

# Filamentaktivierte CVD-Diamantbeschichtung profilierter Werkzeuge für die Bearbeitung von Holzwerkstoffen

## Problem

Zerspanungswerkzeuge für die Holzbearbeitung unterliegen einem vorwiegend abrasiven Verschleiß, dem bisher durch den Einsatz von aus härteren Feinstkornhartmetallen (HW) bzw. aus kompaktem, polykristallinem Diamant (DP, PKD) bestehenden Schneidteilen begegnet wird. Die Anwendung spröder und zudem sehr teurer DP-Kompaktwerkzeuge unterliegt jedoch zum Teil erheblichen Beschränkungen, da diese

- den Zuschlagstoffen einer Spanplatte mit deren schlagzerstörender Wirkung keine ausreichende Zähigkeit entgegensetzen können,
- bei komplizierten Schneidteilgeometrien entweder gar nicht oder nur mittels aufwändiger Erodier- bzw. Schleifbearbeitungen profilierbar sind und/oder
- keine Applikation spitzer Keilwinkel zwecks Erzielung eines hohen Oberflächenfinish zulassen.

Aus diesen Gründen können sich gegenwärtig die WC-Co-Hartmetalle als Schneidstoffe zur Zerspanung von Holzwerkstoffen, trotz ihres schnellen Verschleißes, noch relativ gut am Markt behaupten.

Die Eigenschaftsdistanz zwischen HW- und DP-Bearbeitungswerkzeugen ist allerdings so groß, dass mittels CVD-Diamantdünnschichten versucht werden sollte, die Vorteile der Hartmetalle hinsichtlich der Schlagzähigkeit mit denen von PKD bezüglich der Verschleißfestigkeit zu vereinen und so die zwischen den beiden Extremen klaffende Lücke zu schließen.

## Aufgabenstellung und Realisierung

Aufgabe des Projektes war die Entwicklung von Technologien zur filamentaktivierten, haftfesten und homogenen Abscheidung dünner CVD-Diamantschichten auf den Funktionsflächen monolithischer, profilierter Vollhartmetall-Werkzeuge, mit dem Ziel einer mehrfachen Standwegsteigerung bei der spanenden Bearbeitung von Holzwerkstoffen ohne Einbuße an Schnittqualität.



Bild 1: Vollflächig mikrokristallin CVD-diamantbeschichtete Hartmetall-Fräsplatte für die Profilierung von MDF-Platten nach der Praxiserprobung mit Verschleißmarke an der Schneidkante

Zu diesem Zweck wurden auf je 3 Profilfräs-Wechselplatten (Bild 1), die vorwiegend als Schneideinsätze von Fräswerkzeugen für Durchlaufstraßen und Bearbeitungszentren bei der Fertigprofilierung der Schmalflächen von Möbelbauteilen zum Einsatz kommen, mikrokristalline CVD-Diamant-Dünnschichten abgeschieden. Anschließend wurden die Werkzeuge vom Projektpartner, GUHDO-Werk GmbH + Co KG Wermelskirchen, in Kooperation mit der GUHDO-Werkzeugdienst GmbH Kirchlengern und einem Werkzeugkunden, dem Möbelhersteller Matraflex GmbH Detmold, unter Produktionsbedingungen praxiserprobt.

Die polykristalline CVD-Diamantbeschichtung der HW-Profilfräsplatten erfolgte durch Filamentaktivierung eines CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>-Gasgemisches in einem für horizontal positionierte, planebene Substrate mit einer Gesamtoberfläche von bis zu 100 cm<sup>2</sup> ausgelegten Reaktor.

## Ergebnisse

In einem ersten Testzyklus versagte der Werkzeugsatz bereits nach einem Drittel des üblichen Standweges unbeschichteter Profilfräsplatten. Die deponierten CVD-Diamantschichten erwiesen sich zwar als mechanisch sehr stabil und verschleißarm, jedoch auch als zu dick und grobkristallin (5-10 µm). Als Hauptursachen für die in Bild 2 sichtbare, die Schneidkante zerstörende und dadurch die Bearbeitungsqualität der MDF-Platten beeinträchtigende Schartenbildung kommen in Betracht:

- ein starker Zähigkeitsverlust der Hartmetall-Randzone aufgrund von Kobalt-Auslaugung im Verlauf einer nasschemischen Ätzung,
- eine zu hohe Schneidenbelastung infolge fortschreitender Verharzung und Spänestau auf der rauen, diamantbeschichteten Spanfläche.

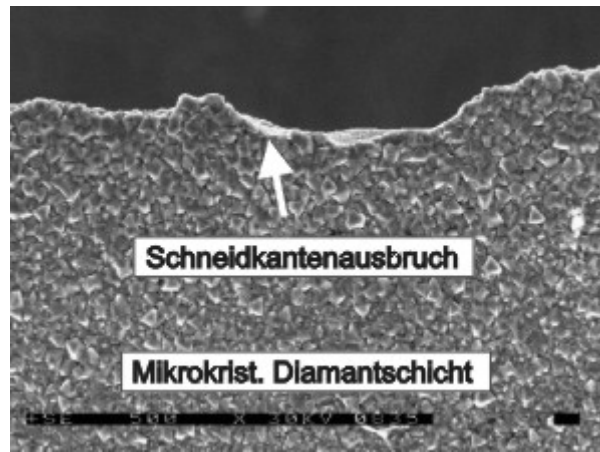


Bild 2: Schartigkeit einer nach Materialversagen ausgebrochenen Hartmetall-Schneidkante mit noch unverschlossener CVD-Diamantschicht

In einem zweiten Testzyklus, der sich vom vorherigen durch eine wesentlich materialschonendere Oberflächenpräparation in Kombination mit der daran anschließenden, optimierten Abscheidung einer glatteren CVD-Diamantschicht mit deutlich feinerer Kristallinität (1-5  $\mu\text{m}$ ) unterschied, konnte der Standweg schon bis zum Zweifachen der Einsatzdauer unbeschichteter Standardplatten verlängert werden. Während des Zerspanungsprozesses wurde die Diamantschicht beiderseits der Schneidkante relativ gleichmäßig abradier und schließlich letztere selbst ohne Hartmetall-Ausbrüche allmählich verrundet (Bild 3).

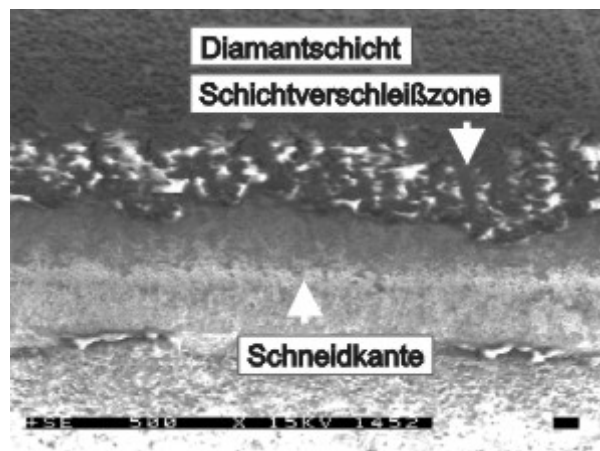


Bild 3: Verschleißbild der Schneidkante einer mikrokristallin diamantbeschichteten Profilfräsplatte nach Standwegende

Aber auch bei feinkörnig polykristallinen Diamantschichten stellt immer noch die fortschreitende, in Bild 4 als heller, horizontal verlaufender Streifen sichtbare Verharzung der Schneidkante ein gravierendes, den Standweg des Werkzeugs begrenzendes Problem dar. Die Harzansammlung markiert ziemlich genau die Grenze zwischen verschlissener (P geglätteter) und noch intakter (P rauher) Diamantschicht und bildet aufgrund ihrer Wallform und klebrigen Konsistenz eine Barrikade für die ungehinderte Spanabfuhr.

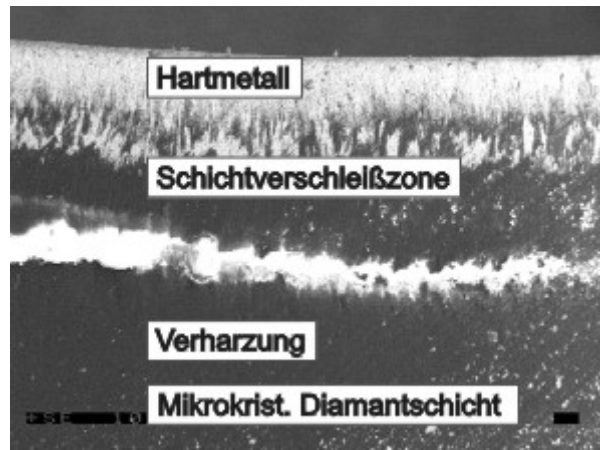


Bild 4: Verharzung der Schneidkante einer mikrokristallin diamantbeschichteten Profilfräsplatte nach Standwegende

In einem dritten Testzyklus wurde auf einem Plattensatz eine amorphe, d.h. glasartig-nichtkristalline C-Si-Basisschicht abgeschieden, die im Praxistest aufgrund ihrer, trotz geringerer Schichthärte und ausgeprägter Schichtelastizität, extremen Reibarmut bereits die beinahe dreifache Verschleißbeständigkeit des unbeschichteten Standards (Bild 5) erzielte.

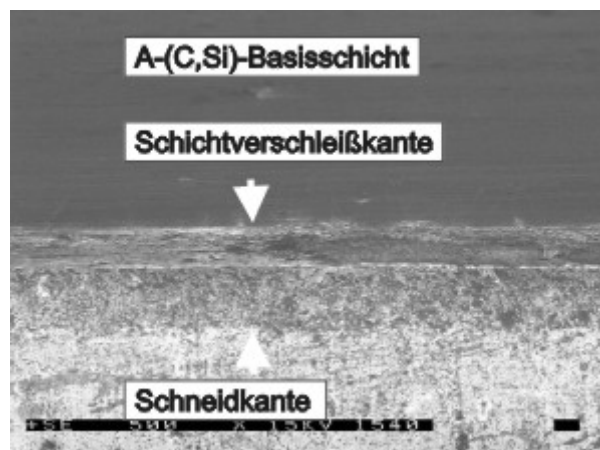


Bild 5: Verschleißbild der Schneidkante einer auf (C,Si)-Basis amorph beschichteten Profilfräsplatte nach Standwegende

## Ausblick

Den idealen Endpunkt der sich abzeichnenden Entwicklungstendenz bezüglich der Oberflächentopographie stellt eine - zum Nutzen der Schneidenschärfe und -stabilität möglichst dünne und zähe - CVD-Diamantschicht mit kleinstmöglicher Kristallinität und größtmöglicher Packungsdichte dar, die sich gleichermaßen durch

- hohe Schichthärte,
- maximale Schichtglätte,
- minimalen Reibungskoeffizienten,
- weitgehende Spannungsfreiheit

auszeichnet.

Im Rahmen des Folgeprojektes "Nanodiamant" der CeWOTec gGmbH wird mittels einer speziellen Plasma-CVD-Technik die Minimierung der Schichtkristallinität, d.h. die Erzeugung sogenannter "ultra"nanokristalliner CVD-Diamantschichten mit ca. 10 nm Kristallitgröße angestrebt. Das Ziel dieses Vorhabens besteht in einer drastischen Standwegverlängerung von Profilfräsplatten für die spanende Bearbeitung von Holzwerkstoffen und somit einer weiteren Verbesserung ihres Preis-Leistungs-Verhältnisses als Vorstufe zur verbreiteten, industriellen Nutzung CVD-diamantbeschichteter Holzbearbeitungswerkzeuge.

## **Danksagung**

Dieses FuE-Projekt wurde unter dem Kennzeichen 68/01 durch das BMWA gefördert. Dafür sei hiermit ausdrücklich gedankt.

—

Ansprechpartner: Dr. A. Reif

[drucken](#) || [pdf](#) || [zurück](#) || [Cewotec gGmbH](#)