

1 Frontendträger in Röntgen-CT-Anlage RayScan 200 E.

2 2D-Schnitt durch CT-Scan eines FVK-Bauteils.

## RÖNTGEN-COMPUTERTOMOGRAPHIE AN FASERVERBUNDSTRUKTUREN

### Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS

Walter-Hülse-Straße 1  
06120 Halle (Saale)

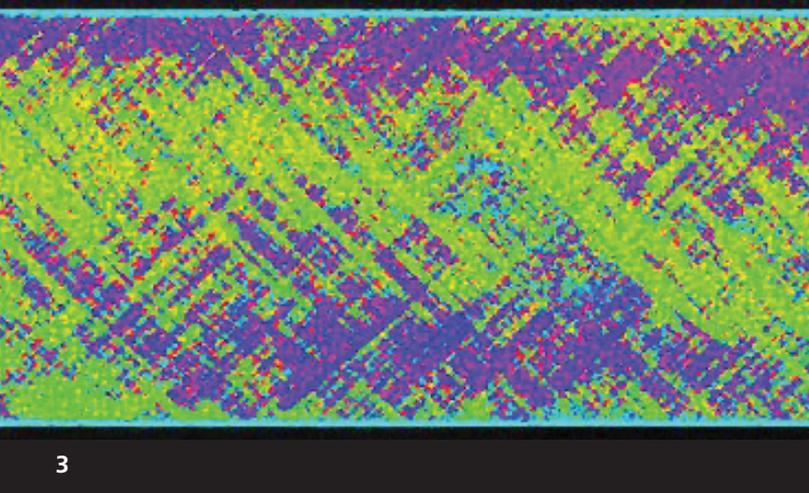
Ansprechpartner  
Dr.-Ing. Ralf Schlimper  
Gruppenleiter Faserverbundstrukturen  
Telefon +49 345 5589-263  
ralf.schlimper@imws.fraunhofer.de

[www.imws.fraunhofer.de](http://www.imws.fraunhofer.de)

### Mikrostrukturanalyse von hochbelasteten Faserverbundstrukturen

Faserverbundwerkstoffe spielen für den Leichtbau u.a. in Fahrzeugstrukturen (Luftfahrt, Automobil) eine immer bedeutendere Rolle. Über die individuelle Gestaltung des Faserverlaufs lassen sich die Werkstoffeigenschaften den Anforderungen an das Bauteil hinsichtlich des mechanischen Verhaltens (z.B. Steifigkeit, Festigkeit) optimal anpassen. Damit bieten sie ein enormes Leichtbaupotenzial. Andererseits sind die dem makroskopischen, werkstoffmechanischen Verhalten zugrundeliegenden Verformungs- und Versagensmechanismen

auf der Mikrostrukturebene vergleichsweise komplex und werden wesentlich von der inneren Struktur des Werkstoffes bestimmt. Ein detailliertes, tiefgehendes Verständnis der Struktur-Eigenschafts-Korrelation ist die Voraussetzung für den sicheren Einsatz dieser Werkstoffe in hochbelasteten, sicherheitsrelevanten Bauteilen. Mittels Röntgen-Computertomographie lassen sich die inneren Strukturen, wie die Architektur der Verstärkungsfasern (Kurz- und Langfasern, Gewebe, Gelege, etc.) sowie prozess- als auch einsatzbedingte Fehlstellen und Schädigungen (Poren, Risse, Delaminatione, etc.) in Faserverbundstrukturen zerstörungsfrei visualisieren und analysieren.



3



4

### Gerätedaten RayScan 200E

#### Röntgenquelle

- Mikrofokus 20 – 230 kV

#### Detailerkennbarkeit

- bis zu 6  $\mu\text{m}$

#### Objektmaßung

- Durchmesser: 1 – 600 mm
- Höhe: 1 – 1500 mm

#### Max. Objektgewicht

- 200 kg

#### Detektor

- 2048 x 2048 Pixel
- 66 – 5000 ms Integrationszeit

#### Betriebsmodi

- 3D-CT, Teil-CT, Transversal-CT, Radioskopie

#### In-situ-CT-Vorrichtung

- max. 5 kN
- 10 mm Verfahrensweg

### Funktionsprinzip Röntgen-CT

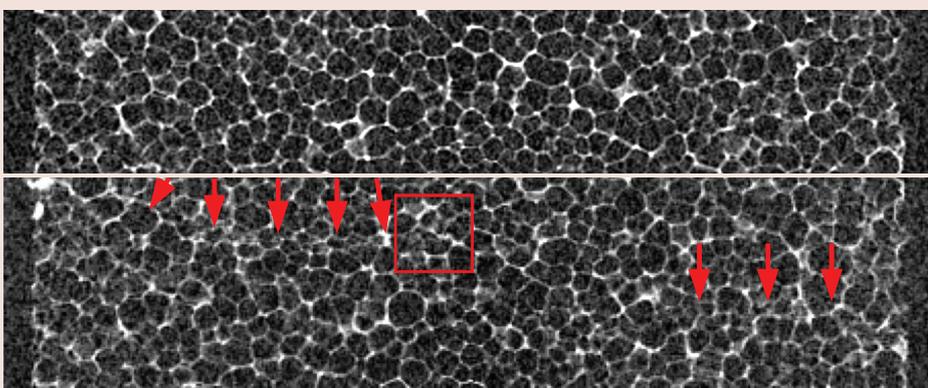
Die Röntgen-Computertomographie (CT) ist ein zerstörungsfreies Prüfverfahren (zFP), mit dessen Hilfe innere Strukturen von Bauteilen und Materialien dreidimensional abgebildet werden können. Dazu wird das Prüfobjekt auf dem Drehteller der CT-Anlage positioniert. Über einen vollen Umlauf von 360° werden mehrere hundert Röntgenprojektionen aufgenommen, die anschließend zu einem 3D-Bilddatensatz verrechnet werden. Dieser stellt die lokal unterschiedliche Schwächung der Röntgenstrahlung im Inneren des Prüfobjekts als Grauwertmatrix (Volumen-Pixel = Voxel) dar. Der erstellte 3D-Datensatz lässt sich mittels Bildanalysesoftware (u.a. VG Studio MAX 2.2 ® bzw. MAVI ®) visualisieren und analysieren.

### Faserorientierungsanalyse an Laminaten aus UD-Tapes

Die richtungsabhängigen mechanischen Eigenschaften von FVK-Laminaten werden im Wesentlichen durch den Laminataufbau aus Einzellagen mit unterschiedlich orientierten Fasern bestimmt. Die Überprüfung der Faserorientierungen im Bauteil ist daher essenziell. Abbildung 3 zeigt den analysierten Faserverlauf einer FVK-Laminatprobe. Dabei werden unterschiedliche Orientierungswinkel ( $0^\circ/+45^\circ/90^\circ-45^\circ$ ) mit verschiedenen Farben dargestellt. Auf diese Weise lassen sich Winkelabweichungen einzelner Faserlagen qualitativ und quantitativ analysieren.

### In-situ-CT an Sandwich-Kernmaterialien

Mit der am Fraunhofer IMWS vorhandenen In-situ-CT-Vorrichtung lassen sich Probekörper unter gehaltener Last (Zug/Druck) dreidimensional darstellen. Dadurch können Verformungs- und Versagensmechanismen auf mikrostruktureller Ebene analysiert und aufgeklärt werden. Abb. 5 zeigt beispielhaft die Analyse eines geschlossenzelligen Polymerschaums, der als Kernmaterial für hochbelastbare Sandwichstrukturen eingesetzt wird.



5 Verformungs- und Versagensanalyse von Polymerschäumen mittels In-situ-CT

3 Faserorientierungsanalyse an einer FVK-Laminatprobe.

4 In-situ-CT-Vorrichtung.