

Auf und ab mit finiten Elementen

>> Die Schindler Aufzüge AG automatisiert die FE-Berechnung von Schraubenkraften und Schweissnahtspannungen mit den CAE-Tools «SimXpert» und «MD Nastran» von MSC Software. Dadurch entstehen in der Produktentwicklung grössere Zeiträume für die Umsetzung innovativer Ideen: Es können mehrere Design-Varianten modelliert und ausgewertet werden.

Déplacements verticaux par la méthode des éléments finis

>> L'entreprise Ascenseurs Schindler SA utilise des logiciels IAO de MSC Software pour les calculs EF de vis et de soudure. Pendant le développement d'un produit, on gagne ainsi plus de temps pour l'évaluation et l'optimisation du design.

Schindler ist in allen fünf Kontinenten tätig und Marktführer im Aufzugs- und Fahrtreppengeschäft. Der Konzern bietet sowohl den passenden Personenaufzug für ein kleines Wohnhaus als auch anspruchsvolle Transportlösungen für Wolkenkratzer. Service-Aufzüge sorgen für die reibungslose Beförderung von Personen und Gütern in Einkaufszentren, Bürogebäuden und Bahnhöfen. Bettenaufzüge befördern erschütterungsfrei Patienten und Geräte in Krankenhäusern. In der Industrie sind es Lasten- und Kleingüteraufzüge, die von Schindler im Einsatz stehen. In Hochhäusern dagegen vermitteln uns Aufzüge mit Glaskabinen ein

besonderes Erlebnis und das Gefühl von Sicherheit. Auch im öffentlichen Verkehr sind Aufzüge nicht mehr wegzudenken, sie werden oft stark frequentiert und erfüllen daher hohe Anforderungen an Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit.

FEM für statische und dynamische Untersuchungen

In der Konzernforschung und Entwicklung in Ebikon entstehen komplette Aufzugssysteme und Komponenten für sämtliche Bereiche. Hier hilft die CAE-Simulation, zuverlässige und energieeffiziente Lösungen bei

optimalem Materialeinsatz zu finden. Für die Strukturberechnung mit der Finite-Elemente(FE-)Methode werden die Programme «SimXpert» und «MD Nastran» von MSC Software eingesetzt. Damit werden zum Beispiel die Kräfte bei Wandbefestigungen von Aufzügen simuliert: Es wird ermittelt, ob Verformungen und Belastungen im zulässigen Bereich bleiben. Die Auslegung und Nachweisführung umfasst das Führungssystem, die Komponenten Kabine, Gegengewicht und Antrieb. Nebst der Statik (Festigkeit) werden auch mit Hilfe der FE-Methode dynamische und vibrationstechnische Untersuchungen durchgeführt. Der



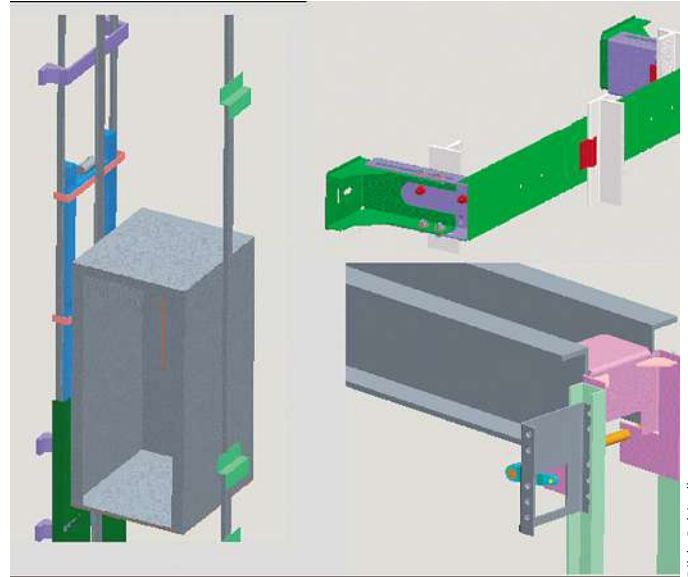
Bilder: Schindler

Custom Design eines Aufzugs im neuen Hauptbahnhof Liège-Guillemins von B-Liège (erbaut nach den Plänen von Santiago Calatrava): links die Kabine und rechts der durchsichtige Schacht.



Sicht in einen Aufzugsschacht (mit sichtbarem Führungssystem).

Bild: Schindler



Beispiele für die 3D-CAD-basierte Entwicklung von Aufzugsbaugruppen.

Bild: Schindler

Bereich der nichtlinearen FE-Berechnungen ist ebenfalls von zentraler Bedeutung.

Schnittstelle für CFD-Programme

Mit dem Finite-Elemente-Solver MD Nastran können lineare, nichtlineare, dynamische, thermische und viele weitere Berechnungen durchgeführt werden. Das Tool kann auf eine fast 50-jährige Geschichte zurückblicken. Im Rahmen eines NASA-Projektes entstanden, wurde es zu einem umfassenden Programm weiterentwickelt, das nun weltweit in vielen Luftfahrt-, Automobil- und Maschinenbauunternehmen als Standard gilt. Historisch ist Nastran von MSC Software bekannt als leistungsfähiger Solver für Statik und Dynamik, der die stetig wach-

senden Anforderungen an die Modellgrösse – zurzeit Modelle mit Hunderten Millionen von Freiheitsgraden – als Vorreiter erfüllt.

Im letzten Jahrzehnt wurde es ausgebaut zum multidisziplinären «MD» Nastran, mit dem man alle Disziplinen der Strukturberrechnung abdecken kann.

Heute sind umfangreiche nichtlineare Algorithmen, Kontakt- und Materialmodelle enthalten – einschliesslich der Crash-Simulation. Die Design- und Gestaltoptimierung kann mit MD Nastran durchgeführt werden, ohne dass ein zusätzliches Optimierungsprogramm benötigt wird. Das Tool ist eng integriert im Mehrkörpersimulationsprogramm «Adams» von MSC Software und bietet eine offene Schnittstelle für CFD-Programme.

Einfache Automatisierung der Modellerstellung

SimXpert ist ein moderner Pre/Post-Processor, mit dem ausgehend von der CAD-Geometrie ein Modell für die Finite-Elemente-Berechnung mit MD Nastran erstellt wird. SimXpert unterstützt nicht nur die Strukturberrechnung, sondern auch Mehrkörpersimulation, Regler- und Kontrollsysteme, so dass die Kopplung der verschiedenen Disziplinen leicht gemacht wird. Charakteristisch für SimXpert ist die einfache Automatisierung der Modellerstellung und Berechnung mit sogenannten Templates. Makros können nicht nur wie in herkömmlichen Programmen aufgezeichnet werden, sondern im Flowchart-Modus weiterbearbeitet werden. Anwendern mit Programmier-

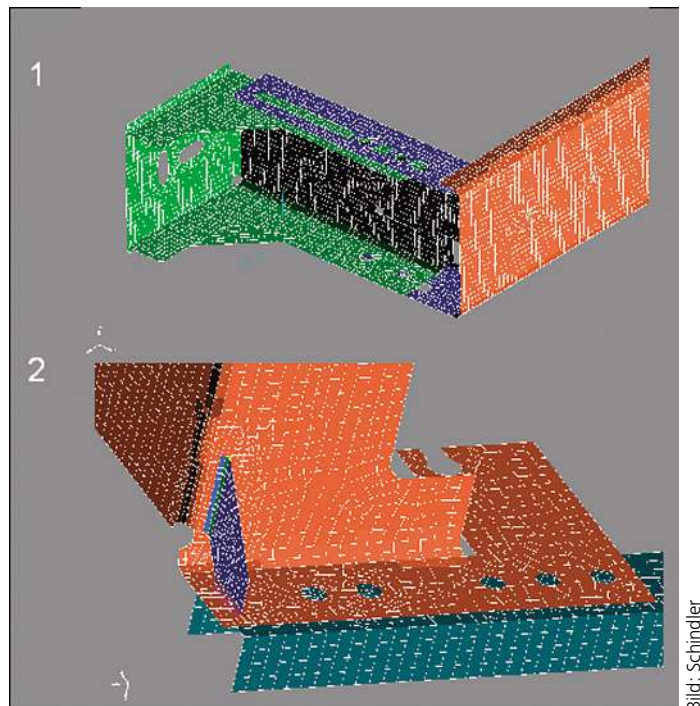


Bild: Schindler

SimXpert-Template-Anwendungsbeispiele.

kennntnissen bietet sich eine Python-Schnittstelle. Beim Abspielen kann der Anwender interaktiv die Eingaben ändern. Dieses Vorgehen ist zum Beispiel nützlich, wenn der Arbeitsablauf vom Experten vordefiniert und von anderen Bearbeitern verwendet werden soll.

Templates für Schweissnähte und Schraubenverbindungen

Die Automatisierung mit Templates machte SimXpert für Schindler interessant. Bei der Auslegung und Nachweisführung von Aufzugsstrukturen ist die Berechnung von Schraubenkräften und Schweissnahtspannungen wichtig. Dafür ist ein passendes FE-Netz die Voraussetzung. Die Schalenelemente müssen in Schweissnaht-Bereichen gleichmässig gross und senkrecht zu den Kanten sein. Die Erzeugung eines solchen Netzes ist sehr zeitaufwendig. Daher wurden Templates erstellt, die das Modellieren von Schraubverbindungen und Schweissnähten automatisieren. Beim Schraubentemplate werden zwei oder mehrere Platten mit Balkenelementen und Starrkörper-Elementen (RBEs) verbunden, die Löcher in den Platten erzeugt, wenn sie nicht bereits vorhanden sind. Als Ergebnis bildet das FE-Netz konzentrische Kreise um die Löcher. Beim Schweissnaht-Template werden zwei Platten, die bisher keine zusammenpassenden Netze hatten, verbunden. Für eine T-Naht werden drei verschiedene Bereiche angelegt. In Abbildung 4. sieht man anhand eines einfachen Beispiels das Ausgangsmodell (im Bild mit «3» bezeich-

net) und das Modell nach Anwendung des Schrauben- und Schweissnahttemplates («4»).

Auf den Parts mit Balkenelementen bzw. Schweissnahtelementen werden nach der Berechnung die Spannungen ausgewertet. Wenn man von 20 bis 30 Balkenelementen und Hunderten Schweissnahtelementen in einem Modell ausgeht, bietet es sich an, auch das Herausschreiben der Ergebnisse zu automatisieren. Hierzu wurde ein SimXpert-Template geschrieben, das die Spannungen aus dem binären Ergebnisfile von Nastran liest und im Excel-Format heraus schreibt («6»). In der Excel-Datei sind die Formeln für die weiterführende Auswertung enthalten.

Automatisierte Prozesse – mehrere Design-Varianten

Werner Moretti, Chief Engineer für «Modeling and Simulation» bei Schindler, erklärt: «Wir nutzen MD Nastran und SimXpert, weil heute ein effizienter Einsatz von CAE-Tools innerhalb des Entwicklungsprozesses von entscheidender Bedeutung ist. Davon versprechen wir uns, mit SimXpert und der Template-basierten Modellierung und Auswertung konsistent Modelle aufzubauen und die Wiederholbarkeit im Simulationsprozess sicherzustellen. Bei Schindler kann somit der Modellierungsprozess methodisch und zentral aufgebaut werden und an interne, weltweit verteilte Entwicklungsabteilungen oder externe Dienstleister zur Nutzung bereitgestellt werden. Die Vorteile sind, dass über solche automatisierten Pro-

Fragen an Philippe Henneau, Entwicklungsleiter ESE (Elevator System Engineering) bei Schindler Aufzüge AG

SMM: Was für Simulations-Software haben Sie im Einsatz?

Philippe Henneau: «MSC» und «Matlab».

Sind diese miteinander gekoppelt, d.h. werden anstelle von Komponenten und Baugruppen bereits auch ganze Systeme simuliert?

P. Henneau: Wir gehen in diese Richtung. Als Software-Ingenieur bin ich der Meinung, dass man jedoch noch eine Stufe abstrakter denken und mit «Frameworks» arbeiten sollte. Aus einem Framework werden dann die einzelnen Modelle erzeugt. Unser Chefingenieur hat z.B. eine Plattform entwickelt («Lift Builder & Lift Calculator»), die alle Berechnungen unter ein Dach bringt. Das Tool bildet ein Framework, mit dem ein gesamtes System modelliert werden kann. Die einzelnen Modelle können damit für eine bestimmte Produktlinie angewendet werden. Alle Module (Kabinengewicht, Schiene,

Traktion usw.) sind miteinander verbunden und die Systemregeln können dazu berücksichtigt werden: Änderungen auf der Komponentenebene werden auf der Systemebene sofort aktualisiert und sichtbar gemacht. Das Tool ist mit der Produktion verbunden bzw. mit unserer operativen Umgebung (SAP) gekoppelt. Jeder Aufzug wird bei uns mit dieser Plattform entwickelt und berechnet.

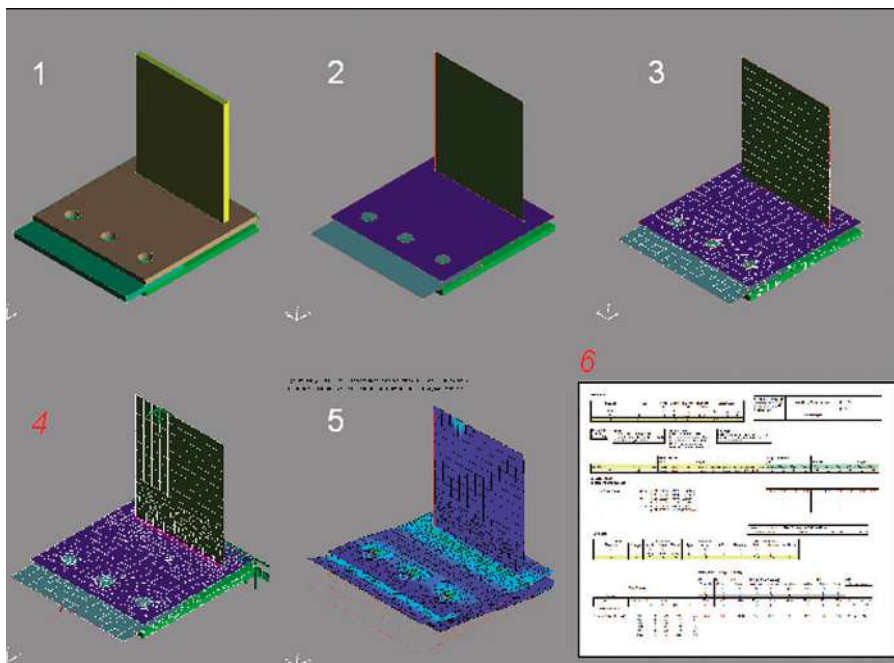
Der Trend wird in den nächsten Jahren in Richtung Systemsimulation gehen. Sehen Sie da verborgene Potenziale?

P. Henneau: Viele! Man geht von der «Build & Break»- zur «Simulate & Predict»-Philosophie über. Dies ist aber nur mit der Verkettung der Modelle möglich. Aus der Perspektive eines Modells ist das Gesamtsystem nur von einer «Seite» sichtbar, es müssen aber jeweils verschiedene Aspekte betrachtet werden. Wir setzen daher auf 3D-Mo-

delle, System-Modellierung (so können z.B. auch dynamische Attribute wie die Lastfaktoren während eines Notstopps oder das Auslösen von Fangvorrichtungen simuliert werden) und beginnen auch mit «Architecture Modeling» (mit SysML).



Philippe Henneau.



SimXpert-Template-Schritte: Solid-Geometrie aus CAD (1), Solid- und Mittelflächen-Geometrie für die Berechnung (2), Finite-Elemente-Netz (3), Finite-Elemente-Netz mit Schweissnaht und Schraubenverbindungen (4), Ergebnisse der Berechnung (5) und Ergebnisse der Berechnung als Excel-Report (6).

zesse eine grössere Anzahl von Design-Varianten modelliert und ausgewertet werden kann, was zu Innovationssprüngen und einem anhaltenden Wettbewerbsvorsprung

führt, die Vereinheitlichung des Simulationsprozesses gewährleistet und somit kontinuierlich die Qualität verbessert.» SimXpert-Templates ersparen dem Ingenieur

monotone oder zeitintensive Modellierungsschritte. Folglich bleibt mehr Zeit für die Beurteilung und Optimierung des Designs. <<

Autor:

Werner Moretti, Chief Engineer für «Modeling and Simulation» bei Schindler Aufzüge AG

Cornelia Thieme, Technical Support Coordinator bei MSC Software GmbH

Information:

MSC Software GmbH
Am Moosfeld 13
D-81829 München
www.mscsoftware.com

Vertriebspartner in der Schweiz:

Bytics AG
Weiherallee 31
8612 Uster
Tel. 044 905 65 65
Fax 044 905 65 00
www.bytics.ch

Anwender:

Schindler Aufzüge AG
Zugerstrasse 13
6030 Ebikon
www.schindler.ch