

## Anwendungsbericht N28d

### Mikrowellenprüfung von GFK-Rohren mit Sand



FI Test- und Messtechnik  
GmbH

## 1. Einleitung

GFK-Rohre enthalten häufig Schichten aus Quarzsand mit Harz. Dieses führt dazu, dass die zerstörungsfreie Ultraschallprüfung von Bauteilen dieses Typs schwierig ist. Insbesondere ist das Rückwandecho im Allgemeinen schwach. Es bestand die Erwartung, dass die Mikrowellenprüfung hier Vorteile bietet.

Deshalb wurden diverse Bauteile aus solchen Materialien mit Mikrowellen untersucht. Über ein Segment eines Rohrabschnittes und einen Rohrbogen wird hier berichtet.

In einem ersten Test sollte geklärt werden, ob die Mikrowellendämpfung in solchen Bauteilen klein genug ist, um eine Prüfung durch die gesamte Wanddicke hindurch durchführen zu können. Dieser Test entspricht der Beobachtung des Rückwandechos in der Ultraschallprüfung. Weiterhin sollten künstliche Defekte in die Bauteile eingebracht und durch Mikrowellenprüfung möglichst erkannt werden.

## 2. Prüfverfahren

Das Prüfverfahren basiert auf der Messung von Mikrowellen, welche über eine Antenne in die Probe hineingestrahlt, von dieser reflektiert und über dieselbe Antenne wieder aufgenommen werden. Ein Netzwerkanalysator erzeugt die Mikrowelle mit einer Frequenz von 24 GHz und misst das reflektierte Signal. Diese Messungen liefern zwei um  $90^\circ$  in der Phase verschobene Messwerte, die als Realteil und Imaginärteil bezeichnet werden. Die Bauteile wurden rastermäßig abgetastet. Für die Darstellung dieser Scans wurde der Projektionswinkel jeweils so eingestellt, dass die Anzeigen sich möglichst deutlich hervorheben. Dieser Projektionswinkel liegt in der Ebene, die vom Realteil und vom Imaginärteil des Reflexionsfaktors aufgespannt wird. Es wurde ein offener Hohlleiter als Antenne verwendet. Für Einzelheiten zur Mikrowellenprüfung wird auf

<http://www.hs-magdeburg.de/fachbereiche/f-iwid/ET/Personen/Hinken/forschung/N19d.pdf>

verwiesen.

## 3. Messungen

Zunächst wurde eine gewölbte Platte geprüft, siehe Bild 1. Zur Klärung der Prüfbarkeit durch die gesamte Dicke hindurch wurde auf der



Bild 1: Gewölbte Platte mit Abmessungen 200 mm x 200 mm x 22 mm.

Rückseite (konkave Seite) ein Metallstück mit Abmessungen von 10 mm x 5 mm platziert. Dann wurde von der Vorderseite (konvexe Seite) geprüft. Bild 2 zeigt das Ergebnis in Falschfarbendarstellung. Das Metallplättchen ist als rote Anzeige deutlich zu erkennen, das Bauteil ist durch die ganze Dicke von 22 mm hindurch prüfbar.

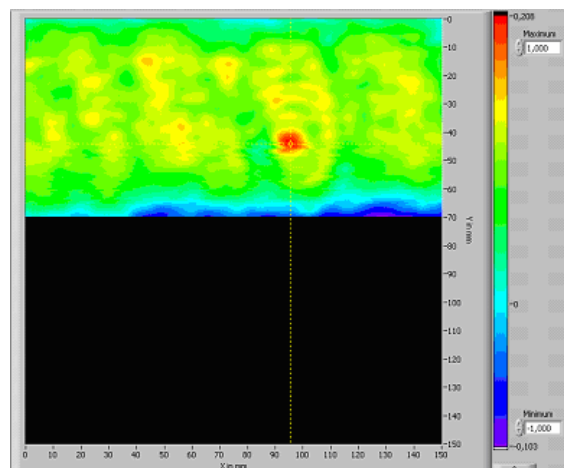


Bild 2: Mikrowellenscan von gewölbter Platte mit Metallplättchen an der Rückseite.

Nun wurden in Rückseite der Probe drei Ausfräsungen als künstliche Defekte eingebracht, jeweils 12 mm breit und mit Tiefen von 0,5 mm, 1,0 mm und 2,1 mm. Letztere durchdringt die an der Innenseite befindliche Chemieschutzschicht komplett.

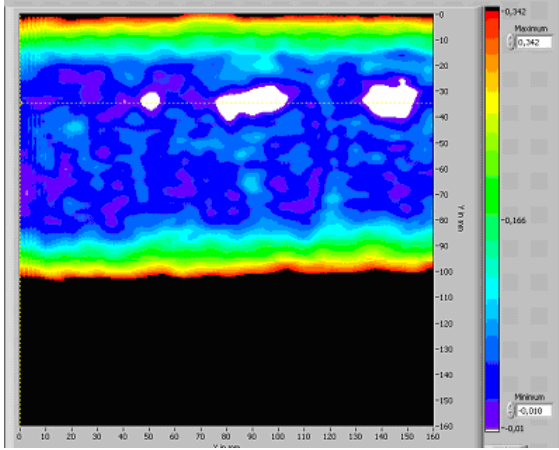


Bild 3: Vorderseiten-Mikrowellenscan von gewölbter Probe mit Ausfräsungen an der Rückseite. Diese sind an den weißen Anzeigen zu erkennen.

Bild 3 zeigt den Mikrowellenscan. Alle drei Defekte sind als weiße Anzeigen zu erkennen. Sie liegen oberhalb eines manuell eingestellten Schwellenwertes.

Bild 4 zeigt ein weiteres untersuchtes Bauteil, nämlich einen Rohrkrümmer aus GFK mit Sand. An der Innenseite im Bereich der roten Pfeile wurde ein 10 mm x 5 mm großes Metallplättchen eingebracht. Zwischen den



Bild 4: Rohrkrümmer aus GFK mit Sand. Wanddicke etwa 5 mm

dicken roten Pfeilen wurde der Umfang abgetastet, und das Ergebnis wurde, in die

Fläche abgewickelt, dargestellt. Bild 5 zeigt das Ergebnis. Dabei ist vertikal die axiale Koordinate dargestellt und horizontal der Umfang über 360°. Als roter Punkt im linken Bildbereich ist deutlich die Anzeige des Metallplättchens zu erkennen.

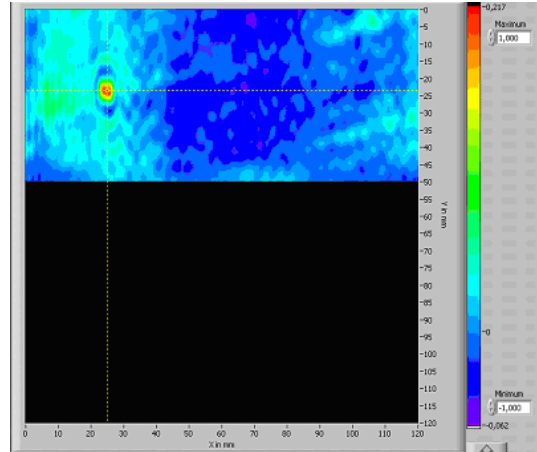


Bild 5: Mikrowellenscan von außen an Rohrschnitt mit 10 mm x 5 mm großem Metallplättchen an der Innenseite. Horizontal: Umfang über 360°, vertikal: axiale Richtung über 50 mm.

#### 4. Schluss

Es wurde gezeigt, dass GFK-Rohre mit Sandbestandteilen mit Mikrowellen zerstörungsfrei geprüft werden können. Insbesondere ließ sich bei Bauteilen mit Wanddicken bis zu 22 mm die gesamte Rohrwanddicke im Reflexionsverfahren prüfen. Auch größere Wanddicken sollten prüfbar sein. Weiterhin wurde gezeigt, dass schon geringe Dickenverminderungen der Chemieschutzschicht von außen erkannt werden können.

#### Kontakt:

FI Test- und Messtechnik GmbH  
Breitscheidstraße 17  
D-39114 Magdeburg  
Tel.: +49-(0) 391-886-8129  
Mobil : +49-(0) 171-2053208  
Fax: +49-(0) 391-886-8130  
E-Mail : info@fitm.de, [www.fitm.de](http://www.fitm.de)