



Bereit zum Abheben dank Thermografie

Zerstörungsfreie Prüfung von Verbundwerkstoffen in der Luftfahrt

Die aktive Thermografie ist ein effizientes, leistungsstarkes Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung in der Luftfahrt. Das spielt bei der Inspektion von Verbundwerkstoffen seine Vorteile aus. Mobile Prüfsysteme ermöglichen eine lückenlose Qualitätssicherung in der Produktion und sogar eine schnelle Vor-Ort-Prüfung zu Wartungszwecken.

Pascal Echt

Verbundwerkstoffe wie CFK und GFK sind aus Flugzeugen nicht mehr wegzudenken. Mit ihrer Leichtigkeit und Robustheit tragen diese Materialien zu einem sparsamen, sicheren Flugbetrieb bei. Der Einsatz von Verbundwerkstoffen

bringt jedoch auch neue Herausforderungen mit sich, vor allem bei der Inspektion und Wartung. Die typischen Schadensfälle im Normalbetrieb von Flugzeugen wie Vogelschlag, Blitzschlag, Aufprall von Objekten während des Starts oder

der Landung oder Kollision mit einem Bodenfahrzeug erfordern eine umgehende Prüfung vor Ort, damit es nicht zu teuren längeren Ausfallzeiten kommt. Diese muss zerstörungsfrei erfolgen und die inneren Bauteil-Strukturen einschließen. Die An-



forderungen an entsprechende Lösungen sind umfangreich:

- Vor-Ort-Prüfung ohne aufwendige Aufbauten oder spezielle Einrichtungen,
- schnelle Prüfung großer Flächen,
- zuverlässige Erkennung der für Verbundwerkstoffe typischen Defekte,
- einfache Bedienung,
- einfache Analyse der Prüfergebnisse unabhängig von der Erfahrung des Prüfers,
- einfache Archivierung der Prüfergebnisse zur Rückverfolgbarkeit.

Die klassischen Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung von Verbundwerkstoffen wie beispielsweise das Tap-Hammer-Verfahren, die Phased-Array-Ultraschallprüfung und die mechanische Impedanzanalyse können diese Anforderungen kaum erfüllen. Beim Tap-Hammer-Verfahren kommt es auf das subjektive Hörempfinden des Prüfers an. Für die Phased-Array-Ultraschallprüfung und die mechanische Impedanzanalyse sind große Geräte und komplizierte Aufbauten nötig.

Für punktuelle Untersuchungen ge-

dacht, verursachen diese Verfahren bei der Inspektion großer Flächen einen enormen Zeitaufwand. Meist liefern sie keine eindeutig interpretierbaren Messergebnisse, so dass es in hohem Maße auf die Erfahrung des Prüfers ankommt. Und Funktionen zur automatischen Archivierung der Prüfergebnisse sucht der Anwender häufig vergebens.

ZfP mit aktiver Thermografie

Es gibt jedoch eine Alternative, mit der sich die Herausforderungen bei der Inspektion und Wartung von Flugzeugen meistern lassen: die zerstörungsfreie Prüfung auf Basis der aktiven Thermografie (Bild 1). Bei diesem Verfahren wird das Prüfobjekt thermisch angeregt, beispielsweise mit einer Halogenlampe, einem Laser oder Wirbelstrom. Der Wärmefluss durch das Material spiegelt sich in der Temperaturentwicklung an der Oberfläche des Prüfobjekts wider. Die Temperaturentwicklung wird über einen bestimmten Zeitraum mit einer Infrarotkamera aufgezeichnet.

Eine Wärmebildverarbeitungs-Software und spezielle Auswertungsalgorithmen liefern ein Ergebnisbild, anhand dessen sich die internen Strukturen und eventuelle Defekte des Prüfobjekts zuverlässig erkennen lassen (Bild 2).

Die aktive Thermografie eignet sich für die Prüfung verschiedener Materialien »»

und zur Erkennung des gesamten Spektrums der für Verbundwerkstoffe typischen Defekte, von Delaminationen über Lunker und Wassereinschlüsse bis zu Rissen. Zudem umfasst sie verschiedene Prüfmethoden und Messtechniken, so dass sich das Messverfahren optimal auf das jeweilige Material und die jeweiligen Bauteil-Strukturen abstimmen lässt. Diese Methoden unterscheiden sich vor allem in der Art der verwendeten Anregungsquelle, darin, wie die thermische Energie eingesetzt wird, und in der mathematischen Analyse der Messergebnisse.

Vorteile der aktiven Thermografie

Die aktive Thermografie ermöglicht eine zerstörungsfreie und schnelle großflächige Verbundwerkstoff-Inspektion. Moderne Thermografie-Systeme sind einfach zu bedienen und setzen nicht voraus, dass die Messungen von einem Prüfer mit langjähriger Erfahrung durchgeführt werden. Eine Anpassung an die Größe des Prüfobjekts ist ohne Weiteres möglich; eine einzelne Messung kann eine Fläche von bis zu einem Quadratmeter abdecken. Ebenso gut lassen sich Bauteile prüfen, die nur wenige Millimeter groß sind. Die Messzeiten sind kurz; eine Messung an einer dünnwandigen Komponente dauert normalerweise nur wenige Sekunden. »»

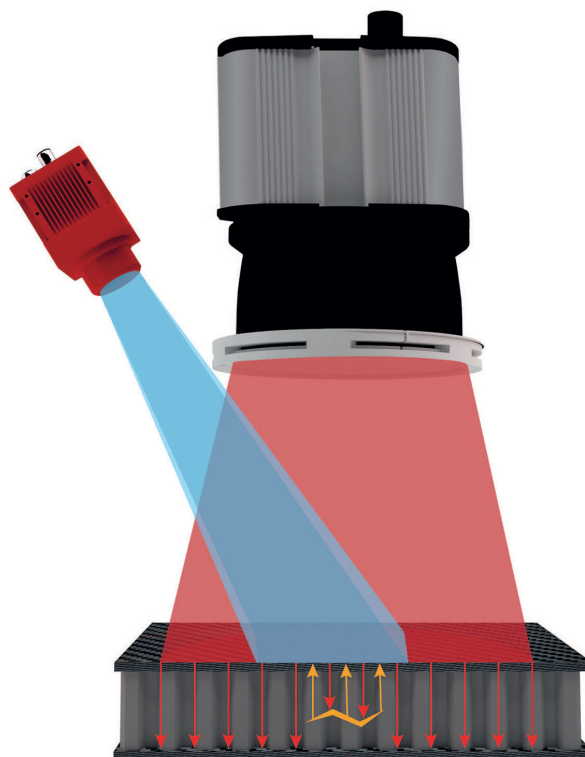


Bild 2. Im Ergebnisbild lassen sich interne Strukturen und eventuelle Defekte des Prüfobjekts zuverlässig erkennen, hier großflächige thermografische Messung an einem Flugzeugrumpf. © AT-Automation Technology

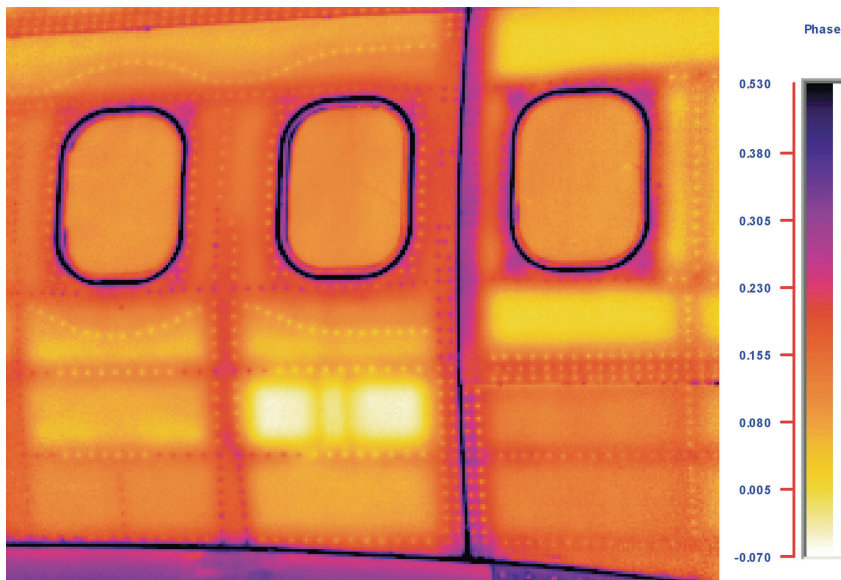


Bild 1. Bei der aktiven Thermografie wird das Prüfobjekt thermisch angeregt, beispielsweise mit einer Halogenlampe, einem Laser oder Wirbelstrom. © AT-Automation Technology

Die Messergebnisse werden als hochauflösende Bilder dargestellt, die eine einfache Analyse und Archivierung erlauben. Ist eine Expertenanalyse nötig, die vor Ort nicht geleistet werden kann, können die Bilder in elektronischer Form an entsprechende Adressen verschickt werden. Auch eine standardmäßige Remote-Prüfung ist so möglich.

Lösung für die Luftfahrt

Thermografie-Systeme waren zunächst eher für den Laborgebrauch ausgelegt und galten als zu komplex für den Einsatz in der Industrie. In den vergangenen Jahren wurden jedoch große Anstrengungen unternommen, die aktive Thermografie indus-

trietauglich und möglichst benutzerfreundlich zu machen.

Als Voraussetzung für den Einsatz in der Luftfahrt wurde sie inzwischen in internationale Normen für die Qualifikation von ZfP-Personal wie NAS410 und EN4179 eingeführt. Für den Bedarf der Luftfahrt ist seit einigen Jahren eine maßgeschneiderte Lösung im Einsatz. Die enge Zusammenarbeit von Airbus und AT-Automation Technology brachte ein mobiles Prüfsystem für die Vor-Ort-Inspektion hervor, C-CheckIR (Bild 3).

Dieses kompakte System besteht aus einem Messkopf und einem Tablet-PC. Der Messkopf enthält eine intelligente, hochempfindliche Infrarotkamera sowie eine Halogenlampe mit integrierter Leistungs-

elektronik, die von der Kamera direkt geregelt wird. Dieser ist auf ein Gestell aus drei Beinen mit vakuumgetriebenen Saugnäpfen montiert. Mit diesen lässt sich das mobile Prüfsystem am Prüfobjekt befestigen, so dass eine Messung an horizontalen wie vertikalen Flächen durchgeführt werden kann.

Die Bedienung erfolgt über den Tablet-PC mit Touchscreen. Für übliche Verbundwerkstoffe und Prüfmethoden sind entsprechende Voreinstellungen vorhanden, die sich je nach Bedarf anpassen und abspeichern lassen. Eigens geschultes Personal ist für die Nutzung des C-CheckIR nicht erforderlich.

Ein Messvorgang ist nach Angaben von AT innerhalb weniger Sekunden abgeschlossen und deckt eine Fläche von bis zu 430 mm x 340 mm ab. So lässt sich beispielsweise die Inspektion eines A320-Seitenruders in nur fünf bis sieben Stunden erledigen. Die von der Wärmebildverarbeitungs-Software und den Auswertungsalgorithmen gelieferten Ergebnisbilder weisen einen hohen Detailgrad auf und lassen sich unabhängig von der Erfahrung des Prüfers analysieren. Die automatische Archivierung aller Messdaten und Ergebnisbilder gewährleistet Rückverfolgbarkeit.

Das mobile Prüfsystem entspricht sämtlichen Anforderungen der DIN 54192 für die zerstörungsfreie Prüfung mit aktiver Thermografie und erfüllt diverse Prüfanweisungen von Flugzeugherstellern (beispielsweise Airbus NTM 55-40-50 oder Boeing procedure 737 NDT, part 9, 51-00-04, 53-30-01). ■



Bild 3. Das mobile Prüfsystem eignet sich für die Vor-Ort-Inspektion von Flugzeugen.

© AT-Automation Technology

INFORMATION & SERVICE

AUTOR

Pascal Echt war Marketing Manager/Technical Writer bei AT – Automation Technology.

KONTAKT

AT – Automation Technology GmbH
T 04531 880110
info@automationtechnology.de
www.automationtechnology.de