

# Das Wärmebild verrät alles

## Zerstörungsfreie Verbundwerkstoff-Prüfung auf Basis der aktiven Thermografie

Neue Umweltvorschriften zwingen die Automobil-Branche, energieeffizientere Fahrzeuge zu bauen. Dabei hilft der Einsatz von leichten und stabilen Verbundwerkstoffen, das Gewicht zu reduzieren. Jedoch bringen diese Materialien Herausforderung bei der Inspektion in Produktion und Service mit sich. Zerstörungsfreie Prüfung auf Basis der aktiven Thermografie ist die Lösung hierfür.

Pascal Echt

**V**erbundwerkstoffe wie CFK eignen sich für eine Vielzahl von Fahrzeugbauteilen, von Chassis und Karosserie bis zu Heckflügel, Spoiler und Spiegel. Im Luxussegment sind bereits seit einigen Jahren Fahrzeuge aus CFK erhältlich, etwa aus dem Hause Lamborghini. BMW brachte mit seinen Modellen i3 und i8 erstmals Fahrzeuge aus CFK auf den Massenmarkt. Sogar Lastwagen aus CFK befinden sich derzeit in der Testphase.

Verbundwerkstoffe tragen also zunehmend zu einer energieeffizienten, umweltgerechten Automobilität bei. Da sie aus mehreren Materialschichten mit neuen Füge-techniken gefertigt werden, bringen die-

se Materialien jedoch auch Herausforderungen mit sich, vor allem bei der Inspektion in Produktion und Service. In der Produktion von Verbundwerkstoff-Komponenten geht es darum, die Qualität von Rohmaterialien zu überprüfen, die Temperatur und die Temperaturverteilung bei Fügeprozessen zu optimieren und eine ausreichende Fügequalität sicherzustellen, Delaminationen (Schichtablösungen), Lufteinschlüsse und in das Material eingedrungene Fremdkörper zu erkennen und den Produktionsprozess insgesamt so effizient wie möglich zu gestalten. Im Service müssen Schadensarten aufgedeckt werden, die es bei den im Automobilbau bis-

lang verwendeten Metall-Komponenten nicht gibt, vor allem Stabilitätsverluste durch Delaminationen oder Risse.

### Anforderungen an Prüfverfahren

Entsprechend müssen die Prüfverfahren zerstörungsfrei sein (zerstörungsfreie Prüfung, kurz ZfP), einen präzisen Blick auf die inneren Bauteil-Strukturen ermöglichen und sich vor Ort anwenden lassen. Darüber hinaus sollten sie für eine effiziente, professionelle Prüfungsabwicklung folgende Anforderungen erfüllen:

- keine komplizierten Aufbauten oder speziellen Einrichtungen.
- rasche Prüfung auch größerer Flächen,

- zuverlässige Erkennung aller Verbundwerkstoff-typischen Defekte,
- einfache Bedienung,
- einfache Analyse der Prüfergebnisse unabhängig von der Erfahrung des Prüfers,
- einfache Archivierung der Prüfergebnisse zur Rückverfolgbarkeit.

Klassische Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung von Verbundwerkstoffen wie beispielsweise das Tap-Hammer-Verfahren oder die Phased-Array-Ultraschallprüfung erfüllen diese Anforderungen kaum. Beim Tap-Hammer-Verfahren ist das subjektive Hörempfinden des Prüfers entscheidend, was in der Automobilbranche mit ihren hohen Sicherheitsanforderungen nicht akzeptabel sein sollte. Für die Phased-Array-Ultraschallprüfung sind große Geräte und komplizierte Aufbauten nötig, die ein mobiles Arbeiten erschweren. Eigentlich für punktuelle Untersuchungen gedacht, kosten diese Verfahren bei der Inspektion großer Flächen zuviel Zeit. Meist liefern sie keine eindeutigen Messergebnisse, so dass es stark auf die Erfahrung und das Interpretationsvermögen des Prüfers ankommt. Auch Funktionen zur automatischen Archivierung der Prüfergebnisse sucht der Anwender häufig vergebens.

### Vorteile der aktiven Thermografie

Diese Herausforderungen adressiert die zerstörungsfreie Prüfung auf Basis der aktiven Thermografie (Bild 1). Bei diesem Verfahren wird das Prüfobjekt beispielsweise mit einer Halogenlampe oder einem Laser thermisch angeregt. Der Wärmefluss durch das Material spiegelt sich in der Tempera-

turentwicklung an dessen Oberfläche wider; ist er durch Defekte gestört, zeigt sich dies auch in ihr. Die Temperaturentwicklung an der Oberfläche des Prüfobjekts 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 sehr zuverlässig erkennen lassen (Bild 2).

Die aktive Thermografie eignet sich für die Prüfung unterschiedlicher Materialien und zur Erkennung aller Verbundwerkstoff-typischen Defekte. Da sie verschiedene Prüfmethoden und Messtechniken umfasst, ist eine Abstimmung auf das jeweilige Material und die jeweiligen Bauteil-Strukturen möglich. Diese Methoden und Techniken unterscheiden sich vor allem in der Art der Anregungsquelle, darin, wie die thermische Energie eingesetzt wird, und in der mathematischen Analyse der Messergebnisse (Bild 3).

Moderne Thermografie-Systeme sind einfach zu bedienen und erfordern keinen Prüfer mit langjähriger Erfahrung. Eine Anpassung an die Größe des Prüfobjekts ist problemlos möglich; eine einzelne Messung kann eine Fläche von bis zu einem Quadratmeter abdecken, aber ebenso gut lassen sich Bauteile prüfen, die nur wenige Millimeter groß sind. Gleichzeitig bieten Infrarotkameras eine immer höhere Messauflösung, Messgenauigkeit und Bildfrequenz. Die Messzeiten sind kurz, eine Messung an einer dünnwandigen Komponente dauert normalerweise nur wenige Sekunden. Die Messergebnisse werden als »»

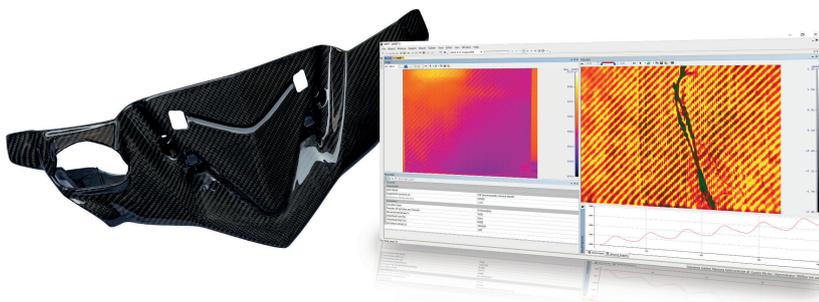
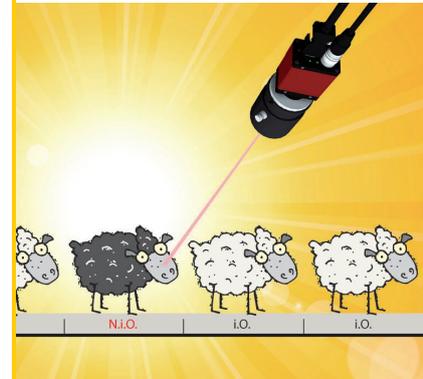


Bild 1. Inspektion von Verbundwerkstoff-Komponenten in der Automobilbranche mittels aktiver Thermografie © AT – Automation Technology



## Qualitätssicherung durch Bildverarbeitung

- Oberflächenkontrolle (getaktet oder im Durchlauf)
- Oberflächenkontrolle mit Zeilenkamera
- 3D-Typerkennung und -Kontrolle
- Anwendungen mit 3D-Zeilenkamera
- Multikamera-Systeme
- generelle Bildverarbeitungsaufgaben



- mehr als 20 Jahre Erfahrung
- ISO 9001: 2015
- hohe Lösungskompetenz
- PC-gestützte Systeme
- Know-How in eigener Optik und Elektronik

## INDUSTRIELLE BILDVERARBEITUNG AUS OFFENBURG

**Omni Control Prüfsysteme GmbH**  
In der Spöck 10  
77656 Offenburg, Germany  
Tel. +49 781 9914-12  
Fax +49 781 9914-11  
mail@omni-control.de  
www.omni-control.de

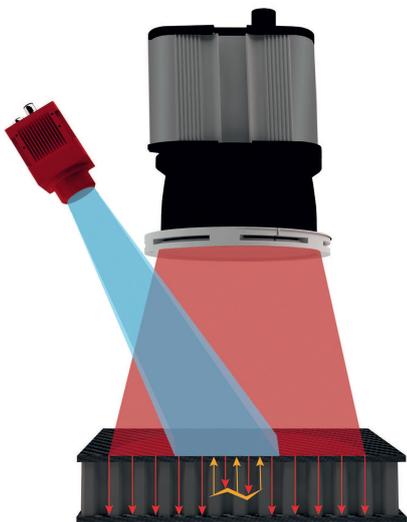


Bild 2. Das Messprinzip der aktiven Thermografie.

© AT – Automation Technology

hochauflösende Bilder dargestellt, was eine einfache Analyse und Archivierung erlaubt. Die immer größere Vielfalt von Hochleistungsobjektiven ermöglicht Lösungen mit dem bestmöglichen Sichtfeld. Nicht zuletzt sind immer mehr ZfP-Techniken wie die Lock-in-oder die Transient-Technik auch für mobile Prüfsysteme verfügbar.

### Lösungen für die Automobilbranche

Thermografische ZfP-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 industrietauglich und möglichst benutzerfreundlich zu machen. Inzwischen gibt es eine Reihe an maßgeschneiderten Lösungen für die Automobilbranche. Für den Einsatz in der Produktion sind auf Roboterarme aufsetzbare und in Anlagen, zum Beispiel Tape-Verlegeköpfe, integrierbare Lösungen verfügbar, die über einen externen Rechner gesteuert werden.

Ein Beispiel für ein mobiles Komplettsystem für den Einsatz im Service ist C-CheckIR von AT – Automation Technology, das in enger Zusammenarbeit mit der Industrie entwickelt worden ist. Es besteht aus zwei Hauptkomponenten, einem Messkopf und einem Tablet-PC. Der Messkopf umfasst eine intelligente, hochempfindliche Infrarotkamera sowie eine Halogenlampe mit integrierter Leistungselektronik, die von der Kamera direkt geregelt wird. Er ist auf ein Gestell aus drei Beinen mit vakuumgetrie-

benen Saugnäpfen montiert, so dass sich C-CheckIR am Prüfbjekt befestigen und eine Messung an horizontalen wie vertikalen Flächen durchführen lässt.

Die Bedienung erfolgt über den Tablet-PC mit Touchscreen und einer intuitiven Benutzeroberfläche. Für übliche Verbundwerkstoffe und Prüfmethode sind entsprechende Voreinstellungen vorhanden, die je nach Bedarf individuell angepasst und abgespeichert werden können. Eigengeschultes Personal ist für die Nutzung von C-CheckIR nach Angaben des Unternehmens prinzipiell nicht erforderlich.

Ein Messvorgang ist innerhalb weniger Sekunden abgeschlossen und deckt eine Fläche von bis zu 430 x 340 mm ab. So lässt sich die Inspektion beispielsweise einer Motorhaube inklusive Handling und Auswertung in weniger als einer Stunde erledigen, während sie beim Einsatz von Ultraschall-Prüfsystemen mehrere Stunden dauern kann. Die von der Wärmebildverarbeitungs-Software und den Auswertungsalgorithmen gelieferten Ergebnisbilder weisen einen hohen Detailgrad auf und sind unabhängig von der Erfahrung des Prüfers einfach zu analysieren. Die automatische Archivierung aller Messdaten und Ergebnisbilder gewährleistet Rückverfolgbarkeit. C-CheckIR entspricht sämtlichen Anforderungen der DIN 54192 für die zerstörungsfreie Prüfung mit aktiver Thermografie. Standards und Prüfanweisungen existieren für Anwendungen in der Luftfahrtindustrie und lassen sich für die Automobilbranche adaptieren. ■

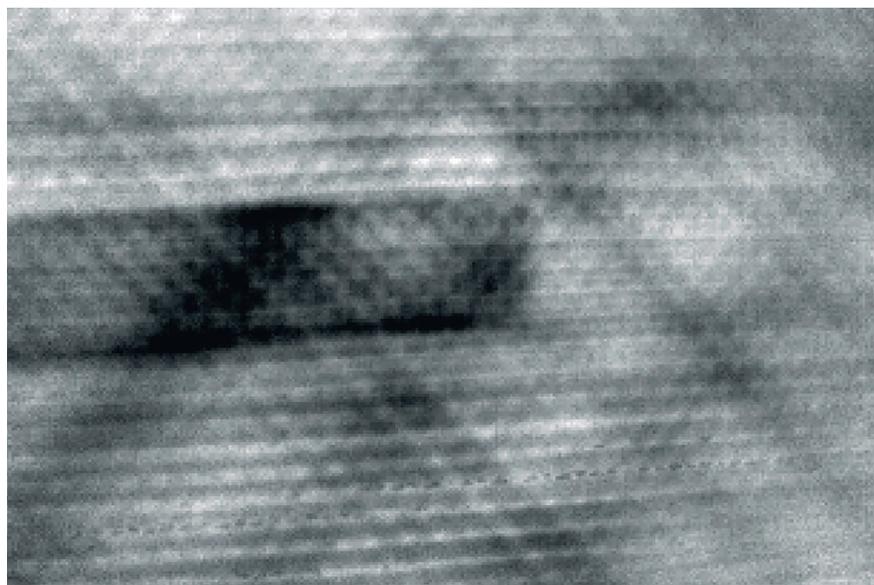


Bild 3. Delamination in einem Fahrzeug-Bauteil. © AT – Automation Technology

## INFORMATION & SERVICE

### AUTOR

Pascal Echt ist Marketing Manager/Technical Writer bei AT – Automation Technology GmbH, Bad Oldesloe.

### KONTAKT

AT – Automation Technology GmbH  
 Pascal Echt  
 T +49 (0)4531 88011-0  
 info@automationtechnology.de  
 www.automationtechnology.de