

Automatische Fehlererkennung in Kunststoffkompositbauteilen

Peter HOLSTEIN¹, Ira EFFENBERGER², Andor BARISKA³, Simina FULGA²
Axel SPRINGHOFF², Andreas BODI¹, Ralf STEINHAUSEN⁴,
Jürg NEUENSCHWANDER⁵, Mathieu PLAMONDON⁵
¹ SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH, Halle (Saale)
² Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
³ Winterthur Instruments AG, Winterthur (Schweiz)
⁴ Forschungszentrum Ultraschall gGmbH, Halle (Saale),
⁵ EMPA, Dübendorf (Schweiz)

Kurzfassung

Scannende Ultraschallmessungen können komplexe Fehlerbilder liefern. Insbesondere Materialien, wie sie im Leichtbau Verwendung finden, zeichnen sich durch komplexe Strukturen aus (CFK, GFK). Die konstruktionsbedingte Struktur findet sich auch in den Ultraschallbildern wieder. Solch strukturell bedingte Bildinformationen dürfen aber in der Qualitätssicherung nicht als Fehler interpretiert werden. Die Fehlerbilder, wie z. B. Delaminationen oder schlechte Fugestellen, überlagern diese Strukturbilder. Es werden Beispiele von luftgekoppelten Ultraschallprüfungen vorgestellt, bei denen Fehlerbilder und Strukturinformationen automatisch voneinander getrennt werden. Die so erhaltene Trennung unterschiedlich verursachter topologisch zusammengehöriger Gebiete erlaubt den automatisierbaren Einsatz scannender Verfahren in der Qualitätssicherung.

AUTOMATISCHE FEHLERERKENNUNG IN KUNSTSTOFFKOMPOSITBAUTEILEN

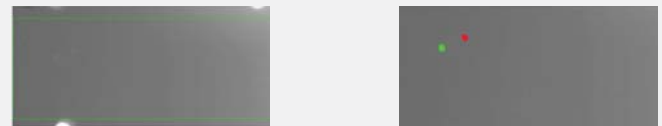
Motiv: Scannende Ultraschallmessungen oder thermographische Verfahren können komplexe Fehlerbilder liefern. Insbesondere Materialien, wie sie im Leichtbau (CFK, GFK) Verwendung finden, zeichnen sich durch komplexe Strukturen aus. Die konstruktionsbedingte Struktur findet sich auch in den Ultraschall- und Thermographiebildern wieder. Solche strukturell bedingten Bildinformationen dürfen aber in der Qualitätssicherung nicht als Fehler interpretiert werden. Die Fehlerbilder, z. B. Delaminationen oder schlechte Fügestellen, überlagern diese Strukturbilder. Mittels Daten- und Methodenfusion wird der Einsatzbereich der ZfP-Methoden erweitert. Die Realisierung erfolgt in einem neuen Softwaresystem **NDT Machine Vision Platform**. Es werden Beispiele der simultanen Prüfung mit Thermografie und luftgekoppeltem Ultraschall vorgestellt, wo Fehlerbilder und Strukturinformation automatisch voneinander getrennt werden. Die so erhaltene Trennung unterschiedlich verursachter topologisch zusammengehöriger Gebiete erlaubt den automatisierbaren Einsatz scannender Verfahren in der Qualitätssicherung.

Ausgangssituation: Es gibt auf dem Markt kein Softwaresystem, das die Spezifik verschiedener ZfP-Methoden berücksichtigt. Jede Methode hat Vor- und Nachteile und liefert meist komplementäre Informationen. Mittels einer modularen Struktur – einschließlich flexibler Schnittstellen zur Einbindung weiterer Methoden – ist ein Werkzeug entstanden, das für die automatisierbare Fehlererkennung unter Produktionsbedingungen eingesetzt werden kann. Glas- und kohlefaserverstärkte Leichtbaumaterialien werden verstärkt in Bereichen wie Automotive, Luft- und Raumfahrt aber auch zunehmend im Maschinenbau, im Sportgerätebau, Prothetik und anderen eingesetzt. Die notwendige Qualitätssicherung kann nur von einem optimierten Methodenmix geeigneter ZfP-Verfahren realisiert werden. Diese Methoden reichen von hochauflösenden (zur Kalibrierung geeigneten) Methoden wie CT bis hin zu schnellen aber weniger auflösenden Verfahren wie Thermografie oder Luft-ultraschall. Das Potenzial der Methodenkombination soll mit Ansätzen wie der NDT Machine Vision Platform erschlossen werden. Ziel der Verfahrensentwicklung ist die Entwicklung von qualitätssichernden Maßnahmen zur Unterstützung der Nullfehlerproduktion.

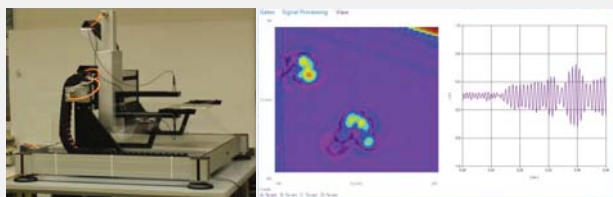
Methodenkombination und Datenfusion am Beispiel Ultraschall-Thermographie



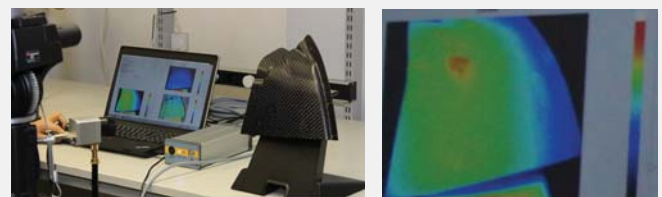
Kontakt-Ultraschall-Analyse (links) und automatische Fehlererkennung (rechts) am selben Bauteil



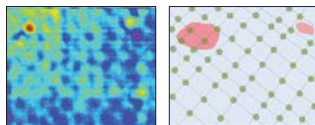
Thermographie-Analyse (links) und automatische Fehlererkennung (rechts) an einem GFK-Bauteil mit eingebrachten Fremdkörpern



Kontaktfreier Ultraschall: Ermöglicht schnelles Scannen von Bauteilen und Prozessintegration



Thermographie: Große Flächen werden gesamtheitlich und schnell erfasst. Nachteilig ist die geringe Tiefenauflösung



Luftultraschall - Überlagerung der strukturell bedingten Kontraste und Fehler im Bauteil. Ziel ist eine automatische Trennung. Das topologische Problem ist rechts schematisch angedeutet.

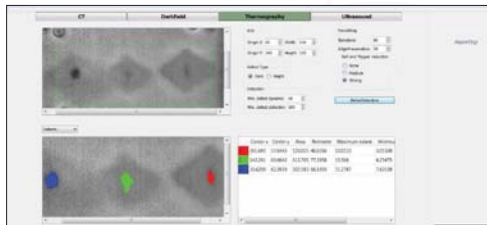


Kombinierte Thermographie-Ultraschall-Analyse und Datenfusion. Es werden mehr Auffälligkeiten als Fehler als mit einer einzelnen Methode identifiziert.

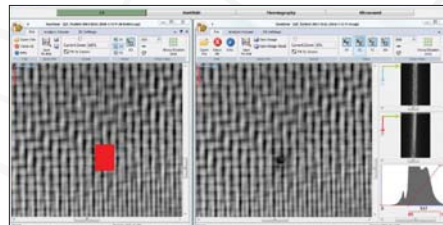


Messprinzip im Durchschallungsmodus und typisches Scanbild an einem CFK-Bauteil

NDT Machine Vision Platform



Thermographie-Modus mit automatisierter Fehlerdetektion an einem GFK-Bauteil



CT-Mode mit automatisierter Fehlerdetektion an einem GFK-Bauteil mit einem Holzeinschluss

Vorteile

- Kombination verschiedener ZfP-Methoden
- Online und Offline-Funktionalität
- Schnittstellen zur Datenfusion
- Automatisierte Auffinden (Topologie)
- Klassifikation (Fehlertyp)
- Erweiterungsoptionen vorbereitet

Schlussfolgerungen: Die Analysemethoden erlauben die simultane Kombination verschiedener ZfP-Methoden. Dabei werden die Prüfdaten automatisch generiert und mittels Datenfusion in ein kompatibles Meta-Format gebracht. Die NDT Machine Vision Platform erlaubt die Integration weiterer Methoden. Dem Nutzer wird ein Werkzeug zur automatischen Fehlerklassifikation zur Verfügung gestellt. Bei dieser Vorgehensweise muss der Nutzer a priori keine Annahmen machen oder Modelle zur Verfügung stellen.