

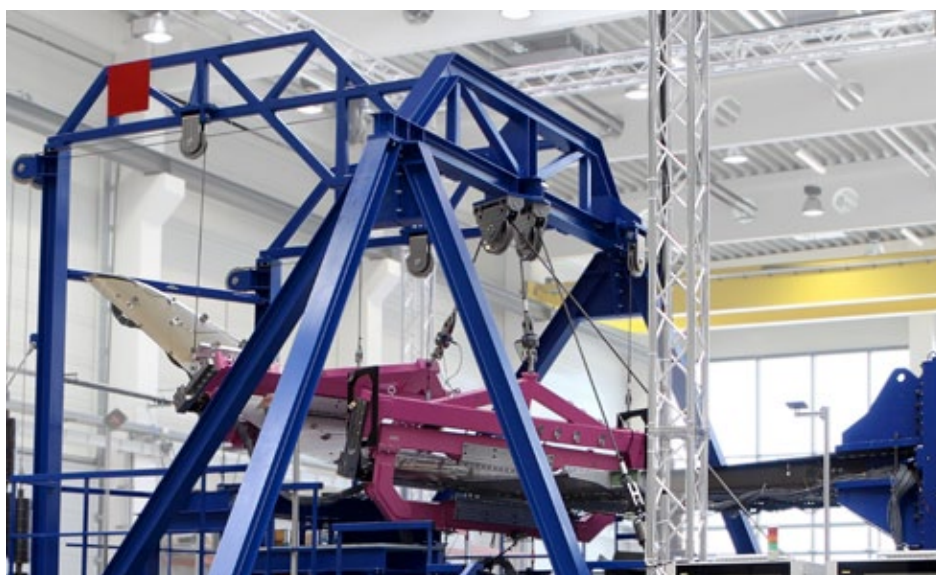
Anwendungsbeispiel:

Optische Messtechnik unterstützt Zulassung von Airbus A350

Airbus-Zulieferer FACC und Tochterunternehmen CoLT integrieren berührungslose Sensoren in Ermüdungs- und Strukturversuche

Messsystem: PONTOS, TRITOP, ATOS, GOM Taster

Keywords: Luftfahrtindustrie, Ermüdungs- und Strukturversuche, dynamische Deformation, Simulationsabgleich, 6DoF-Analysen, optische 3D-Messtechnik



GOM mbH
Mittelweg 7-8
38106 Braunschweig
Deutschland
Tel +49 531 390 29 0
Fax +49 531 390 29 15
info@gom.com

GOM International AG
Bremgarterstrasse 89B
8967 Widen
Schweiz
Tel +41 5 66 31 04 04
Fax +41 5 66 31 04 07
international@gom.com

GOM UK Ltd
Unit 14, The Cobalt Centre
Coventry, CV3 4PE
Großbritannien
Tel +44 2476 639920
Fax +44 2476 516990
info-uk@gom.com

GOM Asia
Keyuan Road 88, Tower 2, Unit 731
201203 Shanghai
PR China
Tel +86 21 2898 6551
Fax +86 21 2898 6552
info-asia@gom.com

GOM France SAS
10 Quai de la Borde
91130 Ris Orangis
Frankreich
Tel +33 1 60 47 90 50
Fax +33 1 69 06 63 60
info-france@gom.com

GOM Branch Benelux
Interleuvenlaan 15 F
3001 Leuven
Belgien
Tel +32 16 408 034
Fax +32 16 408 734
info-benelux@gom.com

GOM Italia Srl
Via della Resistenza 121/A
20090 Buccinasco (MI)
Italien
Tel +39 02 457 01 564
Fax +39 02 457 12 801
info-italia@gom.com

www.gom.com

Anwendungsbeispiel:

Optische Messtechnik unterstützt Zulassung von Airbus A350

Airbus-Zulieferer FACC und Tochterunternehmen CoLT integrieren berührungslose Sensoren in Ermüdungs- und Strukturversuche

Messsystem: PONTOS, TRITOP, ATOS, GOM Taster

Keywords: Luftfahrtindustrie, Ermüdungs- und Strukturversuche, dynamische Deformation, Simulationsabgleich, 6DoF-Analysen, optische 3D-Messtechnik

Um Gewicht und Treibstoffverbrauch zu senken, setzt die Luft- und Raumfahrtindustrie verstärkt auf Leichtbaumaterialien und neue Materialkombinationen. So besteht der komplette Rumpf des Airbus A350 XWB aus Kohlefaserverbundwerkstoffen (CFK). Insgesamt kommt der Langstreckenflieger auf einen CFK-Anteil von 53%. Daneben verwendet Airbus Materialien wie Titan und neuartige Aluminium-Legierungen. Dadurch verbraucht der A350 rund ein Viertel weniger Treibstoff als herkömmlich gebaute Maschinen, entsprechend sinken auch umweltschädliche CO₂-Emissionen.

Optische Messverfahren ersetzen herkömmliche Methoden

Allerdings müssen diese Leichtbaumaterialien und neuen Materialkombinationen genauso hohe Anforderungen an Funktion, Sicherheit und Lebensdauer erfüllen wie konventionelle Werkstoffe. Dementsprechend werden die Materialien und die daraus hergestellten Bauteile intensiv getestet. Dafür setzt die Luft- und Raumfahrtindustrie verstärkt optische Messsysteme ein. Die Messtechnik arbeitet berührungslos und erfasst Geometrien sowie dreidimensionale Verschiebungen und Verformungen. Dabei werden statische und dynamische Verformungen nicht nur punktuell, sondern vor allem auch flächenhaft ermittelt. Die Messdaten verbessern Simulations- und Konstruktionsprozesse und erhöhen so die Sicherheit der Luftfahrzeuge.

Vor der Zulassung hat der A350 intensive Tests durchlaufen. Dabei prüfte der Airbus-Zulieferer FACC Faserverbundmaterialien und -komponenten des A350 im Tochterunternehmen CoLT Prüf und Test GmbH am Firmengelände in St. Martin im Innkreis (Österreich). Besonders umfangreich waren die Tests für die Zulassung der Winglets und Wingtips. Das komplette, mehr als sechs Meter große Element wurde in einer speziellen Vorrichtung statisch und dynamisch auf Dauer- und Spitzenbelastung und Schadensverträglichkeit getestet. Diese weitreichenden Versuche waren erforderlich, da das Bauteil vorrangig aus Faserverbundwerkstoffen mit einzelnen metallischen Verbindungen besteht.

Erfassung dreidimensionaler Verschiebungen und Verformungen

Die Belastungs-, Ermüdungs- und Schadensverträglichkeitstests gaben Auskunft über das strukturelle Verhalten des Bauteils. Dabei hat das Tochterunternehmen der FACC neben herkömmlichen Messtechniken erstmals berührungslos arbeitende Sensoren von GOM vollständig in den Versuchsaufbau integriert. Im Gegensatz zu konventionellen Methoden wie Dehnungsmessstreifen (DMS) erfassen die beiden PONTOS Systeme dreidimensionale Verschiebungen und Verformungen des Winglets.

Der Prüfling war in Summe acht Meter lang, zwei Meter hoch und drei Meter breit, insgesamt wurden rund 110 Tonnen Stahl am Prüfstand (14 Meter lang, 8 Meter hoch, 10 Meter breit) verbaut. (Abb. 1) Belastungen wurden mit 15 servo-hydraulischen Zug- und Druckzylindern erreicht, die Kräfteinleitung erfolgte durch fünf Joche. Die beiden berührungslos messenden Sensoren haben die dynamische Verformung an rund 220 Punkten erfasst, wobei jeder Punkt dreidimensional, also in x-, y- und z-Richtung, analysiert werden konnte. Daneben haben mehr als 2000 synchronisierte Kanäle statische Dehnungen, Verformungen, Kräfte, Drücke und Temperaturen ermittelt. (Abb. 2)

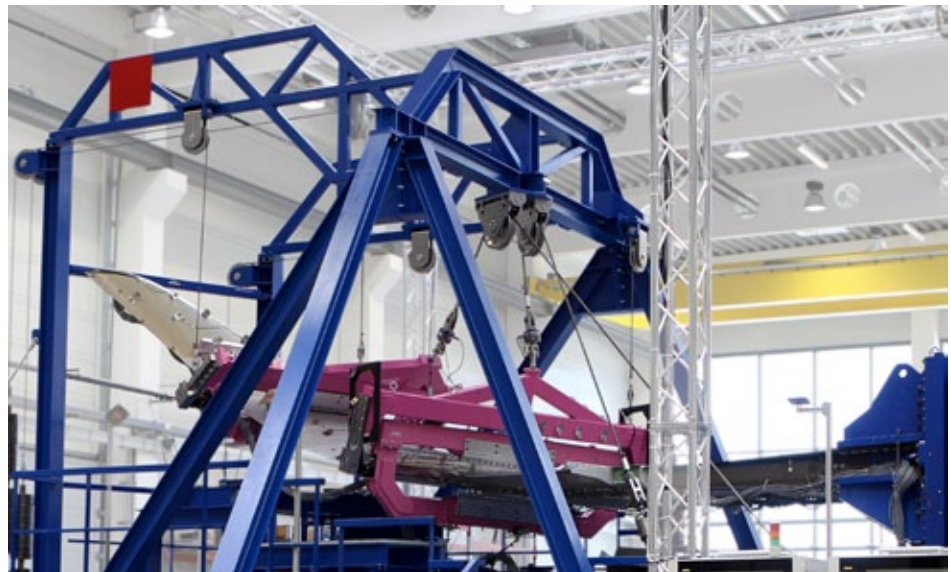


Abb. 1: Das Winglet ist acht Meter lang, zwei Meter hoch und drei Meter breit, insgesamt wurden rund 110 Tonnen Stahl am Prüfstand verbaut. Erstmals wurden berührungslos messende Sensoren von GOM in den Versuchsaufbau integriert.

Am realen A350 werden Winglet und Wingtip – die inneren Elemente der Baugruppe – außen an der Hauptwingbox befestigt. Um diese Verbindungspunkte sowie das Verhalten der Hauptwingbox realistisch im Test widerzuspiegeln, kam eine Dummy-Wingbox zum Einsatz. Diese wurde speziell für den Test entwickelt und war in Bezug auf Materialeigenschaften und Anbindung des Winglets identisch zu einer realen Wingbox.

Vollständige 6DoF-Analysen

Im Strukturversuch wurde der Prüfling zunächst über mehrere Stufen hinweg statisch belastet, um im Flug auftretende Belastungen zu simulieren. Auf diese Weise haben die Testingenieure drei Szenarien geprüft: maximale Torsion sowie maximale Belastung nach oben und unten. Im Ermüdungstest sind die Prüfer reale Flugprofile abgefahren, um das Verhalten des Bauteils über einen Lebenszyklus zu analysieren. Bei statischen Versuchen und Ermüdungstests wurden Belastungsfaktoren aufgeschlagen, um Streuungen in den Materialkennwerten und mögliche Gewichtssteigerungen im Bauteil zu berücksichtigen.

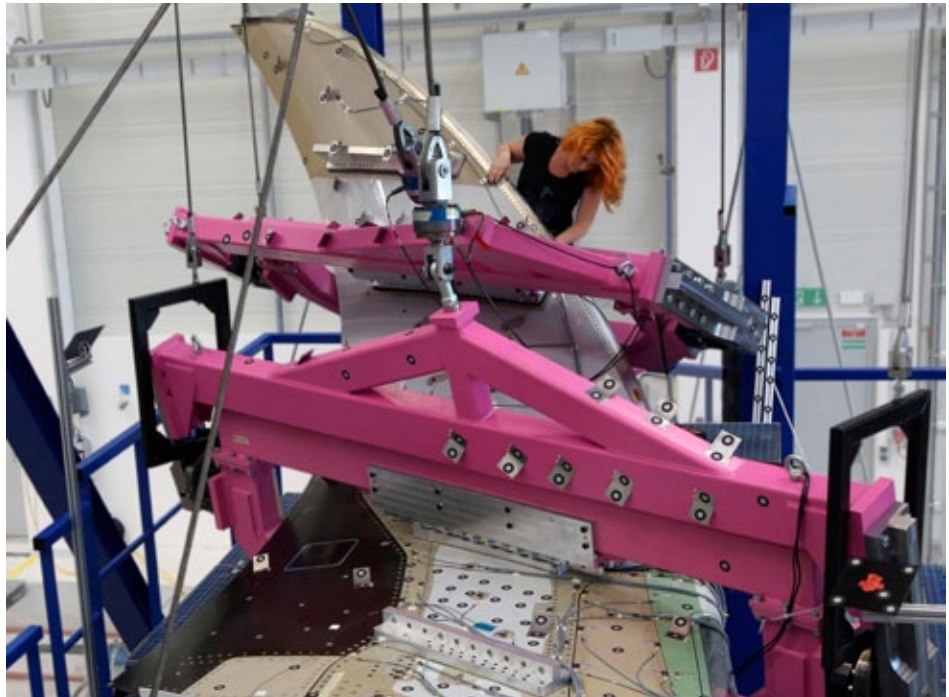


Abb. 2: Die PONTOS Sensoren messen die dynamische Verformung an rund 220 Punkten, wobei jeder Punkt dreidimensional analysiert werden kann.

Für die Schadensverträglichkeitstests wurde das Winglet im Vorfeld an bestimmten Stellen beschädigt. Damit simulierten die Testingenieure Produktionsfehler, aber auch Hagelschäden und Vogeleinschläge, um deren Auswirkung auf Material- und Bauteilverhalten unter Last genau analysieren zu können.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Messmitteln wie Dehnungsmessstreifen und Wegaufnehmer haben optische Systeme wie PONTOS dreidimensionale Verschiebungen und Verformungen erfasst, während sie gleichzeitig Geschwindigkeiten und Beschleunigungen gemessen haben. Anhand der punktuellen Messdaten waren vollständige 6DoF-Analysen möglich. So konnten Testingenieure genau sehen, wie sich das Winglet im Raum bewegt und an welchen Stellen es sich besonders stark verformt. (Abb. 3) Dabei ließ sich das PONTOS System leicht in den Versuchsaufbau integrieren: Inspektionpunkte wurden über Messmarken identifiziert, mittels optisch getracktem Taster konnten außerdem Soll-Positionen bestimmt und Adapter eingemessen werden.

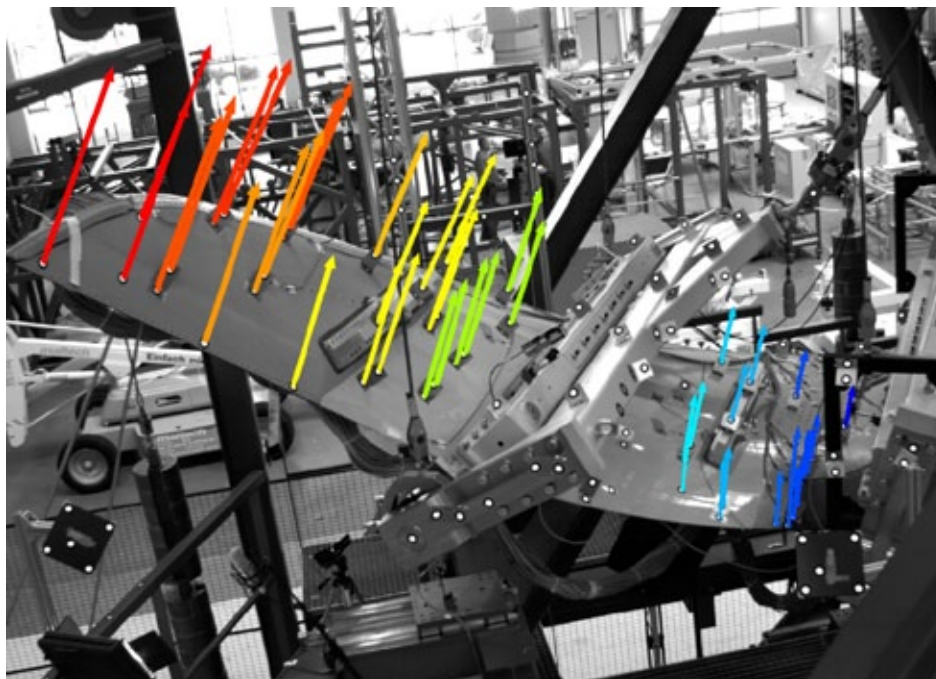


Abb. 3: Anhand der punktuellen Messdaten sind vollständige 6DoF-Analysen möglich. So können Testingenieure genau sehen, wie sich das Winglet im Raum bewegt und an welchen Stellen es sich besonders stark verformt.

Rückprojektion von DMS-Positionen mit ATOS

Über das Softwaremodul PONTOS Live konnte der Testverlauf auch online gemessen werden. Das heißt, der Anwender sieht live in der Software, was während des Versuchs passiert. Außerdem konnten die Messdaten über eine digitale Schnittstelle an andere Programme übertragen und von diesen live weiterverarbeitet werden. Analogwerte von externen Messgeräten konnten ebenfalls aufgezeichnet und verarbeitet werden.

Optische Messsysteme haben auch den Versuchsaufbau beschleunigt. So konnten 200 DMS-Positionen, die im Vorfeld von Airbus und CoLT-Test-Ingenieuren definiert wurden, innerhalb eines Arbeitstages am Bauteil markiert und aufgebracht werden. (Abb. 4) Dafür hat die Firma Westcam, GOMs Vertriebspartner und Messdienstleister in Österreich, zunächst Winglet und Komponenten mit dem portablen Photogrammetrie-System TRITOP eingemessen, das 3D-Koordinaten von Objekten erfasst. Nach der Ausrichtung der Messdaten zum CAD, erfolgte die Rückprojektion der DMS-Positionen mit dem 3D-Scanner ATOS. Dabei projiziert der Sensor auf Basis der Messdaten die DMS-Positionen, die als 3D-Elemente im CAD abgebildet sind, direkt auf das Winglet. CoLT-Mitarbeiter zeichneten die korrekten Punkte einfach an – eine erhebliche Zeitersparnis, denn bisher wurden die DMS-Positionen aufwändig mit Maßbändern, ausgehend von Randkanten oder Bohrungen, bestimmt. An schwierigen Geometrien, etwa an der Innenseite der Leading-Edge, war eine Positionierung mit den herkömmlichen Methoden aufgrund der starken Biegung sehr kompliziert, konnte aber mit ATOS in einem Bruchteil der Zeit erfolgen. Auch eine Kontrolle der aufgetragenen DMS-Positionen war mit optischer Messtechnik möglich: Diese konnten erneut mit TRITOP Photogrammetrie oder mit dem handgehaltenem GOM Taster eingemessen und mit den CAD-Daten verglichen werden.



Abb. 4: Um den Versuchsaufbau zu beschleunigen, erfolgte die Rückprojektion der DMS-Positionen mit dem 3D-Scanner ATOS.

Simulationsabgleich anhand von 3D-Messdaten

Leichtbaumaterialien sind aus der Luft- und Raumfahrtindustrie nicht mehr wegzudenken. Entsprechend intensiv testen OEMs und Zulieferer die neuen Materialien, um deren Funktion, Sicherheit und Lebensdauer zu gewährleisten. Optische Messsysteme lassen sich einfach in verschiedene Test- und Prüfstände integrieren, gleichzeitig erfassen sie statische und dynamische Verformungen sowohl punktuell als auch flächenhaft. Die Ergebnisse sind unmittelbar nach der Messung verfügbar und lassen sich leicht verständlich in Diagrammen, Videos und Bildern darstellen.

Dabei werden die 3D-Messdaten der GOM-Systeme vor allem für den Simulationsabgleich genutzt. Moderne Flugzeuge sind sehr komplex, so dass alles während der Entwicklung simuliert wird. Um die Simulationen mit der Realität abzugleichen, braucht es umfassende 3D-Messdaten statt weniger Einzelsignale. Anhand der Messergebnisse werden Simulationsparameter überprüft und verbessert sowie laufende und zukünftige Konstruktionsprozesse optimiert. Dadurch wird die Anzahl an kostenintensiven Testläufen reduziert und somit die Produktentwicklung beschleunigt. Gleichzeitig erlauben die 3D-Messergebnisse Rückschlüsse auf Sicherheitsrisiken, Lebensdauer sowie Kriech- und Alterungsprozesse. Das erhöht nicht nur die Sicherheit, sondern auch die Lebensdauer der Produkte.

CoLT Prüf und Test GmbH

Die FACC Operations GmbH ist ein weltweit tätiges Unternehmen in Design, Entwicklung und Fertigung von Faserverbundkomponenten und -systemen für die Luftfahrtindustrie. Die Produktpalette reicht von Strukturbauteilen an Rumpf und Tragflächen über Triebwerkskomponenten bis hin zu kompletten Passagierkabinen für zivile Verkehrsflugzeuge, Business Jets und Hubschrauber. FACC produziert für alle großen Flugzeughersteller, darunter Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer, COMAC und Sukhoi sowie Triebwerkhersteller und deren Lieferanten. Das Composite Lab & Test Center (CoLT) am Firmengelände in St. Martin im Innkreis ist seit 2013 in Betrieb. Die FACC verfügt damit über eine der modernsten Stätten zur Analyse, Prüfung und Zulassung von Faserverbundmaterialien und -komponenten.