

Dr.-Ing. Peter Beyer

Die Vorteile verbinden

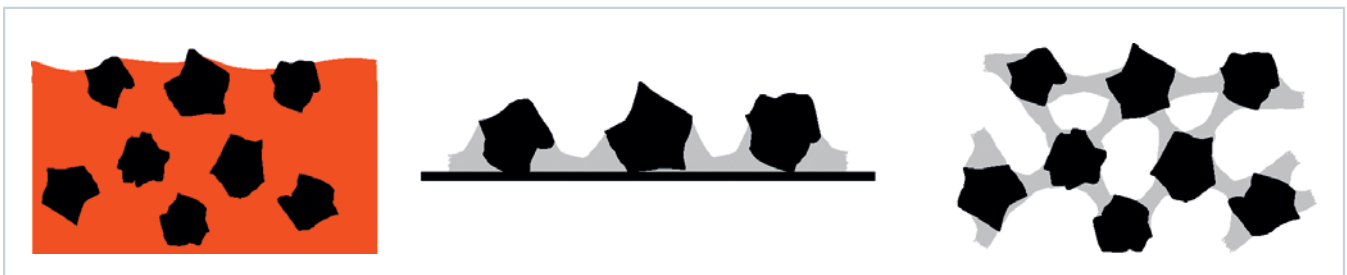


Meister Abrasives AG
Industriestrasse 10
CH-8450 Andelfingen
0041 52 304 22 22
sales@meister-abrasives.ch
www.meister-abrasives.ch

Entwicklung von Schleif- und Abrichtwerkzeugen in hDD-Technologie

Die Vorteile verbinden

Etablierte Bindungssysteme für Diamantwerkzeuge haben ihre Innovationskraft weitestgehend ausgeschöpft. Die Vorzüge metallisch und keramisch gebundener Systeme kombiniert Meister Abrasives daher in der Hybridbindung.



1 Die Eigenschaften von Abrichtwerkzeugen werden wesentlich von ihrer Struktur bestimmt: metallgebunden, galvanisch belegt, keramisch vDD-gebunden (von links)

VON PETER BEYER

→ Der Begriff ›Innovation‹ wird heute gern zu Marketingzwecken strapaziert, ohne dass wirklich neue Ansätze in der Produkt- und Prozessentwicklung vorliegen. In der Diamantwerkzeugbranche mit ihren eher konservativen technischen Lösungen ist das nicht viel anders. Doch mit umfassender Prozessanalyse und Produkt- und Verfahrensentwicklung sind Innovationen tatsächlich möglich. Ein ›ideales‹ Abrichtwerkzeug – als Ziel solcher Innovation – definiert sich über die Merkmale:

- freischneidendes System, idealerweise im Selbstschärfmodus analog zu keramischen hochporösen Bindungen;
 - Optimierung der Kornhaltekräfte;
 - hohe Verschleißbeständigkeit analog zu metallgebundenen Abrichtwerkzeugen;
 - mehrlagiges System, vermeidet die geringe Standzeit galvanischer Werkzeuge.
- Ein deutlich optimiertes Leistungsspektrum bietet ein Lösungsansatz, der die Vorteile zweier Diamantwerkzeugbindungssysteme kombiniert. Die Technologie der Hybridbindung – nachfolgend als hDD bezeichnet (hybrid-Diamond-Dresser) – wird zunächst für Abrichtwerkzeuge eta-

bliert [1]. Doch auch für die Auslegung von Schleifwerkzeugen bestehen Potenziale der Optimierung.

Stand der Technik bei den Diamantwerkzeugen

Die heute üblichen Bindungssysteme zur Herstellung von Diamantwerkzeugen sind seit Jahren etabliert. Zu ihnen gehören die Kunstharzbindung, die metallische, die galvanische und die keramische Bindung.

Über die Jahre wurden alle Bindungssysteme in der Rohstoffauswahl, den Füllstoffsystemen oder den Fertigungsparametern schrittweise optimiert. Wirklich innovative Ansätze ließen sich jedoch kaum realisieren. Nur bei der keramischen Bindung gab es deutliche Fortschritte [2]. Dabei bietet die rasante Entwicklung der Werkstoffsynthese durchaus Transfermöglichkeiten. So ergeben zum Beispiel die Fortschritte bei Composites auf Kunstharzbasis oder bei Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen ein deutliches Innovationspotenzial [3].

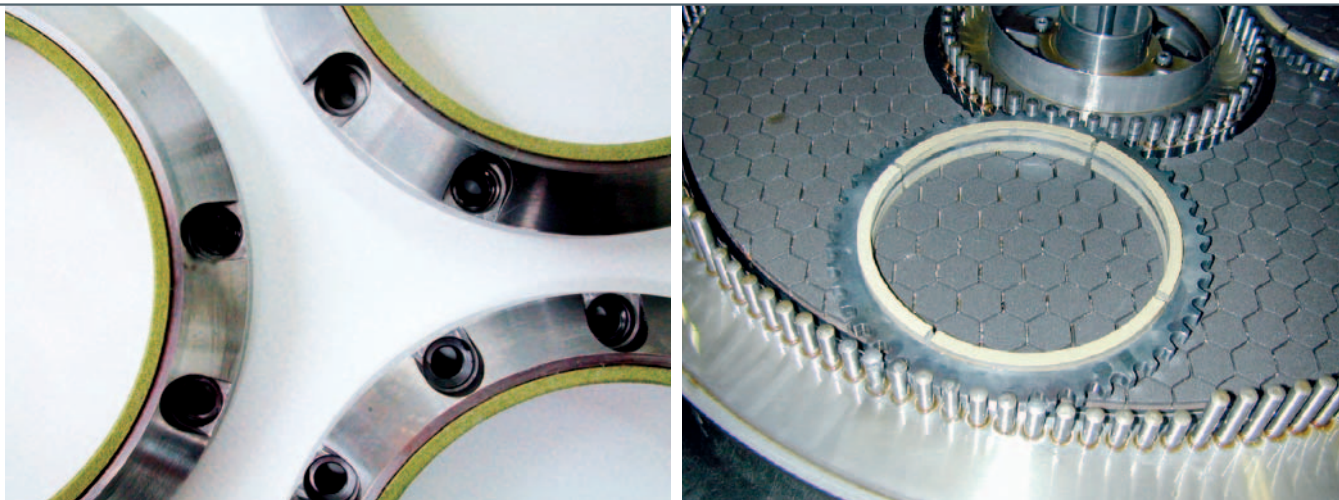
Bis vor Kurzem noch war die Konditionierung hochfester CBN- und Diamantscheiben die Domäne metallgebundener oder galvanisch belegter Abrichtwerkzeuge.

Metallisch gebundene Werkzeuge zeichnen sich aus durch hohe Verschleißfestigkeit der Bindung und hohe Lebensdauer aufgrund der mehrschichtigen Belegung. Nachteilig ist jedoch der geringe Kornüberstand, der die freischneidenden Eigenschaften eines abgerichteten Schleifwerkzeugs beeinträchtigen kann. Diese Eigenschaften erfordern vor allem regelmäßiges Nachschärfen des Abrichtwerkzeugs, das heißt ein Zurücksetzen der metallischen Matrix. In der Praxis müssen die Werkzeuge daher im Einzelfall an den Hersteller zurückgesendet werden. In jedem Fall aber sind damit eine Prozessunterbrechung und eine Konditionierung des Werkzeugs außerhalb der Produktionsmaschine verbunden. Beide Varianten sind kosten- und/oder zeitintensiv.

Die galvanische Belegung verhindert diesen negativen Effekt durch einen gro-

i HERSTELLER

Meister Abrasives AG
 CH-8450 Andelfingen
 Tel. +41/52/3 04 22 22
 Fax +41/52/3 04 22 12
 → www.meister-abrasives.ch



2 vDD-Werkzeuge sind beim Abrichten von Innenrundsleifkörpern (links) ebenso etabliert wie beim Konditionieren großflächiger Pellet-Planschleifscheiben

ßen Kornüberstand, hat aber aufgrund der einschichtigen Belegung nur eine begrenzte Lebensdauer. Ein Nachteil ist außerdem die mit fortschreitender Abnutzung des Belags zunehmende Kontaktfläche zwischen Abrichtwerkzeug und Schleifscheibe. Als Folge sind die Abrichtbedingungen nicht konstant.

vDD-Abrichtwerkzeuge in keramischer Bindung

Als mögliche Alternative zur galvanischen Belegung wurde die keramische Bindung schon früher vereinzelt erprobt. Die bisher verfügbaren Abrichtwerkzeuge wiesen aber in der Regel eine zu geringe Standzeit auf, um wirtschaftlich einsetzbar zu sein. Diese Lücke hat Meister Abrasives, Andelfingen/Schweiz, mit einer gezielten Optimierung keramischer Bindungen durch Einführung der vDD-Werkzeuge (vitrified Diamond Dresser) geschlossen (Bild 1).

Die offene keramische Struktur der vDD-Werkzeuge verleiht ihnen freischneidende Eigenschaften. Zunächst hat sie aber Nach-

teile in der Verschleißfestigkeit, es sei denn, es gelingt, einen Selbstschärfeffekt einzustellen, der Verschleiß und Abrichteigenschaften konstant hält. Zu den etablierten vDD-Anwendungen gehören inzwischen das Abrichten kleinster Innenschleifkörper in keramischer Bindung [2] und das Konditionieren großflächiger Pellet-Planschleifscheiben [4] (Bild 2). Ihre Grenzen haben vDD-Abrichtwerkzeuge jedoch beim Profilieren von Schleifkörpern mit größeren Durchmessern, insbesondere in Kombination mit einem hochgenauen, CNC-gesteuerten Abrichten bei Punktberührung des Abricht- und Schleifwerkzeugs.

Die Hybridbindung vereint die Vorteile zweier Systeme

Freischneidende Strukturen lassen sich grundsätzlich nur durch einen porösen Aufbau realisieren, wie er bei vDD-Werkzeugen umgesetzt wurde. Um eine entsprechende Verschleißbeständigkeit in Kombination mit hohen Kornhaltekräften zu erzielen, bieten sich metallische oder

metall-keramische Systeme an. Die Faktoren zur Optimierung stellt Bild 3 auf schematische Weise dar. Dabei ist die Wahl des Diamanttyps und der -größe für die Konditioniereigenschaften von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus müssen auch die folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- Schneid- und Verschleißverhalten gegenüber dem zu konditionierenden Werkzeug;
- Kristalltopologie und Wechselwirkung mit der Hybridbindung;
- thermische Beständigkeit aufgrund des Herstellungsprozesses.

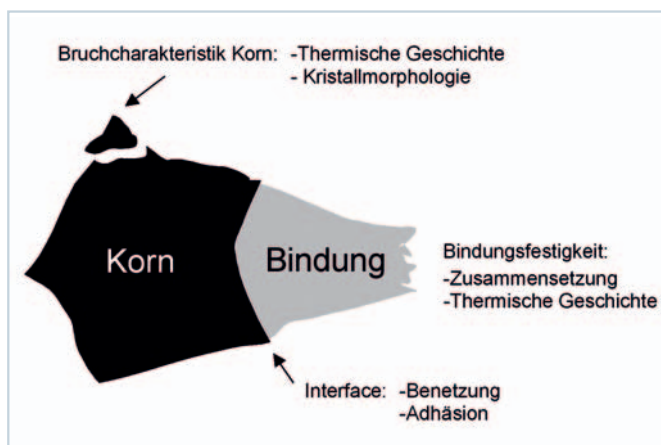
Alternativ zu Diamantkörnungen lassen sich auch MKD-, CVD- oder PKD-Stäbchen einsetzen, die bei einer porösen Matrix ebenfalls besser freischneiden.

Um die Verschleißfestigkeit deutlich zu erhöhen, sind sowohl die intrinsischen Eigenschaften der Bindematrix zu optimieren als auch die Haftung zwischen Matrix und Diamantkorn an den kompatiblen Grenzflächen. Prinzipiell sind folgende Faktoren zu beachten:

- Benetzungsverhalten der Hybridbindung auf dem Diamantkorn als Basis für die Ausbildung einer Bindungsbrücke;
- chemische Reaktivität von Diamant und Bindungsmatrix;
- Vermeidung der Oxidation und Regrafitisierung des Diamantkorns;
- Vermeidung der Bildung spröder Karbidphasen;
- Realisierung einer porösen Struktur.

Diamanten reagieren bekanntlich schnell mit Karbidbildnern wie Fe, Co, Ni, Al, Si oder B [5], [6]. Das bietet Potenzial zur chemischen Bindung, erhöht aber auch das Risiko der Bildung spröder Aluminiumkarbide oder Silizide [3]. Andererseits

3 Die Faktoren zur Optimierung des porösen hDD-Systems sind vielfältig und wirken komplex

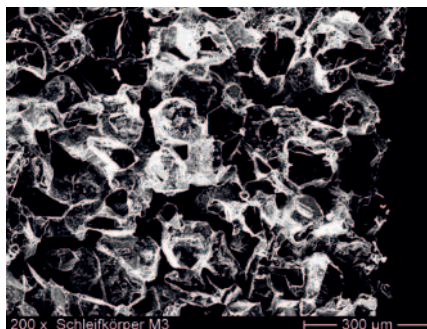


sind Verfahren zur Erzeugung poröser Strukturen, wie sie für keramische Bindung bekannt sind, nicht auf Systeme mit metallischen Anteilen übertragbar.

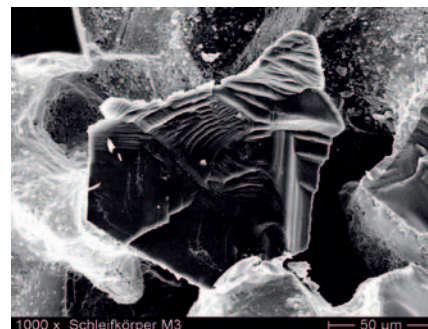
Eine verfahrenstechnische Innovation von Meister Abrasives ermöglicht nun jedoch die Kombination der positiven Eigenschaften zweier Bindungssysteme. Die resultierende poröse Struktur zeigt exemplarisch Bild 4. Dabei sind der Grad der Porosität, die ›Härte‹ des Abrichtwerkzeugs sowie die Korngröße und -konzentration frei einstellbar. Die erreichbaren Kornhaltekräfte veranschaulicht Bild 5 eindrücklich: Die Bruchfläche weist keine Delaminationen an der Grenzfläche von Diamantkorn und Hybrid-Matrix auf, vielmehr kam es zu einem Splittern des Diamantkorns selbst. Diese Ergebnisse prädestinieren die Hybridbindung als ideale Matrix für die neue Generation der hDD-Abrichtwerkzeuge.

hDD-Werkzeuge weisen große Einsatzbreite auf

Heute werden hDD-Werkzeuge als Abrichttöpfe auf kleinen Turbinen und als Abrichtscheiben mit innen- oder außenliegendem Diamantbelag in Serienprozessen eingesetzt. Die Anwendungen zur



4 Querschnitt durch eine hDD-Struktur: Der Grad der Porosität ist frei einstellbar (REM-Aufnahme)



5 Die Kornhaltekräfte in der hDD-Bindung sind so groß, dass im Fall des Strukturbruchs das Diamantkorn zerstört wird

Konditionierung reichen vom Bohrungs- über das Außenrundprofilschleifen bis hin zu Bearbeitungslösungen der Halbleiterindustrie. In den Tabellen 1 bis 4 sollen drei hDD-Anwendungen kurz umrissen werden. Die Beispiele machen deutlich: Neben einer Verbesserung der Geometrie konnten trotz der erhöhten Schnittleistung des Schleifkörpers feinere Oberflächengüten erzeugt werden.

Zahlreiche Anwendungen von hDD-Werkzeugen getestet

Der Einsatz der ersten Generation von hDD-Abrichtwerkzeugen bestätigt: Eine poröse Struktur wurde erfolgreich mit ei-

ner hohen Verschleißbeständigkeit ausgestattet. Des Weiteren ließ sich nachweisen, dass ein Konditionieren beziehungsweise ein Nachschärfen der Abrichter entfallen kann, das bei metallgebundenen Abrichtwerkzeugen oftmals zwingend erforderlich ist. Gleichzeitig lässt sich eine Profiltreue des Abrichters sicherstellen, die das kostenintensive Unterbrechen des Bearbeitungsprozesses infolge Wechsel/Bearbeitung der Abrichtwerkzeuge deutlich reduziert. Schließlich ist es möglich, mit hDD-Werkzeugen die Prozesskette bis hin zum Werkstück zu optimieren. So können geometrische wie auch Oberflächeneigenschaften in wesentlich engeren Toleranzen

→ Tabelle 1

Anwendung	Mini Lash Adjuster
Schleifwerkzeug	Swiss Master HPB CBN IG CB21-230-R-9-185-175-V55-P71-31
Abrichtwerkzeug	Swiss Master hybrid Diamond Dresser DC D1-170-T-0-1150-H40-80
Maschine	Voumard

Anwendung 1: Abrichten von Innenrundscheifkörpern mittels Abrichttopf

→ Tabelle 3

Anwendung	Schälschleifen, Abrichten des Radius
Schleifwerkzeug	3A1 400x25.4x127 X=5 W=8 CB41-170-R-7-275-150-V51-41-3
Abrichtwerkzeug	Swiss Master hybrid DIA Dresser D1-170-R-0-1150-150-H40-80 (Bild 6)
Maschine	Junker Quickpoint

Anwendung 2: Abrichten des Radius von Außenrundscheifenscheiben

→ Tabelle 2

	Meister hDD	metallgebundener Abrichter
Abrichtintervall	160	120
Schärfintervall des Abrichtwerkzeugs	selbstschärfend	wöchentlich (bei 3-Schicht-Betrieb)
Standzeit	circa 60 000 Zyklen	9000 Zyklen (nicht prozesssicher, Glättung der CBN-Scheibe)
Konizität am Werkstück	< 1 µm	bis 5 µm

Ergebnisse bei Verwendung eines hDD- und eines metallgebundenen Abrichters

→ Tabelle 4

Anwendung	Schälschleifen, Abrichten Durchmesser und Flanke
Schleifwerkzeug	3A1 400x25.4x127 X=5 W=8 CB41-120-Q-9-255-150-V55-31
Abrichtwerkzeug	Swiss Master hybrid DIA Dresser D1-60-R-0-1150-150-H40-80
Maschine	Junker Quickpoint

Anwendung 3: Abrichten des Durchmessers und der Flanke von Außenrundscheifenscheiben. Neben einer erhöhten Oberflächengüte konnte gleichzeitig die Zerspanungsleistung der hDD-konditionierten Werkzeuge erhöht werden



6 Beim Abrichten von Außenrundscheiben erfolgreich eingesetzt: hDD-Werkzeug ›Ceramet‹

realisiert und die Zerspanungsleistung in der Regel verbessert werden.

Zahlreiche Abrichtanwendungen befinden sich zurzeit im Feldtest. Erste Tests zum Einsatz der neuen Bindung als Schleifwerkzeug (›Ceramet‹) bei der Bearbeitung von Hartmetall und Keramik sind sehr überzeugend. Bild 7 zeigt solche Schleifwerkzeuge für die Bearbeitung keramischer Kalotten aus Al_2O_3 , weitere Anwendungen wurden



7 Das hDD-gebundene Schleifwerkzeug ›Ceramet‹ wurde für die Bearbeitung keramischer Kalotten entwickelt

in der Hartmetallbearbeitung erfolgreich umgesetzt. Die gesamte Hartstoffbearbeitung von Saphir, SiC, über die traditionellen Ingenieurkeramiken bis hin zu Hartmetallanwendungen im Werkzeugbereich bietet sich für künftige Anwendungen der Hybridtechnologie an. Die Technologie befindet sich in der Phase der Markteinführung, das Potenzial erscheint vielversprechend. ■

LITERATUR

- 1** Meister, T. A.: Hochproduktive Schleifprozesse durch innovative Werkzeugtechnologie, IDR 41 (2006) 4; S. 66 - 67
- 2** Beyer, P.: Hochproduktives Schleifen mit keramisch gebundenen Superabrasives, Teil 2: Die vDD-Technologie für Diamant-Abrichtwerkzeuge in keramischer Bindung, IDR 39 (2005) 1; S. 38 - 42
- 3** Beyer, P.: Verstärkung von Al-Bauteilen durch lokale In-Situ Synthese von Al_2O_3/Ti_xAl_y -Verbunden im Squeeze Casting, VDI-Verlag, Nr. 643 (2002)
- 4** Beyer, P.; Ravenzwaaij, M. v.: Innovatives Flachhonen mit keramisch gebundenen Schleif- und Konditionierwerkzeugen – eine neue Systemlösung, IDR 39 (2006) 3; S. 204 - 210
- 5** Gardinier, C. E.: Physical Properties of Superabrasives, Ceramic Bulletin 67 (1988) 6; S. 1006-1009
- 6** Wedlake, R. L.: Diamond Synthesis, IDR (1977) 6

Dr.-Ing. Peter Beyer ist Leiter Technik, Forschung/Entwicklung und Produktion bei Meister Abrasives AG in Andelfingen/Schweiz
→ peter.beyer@meister-abrasives.ch



abrasives
Meister Abrasives
Make A Quality Decision International



Meister Abrasives AG

Industriestrasse 10

CH-8450 Andelfingen · Switzerland

Telefon +41 52 304 22 22 · Fax +41 52 304 22 12

www.meister-abrasives.com · sales@meister-abrasives.ch