

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Projektinformationen

IGF-Nr.:	19664 N
Laufzeit:	09/2017 – 05/2020
Fördersumme:	500.750 EUR
Industrieleistungen:	262.649,40 EUR

### Forschungseinrichtungen

- Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig
- Technische Universität Braunschweig, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

### Projektbegleitender Ausschuss

- Bangerter Microtechnik AG <sup>KMU</sup>
- GD Optical Competence GmbH <sup>KMU</sup>
- GMN GmbH & Co. KG <sup>KMU</sup>
- Hellma GmbH & Co. KG <sup>KMU</sup>
- Laserpluss AG
- Meister Abrasives AG
- Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH
- Robert Bosch GmbH
- Schleifscheibenfabrik Alfons Schmeier GmbH & Co. KG
- SPECTARIS, Dt. Industrieverband
- Wilhelm Bahmüller GmbH <sup>KMU</sup>

- **Schnittfähige Diamantschichten**
- **Strukturierung von Mikroschleifstiften durch**
  - Mikroprofilschleifen
  - Laserstrukturierung

## Strukturierte CVD-Diamant-Mikroschleifstifte (DIAS)

### Die Herausforderung

Mikroschleifstifte werden heute in vielen Branchen zur Herstellung von Mikro- und Präzisionsbauteilen benötigt. Der Trend zu Miniaturisierung und Leistungssteigerung sowie die damit verbundenen steigenden Qualitätsanforderungen erfordern in stark zunehmendem Maße die Herstellung und Bearbeitung von Strukturen mit immer kleineren Abmessungen. Die heute verfügbaren Schleifstifte sind allerdings bezüglich kleinstem Durchmesser und feiner Körnung limitiert.

Schleifstifte mit mikrokristalliner CVD-Diamant-Beschichtung sind verschleißärmer und erlauben deutlich kleinere Stiftdurchmesser. Zudem verfügen sie über scharfkantigere Mikroeinzelnschneiden in höherer Anzahl und sind sofort nach der Herstellung einsatzfähig. Aufgrund der glatten Oberflächen sind jedoch die Kühlmittelzufuhr und die Spanabfuhr gehemmt. Daher kommt es beim industriellen Einsatz zu Zusetzungen, die insbesondere bei sehr kleinen Stiftdurchmessern (< 1 mm) zum Werkzeugbruch führen können. Weitere mögliche Ursachen für einen Werkzeugbruch sind zu hohe Ab-

weichungen des Rundlaufs (Gleichförmigkeit des Rundprofils in Rotation) und zu hohe Zusetzungen beim Schleifprozess sowie Unwuchten der hochtourig betriebenen Schleifspindeln.

Leistungsfähige Schleifstifte mit kleinsten Stiftdurchmessern und Körnung sind derzeit nicht verfügbar. Zudem fehlen wirkungsvolle Instrumente, um konstante Prozessbedingungen zu ermöglichen.

### Die Innovationsidee

Ziel des Projekts DIAS war die Entwicklung leistungsfähiger CVD-Diamant-Schleifstifte mit 0,1-3,0 mm Durchmesser und hoher Stabilität und Reproduzierbarkeit. Hierzu wurden Span- und Kühlschmierstoff-Transportgeometrien durch Schleifen der Grundkörper und anschließendem Beschichten sowie durch Laserstrukturierung der CVD-Diamantschicht in den Schleifstift eingebracht, um Zusetzungen zu vermeiden und höhere Zeitspannungsvolumina zu ermöglichen. Für eine optimierte Prozessüberwachung wurde ein Körperschallsensor zur Anschnitterkennung eingesetzt und der Rundlauf mittels Lasertriangulation ermittelt.

## Projektbegleitende akademische Abschlussarbeiten

Eine Masterarbeit (2019), vier Bachelor-Arbeiten (2019 und 2020)

Weitere Informationen auf Anfrage.

## Das Programm „Industrielle Gemeinschaftsforschung“ (IGF) ...

... fördert Studien zur industriellen Machbarkeit von Innovationsideen und beschleunigt so Technologietrends. Dazu arbeiten Wissenschaft, Industrie und Politik zusammen:

0 Das **BMW** fördert vorwettbewerbliche, innovationsorientierte Forschung mit dem IGF-Programm.

1 **Industrie** und **Wissenschaftler** entwickeln Innovationsideen und geben Projekimpulse.

2 **AiF-Forschungsvereinigungen**, wie die F.O.M., finden Forschungspartner.

3 **Wissenschaftler** von je 1-3 Forschungseinrichtungen schreiben Förderanträge.

4 **Industrieunternehmen** beraten bei der Entwicklung der Anträge.

5 Die **Forschungsvereinigungen** optimieren die Qualität der Vorhaben und der Anträge und reichen die Anträge ein.

6 Die **Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen** (AiF) lässt die Anträge durch **Experten aus Industrie und Wissenschaft** begutachten.

7 Das **BMW** finanziert die Forschungskosten bis max. 275/525/750 T EUR.

8 Die **Industrie** teilt sich die Administrationskosten.

9 Die **Wissenschaftler** der Forschungseinrichtungen führen die Forschung durch.

10 Die **Forschungsvereinigungen** stellen mithilfe von je 10-20 Unternehmen projektbegleitender **Industrieausschüsse** mit mindestens 50 % KMU einen regen Technologietransfer bis hinein in die Branchen sicher.

11 Die **Industrie** sorgt durch Bekundung ihrer Interessen für die Praxisrelevanz der Forschung, steuert Industrieexpertise bei und validiert die Ergebnisse.

**Gemeinsam stärken wir die Innovationskraft des Mittelstands und den Fachkräftenachwuchs in Deutschland.**

Für eine ausführlichere Fassung des Abschlussberichts wenden Sie sich bitte an:

## Kontakt / Impressum

Forschungsvereinigung F.O.M.  
Werderscher Markt 15, 10117 Berlin  
030 4140 21-39

info@forschung-fom.de  
www.forschung-fom.de

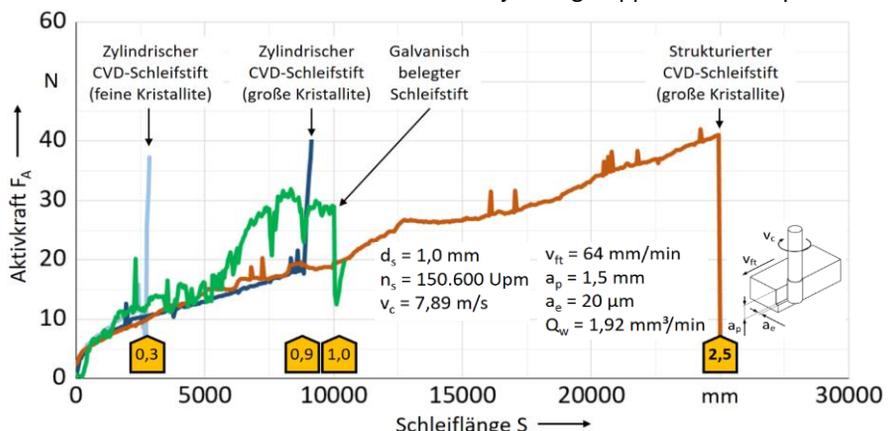


## Die Ergebnisse

Um auch Schleifstifte mit Durchmessern  $\leq 0,5$  mm vor der CVD-Diamantbeschichtung ohne Bruchgefahr vorbehandeln zu können, wurde auf das sonst übliche Sandstrahlen der Hartmetallrohlinge verzichtet und die Vorbehandlung basierend auf Cobaltätze optimiert, sodass eine anwendungsgerechte Schichthaftung sichergestellt werden konnte. Durch Anpassung der Prozessparameter und Optimierung der Chargierung im Beschichtungsprozess konnten Werkzeuge mit unterschiedlichen Durchmessern und Nutgeometrien uniform und konturgetreu beschichtet werden. Auf den CVD-Diamantschleifbelägen wurde keine besondere Klebneigung der Späne festgestellt.

Für Schleifstifte mit Durchmessern von 0,2-3,0 mm wurden zwei Strukturierungskonzepte erfolgreich umgesetzt: Das schleiftechnische Einbringen von Spiralnuten in den Hartmetallgrundkörper vor der Diamantbeschichtung sowie die nachträgliche Strukturierung der Diamantschichten mittels Laserbearbeitung. Mit der Grundkörperstrukturierung durch Schleifen wurden besonders gute Ergebnisse erzielt: Die eingebrachten Spiralnuten bewirkten eine signifikante Reduzierung der Schleifkräfte, woraus eine geringere Werkzeugabdrängung und eine gesteigerte Präzision der Bearbeitung resultiert. Durch eine verbesserte Kühlschmierstoffzufuhr erhöht die Strukturierung gleichzeitig die Lebensdauer von CVD-Diamantschleifstiften auf das 2,5-fache von konventionellen Diamantschleifstiften, bei einer gleichzeitig um 40 % reduzierten Rautiefe. Die nachträgliche Laserstrukturierung führte dagegen bei Praxistests bisher noch zur Destabilisierung (und Delamination) der Diamantschicht.

Erstmals konnten auch CVD-Diamantschleifstifte aus Siliziumnitrid-Grundkörpern hergestellt werden, die mittels Laserbearbeitung der Diamantschicht strukturiert und erfolgreich im Labor sowie bei beteiligten KMU getestet wurden. Zudem wurde eine optimierte Prozessüberwachung aufgebaut, die sichere und reproduzierbare Prozesse ermöglicht.



Standzeitversuch verschiedener Schleifstifttypen: Strukturierte CVD-Diamantschleifstifte mit großen Kristalliten haben eine 2,5-fach höhere Lebensdauer als galvanisch belegte (konventionelle) Schleifstifte.

pern hergestellt werden, die mittels Laserbearbeitung der Diamantschicht strukturiert und erfolgreich im Labor sowie bei beteiligten KMU getestet wurden. Zudem wurde eine optimierte Prozessüberwachung aufgebaut, die sichere und reproduzierbare Prozesse ermöglicht.

## Die Verwertung

### KMU-Nutzen

Zunehmend werden Bauteile aus Keramik und Hartmetall hergestellt. Diese lassen sich wirtschaftlich nur mit Diamantschneidstoffen zerspanen. Insbesondere durch die vielfältigen Vorteile der neu entwickelten CVD-Diamantschleifwerkzeuge profitieren die mittelständisch geprägten Branchen der Präzisionswerkzeughersteller, CVD-Diamantbeschichter und Hersteller von Mikro- und Präzisionsbauteilen. Hier können strukturierte Mikroschleifstifte z. B. bei der Herstellung von Glasküvetten, der Fertigung von optischen Oberflächen, dem Schleifen von Linsenformen für Linsenarrays aus Glas, der Präzisionsbearbeitung von Einspritzsystemen der Automobilindustrie sowie in der Medizintechnik und Halbleiterindustrie Anwendung finden und können dabei helfen, dem Trend zu Miniaturisierungen und steigenden Qualitätsanforderungen gerecht zu werden. Die neuen Werkzeuge tragen somit dazu bei, Produktionskosten zu senken und bestehende Geschäftsfelder zu sichern und zu erweitern.

### Umsetzung

Mit mehreren PA-Unternehmen wird seit Projektende bilateral auf dem Gebiet der Schleifstiftenanwendungen zusammengearbeitet, um die im Projekt erprobten Konzepte auf spezielle Werkzeuggeometrien zu übertragen und an die jeweilige Applikation anzupassen.