

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

Vorschlag B: Produktivitätssteigerung durch Einsatz von beschichteten PcBN-Drehwerkzeugen

1. Problemstellung:

Polykristallines kubisches Bornitrid (PcBN) besitzt als Schneidstoff aufgrund seiner hohen Festigkeit und Härte im Vergleich zu anderen Schneidstoffen das größte Anwendungspotenzial bei der Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe. Die Einsatzbereiche der Werkzeuge reichen dabei von gehärteten Stählen bis hin zu hochwarmfesten Werkstoffen wie beispielsweise Nickelbasislegierungen. Bedingt durch neue Fertigungstechnologien sowie die stetig steigenden Anforderungen zur Reduzierung der Fertigungskosten sind kontinuierliche Weiterentwicklungen der Werkzeuge notwendig. Regelmäßig werden daher die Substrate und insbesondere Beschichtungen weiterentwickelt und eingeführt, sodass die Zerspanleistung um einige Prozent gesteigert werden kann. Es können folglich die Zerspanparameter erhöht und kürzere Durchlaufzeiten realisiert werden.

Inzwischen ist eine Vielzahl von unterschiedlichen PcBN-Werkzeugen auf dem Markt verfügbar. Diese unterscheiden sich im Wesentlichen in der Zusammensetzung des Substrats, d. h. in cBN-Anteil, Korngröße und Bindertyp. Der Einfluss der Zusammensetzung auf das Eigenschaftsprofil des Werkzeugs ist dabei grundlegend bekannt. Die Einsatzbereiche der PcBN-Werkzeuge sind durch die jeweiligen Werkzeughersteller klar definiert, die Werkzeuge weisen aber hinsichtlich der Substratzusammensetzung und der daraus resultierenden Eigenschaften wesentliche Unterschiede auf. Insbesondere bei der Bearbeitung von gehärteten Stählen sowie Gusseisen werden durch die Werkzeughersteller Substrate mit unterschiedlichen Eigenschaftsprofilen empfohlen. Beschichtete PcBN-Werkzeuge sind zudem für die Bearbeitung dieser Werkstoffe nur vereinzelt am Markt vertreten.

2. Zielsetzung des Projektes:

Der Großteil der am Markt verfügbaren PcBN-Werkzeuge liegt im unbeschichteten Zustand vor. Die Entwicklungen der letzten Jahre haben dazu geführt, dass einige Hersteller auch beschichtete Werkzeuge anbieten. Die Beschichtungen können dabei durch verbesserte Eigenschaften hinsichtlich Reibverhalten, Verschleiß-, Oxidations- und Adhäsionsbeständigkeit die Standzeit der Werkzeuge maßgeblich verbessern. Für die Bearbeitung von Gusseisen und gehärteten Stählen werden sowohl beschichtete als auch unbeschichtete PcBN-Werkzeuge angeboten. In einer Vielzahl von Unternehmen werden aktuell noch unbeschichtete Werkzeuge eingesetzt, was unter anderem auf die bislang unzureichenden Standzeitvorteile durch die Beschichtung zurückzuführen ist. Ziel dieses Projektes ist es daher, aktuelle auf dem Markt verfügbare PcBN-Werkzeuge bei der Bearbeitung eines Gusseisenwerkstoffes sowie eines gehärteten Stahls einzusetzen und den Werkzeugverschleiß mit Substratzusammensetzung und Beschichtung in Zusammenhang zu bringen. Ebenso soll dabei herausgestellt werden, inwieweit sich eine Werkzeugbeschichtung bei den ausgewählten Prozessen als wirtschaftlich erweist.

3. Lösungskonzept:

Die Untersuchung des Einsatzverhaltens am Markt verfügbarer PcBN-Werkzeuge soll in Außenlängs-Runddrehversuchen erfolgen. Für die Zerspanuntersuchungen steht eine Dreh- und Fräsmaschine CTX gamma 1250 TC der Fa. DMG MORI AG, Bielefeld, zur Verfügung. Die Maschine besitzt eine Antriebsleistung von $P_A = 34 \text{ kW}$, ein maximales Drehmoment $M_{\max} = 380 \text{ Nm}$ sowie eine maximale Hauptspindeldrehzahl $n = 5000 \text{ min}^{-1}$. Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Werkzeuge erfolgt unter Messung des Freiflächenverschleißes. Als Abbruchkriterium für die Zerspanversuche wird eine maximale Verschleißmarkenbreite von $VB_{\max} = 0,3 \text{ mm}$ festgelegt. Die Versuche werden intervallweise unterbrochen, sodass der fortlaufende Verschleiß am Werkzeug optisch erfasst und gemessen werden kann. Da bei der Bearbeitung des gehärteten Stahls aufgrund der hohen thermischen Belastung mit Kolkverschleiß zu rechnen ist, soll zudem die Kolkentiefe KT sowie der Kolkmitteabstand KM ermittelt werden. Dafür wird das Messverfahren der Streifenlichtprojektion unter Einsatz des MicroCADpico der Firma GFMESSTECHNIK, Teltow, angewandt. Die Auswertung des Kolkverschleißes soll Rückschlüsse auf die Schutzwirkung der Schichten in Bezug auf den eintretenden thermischen Verschleiß zulassen. Für den Einsatz der Werkzeuge ist je Werkstoff ein Parametersatz vorgesehen. Die konkreten Parameter sowie die einzusetzenden Werkstoffe werden gemeinsam im Projektarbeitskreis festgelegt, das IWF wird dazu

jedoch Vorschläge unterbreiten. Der Umfang der geplanten technologischen Untersuchungen ist in Tabelle 1 beispielhaft dargestellt. Die empfohlenen PcBN-Substrate für die Bearbeitung der ausgewählten Werkstoffe unterscheiden sich in erster Linie im cBN-Gehalt. Zudem erfolgt je Werkstoff ein Vergleich von zwei unbeschichteten und zwei beschichteten PcBN-Werkzeugen.

Tabelle 1: Beispielhafter Versuchsplan

Werkstoff	Grauguss				Gehärteter Stahl			
	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7	Variante 8
cBN-Anteil	90-95 %	90 %	90-95 %	60-65%	50 %	60 %	40-45 %	65-70 %
Korngröße	22 µm	3-6 µm	1 µm	4 µm	2 mm	1-2 µm	1 µm	4 µm
Binder	kera- misch	kera- misch	metallisch	kera- misch	kera- misch	kera- misch	kera- misch	kera- misch
Beschichtung	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja
Prozessparameter	Parametersatz 1				Parametersatz 2			

Auf Grundlage des Versuchsplans ergeben sich bei dreifachem Einsatz jeder Werkzeugspezifikation zur statistischen Absicherung 24 Einzelversuche. In Tabelle 2 ist der für dieses Projekt geplante, zeitliche Ablauf dargestellt.

Tabelle 2: Beispielhafter Projektzeitplan

Monat	1	2	3	4	5	6
Eingangsuntersuchung der Werkzeuge						
Durchführung Zerspanversuche mit Gusseisen						
Durchführung Zerspanversuche mit gehärtetem Stahl						
Auswertung technologischer Untersuchungen						
Dokumentation						

4. Finanzierung:

Die für die Untersuchungen notwendigen Messmittel- und Maschinensysteme sowie die Versuchsmaterialien werden vom IWF gestellt. Die einzusetzenden PcBN-Werkzeuge sowie zu bearbeitenden Materialien sollen entweder von Kooperationspartnern aus dem Kreis des IAK bereitgestellt oder für das Vorhaben beschafft 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.