



Detailansicht des Schadens an der vorderen Tragfläche

Control

Sicherheit um jeden Preis

3D-Laserscanning in der Flugzeugwartung

In der Luftfahrt hat die Sicherheit allerhöchste Priorität. Ein Gigant wie der A380 von Airbus steht hier unter ganz besonderer Beobachtung, auch durch die Öffentlichkeit. Es überrascht daher nicht, dass ein Schadensfall umfangreiche und kostenintensive Untersuchungen auslösen kann. Hoch präzise laserbasierte 3D-Messtechnik hilft dabei, im Rahmen der Flugzeugwartung die geforderte Sicherheit und Genauigkeit zu garantieren.

Am 4. November 2010 kam es zu einem Triebwerkausfall bei einem Qantas Airbus A380, der sich auf dem Weg ins australische Sydney befand. Der Vorfall ereignete sich kurz nach dem Abflug vom Flughafen Changi in Singapur. Der Flugkapitän schaffte es trotz des brennenden explodierten Triebwerks, die Maschine sicher in Singapur zu landen.

Die anschließenden Untersuchungen ergaben, dass beim zweiten Triebwerk, einem Rolls-Royce Trent 900, eine Triebwerksscheibe fehlte. Durch die Explosion und das Feuer wurden auch die Triebwerksgondel, die Tragfläche, die Kraftstoffanlage, die Flugsteuerungen und die Steuerungen für das erste Triebwerk in Mitleidenschaft gezogen.

Im Jahr 2011 startete Qantas das vermutlich umfangreichste Flugzeugreparaturprojekt der Luftfahrtgeschichte. Im Rahmen des 145 Mio. US-\$ umfassenden Reparaturprozesses beauftragte der Hersteller der Tragfläche, Airbus UK, das 3D Engineering Serviceteam von Creaform damit, an einem Versuchsprojekt teilzunehmen und Benchmark-Tests durchzuführen. Dabei sollte ermittelt werden, ob sich 3D-Scans dazu eignen, die Abweichung der Tragfläche vor, während und nach der Reparatur zu bewerten. Airbus wollte zudem herausfinden, ob die von den tragbaren 3D-Messgeräten gebotene Messgenauigkeit die hohen Qua-

litätsansprüche des Unternehmens erfüllt und ob sich die daraus resultierenden 3D-Datenscans für den Entwurf und die Herstellung der reparierten Teile eignen.

Die Aufgabenstellung

Die Aufgabe von Timothy Davies, Projektleiter und Design Ingenieur von Airbus, bestand darin, Laserscanning als erste Inspektionsmethode für die Flugzeugstruktur (d.h. für Ort und Ausmaß von Schäden) in der Praxis zu bewerten und folgende Fragen zu beantworten:

- Eignet sich das Scanverfahren für die Flugzeugwartung?
- Wie lange dauert es, Tragflächenstrukturen unterschiedlicher Größe und Komplexität sowohl an der Innen- als auch an der Außenoberfläche zu scannen und hochwertige verwertbare Digitaldaten zu Reparaturzwecken an den OEM zu senden?
- Bieten Laserscans eine genaue digitale Repräsentation der beschädigten Oberflächen in Form nutzbarer 3D-CAD-Oberflächen?
- Wie genau ist Laserscanning im Vergleich zu üblichen Inspektionsverfahren und Methoden zur Schadensbewertung?
- Ergeben sich eindeutige Vorteile aus der Erweiterung unserer Verfahren um Laserscans?

Während der ersten Phase der Schadensbewertung wurden drei Bereiche ausgewählt, an denen die Genauigkeit und Einsatzfähigkeit der Scan-Ausrüstung getestet werden sollte. Zwei davon befanden sich auf der unteren Außenhaut, einer auf der oberen. Selbst die kleinste Abweichung der aerodynamischen Form der Tragfläche kann die Leistung des Flugzeugs und damit den Kraftstoffverbrauch erheblich beeinflussen. Daher war es für Airbus von größter Wichtigkeit, eine genaue Messung der Tragflächenform in ihrer spannungsfreien Position durchzuführen.

„... das vermutlich umfangreichste Flugzeugreparaturprojekt der Luftfahrtgeschichte.“

Die Beschädigung der oberen Außenhaut wurde für den Vergleich mit dem digitalen Versuchsmodell (D-VM) ausgewählt. Die erfassten 3D-Daten stimmten beinahe perfekt überein, zeigten jedoch einige Deformationen der oberen Außenhaut im Bereich der Beschädigung, die mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen waren.

Am Ende beauftragte Airbus die Anwendungstechniker von Creaform damit, weitere 3D-Daten des beschädigten oberen Bereichs zu erfassen. Aus diesen sollte dann ein Reparaturstück hergestellt werden, das perfekt den Umrissen der Tragflächenoberfläche entsprach. Des Weiteren sollten die Experten die Ausrichtung der Tragfläche vor und nach der Reparatur des größten Teils überprüfen.

Das Verfahren

Angesichts der extrem umfangreichen Oberfläche des Flugzeugs, die gescannt werden musste, und um die größtmögliche Datengenauigkeit zu erreichen, entschied sich das Expertenteam für einen dreistufigen Prozess der Datenerfassung mit Laser-Tracking, Fotogrammetrie und 3D-Scanning.

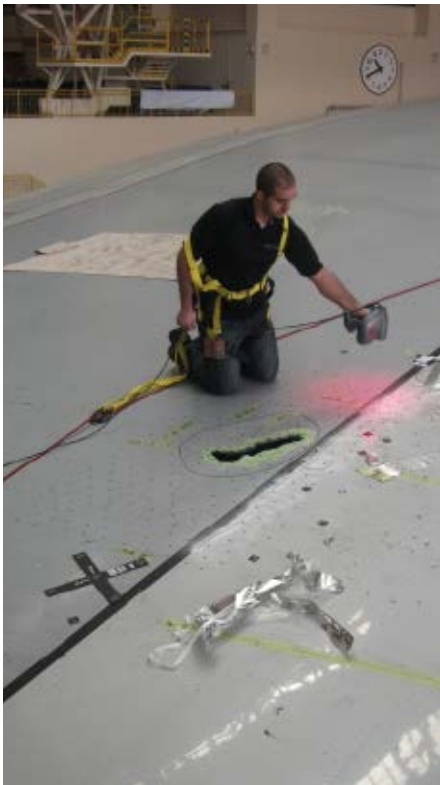
Laser-Tracking: Zunächst wurde ein API Tracker3-Lasertracker zur Geolokalisierung von sechs SMR Nest-Referenzpunkten (SMR = Spherically Mounted Retroreflector). Die dadurch erhaltene Basisreferenz diente dann zum Vergleich der Scandaten in den verschiedenen Phasen der Reparatur.

Die sechs „SMR Nest“-Punkte blieben während der ganzen Zeit auf der Tragfläche



Vor der Reparatur wird der beschädigte Bereich der vorderen Tragfläche gescannt.

und wurden vor, während und nach der Reparatur gemessen. Dadurch konnte die volumetrische Genauigkeit erhöht und die Fehlerakkumulation in den Scandateien verglichen werden, die in einer zweiten Phase



Anwendungsingenieur Sébastien Dubois scannt den beschädigten Bereich im Treibstofftank des Airbus A380.



Die Reparaturarbeiten werden im Flugzeughangar ausgeführt.

mit dem 3D-Scanner erstellt wurden. Die mit dem Laser-Tracker erzeugten Messungen wurden ebenfalls genutzt, um die beste Passform für ein digitales Versuchsmodell (D-VM) des Airbus zu ermitteln.

Fotogrammetrie: Mit Fotogrammetrie werden geometrische 3D-Messungen aus fotografischen 2D-Bildern extrahiert, um die Messgenauigkeit zu erhöhen und die Akkumulation von Fehlern zu vermeiden. Durch Verwendung von Fotogrammetriegeräten wird die Erfassung hochwertiger Daten in Situationen sichergestellt, in denen tragbare Messarme – und mehrere Aufstellungen – notwendig sind, oder wenn mehrere Scans zu einem einzigen zusammengeführt werden, z.B. bei flächenbasierten Scannern wie Weißlichtscannern.

Die Anwendungstechniker platzierten im gesamten Scanbereich hochreflektierende 3D-Zielpunkte, Positionierungszielpunkte und Skalenleisten. Anschließend wurden die Daten anhand von Fotogrammetrie und 3D-Scanning, mit einem 3D-Scanner erfasst. Auf diese Weise wurden durch Messungen von 2D-Bildern aus verschiedenen Blickwinkeln die 3D-Koordinaten von Punkten berechnet.

3D-Laserscans: Als letzter Schritt vor Ort wurden 3D-Scans der beschädigten Bereiche durchgeführt und mit Hilfe eines Handyscan 3D-Scanners dreidimensionale Rohdaten erzeugt. Beschädigungen der oberen Außenhaut, des Tankinnenraums und des vorderen Holms (bei entfernter Anströmkante) wurden für weitere Bewertungen gescannt.

„Airbus kam zu dem Schluss, dass sich das Scanverfahren für die Flugzeugwartung eignet.“

Die Nachbearbeitung der 3D-Daten erfolgte mit Hilfe von Geomagic. Die Rohmodelle wurden bereinigt, an den Laser-Tracker-Punkten ausgerichtet und bestmöglich an das D-VM des Airbus angepasst. Dann wurden ein Vergleich und Farbindikatorberichte des beschädigten Bereichs erstellt. Diese wurden als Ergänzung der Schadensbewertungsberichte herangezogen.

Eignung bestätigt

Airbus kam zu dem Schluss, dass sich das Scanverfahren für die Flugzeugwartung eignet. Das Gerät funktionierte sowohl außerhalb als auch innerhalb des Tragflächentanks in hoher Luftfeuchtigkeit und lässt sich problemlos tragen, einrichten und verwenden.

Das Scannen der oberen Außenhaut dauerte zwei Stunden einschließlich sämtlicher Vorbereitungen an der Oberfläche und der Fotogrammetrie. Die Nachbearbeitung durch Creaform nahm rund drei Arbeitstage in Anspruch. Die 3D-Scans wurden mit D-VM-Oberflächenmodellen verglichen und erzielten nach Korrekturen der Ausrichtung positive Ergebnisse.

Als Methode zur Schadensbewertung bietet Laserscanning zahlreiche Vorteile. Es ist ein präzises erstes Verfahren für Wartungszwecke, mit dem Ort und Umfang verschiedener oder einzelner Schäden bewertet werden können.

* Informationen stammen aus dem Wikipedia-Artikel „Qantas Flight 32“, Stand: 1. August 2012.

Autor

David Gagné, eng., VP 3D Engineering Services, Creaform

Kontakt

Creaform Deutschland GmbH, Leinfelden-Echterdingen
Tel.: +49 711 1856 8030
germany@creaform3d.com
www.creaform3d.com