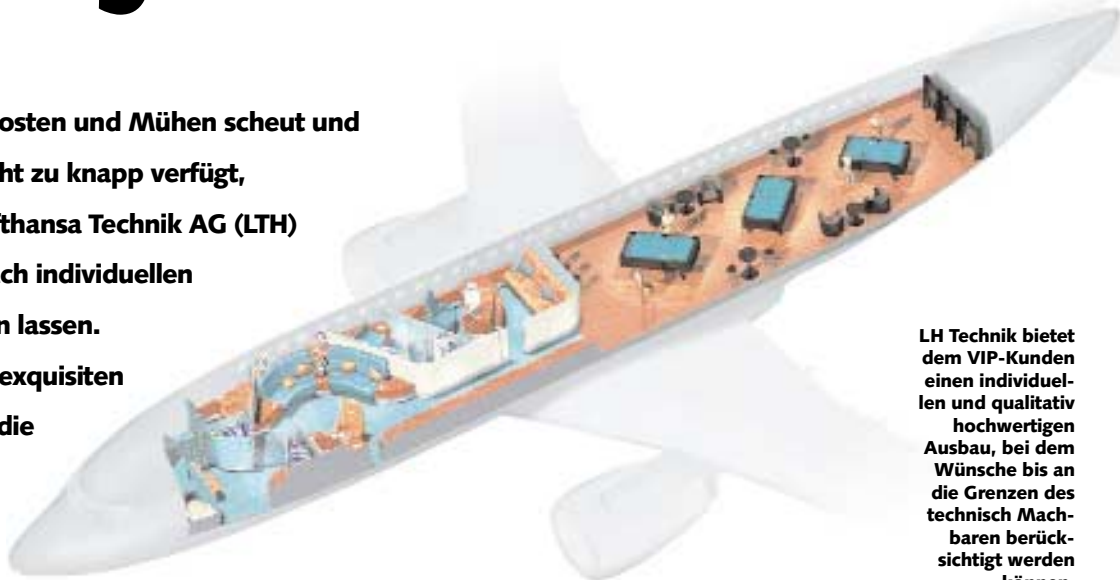


Die fliegende Villa

RALF STECK

Wer wirklich keine Kosten und Mühen scheut und über eben solche nicht zu knapp verfügt, kann sich bei der Lufthansa Technik AG (LTH) ein Flugzeug ganz nach individuellen Wünschen ausstatten lassen. Zur Entwicklung der exquisiten Einzelstücke nutzen die LHT-Mitarbeiter das CAD-System SolidWorks.



LH Technik bietet dem VIP-Kunden einen individuellen und qualitativ hochwertigen Ausbau, bei dem Wünsche bis an die Grenzen des technisch Machbaren berücksichtigt werden können.

Manch einer träumt von einem eigenen Flugzeug. Für den ganz großen Geldbeutel sind die Erzeugnisse der Lufthansa Technik AG (LHT), Geschäftsbereich Completion Center, geeignet: Wer sich neben den etwa 140 Millionen US-Dollar für eine Boeing 777 und den Ausbaukosten von oft über 60 Millionen die Unterhaltskosten für ein solches Großflugzeug leisten kann, findet bei LHT Spezialisten, die nahezu jeden Wunsch bei der Innenausstattung erfüllen können, vom Konferenzraum mit Internetanschluss über das marmorverkleidete Badezimmer mit vergoldeten Wasserhähnen bis hin zum edlen Schlafzimmer mit Pfauenbett.

Qualitätskontrolle bereits während der Fertigung

Hauptgeschäft der LHT ist die Überprüfung, Wartung und Überholung von Verkehrsflugzeugen für die Lufthansa und andere Fluggesellschaften. Der Umfang reicht vom einfachen Trip-Check vor jedem Flug bis hin zur Generalüberholung, bei der das Flugzeug nahezu komplett zerlegt wird und die je nach Flugzeugtyp und -alter alle sechs bis zehn Jahre fällig ist. Die beschriebenen Tätigkeiten erfordern ein hohes Know-how,

die der ehemals unter dem Lufthansadach relativ teuren LHT heute ein positives Betriebsergebnis beschere. Beleg für die internationale Reputation sind unter anderem die Werksvertretungen in Seattle bei Boeing und in Toulouse bei Airbus. Diese führen beispielsweise die Bauaufsicht im Auftrag der Lufthansa und anderer Fluggesellschaften durch und führen dort bei jedem Flugzeug, das für die eigenen Kunden gebaut wird, schon während der Fertigung eine Qualitätskontrolle durch, die im Falle von Boeing über 1.000 Punkte mehr umfasst als die ebenfalls schon sehr rigorosen Tests des Herstellers.

„Das gesammelte LHT-Know-how ermöglicht es dem Geschäftsbereich Completion Center, ihren höchst anspruchsvollen Kunden sozusagen ein Rundum-Sorglos-Paket anzubieten“, wie

Susanne Strauß-Klick, Teamleiterin der internen Informatikabteilung, ausführt. „Wir bieten dem VIP-Kunden einen individuellen und qualitativ hochwertigen Ausbau, bei dem seine Wünsche bis an die Grenzen des technisch Machbaren berücksichtigt werden. Gleichzeitig kann er sein Flugzeug bei uns warten lassen und hat damit auch Zugriff auf unser weltweites Netz von Vertretungen, die Reparaturen und Instandhaltung schnellstmöglich abwickeln. Bei Bedarf stellen wir sogar die Piloten und das Flugpersonal, wenn der Kunde diese nicht selbst mitbringen sollte.“

Vom offenen Kamin bis zur Garage

Die Anforderungen an die Ingenieure in der so genannten VIP-Abteilung sind vielfältig: Bevorzugen Geschäftsleute ein fliegendes Büro mit Konferenzzimmer und Privatquartieren, so sehen Regierungsmaschinen oft einen Bereich vor, der eher wie in einem herkömmlichen Verkehrsflugzeug eingerichtet ist und in dem Mitarbeiter und Pressevertreter untergebracht werden können. Die dritte Variante sind die echten Privatflugzeuge, die ausschließlich der Bequemlichkeit ihres Besitzers dienen und oft als Prestigeobjekte mit kostbarsten Materialien aus-

DIGITAL ENGINEERING Info

Anbieter: SolidWorks
Produkt: SolidWorks
Info-Tel.: 0 89 / 61 29 56-0
Internet: www.solidworks.de
Anwender: Lufthansa Technik AG

gestattet sind. Hier sind vergoldete Wasserhähne und Marmortäfelung im Bad keine Seltenheit. Auch sonst lässt sich nahezu jeder Wunsch erfüllen, wie Entwickler Wolfgang Achilles verrät: „Wir haben uns bisher nur geweigert, Baderwannen einzubauen – ist zuviel Wasser, das bei bestimmten Flugzuständen außer Kontrolle geraten könnte. Duschen sind jedoch gar kein Problem, auch Garagen für den Transport des Autos des Kunden bauen wir ein. Wir haben sogar einmal einen offenen Kamin entwickelt, der sich mit echtem Holzfeuer betreiben hätte lassen – rein technisch ist dies machbar.“ Pro Jahr werden bis zu sieben Flugzeuge umgebaut, die Projekte dauern von der Anlieferung des Flugzeugs bis zum Roll-out mehrere Monate bis zu einem Jahr.

Umsetzung der Entwürfe des Kunden beziehungsweise seines Innenarchitekten in konkret realisierbare Technik begonnen wird. Wolfgang Achilles beschreibt die Vorteile, die das 3D-System SolidWorks dabei bietet: „Wir können durch die dreidimensionale Modellierung dem Kunden schon in einem sehr frühen Stadium einen realistischen Blick auf das Interieur seiner Maschine bieten, sei es durch ein Rendering oder eine schattierte Darstellung. Dadurch bekommen wir höhere Planungssicherheit, und Missverständnisse lassen sich sofort aufdecken. Auf der anderen Seite hat der Kunde, wenn er die Renderings sieht, meist zusätzliche Ideen, die wiederum unsere Planung umwerfen. Wir importieren die 3D-Modelle aus SolidWorks in ein professionelles



Wartungsarbeiten in der Werft der LH Technik. Bilder: Lufthansa Technik, Hamburg

Als Basis für den Umbau dienen Maschinen der Boeing 737 und des Airbus A319, die hier als „Kleinflugzeuge“ bezeichnet werden, bis hin zu den großen Maschinen wie der Boeing 777 oder dem Jumbo-Jet, der Boeing 747. Da Flugzeuge eine Lebensdauer von bis über 30 Jahren haben, werden teils gebrauchte Maschinen zum Umbau angeliefert, oft aber kommen die Basisflugzeuge, nur mit Cockpit und Toilette für den Piloten ausgestattet, direkt vom Hersteller. Dem eigentlichen Umbau voraus geht eine längere Planungsphase, in der mit der

Visualisierungstool wie 3D Studio Max, um dem Kunden Animationen und Walk-Throughs durch sein künftiges Flugzeug bieten zu können.“

Luxus-Flugzeuge mit SolidWorks

Als im Jahr 1998 ein 3D-System eingeführt werden sollte, befand sich eine ganze Reihe von Systemen in der engeren Auswahl. Die Wahl fiel schließlich auf SolidWorks, weil dieses System mit seiner Windows-konformen Oberfläche relativ einfach zu handhaben war. Thomas Mihatsch, Project Engineer IT-Systems

und verantwortlich für die Implementierung und Wartung der SolidWorks-Installation, erklärt: „In den Tests bot SolidWorks nahezu dieselbe Leistungsfähigkeit wie die High-End-Systeme – allerdings bei deutlich einfacherer Bedienung. Dazu kam eine für uns sehr wertvolle Eigenschaft: In SolidWorks lassen sich die Einheiten direkt umstellen. So können wir je nach Anforderung des Kunden dieselbe Zeichnung in Zoll oder Millimeter ausdrucken – bei großen Flugzeugen ist auch die Einheit Meter immer wieder sehr praktisch.“ Inzwischen sind 45 SolidWorks-Lizenzen im Einsatz; dank der Floating Licences ist das System auf über 160 Rechnern installiert und kann sooft aufgerufen werden, wie noch Lizenzen im Netzwerk frei sind. Über die Jahre wurden in regelmäßigen Abständen die aktuellen Versionen installiert. Im Rahmen der Updates werden für die Mitarbeiter Schulungen angeboten, mit denen sie stets auf dem aktuellen Stand gehalten werden.

Verschärftes Concurrent Engineering

Mihatsch fügt hinzu: „Wir betreiben hier sozusagen verschärftes Concurrent Engineering: Nicht nur die Entwickler arbeiten parallel an den einzelnen Einrichtungsgegenständen, der Wasser- und Klimainstallation und den strukturellen



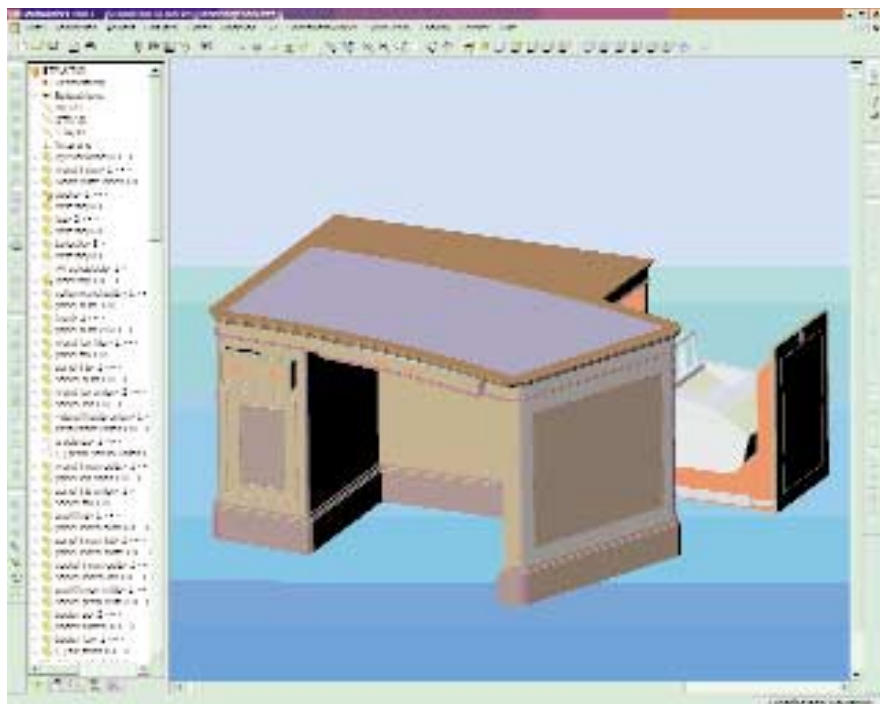
Fein säuberlich verpackt nimmt der Kunde „sein“ Flugzeug entgegen.

Umbauten, sondern die Werkstatt beginnt mit dem Bau der ersten Teile, sobald die ersten Eckdaten feststehen. Durch die dauernd notwendigen Änderungen – sei es durch Kundenwünsche, durch Änderungen, die sich bei Funktionstests ergeben, oder weil sich herausstellt, dass beim Einbau ein Element der Struktur im Weg ist – hat die Konstruktionsabteilung nur selten einen echten Vorsprung vor der Werkstatt. SolidWorks

unterstützt dieses Vorgehen, indem es die Definition von Geometrien ohne genaue Maße zulässt. So können Änderungen schnell eingearbeitet werden, Bereiche, die noch nicht fertig detailliert sind, lassen sich „im Ungefähren“ halten. Da es möglich ist, sowohl parametrisch und mit Varianten als auch unbestimmt zu arbeiten, lässt sich jeweils die am besten geeignete Arbeitsweise auswählen. Wolfgang Achilles beschreibt die Herausforderungen der Entwicklungsarbeit: „Ich konstruiere die Strukturen, das sind die Befestigungselemente der Einbauten. Man darf an einem Flugzeug nicht einfach irgendwo ein Loch bohren und eine Schraube durchstecken, da sonst die gesamte Statik des Rumpfes neu berechnet werden muss. Als Kräfteeinleitungspunkte stehen vor allem die Sitzschienen zur Verfügung, in denen normalerweise die Sitze befestigt sind, sowie die Punkte, an denen im normalen Ausbau beispielsweise die Ablagen für das Handgepäck aufgehängt werden. Ist nun im Layout beispielsweise ein Bett dort eingeplant, wo sich keine Befestigungspunkte befinden, so muss das Layout geändert oder ein Hilfsrahmen unter dem Fußboden konstruiert werden.“

Der 16fachen Erdbeschleunigung standhalten

Achilles weiter: „Außerdem ist zu beachten, dass sämtliche Einbauten der Verzögerung einer 16fachen Erdbeschleunigung standhalten müssen. Oft



Bei LHT sind 40 Solid Works-Lizenzen im Einsatz; dank der Floating Licences ist das System auf über 160 Rechnern installiert und kann so oft aufgerufen werden, wie noch Lizenzen im Netzwerk frei sind.

kommen die Kunden mit einem Möbelkatalog zu uns und wollen beispielsweise Tischchen mit spindeldürren Beinen im Flugzeug haben. Wir bauen dann diese Möbel naturgetreu aus Sandwichmaterialien nach und überziehen sie mit Furnier oder Dünnschichtmarmor, etwa 3 bis 4 Millimeter dick. Auf diese Art und Weise sparen wir Gewicht und können unsichtbar eine Unterkonstruktion einbauen. Das Tischchen wird dann von einem Träger in der Wand gehalten, während die Füße keine tragende Funktion mehr übernehmen. Zur Berechnung solcher Strukturen setzen wir zum Teil das in SolidWorks integrierbare COSMOS/Works ein. Bei Kompositmaterialien oder anisotropen Werkstoffen, die in verschiedenen Richtungen unterschiedliche Eigenschaften besitzen, ist diese Software allerdings überfordert, und wir greifen auf ein leistungsfähigeres System zurück. Gleichwohl lassen sich die 3D-Volumenmodelle von SolidWorks auch in dieses System importieren.“

„Da wir praktisch immer in „Losgröße 1“ arbeiten, müssen beziehungsweise können wir relativ wenig Daten

aus alten Modellen übernehmen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Hersteller kaum Pläne der Flugzeuge herausgeben. Boeing beispielsweise liefert, wenn überhaupt, nur 2D-Zeichnungsdaten im TIFF-Format. Wir sind also auf eigene Messungen und Modelle angewiesen. Ich habe inzwischen den Innenraum der Boeing 737 komplett nachgebildet, auf den ich immer wieder zurückgreife. Allerdings unterscheiden sich die einzelnen Flugzeuge eines Typs, sei es durch vorhergehende Umbauten oder Modellpflege, so dass man immer wieder in die Flugzeughalle zum Nachmessen gehen muss.“ Achilles beschreibt seine praktischen Erfahrungen mit SolidWorks: „Ich habe eigentlich keine Lust mehr, in 2D zu arbeiten. In 3D sehe ich das Bauteil vor mir auf dem Bildschirm und muss nicht aus einer Zeichnung abstrahieren. Es ist möglich, wie in der Werkstatt zu arbeiten und die Einbauten aus einzelnen Grundkörpern zusammenzusetzen. Als etwas problematisch hat sich allerdings die Referenzierungstechnik von SolidWorks erwiesen. Ich würde gerne eine Teilkonstruktion in ein ande-

res Verzeichnis verschieben und darauf aufbauend ein neues Teil entwickeln – dabei kann ich aber nie ganz sicher sein, welche externen Referenzen vorhanden sind und möglicherweise Probleme bereiten könnten.“

Thomas Mihatsch fasst zusammen: „Unser Ziel ist es, die ganz normale Arbeits- und Wohnumwelt an Bord eines Flugzeugs zu transportieren. Unsere Kunden sind extrem anspruchsvoll und verlangen auch im letzten Stadium des Ausbaus immer wieder Änderungen. Diese Flexibilität muss unsere CAD-Software unterstützen, indem es das schnelle Erstellen isometrischer Ansichten oder von Explosionsdarstellungen ermöglicht, die die innere Struktur eines Bauelements zeigen. Anhand solcher Darstellungen lässt sich wesentlich einfacher und mit weniger Missverständnissen diskutieren als mit 2D-Zeichnungen. So vereinfacht SolidWorks unsere Arbeit und hilft uns dabei, die Kunden besser und schneller zu bedienen.“

rar ■

**Ralf Steck, Friedrichshafen,
freier Fachjournalist.**