



Prozessauslegung des zerspanenden Hochleistungsbearbeitungsprozesses von faserverstärkten Thermoplasten in Abhängigkeit von der Einspannsituation

Eva Seidel, Prof. Thomas Seul

Motivation und Zielstellung

Ausgangssituation

Faserverstärkte Composites (FKV) übernehmen im Leichtbau eine Schlüsselfunktion. Aufgrund hoher Werkstoffkosten sollen Composite-Bauteile durch die Urformung bereits endkonturnah hergestellt werden. Spanende Bearbeitungsprozesse sind jedoch weiterhin notwendig. Diese können fertigungsbedingte Beschädigungen wie Delaminationen verursachen.

Zielstellung

- Minimierung von Delaminationen, Ausfransungen, Faser-

- ausbrüchen und Mikrorissen in der Matrix an FKV
- Bestimmung der werkstoffgerechten Einspannsituation
- Erprobung unterschiedlicher Werkstoffe und Geometrie der Zerspanwerkzeuge

Umsetzung

- Versuchsreihe mit unterschiedlichen Prozessparametern, Werkzeugen sowie Einspannkräften und -stellen
- Beurteilung der nachbearbeiteten FKV durch zerstörungsfreie Prüfungen wie Messmikroskopie und Ultraschallprüfung



Bild 1: Glas- und Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffprobeplatten (GFK und CFK)

Versuchsdurchführung

	GFK	CFK		Werkzeug	Schneidenzahl	Schnitttyp
Faserverstärkung	Köpergewebe	Köpergewebe	<ul style="list-style-type: none"> • Schnittgeschwindigkeit nach Herstellerangabe • Vorschub je Schneide von 0,05 mm bis 0,2 mm und 0,6 mm beim PKD-Fräser • Einspannposition bearbeitungsnah (5 mm) und -fern (10 mm bis 60 mm) 	HSS-Schaftfräser	3	ziehend
Matrix Material	Polyamid 6	Polyamid 6		VHM-Fräser	3	ziehend
Fasergehalt	45 Vol.-%	50 Vol.-%		VHM-Fräser, diamantbeschichtet	4	ziehend
Plattendicke	2 mm	2 mm		VHM-Kompressionsfräser	5	komprimierend
				PKD-Fräser	2	gerade



Bild 2: Kompressionsfräser

Ergebnisse

Gegenüberstellung Werkzeuge

- Vergleich der zerspanend bearbeiteten CFK-Proben
- Fertigungsbedingte Beschädigungen können vor allem mit dem PKD-Fräser und dem Kompressionsfräser stark reduziert werden

$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,2 \text{ mm}$

$v_c = 110 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,2 \text{ mm}$

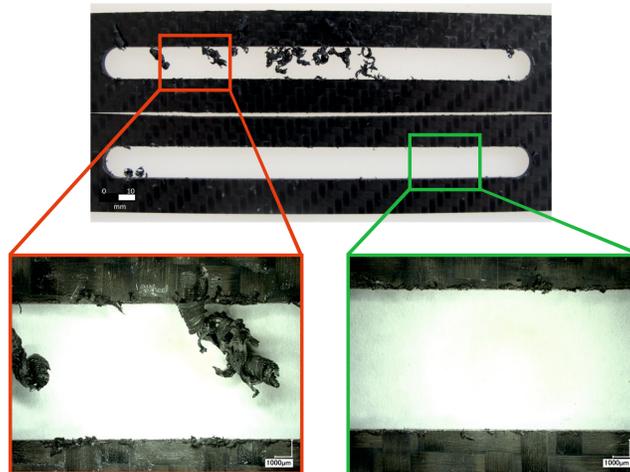
$v_c = 190 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,2 \text{ mm}$

$v_c = 500 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,2 \text{ mm}$

$v_c = 190 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,2 \text{ mm}$



Gegenüberstellung Einspannsituation

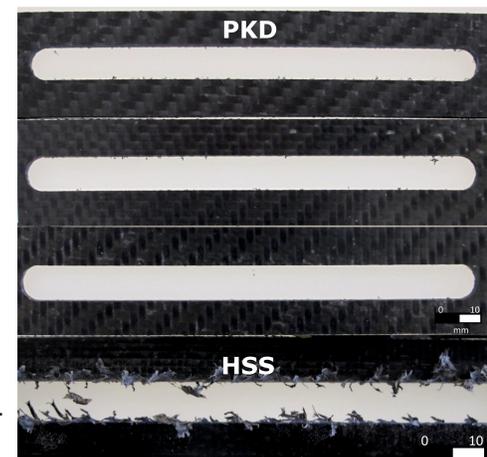


CFK-Probe mit PKD-Fräser bei gleichen Prozessparametern zerspanend bearbeitet.

- Einspannposition bearbeitungsforn:
- Ausfransungen (Bild) und Delaminationen treten vermehrt als Schadensbilder auf
- Einspannposition bearbeitungsnah:
- Ausfransungen (Bild) und Delaminationen können als Schadensbilder reduziert werden

Gegenüberstellung Prozessparameter

- Entgegen der Erwartung, wurden qualitativ hochwertigere Schnitte mit höherem Vorschub pro Schneide, beim PKD-Fräser auch unabhängig vom Vorschub, erreicht. Aussagen zur Standzeit konnten nicht getroffen werden.
- Wird der Vorschub zu niedrig gewählt, schmilzt die PA-Matrix und die Fasern werden nicht geschnitten.



$v_c = 500 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,05 \text{ mm}$

$v_c = 500 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,2 \text{ mm}$

$v_c = 500 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,6 \text{ mm}$

$v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
 $f_z = 0,01 \text{ mm}$

Zusammenfassung und Ausblick

Es wurden Vorversuche zur werkstofforientierten Prozessauslegung der spanenden Bearbeitung von faserverstärkten Composites mit thermoplastischer Matrix durchgeführt. Die Bearbeitung beginnt bereits mit dem Einspannen. Die Schnittqualität wird deutlich positiv durch eine bearbeitungsnahen Einspannung beeinflusst. Die Ergebnisse der Fräsversuche zeigen,

dass das Werkzeug sowie dessen Geometrie und Schneidstoff entscheidend ist. Mit dem PKD-Fräser und dem Kompressionsfräser können im Vergleich zu den drei weiteren Werkzeugen Faserausrisse bei konstantem Vorschub pro Schneide reduziert und vermieden werden. Ebenso wichtig wie der Schneidstoff ist der Drallwinkel des Werkzeugs. So hat der PKD-

Fräser gegenüber den anderen Werkzeugen einen geraden Schnitt und der Kompressionsfräser gleichzeitig eine ziehende und schiebende Schneide. Delamination wird so vermieden. Im Fall der untersuchten Werkstoffe ist ein Vorschub pro Zahn von 0,2 mm zu empfehlen. Dabei ist der Faserschnittwinkel immer zu berücksichtigen.

Besonderer Dank gilt dem Projektträger Thüringer Aufbaubank für die Förderung. Das diesen Ergebnissen zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Freistaates Thüringen und der Europäischen Union (ESF) unter dem Förderkennzeichen 2013 FGR 0130 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kontakt:
Eva Seidel, M.Eng.
Tel.: +49 3683 688-2213
Fax: +49 3683 688 98-2213
E-Mail: e.seidel@hs-sm.de
www.angewandte-kunststofftechnik.de

Hochschule Schmalkalden
Fakultät Maschinenbau
Blechhammer 4-9
98574 Schmalkalden