

› Fasern, Blasen und Dichte durch Röntgenstrahlung sichtbar machen

Leichtbau durch CT qualifizieren

Kunststoffe sind prädestinierte Werkstoffe für Leichtbauanwendungen. Um den Leichtbaueffekt des Materials optimal zu nutzen, müssen deren Potenziale zielgerichtet nutzbar gemacht werden.

Die mechanischen Kennwerte sind richtungsabhängig. Dabei spielt allen voran die Faserorientierung eine grosse Rolle. Beim Thermoplast-Schaum-Spritzguss (TSG) sind darüber hinaus lokale Unterschiede, wie z.B. die Dichte und die Geometrie der Blasen wichtig für das mechanische Verhalten des Formteils. Findet dies Berücksichtigung, können sehr leichte und biegesteife Formteile generiert werden. Um die Einflüsse und Zusammenhänge beim TSG-Verfahren besser zu verstehen, untersucht das Kunststoff-Zentrum in Leipzig (KUZ) die Formteile mit der Computertomographie (CT). Mit dieser lassen sich die Fasern und die Dichteverteilung der Formteile detailliert abbilden und auswerten.

Den Fasern auf der Spur

Mit Hilfe eines leistungsstarken CT (TomoScope XS von Werth) und modernster Analyse-Software (Avizo von FEI) lassen sich die CT-Scans, mit einer Auflösung von 2 µm, in die Bestandteile der gescannten Formteile selektieren und vermessen. Auf diese Weise kann beispielsweise die Orientierung der Fasern sowie deren Volumenanteil ermittelt werden. In Bild 2 ist ein Scan aus einer Polypropylen Langfaserprobe dargestellt. Darin sind die Fasern in hellen Grautönen, sowie die Polypropylenmatrix in dunklen Grautönen zu erkennen.

Die Probe wurde über der Wandstärke von 2 mm in 10 gleichdicke Schichten unterteilt. In jeder Schicht wurde die Faserorientierung mit Avizo ermittelt und mit einem roten Ellipsoid dargestellt. Dabei zeigt die längste Achse des Ellipsoids die gemittelte Faservorzugsrichtung an. Die zwei weiteren Achsen des Ellipsoid stehen senkrecht auf dieser Vorzugsrichtung. Je mehr Fasern in eine Richtung orientiert sind, desto länger wird diese Achse angezeigt. Sind theoretisch alle Fasern in die gleiche Richtung



Bilder: KUZ

Bild 1: Dem KUZ steht der Computertomograf (CT) Werth TomoScope XS zur Verfügung.

ausgerichtet, wird aus dem Ellipsoid eine Linie. Sind die Fasern gleichverteilt auf alle Raumrichtungen, wird aus dem Ellipsoid eine Kugel.

Der Pfeil in Bild 2 zeigt in Fliessrichtung. Es ist zu erkennen, dass spritzgusstypisch

die Fasern im Randbereich (Scherzone) vorzugsweise in Fliessrichtung orientiert sind und die Fasern in der Mitte senkrecht dazu. In Bild 3 sind die Fasern als Volumen selektiert. Dadurch ist es möglich, den Faservolumenanteil lokal zu ermitteln und

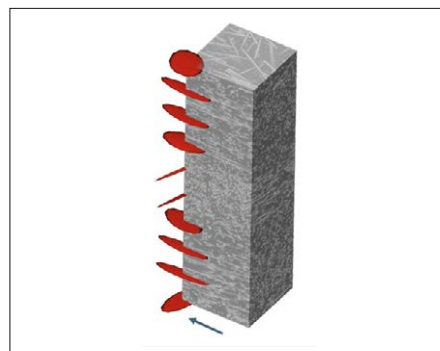


Bild 2: CT-Scan einer PP-Langfaser-Komposit. Die roten Ellipsen zeigen die Orientierungsverteilung der Fasern. Dazu wurde die Wandstärke der Probe von 2 mm in 10 Schichten unterteilt. Der blaue Pfeil zeigt in Fliessrichtung beim Spritzguss.

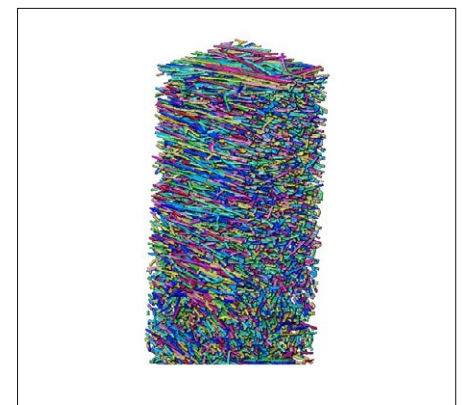


Bild 3: Aus dem CT-Scan der PP-Langfaser-Probe sind hier die Fasern selektiert. Dies ermöglicht u.a. die Bestimmung des lokalen Faservolumenanteils.

auch Unterschiede innerhalb des Formteils zu berücksichtigen.

Den Schaum unter die Lupe nehmen

TSG-Formteile zeichnen sich durch kompakte Randschichten und einen geschäumten Kern aus. Dadurch haben die geschäumten Formteile eine hohe gewichtsspezifische Biegesteifigkeit. In Bild 4 sind die drei wichtigsten strukturellen Eigenschaften visualisiert. Zu sehen ist ein Längsschnitt durch ein Polyamid 6 mit 30 % Kurzglasfasern. Oben und unten sind die kompakten Randschichten zu erkennen, dazwischen der Schaumkern. Links in Bild 4 ist die Dichte dargestellt. Helle Grautöne stehen für hohe Dichte in den Randschichten. Dunkle Grautöne für Bereiche niedriger Dichte im Bereich des Schaums. In der Mitte in Bild 4 sind die Blasen selektiert. Die Geometrie jeder Blase kann einzeln vermessen und weiterverarbeitet werden. Abschliessend ist rechts die Visualisierung der Faserorientierungsverteilung, wie bereits oben beschrieben wurde, abgebildet.

Mithilfe dieser Informationen kann beispielsweise der Vergleich zu den Ergebnissen aus Spritzgiessimulationen durchgeführt werden. Weiterhin lassen sich mechanische Simulationen mit anisotropen, d.h. richtungsabhängigen Materialkennwerten qualifizieren.

Weitere Potenziale der Computertomographie

Mit dem CT lassen sich darüber hinaus weitere wichtige Fragestellungen der Kunststofftechnik erforschen. Ähnlich wie bei der Analyse von Blasen und Fasern lassen sich auch Funktionsadditive wie z.B. Metallpartikel untersuchen.

Durch die berührungslose und zerstörungsfreie Prüfung ermöglicht das CT die 3D-Vermessung von Aussenkonturen und nicht zugänglichen Innenkonturen, die Positionskontrolle in Baugruppen sowie den Soll-Ist-Vergleich mit dem CAD-Modell. Bild 5 zeigt ein Zahnrad an dem die relevanten Abschnitte vermessen wurden.

Auch in der Schadensanalyse spielt das CT seine Stärken aus. So ist es möglich, Inhomogenitäten wie Lunker, Hohlräume, Risse

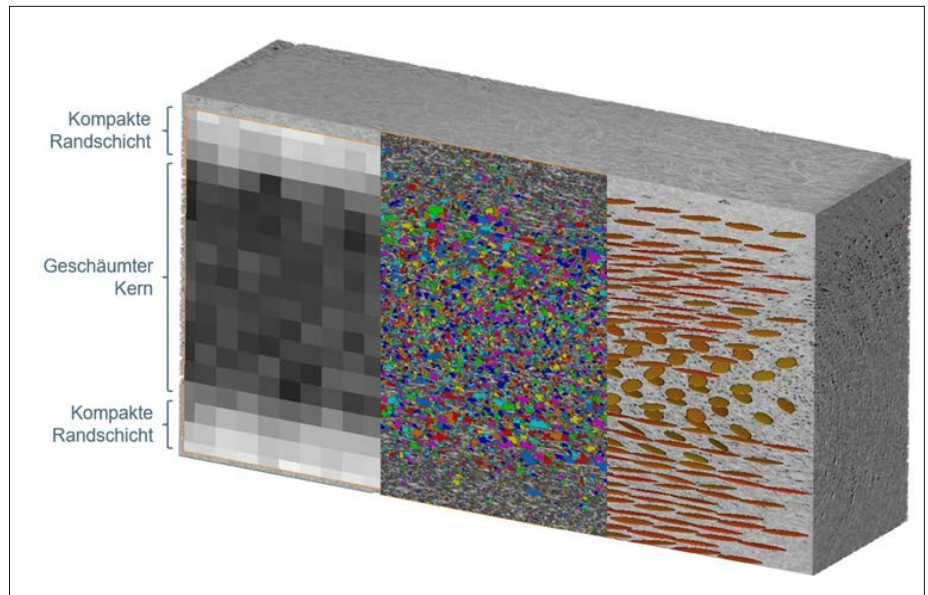


Bild 4: In diesem Längsschnitt durch eine PA6GF30-Probe sind die Dichteverteilung, die Blasenstruktur und die Faserorientierung dargestellt (v.l.n.r.).

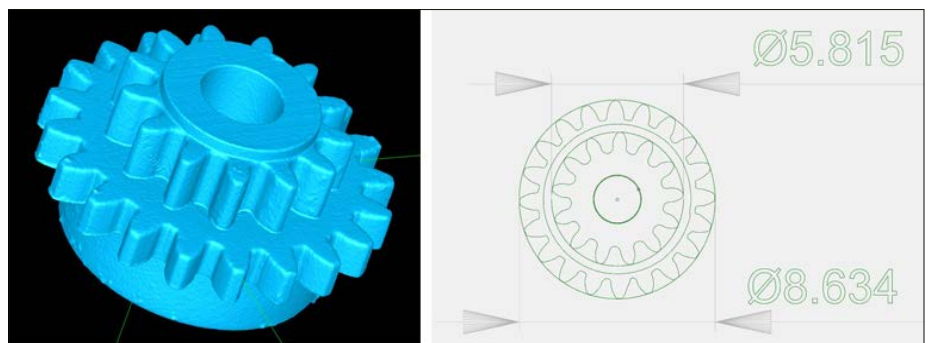


Bild 5: links Punktwolke (STL-Datei); rechts genaue Bemessung (Abweichung ca. 3 µm).

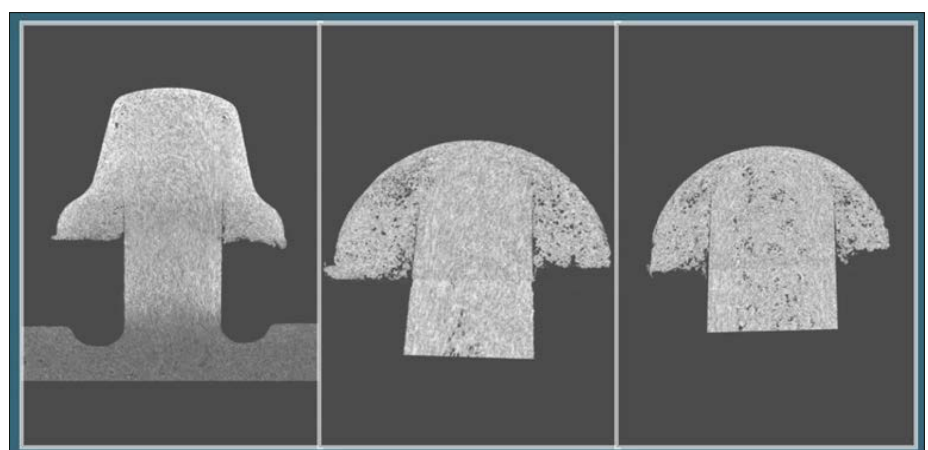


Bild 6: Nietverbindungen mit unterschiedlichen Nietkopfformen. Lunker im Nietkopf (li). Bindenähte im Kontaktbereich zwischen Nietkopf und Pin (Mitte und rechts).

oder Bindenähte nachzuweisen (Bild 6). Mit dem breiten Know-how im KUZ lassen sich daraus Strategien zur Behebung der Fehler und zur Verbesserung der Prozesse ableiten.

Kontakt

Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH
 Erich-Zeigner-Allee 44
 D-04229 Leipzig
www.kuz-leipzig.de