

# Automatische Parameteranpassung im CT- Postprocessing zur Bestimmung der Faserorientierung in kurzglasfaserverstärkten Thermoplasten

Timo REINDL<sup>1</sup>, Mike KORNELY<sup>1</sup>, Marc KREUTZBRUCK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart, Stuttgart

Kontakt E-Mail: timo.reindl@ikt.uni-stuttgart.de

## Kurzfassung

Aufgrund ihrer sehr guten spezifischen mechanischen Eigenschaften werden mittlerweile viele hochbelastete Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen hergestellt. Auch dank ihres hohen Leichtbaupotenzials ersetzen sie zunehmend die konventionellen Metall- und Leichtmetalllegierungen.

Die in kurzglasfaserverstärkten Bauteilen vorliegende Faserorientierung sowie deren Verteilung und Länge haben einen erheblichen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften wie die Steifigkeit und die Festigkeit. Besonders an ohnehin kritischen Bauteilstellen im Bereich von Bindenähten, Schweißnähten oder Kerben, muss über den Fertigungsprozess ein kraftflussgerechter Faserverlauf eingestellt werden.

Im Spritzgießprozess kann die Orientierung der Fasern durch Prozessparameter beeinflusst und über Simulationsmodelle bedingt vorhergesagt werden. Zur Verifizierung, aber auch Kalibrierung dieser Simulationen, kann eine Bestimmung der Faserorientierung über Schliffbilder erfolgen. Allerdings können auf Basis dieser zweidimensionalen Abbildungen meist nur qualitative Aussagen im Rahmen einer Stichprobe getroffen werden. Dagegen erlaubt die Röntgen-Computertomografie (CT) eine vollumfängliche dreidimensionale Abbildung der Faserstruktur. Moderne Bildbearbeitungsprogramme können mithilfe von Algorithmen die Faserorientierung, den Faservolumengehalt sowie die Faserlänge aus CT-Datensätzen berechnen, wobei das Ergebnis der Berechnung stark von den gewählten Eingangsparametern der Algorithmen abhängt.

In dieser Arbeit wurde eine Methode mithilfe der Software Avizo entwickelt, welche die Übereinstimmung der berechneten Faserorientierung mit dem CT-Scan quantitativ ermittelt und optimiert. Dazu wurde eine automatische Parameteranpassung des Auswertalgorithmus implementiert, welche die Eingangsparameter schrittweise verändert und so iterativ die beste Faserberechnung findet. Neben einer deutlich schnelleren Ermittlung der optimalen Parameter im Vergleich zu einer manuellen Anpassung wird auch die Güte der Berechnung verbessert. Zusätzlich kann der Einfluss verschiedener Bildbearbeitungsalgorithmen und morphologischer Filter auf das Ergebnis automatisiert ermittelt werden.

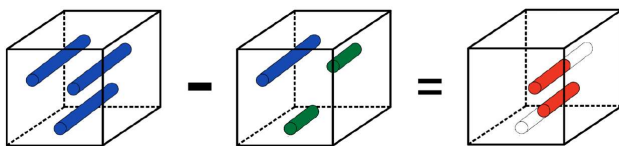
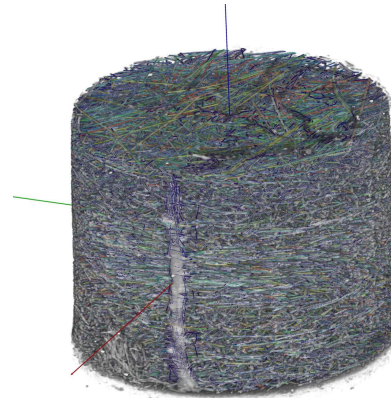


# Automatische Parameteranpassung im CT-Postprocessing zur Bestimmung der Faserorientierung in kurzfaserverstärkten Thermoplasten

## Ausgangssituation

Die Röntgen-Computertomografie (CT) erlaubt die vollumfängliche dreidimensionale Abbildung von Glasfaserstrukturen. Mithilfe entsprechender Algorithmen lassen sich im Postprocessing die Faserorientierung, der Faservolumengehalt sowie die Faserlänge bestimmen.

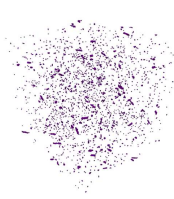
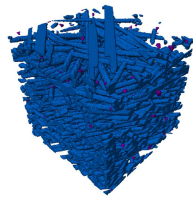
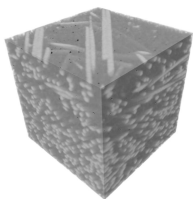
Bei der Auswertung der CT-Daten steht die Aufbereitung der Daten stets dem Erhalt der ursprünglichen Information gegenüber. Es soll die Güte der Daten verbessert werden, jedoch ohne signifikante Auswirkungen auf die erfassten Messwerte. Eine mögliche Verfälschung der Messwerte stellt beispielsweise ein zu aggressiv angewendeter morphologischer Filter bei der Auswertung dar.



CT-Scan  
(Threshold)

Fasermodell durch  
Zylinderkorrelation

Undetektierbare  
Faserteile



## Lösungsansatz

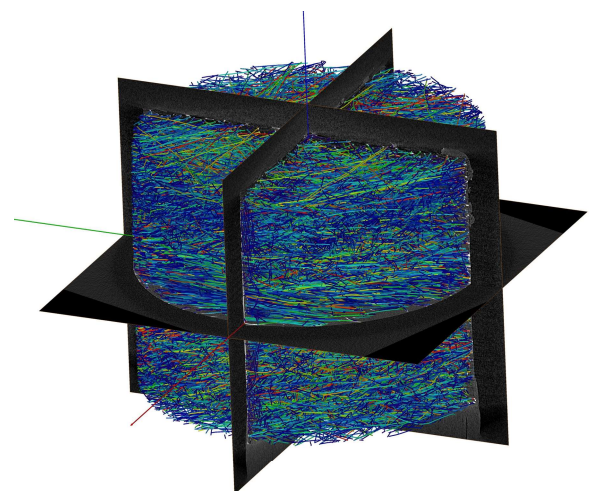
Die enorme Abhängigkeit von den subjektiv gewählten Eingangsparametern der Algorithmen erschwert die Reproduzierbarkeit der Messwerte. Daher empfiehlt sich die Parameterwahl auf Basis quantifizierbarer Kriterien.

In dieser Arbeit wurde aus diesem Grund eine automatisierte Methode in der Software Avizo entwickelt, welche die Übereinstimmung der berechneten Fasern quantifizierbar macht und die Parameter iterativ bis zur Erreichung eines Optimums anpasst. Als Maßstab für die Güte der Berechnung wird dafür die Abweichung zwischen dem Ursprungsbild und dem bestimmten Fasermodell herangezogen. Beeinflusst werden durch die Optimierung insbesondere die Parameter der Zylinderkorrelation.

## Fazit und Ausblick

Die etablierte, automatisierte Bestimmung von Schwellwerten (Threshold) über mathematische Modelle minimiert die Abhängigkeit von händisch zu wählenden Parametern im CT-Postprocessing bereits. Durch die automatisierte Optimierung weiterer Parameter wie die der Zylinderkorrelation wird die Auswertung der Datensätze nun noch robuster und reproduzierbarer. Erforderliches Know-how wird in die Auswertemethodik integriert, was zukünftig auch Personen ohne tiefes Expertenwissen eine erfolgreiche Auswertung von CT-Datensätzen ermöglicht.

Potential zur Weiterentwicklung bietet die Anpassung der genutzten Optimierungsansätze, um die Effizienz des Vorgehens zu steigern. Daneben ist die Erweiterung der Optimierung auf zusätzliche Parameter der Auswertelgorithmen hin zu einer vollfaktoriellen Betrachtung geplant.



## Danksagungen

Wir danken Herrn Phi-Long Chung für die Untersuchungen im Rahmen seiner studentischen Arbeit.

## Ansprechpartner

M.Sc. Timo Reindl  
Pfaffenwaldring 32  
Timo.Reindl@ikt.uni-stuttgart.de