

Themenvorschlag zum Projektarbeitskreis im Rahmen des IAK Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe am 7. Mai 2019

Vorschlag A: Einsatz alternativer Hartmetallspezifikationen beim Fräsen von glasfaserverstärkten Kunststoffen

1. Problemstellung:

Im Vergleich zu kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen, deren Fräsbearbeitung oft durch den Einsatz von Werkzeugen mit CVD-Diamantschicht prozesssicher und mit hoher Bearbeitungsqualität realisiert werden kann, stellen Werkstoffe mit Mischfaserverstärkung oft noch eine große Herausforderung dar. Am IWF der TU Berlin konnten am Beispiel eines sonst nicht produktiv bearbeitbaren kohlenstoff- und glasfaserverstärkten Kunststoffes beste Ergebnisse nur durch den Einsatz unbeschichteter Hartmetallwerkzeuge erreicht werden. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass auch mit vergleichsweise großen Schneidkantenradien eine sehr gute Bearbeitungsqualität erreicht werden konnte.

Den herausragenden Bearbeitungsergebnissen mit unbeschichteten Hartmetallwerkzeugen stehen deren hohe Verschleißrate aufgrund einer fehlenden Verschleißschicht, die hohe Abrasivität des Werkstoffes und die zusätzliche Belastung durch Werkstückschwingungen gegenüber. Der Belastung durch schwingende Bauteile wird auch in anderen Bereichen der Zerspanung mit der Verwendung eines zäheren Hartmetalls begegnet. Da darüber hinaus die Zerspankräfte beim Fräsen faserverstärkter Kunststoffe moderat ausfallen, bietet sich der Einsatz von Hartmetallen an, die sonst nicht für die Herstellung von Zerspanwerkzeugen, sondern in verschleißbelasteten Systemen eingesetzt werden. Der dort üblicherweise größere Durchmesser der Wolframkarbidkörner stellt, da im vorliegenden Anwendungsfall keine scharfen Schneidkanten benötigt werden, kein Problem dar.

2. Zielsetzung des Projektes:

Bei der Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen werden meist nur wenige Fein- und Feinstkorn-, teils auch Ultrafeinstkornhartmetallsorten eingesetzt, die einer Vielzahl an Werkstoffen mit unterschiedlichsten Faserarten und -aufbauvarianten sowie Matrixspezifikationen gegenüberstehen. Dabei wird mangels des noch fehlenden Gesamtverständnisses über alle Werkstoffspezifikationen ein Kompromiss eingegangen, der oft nur bedingt funktioniert. Beispielsweise müssen oft Zugeständnisse bzgl. des Werkzeugverschleißes bzw. der Bearbeitungsqualität gemacht werden. Durch die bisher gewonnenen Erkenntnisse am IWF kann der Weg zur Wahl eines speziellen Hartmetalls für die Bearbeitung labil gespannter kohlenstoff- und glasfaserverstärkter Kunststoffe beschriftet werden. Ziel ist es, auf Grundlage der bisherigen Zerspanergebnisse alternative Hartmetalle einzusetzen, um die bestmögliche Lösung für die Bearbeitung von glasfaserverstärkten Kunststoffen zu identifizieren. Dabei sollen die folgenden Größen variiert werden:

- Mittlerer Durchmesser der WC-Körner (möglich, da keine scharfen Schneidkanten benötigt werden)
- Co-Gehalt (möglich, da eine nachfolgende Beschichtung mit CVD-Diamant nicht vorgesehen ist)

Die Auswahl der Hartmetallspezifikationen erfolgt dabei unter Berücksichtigung der sich je Spezifikation ergebenden Härte, Biegebruchfestigkeit und Zähigkeit.

3. Lösungskonzept:

Zur Bewertung des Prozessverhaltens von Werkzeugen verschiedenster Hartmetallspezifikationen sollen Fräsversuche an der am IWF zur Verfügung stehenden Fräsmaschine ULTRASONIC 260 COMPOSITES der Fima SAUER GmbH, Stipshausen, durchgeführt werden. Die Maschine ist speziell für die Bearbeitung faserverstärkter Werkstoffe ausgerüstet und verfügt über eine Frässpindel mit einem Drehzahlbereich von bis zu $n = 40.000$ U/min. Zur Auswertung der technologischen Untersuchungen erfolgt eine optische Untersuchung des sich einstellenden Werkzeugverschleißes und eine Qualifizierung der erreichten Bearbeitungsqualitäten. Die Versuche sollten nur unter Variation der Schnittgeschwindigkeit v_c erfolgen. Eingriffsbreite a_e und Vorschub f_z bleiben konstant. Auch werden die Versuchswerkstücke konstant labil gespannt, um die Versuche realitätsnah durchzuführen. Die Versuche werden über einen Fräsweg von $l_c = 10$ m durchgeführt, da nach dieser Distanz schon mit einem signifikanten Verschleiß zu rechnen ist. Als untere Grenze für die Variation des mittleren Korndurchmessers d_k und des Co-Gehalts sollen Hartmetallspezifikationen berücksichtigt werden, die aktuell von den Hartmetallherstellern für die Zerspanung von faserverstärkten Kunststoffen empfohlen werden, beispielsweise DK120,

Vorschlag A:

Einsatz alternativer Hartmetallspezifikationen beim Fräsen von glasfaserverstärkten Kunststoffen 1

EMT100 und CTS12D. Die obere Grenze kann aus der Literatur abgeleitet werden. So konnte in wissenschaftlichen Untersuchungen festgestellt werden, dass der Verschleißwiderstand von Hartmetall bei der Zerspanung von faserverstärkten Kunststoffen mit sinkendem Kobaltgehalt und steigendem mittleren Korndurchmesser d_k zunimmt. Eine Quelle verzeichnet den geringsten Verschleiß bei einem mittleren Korndurchmesser von $d_k = 2,5 \mu\text{m}$ und einem Co-Gehalt von 7 %. Der Umfang der geplanten technologischen Untersuchungen ist in Tabelle 1 mittels eines beispielhaften Versuchsplans dargestellt.

Tabelle 1: Beispielhafter Versuchsplan

Hartmetallspezifikation	Feinstkorn 1	Feinkorn 1	Feinkorn 2	Feinkorn 3	Mittelkorn 1	Mittelkorn 2	Mittelkorn 3	Grobkorn 1
Mittlerer Korndurchmesser d_k [μm]	0,8	1,2	...	...	...	...	...	2,5
Co-Anteil [%]	6	6	...	...	...	...	...	7
Schnittgeschwindigkeit v_c	v_{c1}/v_{c2}	v_{c1}/v_{c2}	v_{c1}/v_{c2}	v_{c1}/v_{c2}	v_{c1}/v_{c2}	v_{c1}/v_{c2}	v_{c1}/v_{c2}	v_{c1}/v_{c2}

Auf Grundlage des Versuchsplans ergeben sich bei dreifacher Durchführung jedes Parametersatzes zur statistischen Absicherung 6 Einzelversuche für jede der Hartmetallspezifikationen. In Tabelle 2 ist der für dieses Projekt geplante, zeitliche Ablauf dargestellt.

Tabelle 2: Beispielhafter Projektzeitplan

Monat	1	2	3	4	5	6
Identifikation der einzusetzenden Hartmetallsorten						
Fertigung der Werkzeuge						
Eingangsuntersuchung der Werkzeuge						
Durchführung technologischer Untersuchungen						
Auswertung technologischer Untersuchungen						
Dokumentation						

4. Finanzierung:

Die für die Untersuchungen notwendigen Messmittel- und Maschinensysteme sowie die Versuchsmaterialien werden vom IWF gestellt. Die einzusetzenden Hartmetallspezifikationen sollen entweder von Kooperationspartnern aus dem Kreis des IAK bereitgestellt oder für das Vorhaben beschafft werden. Die Herstellung von Werkzeugen gleicher Geometrie sollen durch einen Kooperationspartner vorgenommen werden. Die notwendigen Personalmittel für einen wissenschaftlichen Mitarbeiter und eine studentische Hilfskraft (80 h/Monat) für die Durchführung des Projektes sollen von den Projektpartnern aus dem IAK finanziert werden.