort, kann den Entwurf gegebenenfalls optimie-



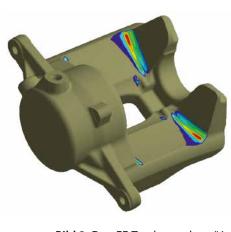


Bild 2: Der "FE-Taschenrechner" ist bei TRW ein fest integrierter Bestandteil der Bremsenentwicklung.

ren und mit einer erneuten Analyse kontrollieren, ob die gewünschten Verbesserungen erreicht wurden.

Zusatznutzen durch Know-how-Transfer

Zur Zeit wird noch der Feinschliff für einen aussagekräftigen Report vollzogen, in dem nur die Fakten festgehalten sind, die wirklich gebraucht werden. "Auch hier nutzen wir wieder die bewährte Vorgehensweise", betont Joachim Noack, "wie wir sie beim gesamten Automatisierungsprojekt oder auch in anderen Anwendungsfeldern praktizieren: CADFEM generiert gemäß unseren Vorgaben einen Beispielreport. Wenn dieser unseren Vorstellungen entspricht, erklären die CADFEM Mitarbeiter uns, wie sich ein solcher Report anfertigen und modifizieren lässt, so dass wir weitere ähnliche Reportvorlagen oder Anpassungen in eigener Regie erstellen können. Diese Art des Know-how-Transfers hat sich bei der langjährigen Zusammenarbeit bewährt."

Auch bei den Berechnungsspezialisten bestehen vielfältige Möglichkeiten, um Routinetätigkeiten zu automatisieren, damit sie sich mehr auf die kreativen Bereiche konzentrieren können und schneller zu den gewünschten Simulationsergebnissen kommen. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu erwähnen, dass sich die Arbeitsplatzbeschreibung des Berechnungsingenieurs in den letzten zehn Jahren extrem verändert hat. Einerseits wurde er immer öfter zum CAE-Projektmanager, der Offshore-Projekte betreut und die Kollegen aus der Konstruktion unterstützt. Andererseits ist er auch für die Einführung neuer Technologien sowie die Entwicklung von neuen Methoden zuständig und muss diesbezüglich stabile Prozesse definieren und umsetzen. Als Beispiel nennt Joachim Noack das Bremsenquietschen. Dieses zu minimieren, hat sich nicht nur TRW, sondern die gesamte Bremsenindustrie als wichtiges Ziel gesetzt. Dazu wurde eine entsprechend große TRW-Abteilung mit spezialisierten Prüfständen aufgebaut. Zusätzlich hat TRW gemeinsam mit CAD-FEM eine spezielle Simulationslösung entwickelt, mit der die Produktoptimierung unterstützen wird.

Zusammenfassend betrachtet, wird mit dem "FE-Taschenrechner" eine umfassende standardisierte Berechnung von Bauteilen beziehungsweise Baugruppen realisiert, um die Qualität der Produkte weiter zu verbessern. Außerdem wird dadurch der gesamte Entwicklungsprozess beschleunigt, da die Konstrukteure nicht mehr auf die Simulationsergebnisse der Berechner warten müssen. Zusätzlich erhöhen die Konstrukteure ihren Wissensstand - können zum Beispiel den Einfluss von Kerben oder Verrundungen detaillierter einschätzen - und verstehen ihre Produkte besser. "Folglich wird mit der Automatisierung der Berechnung das Offshoring sinnvoll ergänzt, wobei dieses Zusammenspiel konsequent ineinandergreifen muss und ständig überprüft und immer wieder neu austariert werden sollte", formuliert Joachim Noack abschließend.

InfoUnternehmen

http://www.trw.de/braking_systems



InfoAnsprechpartner | CADFEM

Jürgen Vogt, CADFEM GmbH Tel. +49 (0) 80 92-70 05-19 jvogt@cadfem.de

InfoVerwendete Software

ANSYS Workbench

Hochspannungstechnik mit zuverlässiger Mechanik

Automatisierte Simulation von Schraubverbindungen

Seit rund 90 Jahren ist MR als Kürzel der Maschinenfabrik Reinhausen bei Transformatorenherstellern und –betreibern ein Begriff, der mit Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie Kompetenz und Expertenwissen verbunden wird, denn die Langlebigkeit der Stufenschalter von MR ist legendär. Dies zeigt sich unter anderem darin, dass von allen jemals von MR gebauten Stufenschaltern mehr als 80 % auch heute noch in Betrieb sind.

as Kerngeschäft von MR befasst sich mit der Regelung von Leistungstransformatoren, vor allem mit Hilfe von Stufenschaltern, die das Übersetzungsverhältnis der Primärzur Sekundärwicklung an wechselnde Lastverhältnisse anpassen und eine störungsfreie Stromversorgung sicherstellen. Das Regensburger Unternehmen mit weltweit 27 Tochter- und Beteiligungsgesellschaften hat im Geschäftsjahr 2012 mit etwa 2.700 Mitarbeitern einen Umsatz von 630 Millionen Euro erwirtschaftet. Um die weltweite Marktposition von MR anschaulich zu erläutern, erklärt Dr. Oliver Sterz, Manager Computer Aided Simulation bei MR: "Etwa 60% des weltweiten Stroms fließen durch Schalter von MR. Damit der Mehrwert für die Kunden noch weiter erhöht wird, bauen wir das Wissen zur optimalen Auslegung der Stufenschalter und zur Generierung neuer Lösungen kontinuierlich aus." Dazu gehören sowohl das theoretische als auch das praktische Knowhow und letztendlich auch die verschiedensten simulationstechnischen Betrachtungen. Diese vertiefen das Verständnis der Vorgänge im Gesamtsystem aus Stufenschalter und Transformator.



Sichere Auslegung von Schraubverbindungen

Auf Basis eines kontinuierlichen Wissensaufbaus, auch mittels der Simulation, werden die bestehenden Produkte ständig optimiert und Innovationen für neue Produkte generiert. Da für das Schalten der elektrischen Energie viele mechanische Komponenten notwendig sind, zum Beispiel Federenergiespeicher, spielt auch die Qualität der Schraubverbindungen eine wichtige Rolle bei der Zuverlässigkeit und

Bild 2: Laststufenschaltereinsatz VACUTAP* VM.

28

Bilder: Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

Langlebigkeit der Produkte. Folglich wird entsprechende Simulationssoftware für die sichere Auslegung von Schraubverbindungen eingesetzt. "Mit unserem bisherigen Workflow in der Konstruktion, mit dem wir die Berechnung der Schraubverbindungen nach VDI 2230 durchführten, konnten wir sowohl das Verhalten von Kunststoffkomponenten als auch von Spannscheiben und Tellerfedern nicht exakt berechnen", erläutert Berechnungsingenieur Thomas Huber. "Deshalb haben wir für die Berechnung von Schraubverbindungen die bei uns etablierte analytische Software durch ANSYS ergänzt."

Die steigende Zahl von Anfragen an die Simulationsabteilung bezüglich der Simulation von Kunststoffkomponenten in

Schraubverbindungen führte dazu, dass über eine automatisierte Lösung nachgedacht wurde, da Schraubverbindungen immer nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sind. MR nutzt nicht nur ANSYS als primäre Software für die mechanische Berechnung, sondern hat auch engen Kontakt zu CADFEM, dem ANSYS Competence Center FEM. Beispielsweise wird auf Consulting-Dienstleistungen von CADFEM zurückgegriffen, wenn die Mitarbeiterkapazitäten von MR nicht ausreichen. Darüber hinaus werden von CADFEM projektbezogene Schulungen durchgeführt, um die Effizienz der Simulationsanwendungen bei MR zu erhöhen. Auch bei der Rea-

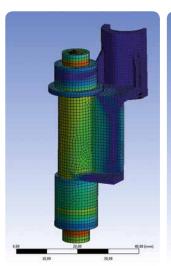
lisierung einer automatisierten Simulationslösung für Schraubverbindungen mit ANSYS Workbench wurde auf das Knowhow von CADFEM zurückgegriffen.

Höchste Qualität auch bei der Langlebigkeit

Neben statischen Effekten aufgrund der Belastung in Form einer Flächenpressung durch die Schraubenvorspannkraft sollte die automatisierte Berechnung auch Langzeiteffekte wie das Kriechen der Kunststoffe berücksichtigen, da die Produkte von MR sehr langlebig sind und trotzdem jederzeit sicher funktionieren müssen. "Diese Effekte wurden bisher durch Überdimensionierung abgefangen", berichtet der Berechnungsingenieur Jürgen Niesner, "aber jetzt wollen wir Schraubverbindungen von Kunststoffteilen unter anderem mit Simulationen optimieren, um z.B. Baugrößen zu reduzieren. Dazu müssen wir die Grenzen

"Mit dem Automatisierungsprojekt konnte der Zeitaufwand, den die Mitarbeiter für die ANSYS Berechnung benötigen, auf etwa ein Drittel reduziert werden."

Dr. Oliver Sterz, Manager Computer Aided Simulation bei MR



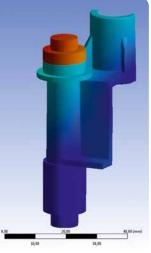


Bild 3: Modell einer Schraubverbindung; Vergleichsspannung (links) und Verformung (rechts) innerhalb der Baugruppe.

der zulässigen Belastungen herausfinden, wobei natürlich die Qualität und Sicherheit weiterhin die höchste Priorität haben."

Zur Vorbereitung der Automatisierung wurde analysiert, wie sich das CAD-Modell vereinfachen lässt, wie es zu vernetzen ist, mit welchen Richtwerten gerechnet werden soll und welche manuellen Eingaben jeweils notwendig sind. Anschließend wurden die Details nochmals mit CAD-FEM abgestimmt, bevor das Projekt schrittweise realisiert wurde. Für die automatisierte Berechnung wird ein vereinfachtes, parametrisches 3D-Modell übergeben, das im CAD-System über eine MS-Excel-Tabelle erzeugt wurde. Dieses standardisierte Modell enthält die benötigten Bauteile wie Schraube und Mutter sowie den Aufbau dazwischen, der sich aus Kunststoffbauteilen und gegebenenfalls Setzsicherungen (Spannscheiben, Tellerfedern) in vereinfachter Weise zusammensetzt.

Zum Bild 3 erklärt Thomas Huber: "Bezüglich der Flächenpressung werten wir die einzelnen Bauteile aus und analysieren die Kräfte, die im Schraubverband bei verschiedenen Temperaturen und nach vorgegebenen Zeitspannen der Temperaturbeaufschlagungen herrschen." Der systematische Einblick in die Ergebnisse und die Variation der Analysen geben den Konstrukteuren ein besseres Verständnis für die Zusammenhänge, wie sich Schraubverbindungen in den unterschiedlichen Belastungssituationen verhalten.

Die Automatisierung ist so konzipiert, dass sie auch von Konstrukteuren ohne FEM-Erfahrung eigenständig bedient werden kann. "Wir sind jetzt aber noch in der Lernphase, in der sie von den Berechnungs-

ingenieuren umfassend getestet und wenn erforderlich angepasst wird", berichtet Jürgen Niesner. "Denn einerseits ist die Kriechsimulation nicht trivial und andererseits arbeiten wir noch an der Verifikation und der Feinabstimmung unserer Materialmodelle."

Mit diesem Automatisierungsprojekt konnte der Zeitaufwand, den die Mitarbeiter für die ANSYS Berechnung benötigen, auf etwa ein Drittel reduziert werden. Dr. Oliver Sterz sieht aber noch weitere Vorteile: "Zunächst haben wir wie erwartet unser Ziel erreicht und können jetzt auch die Federwirkung innerhalb einer Schraubverbindung automatisiert realistisch abbilden. Zusätzlich haben wir einen Informationsgewinn sowohl bezüglich

des Kriechverhaltens der Kunststoffbauteile als auch zur Realisierung von Automatisierungsprojekten erzielt. Damit ist die Schwelle für weitere Projekte dieser Art erheblich gesunken, wobei die sehr gute Zusammenarbeit mit CADFEM ein wichtiges Erfolgskriterium war. Grundsätzlich sehen wir uns im Simulationsbereich nicht nur in Bezug auf die Auslegung von Schraubverbindungen für die Zukunft gut gewappnet."

InfoUnternehmen www.reinhausen.com/de



InfoAnsprechpartner | CADFEM Gerhard Zelder Tel. +49 (0) 80 92-70 05-87 qzelder@cadfem.de

InfoVerwendete SoftwareANSYS Workbench

ADRESSEN CADFEM® UND PARTNER

Deutschland

CADFEM GmbH Zentrale Grafing

Marktplatz 2 85567 Grafing b. München Tel. +49 (0) 80 92-70 05-0 Fax +49 (0) 80 92-70 05-77 info@cadfem.de www.cadfem.de

Geschäftsstelle Berlin

Breite Straße 2a 13187 Berlin Tel. +49 (0) 30-4 75 96 66-0 Fax +49 (0) 30-4 75 96 66-21

Geschäftsstelle Chemnitz

Cervantesstraße 89 09127 Chemnitz Tel. +49 (0) 3 71-33 42 62-0 Fax +49 (0) 3 71-33 42 62-99

Geschäftsstelle Dortmund

Carlo-Schmid-Allee 3 PHOENIX-West Park 44263 Dortmund Tel. +49 (0) 2 31-99 32 55-46 Fax +49 (0) 2 31-99 32 55-44

Geschäftsstelle Frankfurt

Im Kohlruß 5-7 65835 Liederbach am Taunus Tel. +49 (0) 61 96-7 67 08-0 Fax +49 (0) 61 96-7 67 08-44

Geschäftsstelle Hannover

Pelikanstr. 13 30177 Hannover Tel. +49 (0) 5 11-39 06 03-0 Fax +49 (0) 5 11-39 06 03-25

Geschäftsstelle Stuttgart

Leinfelder Str. 60 70771 Leinfelden-Echterdingen Tel. +49 (0) 7 11-99 07 45-0 Fax +49 (0) 7 11-99 07 45-99

International

Schweiz

CADFEM (Suisse) AG

Zentrale Aadorf Wittenwilerstrasse 25

8355 Aadorf Tel. +41 (0) 52-3 68 01-01 Fax +41 (0) 52-3 68 01-09 info@cadfem.ch www.cadfem.ch

Geschäftsstelle Mittelland

Privatstrasse 8 4563 Gerlafingen Tel. +41 (0) 32-6 75 80-70 Fax +41 (0) 32-6 75 80-74

Bureau Lausanne

Avenue de la Poste 3 1020 Renens Tel. +41 (0) 21-6 14 80-40 Fax +41 (0) 21-6 14 80-49

Österreich

CADFEM (Austria) GmbH

Wagenseilgasse 14 1120 Wien Tel. +43 (0) 1-5 87 70 73 Fax +43 (0) 1-5 87 70 73-19 info@cadfem.at www.cadfem.at

Geschäftsstelle Innsbruck

Grabenweg 68 (Soho 2.0) 6020 Innsbruck Tel. +43 (0) 5 12-31 90 56

Tschechien/Slowakei

SVS FEM s.r.o. (CADFEM CZ)

Skrochova 42 61500 Brno Tel. +42 (0) 5 43-25 45 54 Fax +42 (0) 5 43-25 45 56 info@svsfem.cz

Polen

MESco (CADFEM PL)

ul.Górnicza 20A 42-600 Tarnowskie Gory Tel. +48 (0) 3 27 68 36-36 Fax +48 (0) 3 27 68 36-35 info@mesco.com.pl www.mesco.com.pl

Russland/Ukraine

CADFEM CIS

Moscow, St. Petersburg, Samara, Yekaterinburg, Novosibirsk (Russland); Kiew (Ukraine) info@cadfem-cis.ru www.cadfem-cis.ru

Nordafrika

CADFEM AN s.a.r.l

Sousse (Tunesien) info@cadfem-an.com www.cadfem-an.com

Indien

CADFEM Engineering Services India PVT Ltd.

Hyderabad info@cadfem.in www.cadfem.in

CADFEM Technology India PVT Ltd.

Pune info-cft@cadfem.in www.cadfem.in

USA

CADFEM US, Inc.

CU-ICAR Partnership Office Greenville, SC matthias.alberts@cadfem-us.com www.cadfem-us.com

Ozen Engineering, Inc.

Sunnyvale, CA info@ozeninc.com www.ozeninc.com

China

Anshizhongde Consultation (Beijing) Ltd. (Pera-CADFEM)

Beijing gangqiang.bao@peraglobal.com www.peraglobal.com

Partner Deutschland

DYNARDO GmbH

Weimar kontakt@dynardo.de www.dynardo.de

inuTech GmbH

Nürnberg info@inutech.de www.inutech.de

virtualcitySYSTEMS GmbH

Berlin

info@virtualcitysystems.de www.virtualcitysystems.de

