

Werkstoffcharakterisierung mittels Röntgen- Refraktions- und Röntgen-Weitwinkel- Topographie

Bernd R. MÜLLER, Axel LANGE, Jörg SCHORS, Manfred P. HENTSCHEL
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin
Tel.: +49 (0)30 8104 1852, Fax: +49 (0)30 8104 1837, Email: bernd.mueller@bam.de

Kurzfassung. Die Eigenschaften moderner Werkstoffe werden durch ihre stoffliche Zusammensetzung, ihre Kristallinität, ihre Homogenität bzw. ihre Anisotropie bestimmt. Darüber hinaus beeinflussen Poren und Risse ihre mechanischen Eigenschaften entscheidend. Die meisten zerstörungsfreien Charakterisierungsmethoden sind aber nicht in der Lage diese Mikrostrukturen zu detektieren, da sie für die Auffindung individueller Fehlstellen optimiert sind. Die in der BAM entwickelten ZfP-Verfahren der Röntgen-Refraktions- und Röntgen-Weitwinkel-Topographie sind dagegen in der Lage diese molekularen Gefügeparameter mit einer 2D und 3D Ortsauflösung von einigen Mikrometern zu bestimmen, und mit mechanischen Kenngrößen zu korrelieren. Im Unterschied zu radiographischen Verfahren wird dazu der Probekörper mit Hilfe von Linear- und gegebenenfalls Rotationsmanipulatoren senkrecht durch einen niederenergetischen Röntgenstrahl sehr kleinen Querschnitts (wenigen Quadratmikrometern) bewegt. Mit Hilfe verschiedener Detektorsysteme wird der durch die innere Struktur der Probe beeinflusste Röntgenstrahl analysiert.

Speziell für die Charakterisierung von Verbundwerkstoffen liefert die Röntgen-Weitwinkel-Topographie mit ihrem kristallographischen Kontrast Informationen über die verschiedenen Materialphasen und deren molekulare Orientierung im Verbund. So kann z.B. die Orientierung von Fasern oder Polymerketten in Verbundwerkstoffen als 2D bzw. 3D Orientierungstopogramm dargestellt werden.

Für die Detektion von Poren und deren Größenverteilung sowie von Rissen und deren Dichte- und Orientierungsverteilung im Werkstoff wird die Röntgen-Refraktions-Topographie eingesetzt. Sie basiert auf der Refraktion von Röntgenstrahlen an Grenzflächen zwischen unterschiedlich dichten Werkstoffbereichen.

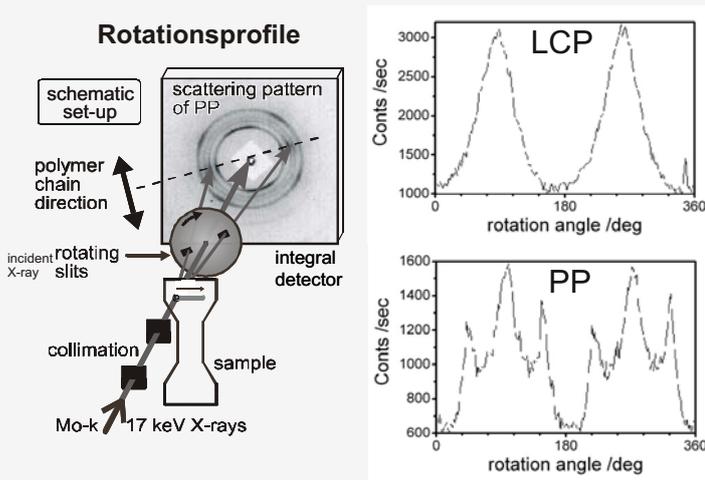
Das Messprinzip der Röntgen-Refraktions- sowie der Röntgen-Weitwinkel-Topographie wird erklärt und Untersuchungsbeispielen präsentiert.

Werkstoffcharakterisierung mittels Röntgen-Refraktions- und -Weitwinkel-Topographie

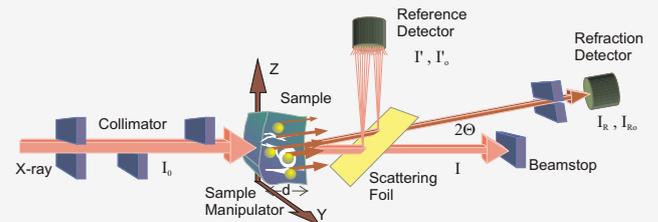
Bernd R. Müller, Axel Lange, Jörg Schors, Manfred P. Hentschel; BAM

Die Eigenschaften moderner Werkstoffe werden durch ihre stoffliche Zusammensetzung, ihre Kristallinität, ihre Homogenität bzw. ihre Anisotropie bestimmt. Darüber hinaus beeinflussen Poren und Risse ihre mechanischen Eigenschaften entscheidend. Die in der BAM entwickelten ZfP-Verfahren der Röntgen-Refraktions- und Röntgen-Weitwinkel-Topographie sind in der Lage diese molekularen Gefügeparameter mit einer 2D und 3D Ortsauflösung von einigen Mikrometern zu bestimmen, und mit mechanischen Kenngrößen zu korrelieren

Weitwinkel-Topographie



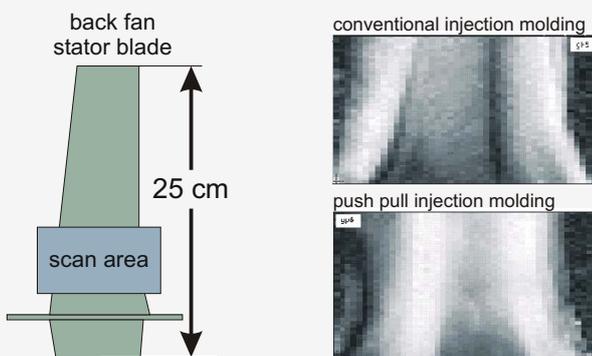
Refraktions-Topographie



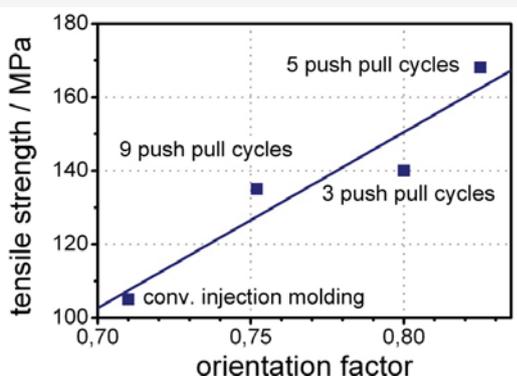
Für die Detektion von Poren und deren Größenverteilung sowie von Rissen und deren Dichte- und Orientierungsverteilung im Werkstoff wird die Röntgen-Refraktions-Topographie eingesetzt. Sie basiert auf der Refraktion von Röntgenstrahlen an Grenzflächen zwischen unterschiedlich dichten Werkstoffbereichen.

Die Röntgen-Weitwinkel-Topographie liefert mit ihrem kristallographischen Kontrast Informationen über die verschiedenen Materialphasen und deren molekulare Orientierung im Verbund.

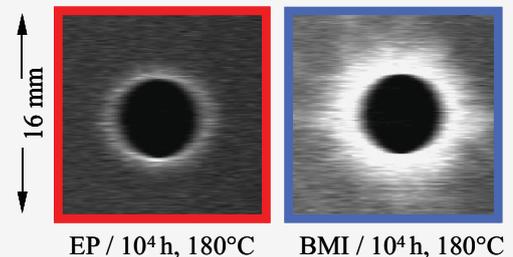
Liquid Crystal Polymer Textur



Die Orientierung von Polymerketten oder Fasern in Verbundwerkstoffen kann als 2D Orientierungstopogramm dargestellt werden, und mit der Festigkeit des Werkstoffs korreliert werden.



Alterung von Luftfahrt Kompositen



Faser-Matrix-Enthftung und Rissbildung an Nietlöchern in Epoxy- (EP) und Bismaleimide- (BMI) Matrixsystemen durch Alterung in feuchter Atmosphäre (150°C, 180°C und 200°C für 1000, 3000, 5000 und 10000 Stunden. Die Größe der inneren Oberfläche korreliert mit der Restfestigkeit des Kompositen. Die Steigung der Ausgleichsgeraden definiert den Alterungsmodul des Werkstoffs.

