

## Mikrowellenbasierte zerstörungsfreie Prüfung von GFK-Strukturen

Die mikrowellenbasierte zerstörungsfreie Prüfung (MW-ZfP) ist geeignet, elektrisch isolierende Materialien und Bauteile aus ihnen auf Defekte hin zu prüfen. Hier sollen einige Beispiele für die Prüfung von Strukturen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) gegeben werden.

Bild 1a zeigt das Foto einer Sandwichstruktur aus einer GFK-Deckschicht, PVC-Schaum und einer CFK-Bodenschicht.

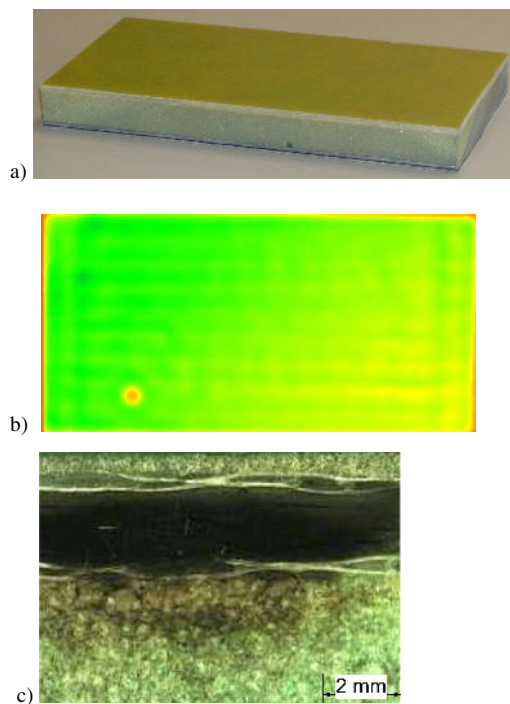


Bild 1: Sandwich GFK/ PVC-Schaum/ CFK mit Defekt: unzureichend harz-getränkte Glasfaserbündel. a) Foto des Sandwich. b) Mikrowellen-C-Scan des Sandwich. c) Schnitt durch Defektregion

Bild 1b zeigt einen Mikrowellen-C-Scan, der bei 10 GHz mit einer Hohlleitersonde aufgenommen wurde. Die Anzeige links unten stammt von einem nicht beabsichtigtem Fehler. Ein Querschliff durch die Fehlerregion offenbart die Ursache der Anzeige, nämlich eine Region mit unzureichend harzgetränkten Glasfaserbündeln.

Bild 2a zeigt das Foto einer GFK-Platte, nominell defektfrei. Bild 2b zeigt den Mikrowellen-C-Scan der grün markierten Fläche, aufgenommen bei 10 GHz und mit einer Koaxialsonde. Markant sind

die stäbchenförmigen Anzeigen. Die oben links rot markierte Region wurde mit einem optischem Mikroskop (Bild 2c) und mit einem Rasterelektronenmikroskop (Bild 2d) untersucht. Es zeigt sich, dass ein kurzer Abschnitt einer Einzelfaser, die nicht in Hauptrichtung liegt, diese Anzeige verursacht hat.

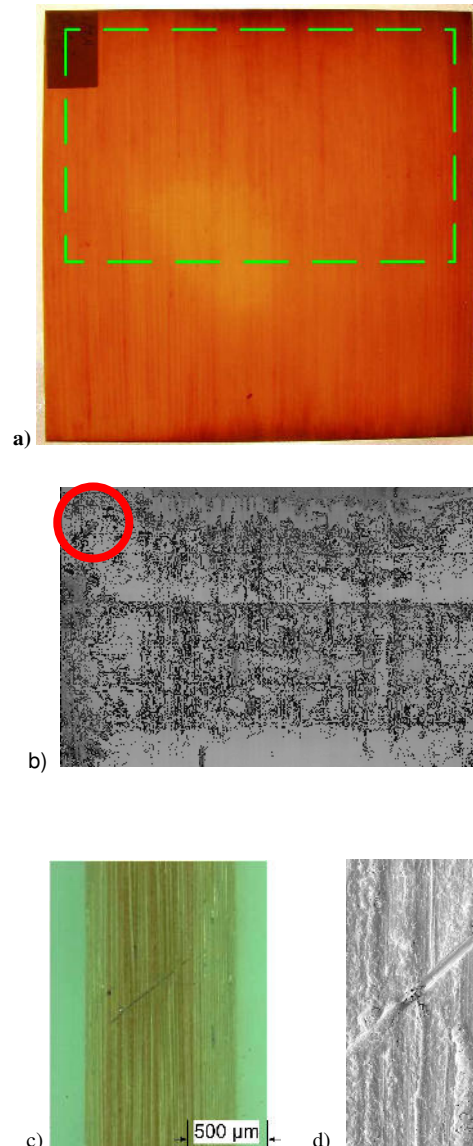


Bild 2: GFK-Platte mit Defekten: unter anderem kurzes fehlorientiertes Segment einer Einzelfaser. a) Foto der Platte. b) Mikrowellen-C-Scan der grün markierten Fläche. c) Vergrößerte Ansicht um den rot markierten Defekt mit optischem Mikroskop. d) Wie c) jedoch mit Rasterelektronenmikroskop

Blattfedern für Automobile werden neuerdings auch aus GFK gefertigt. Bild 3a zeigt als Foto ein angeschrägtes Ende einer solchen Blattfeder. Die Glasfaserbündel (Rovings) verlaufen im rechten, homogenen Teil unidirektional. Im linken Teil laufen sie keilförmig aufeinander zu. Der Übergangsbereich ist ungleichmäßig, er enthält eine Schlingung. Der rot markierte Bereich, etwa 85 mm x 50 mm groß, wurde mit einer Koaxialsonde bei 10 GHz abgescantt. Das Ergebnis ist im Bild 3b dargestellt. In großen Teilen reproduziert das Mikrowellenbild das fotografische Bild. Aber darüber hinaus sind Details zu erkennen, die im fotografischen Bild nicht zu erkennen sind. Diese stammen aus tieferen GFK-Lagen, die visuell nicht erkennbar sind.

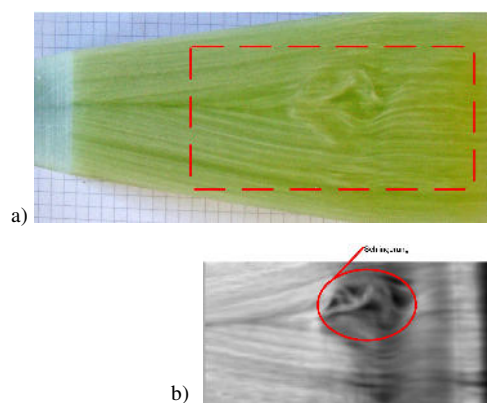


Bild 3: Abschnitt einer GFK-Blattfeder mit Schlingung (IFC Composite GmbH). a) Fotografie. b) Mikrowellen-C-Scan mit Koaxialsonde

Außer zur Erkennung von Defekten kann die MW-ZfP auch für Messaufgaben eingesetzt werden.

Bild 4a zeigt Fotos eines GFK-Rohres, dessen Wand über dem Umfang ungleichmäßig dick ist. An diesem Rohrabschnitt konnte die Wanddicke mechanisch gemessen werden. Die Ergebnisse sind in der violetten Kurve von Bild 4b dargestellt. In praktischen Gegebenheiten ist eine solche mechanische Messung zumeist nicht möglich, sondern nur eine Messung von außen. Hier bietet sich die MW-ZfP an. Die restlichen 3 Kurven in Bild 4b zeigen wiederholte Messungen mit einem Hohlleiterapplikator bei 10 GHz. Dargestellt ist die normierte Phase des reflektierten Mikrowellensignals. Es zeigt sich, dass die Reproduzierbarkeit sehr gut ist, und dass der Verlauf der mechanischen Messwerte auch durch die Mikrowellenmessung weitgehend wieder gegeben wird. Verbleibende Abweichungen sind vermutlich durch unterschiedliche Integrationsflächen bedingt.

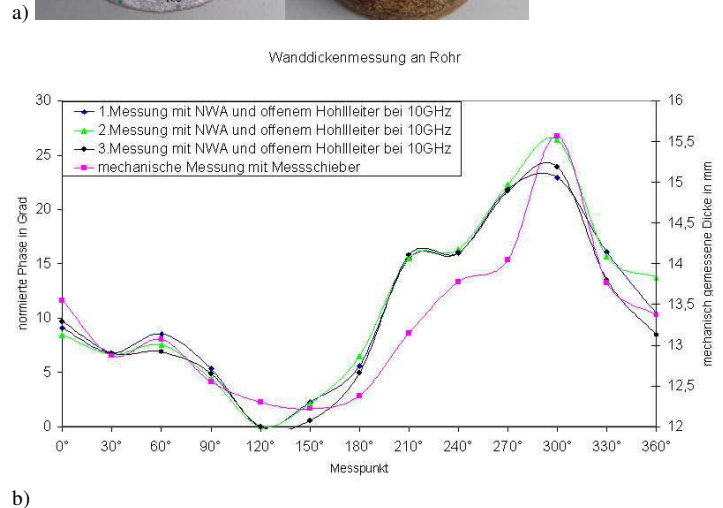


Bild 4: Wanddickenmessung von GFK-Rohr. a) Foto des vermessenen Rohrabschnittes. b) Mechanische und mikrowellenbasierte Messergebnisse

Nur kurz erwähnt werden soll, dass das Faser-/Matrixverhältnis bei GFK ebenfalls mit Mikrowellen bestimmt werden kann.

Dieser Anwendungsbericht zeigt einige Einsatzmöglichkeiten für die mikrowellenbasierte zerstörungsfreie Prüfung in den Bereichen Defektoskopie und Messtechnik für glasfaserverstärkte Kunststoffe. Für Anfragen zu lieferbaren Mess- und Prüfgeräten sowie zu den genannten und weiteren Einsatzmöglichkeiten stehen wir stets gern zur Verfügung.

Wir danken den Firmen IFC Composite GmbH, IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH und Delta Test GmbH sowie der Hochschule Magdeburg-Stendal (FH) für die Bereitstellung von Proben und weitere technische Unterstützung.

**Kontakt: FI Test- und Messtechnik GmbH,**  
**Breitscheidstraße 17, D-39114 Magdeburg**  
**Tel.: +49-(0)391-8868129**  
**Fax: +49-(0)391-8868130**  
**Mobil: +49-(0)171-2053208**  
**www.fitm.DE**  
**eMail: [info@fitm.DE](mailto:info@fitm.DE)**