

VIRTUALISIERUNG

Virtuelle Prozessketten verkürzen die Entwicklungszeit

In der traditionellen Entwicklungsarbeit entstehen zunächst Detailkonstruktionen als Grundlage für einen Prototyp und dessen Re-Designs. Im virtuellen Entwicklungsprozess eines Prüfstands für Airbus-Bauteile geschahen die Abläufe dagegen parallel und damit schneller.

FRANK GRABOW

Ausgangspunkt des Projekts war die Anfrage von Airbus S.A.S. zur Entwicklung eines Prüfstands für Bauteile von High-Lift-Systemen für Großraumpassagier- und Transportflugzeuge der Reihe Airbus A3xx und des Militärtransporters A400M. Die besonderen Herausforderungen dabei: In diesem Entwicklungsstadium würde kein Zugriff auf die zu prüfenden Bauteile möglich sein, die Inbetriebnahme sollte innerhalb eines halben Jahres geschehen. Auch die weiteren Kriterien waren anspruchsvoll. So sollte der Prüfstand die in der Praxis auftretenden Zug- und Druckbelastungen von bis zu 250 kN simulieren. Zudem musste sichergestellt sein,

Frank Grabow ist Betriebsleiter bei der IW Maschinenbau GmbH in 34266 Niestetal und Entwicklungsleiter des Netzwerks Die Maschinenbau-Partner, Tel. (0561) 952 6413, frank.grabow@iw-maschinenbau.de

dass die Prüflinge bei unvorhersehbaren kurzzeitigen Überlastungen vor Beschädigungen geschützt waren. Für alle belasteten Bauteile und Baugruppen hatten die entsprechenden Nachweisdokumentationen vorzulegen. Auch Verzögerungen aufgrund von Kollisionen bei der Integration der Prüflinge waren im Vorfeld auszuschließen. Die Inbetriebnahmezeiten waren zu optimieren, da Experten aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen benötigt wurden.

Prüfling mit vergleichbaren Eigenschaften wie das Original

Um mit der Planung des Prüfstands beginnen zu können, musste zunächst ein Prüfling entwickelt werden, der in den wesentlichen Punkten vergleichbare Eigenschaften wie das Original aufwies. Hinzu kam, dass aus Kostengründen nicht mit dem Material gearbeitet werden

konnte, aus dem der spätere Originalprüfling bestehen würde. Statt Titanlegierungen sollte Stahl Verwendung finden.

Der herkömmliche und der virtuelle Entwicklungsprozess unterscheiden sich erst nach der Ideenfindung und der Erstellung eines ersten Entwurfs im weiteren Vorgehen voneinander. In der traditionellen Entwicklungsmethode entstehen zunächst Detailkonstruktionen, auf deren Basis ein Prototyp erstellt wird. Dessen Überprüfung führt zu neuen Erkenntnissen und Re-Designs. Im virtuellen Entwicklungsprozess dagegen erfolgen Entwurf und Detailkonstruktion nahezu zeitgleich. Unter Zuhilfenahme virtueller Entwicklungstools wie Finite-Elemente-Methode (FEM), Mehrkörpersimulation (MKS) und Computer Aided Engineering (CAE) werden detaillierte Berechnungen und Simulationsergebnisse in die Entwürfe eingearbeitet und schnell mit den Detailkonstruktionen abgeglichen. Als Ergebnis dieser integrierten Entwicklungsarbeit entsteht ein virtueller Prototyp, der unter realistischen Bedingungen geprüft wird. So lassen sich beispielsweise Fallstudien, Stress-, Temperatur- und Strömungsanalysen durchführen, deren Auswertungen sofort in die Weiterentwicklung einfließen.

Aufgrund der schwierigen Rahmenbedingungen entschieden sich die beteiligten Firmen dafür, den so dringend benötigten Prüfling unter Verwendung virtueller Prozesskettenabläufe zu realisieren. Da die Eckdaten bekannt waren, ging es zunächst darum, das physikalische Wirkprinzip, die Leistungsdaten und

Auch das Großraumflugzeug Airbus A 380 profitierte vom virtuell entwickelten Bauteile-Prüfstand.



Bild: Airbus S.A.S.

die verfügbaren Materialien in Bezug zu bringen. Aus den Ansätzen der Ideenfindung und den Ergebnissen von Datenbankrecherchen wurde ein 3D-Modell generiert, das als Einzelteil oder mit zu Baugruppen zusammengefassten Norm- und Kaufteilen physikalisch verknüpft wurde.

Entwickelte Bauteile in die 3D-Baugruppe integriert

Die zu implementierenden Zahnräder und andere Kraftübertragungen wurden unter Zuhilfenahme von CAE dimensioniert und berechnet. Mit Hilfe dieser Software konnten Festigkeitsnachweise geführt werden, die beispielsweise bei Zahnrädern die Lebensdauer und das Abwälzverhalten berücksichtigen. Die so entwickelten Bauteile konnten nun als Modelle in die 3D-Gesamtbaugruppe integriert werden.

Als weiteres Tool der virtuellen Entwicklung kam die Mehrkörpersimulation (MKS) zum Einsatz. Damit konnten genaue Erkenntnisse über die physikalischen Parameter dokumentiert werden. Dazu zählten Wege oder Winkel, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Kräfte und Lasten. Alle Auswirkungen der Veränderung von Parametern wurden zu jedem Zeitpunkt der Simulation analysiert und dokumentiert und die Erkenntnisse umgehend konstruktiv berücksichtigt. Eingangsgrößen wie Antriebsmomente, virtuelle Federraten und Störlasten ließen sich frei über Zeitfunktionen oder in der Realität gemessene Kurven generieren und auf das Modell übertragen. Besonders wichtig waren hier die Ausrichtung im Raum und die Beachtung aller Bauteilparameter wie Material oder Reibkoeffizienten.

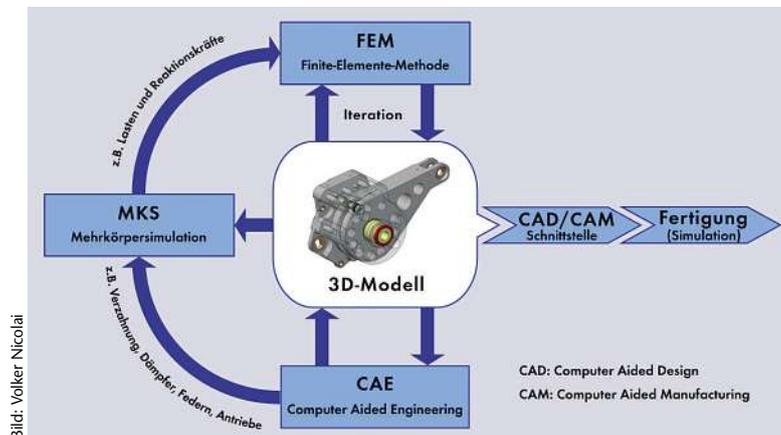
Der Garant für die erfolgreiche virtuelle Produktentwicklung war der Einsatz des Entwicklungswerkzeugs FEM. Die Finite-Elemente-Methode bot die Möglichkeit, physikalische Einflussnahmen auf das zu entwickelnde Objekt zu simulieren, die Auswirkungen aufzuzeigen und die Erkenntnisse konstruktiv zu berücksichtigen. Die Grundlage für FEM bildet ein Modell, das aus einem dreidimensional generierten Netz

UNTERNEHMENS-NETZWERK

Komplexe Projekte gemeinsam bewältigen

Die Maschinenbau-Partner sind ein Beispiel dafür, wie kleinere Unternehmen in einer Kooperation Aufträge stemmen können, für die ihnen einzeln die Kapazitäten und das Know-how fehlen. Als Auftragnehmer und Fertigungsbetrieb des Airbus-Projekts fungierte die Maschinenbau Koch GmbH aus Baunatal. Die IW Maschinenbau GmbH aus Niestetal leistete die Entwicklungsarbeit. Ergänzt wurde das Team von der Firma Metakus, einem Geschäftsbereich der Uni-Kassel-Transfer GmbH, die die Forschungs- und Testeinrichtungen zur Verfügung stellte.

Der Projekterfolg führte zur Idee, die Zusammenarbeit durch Initiierung eines Netzwerks auszubauen. Das Konzept für Die Maschinenbau-Partner wurde beim ersten Hessischen Clusterwettbewerb 2008 vom Landeswirtschaftsminister Dr. Alois Rhiel für die weitere Ausarbeitung empfohlen. Den Bereich Schaltungselektronik deckt die Re-Tra-CS GmbH aus Kassel ab, für die Kommunikation ist Volker Nicolai – Agentur für Medienentwicklung aus Baunatal verantwortlich. Die Beteiligten wollen das Netzwerk demnächst in eine rechtsverbindliche Gesellschaft überführen.



Dank der Entwicklungstools FEM, MKS und CAE werden Berechnungen und Simulationsergebnisse umgehend in die Entwürfe eingearbeitet, so dass die Fertigung wesentlich schneller simuliert werden kann.

besteht, welches sich wiederum aus einer großen, endlichen (finiten) Anzahl und einer kleinen, aber nicht unendlich (infiniten) kleinen Anzahl von Elementen zusammensetzt. Auf dieses Netzmodell wurden die Randbedingungen angesetzt, wie etwa Kontaktbedingungen, Lager, Freiheitsgrade der Lager, zulässige Verschiebungen, Lasten (Kräfte, Drehmomente), Gewichtsbelastung und Verbindungselemente.

Alle Analyse-Ergebnisse flossen in ein 3-D-Modell ein

Das Rechenergebnis einer FEM-Analyse konnte nun auf verschiedene Arten ausgewertet werden. Sehr nützliche mechanische Größen, wie Steifigkeitsermittlungen, Festigkeitsanalysen in der Statik und Schwingungsanalysen ließen sich so durchführen. Nachdem alle Erkenntnisse

in das 3D-Modell eingeflossen waren, wurden die Fertigungsteile über Datenschnittstellen an ein CAM-System übergeben. Dort wurden Maschinengrößen, Maschinentyp, Werkzeugwahl, Zustellung sowie Vorschub, Schnittgeschwindigkeit, Start und Endpunkt des Werkzeuges parametrisiert und auf den jeweiligen Werkstoff angepasst.

Nachdem die virtuelle Fertigung störungsfrei und ohne Kollisionen ablief, wurden die CAM-Daten an die reale Fertigung übergeben. Daraus entstand ein realer Prototyp, der Grundvoraussetzung für die Entwicklung des Prüfstandes wurde. Nach nur zwölfwöchiger Entwicklungszeit und anschließender Fertigung wurde die Prüfanlage bei Airbus montiert. Von der Auftragserteilung bis zur Inbetriebnahme waren nur fünf Monate vergangen. **MM**