

## Projektplan

### **DIAS: Strukturierte CVD-Diamant-Mikroschleifstifte (19664 N)**

#### **Forschungsziel**

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung anwendungsreifer CVD-Diamant-Mikroschleifstifte mit Durchmessern zwischen 0,1 mm und 3 mm für eine leistungsstarke Schleifbearbeitung mit sehr hoher Oberflächengüte. Die Neuheit des hier zu untersuchenden Werkzeugsystems besteht zum einen in der Nutzung von neuartigen Schleifstiften, die vollständig mit einer CVD-Diamantschicht als Schneidstoff bedeckt sind und zusätzlich eingebrachte Spannuten aufweisen, um Zusetzungen zu vermeiden und so die Leistungsfähigkeit zu steigern. Als weitere Neuheit wird eine geeignete Prozessüberwachung entwickelt, so dass der erfolgreiche Einsatz der neuartigen Schleifstifte sichergestellt ist.

#### **Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels**

Der neue Ansatz liegt hierbei in einer ganzheitlichen Optimierung des Systems „Maschine – Werkstück – Werkzeug in Verbindung mit der Bearbeitungsaufgabe“, mit dem Ziel zu einem leistungsfähigen Bearbeitungsprozess mit hoher Stabilität und Reproduzierbarkeit zu führen.

Entsprechend der industriellen Anforderungen werden definierte Strukturen in die Schleifstiftgrundkörper eingebracht, so dass gezielt Spanräume geschaffen werden, die den Abtransport der Späne im Prozess und somit höhere Zeitspannungsvolumina ermöglichen. Die Ausführung der Spanräume soll systematisch hinsichtlich ihrer Prozessauswirkungen untersucht werden. Es werden sowohl Nuten und Näpfchen als auch Näpfchen mit verbindenden Kanälen gefertigt und erprobt (Abbildung 1). Die Abstände, Breiten und Tiefen der Spanräume sollen hierbei ebenfalls variiert werden.

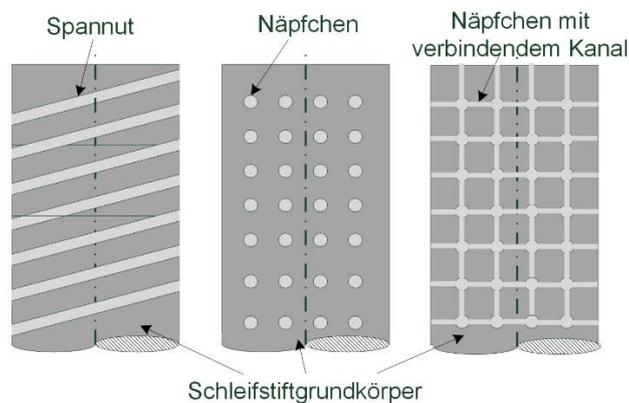


Abbildung 1: Schematische Darstellung möglicher Spanraumausführungen: Nuten (li.), Näpfchen (mi.) und Näpfchen mit verbindenden Kanälen (re.)

Hierfür werden die Fertigungstechnologien für die Spanraumerzeugung entwickelt. Diese Strukturierung soll alternativ auf drei Arten erfolgen:

- a. Strukturierung des Hartmetallgrundkörpers vor der Beschichtung durch Schleifen oder
  - b1. Strukturierung des Hartmetallgrundkörpers vor der Beschichtung durch Laserabtragen oder
  - b2. Strukturierung des CVD-Diamant-Schleifbelages durch Laserabtragen der Diamantschicht nach der Beschichtung.

Alle drei Möglichkeiten bergen spezifische Vorteile und Risiken: Das Einschleifen von Nuten (a) wird im Vergleich zum Laserabtragen vermutlich kostengünstiger, aber nur bis zu einem jetzt noch nicht bekannten minimalen Stiftdurchmesser anwendbar sein. Das kraftfreie Laserabtragen soll sowohl für die Strukturierung der Stiftgrundkörper mit geringem Durchmesser (b1), als auch zur Strukturierung der Diamantschicht auf dem Schleifstift (b2) eingesetzt werden. Die Grenzen und Vorteile der Verfahren sollen im Projekt systematisch herausgearbeitet werden. Je nach Erfolg der Erprobung und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit kann so eine fundierte Empfehlung für die industrielle Anwendung gegeben werden. Als Werkstoff für die Stifte wird Hartmetall (WC-Co) eingesetzt. Die Schleifstiftgrundkörper bestehen aus einem Schaft mit einem Durchmesser von drei Millimetern, an dessen einem Ende ein zylindrischer Kopf mit dem Werkzeugenndurchmesser geschliffen wird. Die Hartmetallgrundkörper werden von einem Mitglied des Projektbegleitenden Ausschusses zur Verfügung gestellt.

Die hergestellten Strukturen werden mit einem Schleifbelag aus rauem, mikrokristallinem CVD Dünnschichtdiamant versehen. Zudem soll eine zusätzliche Beschichtung der strukturierten und diamantbeschichteten Schleifstifte mit einer sehr dünnen Antihafschicht untersucht werden, so dass mögliche Spananhaftungen präventiv vermieden werden.

Die Werkzeuge werden in Zerspanungstests an den Werkstoffen Glas, Hartmetall und gehärtetem Stahl untersucht, die für die beteiligten PA-Mitglieder relevant sind. Hierzu wird eine ganzheitliche Prozessüberwachung aufgebaut, die sowohl den Spindelrundlauf überwacht, den prozessrelevanten Erstkontakt zwischen Werkzeug und Werkstück detektiert (AE-Sensoren) sowie die Zerspankräfte aufnimmt. In Abhängigkeit vom Werkzeugdurchmesser werden die Bearbeitungsparameter ermittelt, die eine Werkstückbearbeitung mit hoher Produktivität ermöglichen, ohne dass es zu Werkzeugbruch kommt. Vergleichsversuche mit konventionellen Diamantschleifstiften (Körnung und Bindung) sollen zeigen, wie leistungsstark die neu entwickelten CVD Diamantschleifstifte sind.

Nach den grundlegenden Untersuchungen in den Laboren werden den Endanwendern des PA Schleifstifte und Prozess-Know-How zur Verfügung gestellt, so dass die neuen Schleifstifte in deren Produktionsanlagen getestet und iterativ an spezielle Produktionsrandbedingungen angepasst werden. Ein Vergleich mit den

bisher eingesetzten Werkzeugen soll die Leistungsunterschiede herausstellen und eine wirtschaftliche Einschätzung ergeben.

### **Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas**

Alle heute verfügbaren konventionellen Schleifstifte sind so aufgebaut, dass die Schleifkörner, meist aus c-BN oder Diamant, mit einer Bindung auf den Grundkörper aufgebracht sind. Diese Bindung kann eine Kunstharzbindung, eine gesinterte Keramikbindung, eine galvanisch abgeschiedene oder gesinterte Metallbindung sein. Die Bindung nimmt die eingesetzten Schleifkörner fest auf. Prinzipbedingt ergeben sich dadurch Probleme bei kleinen Korndurchmessern, die eine Mindesteinbettungstiefe benötigen, um ausreichend fest in der Bindung verankert zu sein. Sehr kleine Körner ragen dann nur noch sehr wenig aus der Bindung heraus, so dass der Kornüberstand und die erreichbare Spannungstiefe sehr gering sind. Die Produktivität ist damit begrenzt. Zudem ist die Verteilung der Körner in der Bindung unregelmäßig. Vor allem bei kleinen Korndurchmessern können dadurch höhere Werkstückrautiefen entstehen, als für diese Korndurchmesser zunächst erwartet wird.

Schleifbeläge aus CVD-Diamant können hier eine sinnvolle Alternative sein. Bei der Erforschung der Beschichtungstechnik von Mikroschleifstiften und des Einsatzverhaltens im Zerspanprozess bestehen bereits vielfältige Kenntnisse am Fraunhofer IST und dem IWF. Es wurden Versuchsmuster von Diamantschleifstiften mit Durchmessern bis hinunter zu  $d = 0,06$  mm entwickelt. Der Kristallitspitzenüberstand – entsprechend dem Kornüberstand bei gebundenem Korn – ließ sich im Beschichtungsprozess stufenlos zwischen einem und zehn Mikrometern einstellen. Zusätzlich zu dem Vorteil der deutlich kleineren realisierbaren Werkzeugdurchmesser verfügen CVD-Diamant-Mikroschleifstifte über scharfkantigere Mikroeinzel-schneiden, die in wesentlich höherer Anzahl vorhanden sind als bei gebundenen Diamantschleifstiften. Dadurch weisen CVD-Diamantschleifwerkzeuge einen bis zu 80-fach geringeren Werkzeugverschleiß auf. Auch ein Schärfen, wie es bei vielen gebundenen Schleifwerkzeugen zum Zurücksetzen der Bindung und zum Erzeugen von Kornüberständen und Spanraum erforderlich ist, entfällt für CVD-Diamantschleifstifte, die sofort nach der Herstellung einsatzfähig sind.

Voraussichtlicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU

Die Anwendungsbereiche der strukturierten Mikroschleifstifte erstrecken sich von Medizintechnik und Uhrenindustrie über die Fertigung optischer Oberflächen bis hin zu Dentaltechnik, Werkzeug- und Formenbau, Mikrosystemtechnik, Mikrofluidik und vielen weiteren Industriezweigen. Bauteile und Produkte, die heute mit konventionell gebundenen hochharten Schleifstiften (Diamant, CBN- Körnungen) bearbeitet werden, sind zum Beispiel Mikrofluidikkomponenten (Glas), Mikrosysteme (Silicium, Galliumnitrid etc.), Umformwerkzeuge zum Präzisionsblankpressen von Glaslinsen (Hartmetall), Kraftstoffeinspritzsysteme

(gehärteter Stahl), Zerspanwerkzeuge (Hartmetall), zahntechnische Produkte (Keramik, Dentin etc.) und Armbanduhren (Hartmetall, Keramik).

Durch die Erforschung und Entwicklung neuartiger Diamantschleifstifte können bestehende Geschäftsfelder gesichert und erweitert werden. Die entsprechenden Firmen stehen unter dem Druck kontinuierlicher Produktverbesserung und Produktinnovation. Weitere Miniaturisierung und Leistungssteigerung sowie die damit verbundenen steigenden Qualitätsanforderungen sind dabei treibende Kräfte und erfordern in stark zunehmendem Maße die Herstellung und Bearbeitung von Strukturen mit immer kleineren Abmessungen. Aufgrund ihrer spezifischen Vorteile werden immer mehr Bauteile aus Keramik und Hartmetall hergestellt, so dass zunehmend Diamant als Schneidstoff gefordert ist. Die erwarteten Vorteile der neu zu entwickelnden CVD-Diamantschleifwerkzeuge in Verbindung mit der Sicherstellung von reproduzierbaren Prozessabläufen (Spindelrundlauf, Wuchtgüte und Positionierbarkeit) werden die Erfüllung höchster Produktanforderungen ermöglichen. Die neuen Werkzeuge stellen so in Kombination mit den bislang weltweit noch nicht eingesetzten CVD-Diamantschleifbelägen eine erhebliche Produktinnovation dar, die den Standort Deutschland für die mittelständisch geprägten Branchen der Präzisionswerkzeughersteller, der CVD-Diamantbeschichter und der Hersteller von Mikro- und Präzisionsbauteilen nachhaltig stärken wird.

#### Projektbegleitender Ausschuss

Unternehmen
Bangerter Microtechnik AG <sup>KMU</sup>
Hellma GmbH & Co. KG <sup>KMU</sup>
Wilhelm Bahmüller GmbH <sup>KMU</sup>
GD Optical Competence GmbH <sup>KMU</sup>
Laserpluss AG
GMN Paul Müller Industrie GmbH & Co KG <sup>KMU</sup>
Meister Abrasives AG
Alfons Schmeier GmbH & Co. KG
Robert Bosch GmbH
Rauschert Heinersdorf - Pressig GmbH