

Titel

Metallgebundene Werkzeuge zur Produktivitätsmaximierung beim Schleifen hochharter Schneidstoffe

IGF-Nr.: 21444 N

Forschungseinrichtungen

Forschungseinrichtung: Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen,
Hannover (IFW)



**Institut für Fertigungstechnik
und Werkzeugmaschinen**

Ansprechpartner beim IFW:

M. Sc. Felix Dücke
0511 / 762 4569
ducke@ifw.uni-hannover.de

Danksagungen

Das IGF-Vorhaben 21444 N der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. – FGW, Papenberger Straße 49, 42859 Remscheid wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ausgangssituation

Hochharte Schneidstoffe ermöglichen die produktive Drehbearbeitung vergüteter und gehärteter Werkstücke. Im Formen- und Werkzeugbau hat sich die Verwendung des hochharten polykristallinen Bornitrids (PCBN) durchgesetzt. Die Vorteile dessen liegen primär in der hohen spezifischen Härte und Temperaturbeständigkeit [KRE07]. PCBN bietet vor allem in der Komplettbearbeitung gehärteter Werkstücke wesentliche Vorteile gegenüber den bis dahin genutzten Prozessschritten des Schleifens und Senkerodierens. Gegenüber anderen Schneidstoffen wie Hartmetall, Schneidkeramik oder Cermet weist PCBN zwar meist eine höhere Standzeit auf, ist jedoch auch mit höheren Anschaffungskosten verbunden. Der hohe Preis dieser Werkzeuge ist neben den Materialkosten vor allem auf die Herstellkosten zurückzuführen. Der formgebende Prozessschritt bei der Herstellung ist dabei das Schleifen mit Diamantschleifscheiben. Diese Bearbeitung ist zeitintensiv und durch einen hohen Schleifscheibenverschleiß gekennzeichnet [BUT03, WEN03]. Die Schleifgüte G ist das Verhältnis des bezogenen Zeitspannvolumens Q'_w zur Verschleißrate des Werkzeugs Q'_s . Nach derzeitigem Stand der Technik sind beim Umfangsschleifen von Wendeschneidplatten aus PCBN Schleifgüten von $G = 0,5 - 4,0$ erreichbar. Somit wird derzeit bis zu zweimal so viel Schleifscheibenbelagsvolumen benötigt, wie PCBN geschliffen wird [BEH16]. Damit liegt die Produktivität weit hinter der Schleifbearbeitung von Wendeschneidplatten aus Hartmetall ($G = 220 - 280$) oder Cermet ($G = 25 - 45$) [FRI02]. Der hohe Werkzeugverschleiß führt nicht nur zu hohen Werkzeugkosten, sondern sorgt ebenfalls für eine deutliche Erhöhung der Rüst- und Nebenzeiten [WEN03]. Der Einsatz bronzegebundener Diamantschleifscheiben bietet das Potenzial, diesen Ressourcenaufwand zu reduzieren. Durch die Verschleißfestigkeit sowie die hohen Kornhaltekräfte der metallischen Bindung können potenziell mehr Wendeschneidplatten mit derselben Schleifscheibe bearbeitet werden, was zu einer Erhöhung der Schleifgüte G und somit zu Steigerung der Produktivität des Schleifprozesses führt. Die Herausforderung liegt darin, die Schleifbeläge hinsichtlich ihrer Bindungsfestigkeit anforderungsgerecht auszulegen. Diese müssen zugleich möglichst verschleißresistent sein, sich aber auch ausreichend gut schärfen lassen, um eine rechtzeitige Freigabe von verschlissenen Diamantkörnern zu ermöglichen. Hierfür wurden im Projekt die Bindungsfestigkeit und Kornhaltekraft durch den Herstellprozess gezielt an die Belastung beim Schleifen von PCBN angepasst. Darüber hinaus wurde eine kontinuierliche Abrichtstrategie entwickelt, die auf den Verschleißfortschritt abgestimmt ist und somit die Produktivität des Prozesses weiter verbessert.

Forschungsziel

Ziel dieses Vorhabens war es, beim Schleifen von PCBN-Wendeschneidplatten ein G-Verhältnis von $G > 10$ durch den Einsatz von angepassten Bronzebindungen zu erzielen. Zur Erfüllung dieses Ziels waren drei wesentliche Teilziele zu erreichen. Das erste Teilziel ist die Verfügbarkeit von bronzegebundenen Schleifscheiben, deren Eigenschaften hinsichtlich der mechanischen Bindungsfestigkeit und Abrichtbarkeit gezielt auf das Schleifen von PCBN - Werkzeugen ausgelegt sind. Das zweite Teilziel ist die Realisierung eines kontinuierlichen Abrichtprozesses, der auf den Verschleißfortschritt im Schleifprozess abgestimmt ist. Zuletzt gilt es, das entwickelte Verfahren zu validieren. Hierzu wird im dritten Teilziel das Einsatzverhalten der in diesem Vorhaben geschliffenen PCBN-Wendeschneidplatten im Vergleich zu konventionell geschliffenen Schneidwerkzeugen betrachtet.

Vorgehensweise und Forschungsergebnisse

Um das Forschungsziel zu erreichen, wird der folgende Lösungsweg verfolgt (Abbildung 1).

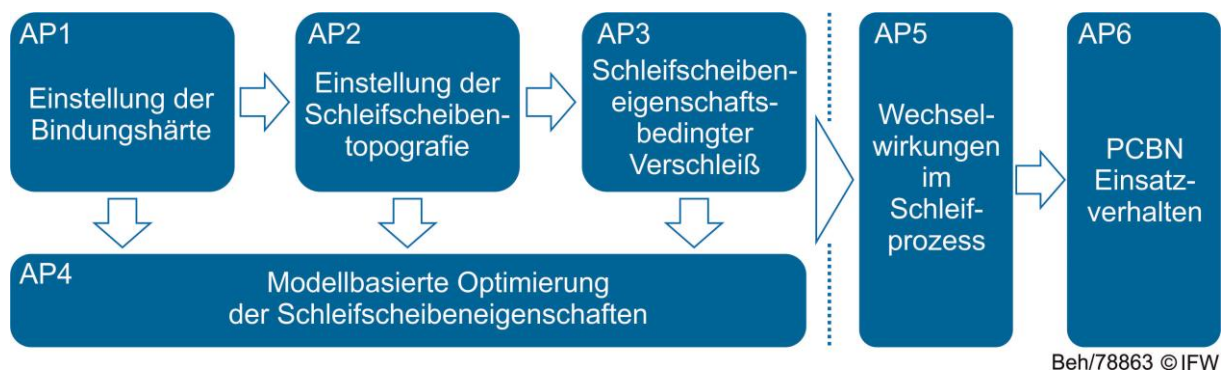


Abbildung 1: Vorgehensweise des Vorhabens

AP1: Einstellung der Bindungsfestigkeit

Ziel des ersten Arbeitspakets war die gezielte Einstellbarkeit der Bindungsfestigkeit der bronzegebundenen Schleifscheiben. Dafür wurden zunächst, wie in Abbildung 2 dargestellt, an 19 Versuchspunkten jeweils sieben Sinterproben in Pelletform mit einem Durchmesser von 22 mm und einer Höhe von 5 mm hergestellt. Dabei wurden die Parameter Sinterdruck p_s , Sintertemperatur T_s und Füllkornkonzentration C_{FK} variiert. Anschließend wurde die Bindungsfestigkeit der Pellets über den in Abbildung 2 (Mitte) zu sehenden Dreipunktbiegeversuch bestimmt.

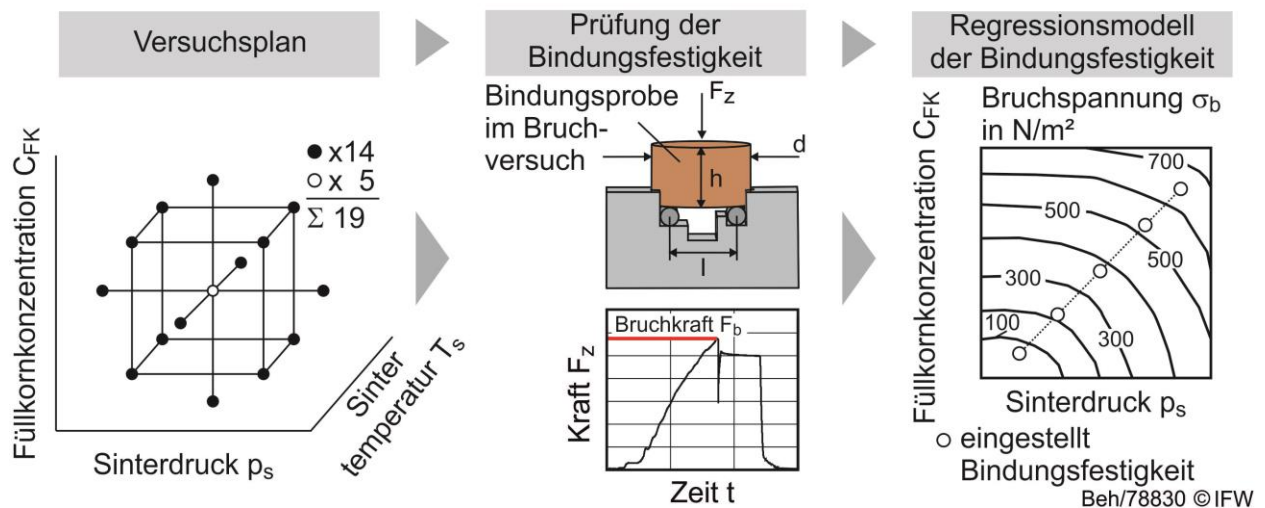


Abbildung 2: Vorgehensweise AP1

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse der Bruchspannungsanalyse für unterschiedliche Füllkornkonzentrationen, Sintertemperaturen und Sinterdrücke. Dabei wurde festgestellt, dass eine höhere Füllkornkonzentration zu einer Abnahme der kritischen Bruchspannung führt. Dies ist der Fall, da weniger Bindungsmaterial im Probenquerschnitt zur Verfügung steht, auf das sich die mechanische Belastung verteilt.

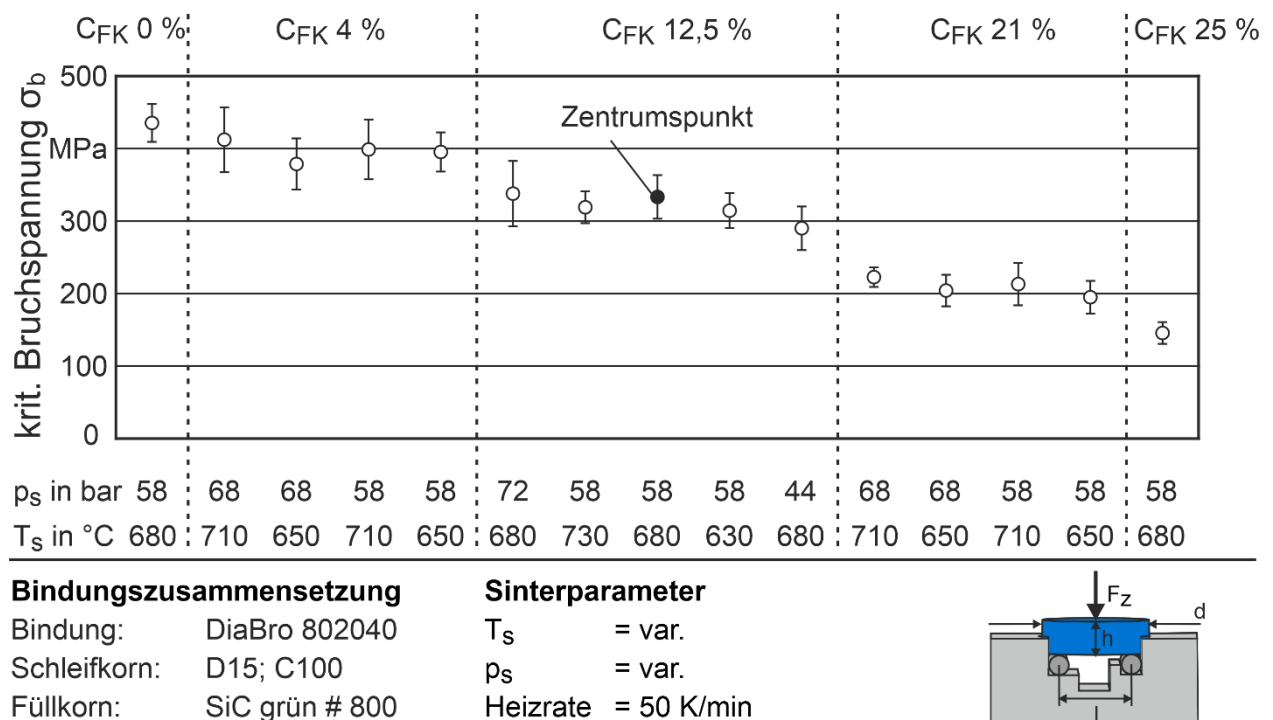


Abbildung 3: Einfluss der Sinterparameter auf die kritische Bruchspannung

Die Variation des Sinterdrucks und der Sintertemperatur zeigt hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die kritische Bruchspannung. Abbildung 4 zeigt zusätzlich, dass die Restporosität mit steigender Füllkornkonzentration exponentiell zunimmt. Dies ist auf eine verringerte Kontaktfläche beim Sintern zwischen den Pulverpartikeln

der Bronzebindung durch den höheren Anteil an Fremdpartikeln zurückzuführen, wodurch eine geringere Oberfläche zu Diffusion vorhanden ist.

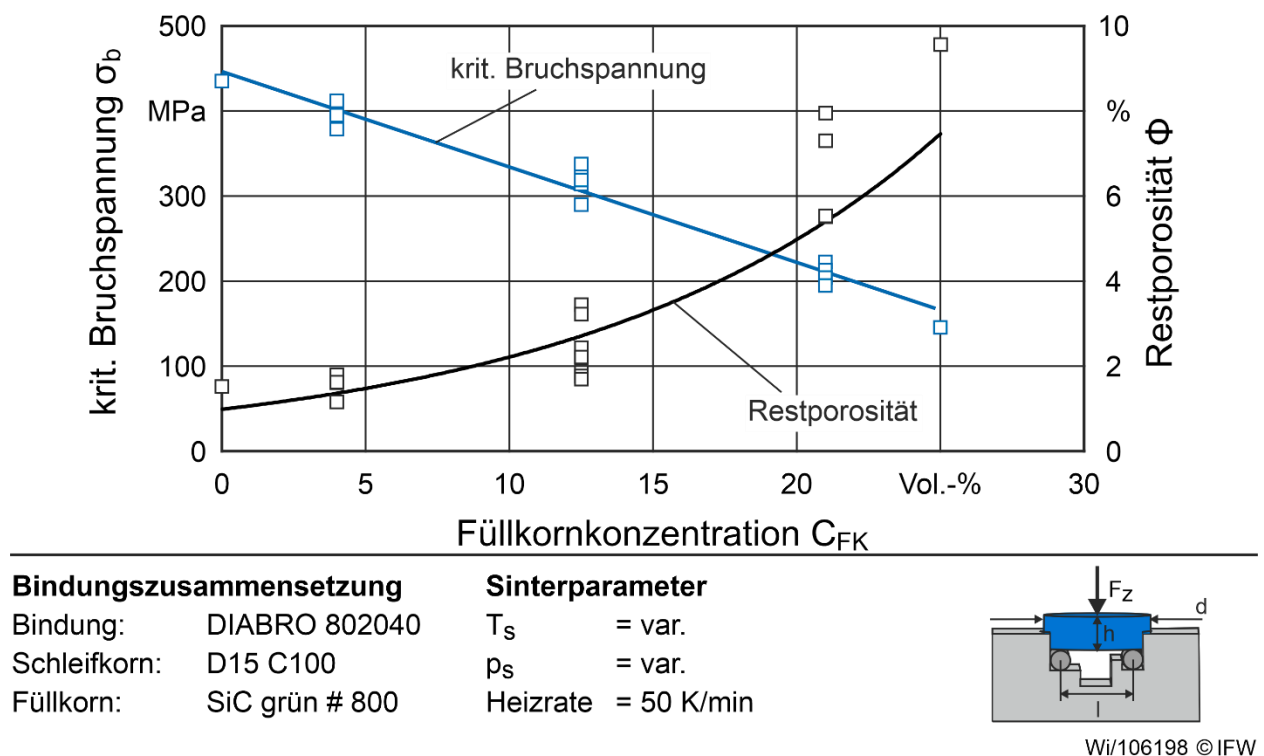


Abbildung 4: Kritische Bruchspannung und Restporosität in Abhängigkeit der Füllkornkonzentration

Durch die Versuche konnte gezeigt werden, dass die Füllkornkonzentration einen linearen Einfluss auf die kritischen Bruchspannung hat. Werden die Ergebnisse extrapoliert, zeigt sich, dass bei einer Grenzkonzentration von 64 Vol.-%, die als Perkolationsgrenze bezeichnet wird, eine vollständige Destabilisierung des Schleifbelags eintritt. Die Gesamtkornkonzentration zeigt den höchsten Einfluss auf die Bindungsfestigkeit, während die Kornzusammensetzung eine untergeordnete Rolle spielt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass weder das Füllkorn noch das Diamantkorn mit der Metallmatrix reagieren und somit beide als Fremdpartikel agieren. Diese Erkenntnisse können zur gezielten Einstellung der Bruchspannung von Schleifwerkzeugen genutzt werden.

AP2: Einstellung der Schleifscheibentopografie

Ziel des zweiten Arbeitspakets war die Kenntnis über den Abrichtbedarf der in AP1 hergestellten Werkzeuge bei der Bearbeitung von PCBN-Wendeschneidplatten. Die Korngrößen der Abrichtwerkzeuge für die Hauptuntersuchungen wurden nach FEPA F Standard auf F320, F400 und F500 festgelegt. Dafür wurden die in AP1 hergestellten Schleifwerkzeuge mit unterschiedlichen Siliziumkarbid-Abrichtwerkzeugen in einem kontinuierlichen Abrichtprozess bearbeitet. Dies ist in Abbildung 5 dargestellt. Es handelt sich hierbei allerdings um einen Schärfprozess, da die verwendeten Abrichtwerkzeuge vornehmlich das Bindungsmaterial abtragen und die Diamantkörner der Werkzeuge somit aus der Bindung herausbrechen, sobald die Bindung ausreichend zurückgesetzt wurde. Um das Abrichtverhalten der hergestellten

Werkzeuge zu untersuchen, wurden in diesem Arbeitspaket die axiale Vorschubgeschwindigkeit v_{fad} , die Abrichter Korngröße d_{gd} und die Bindungsfestigkeit σ_b der Schleifwerkzeuge variiert.

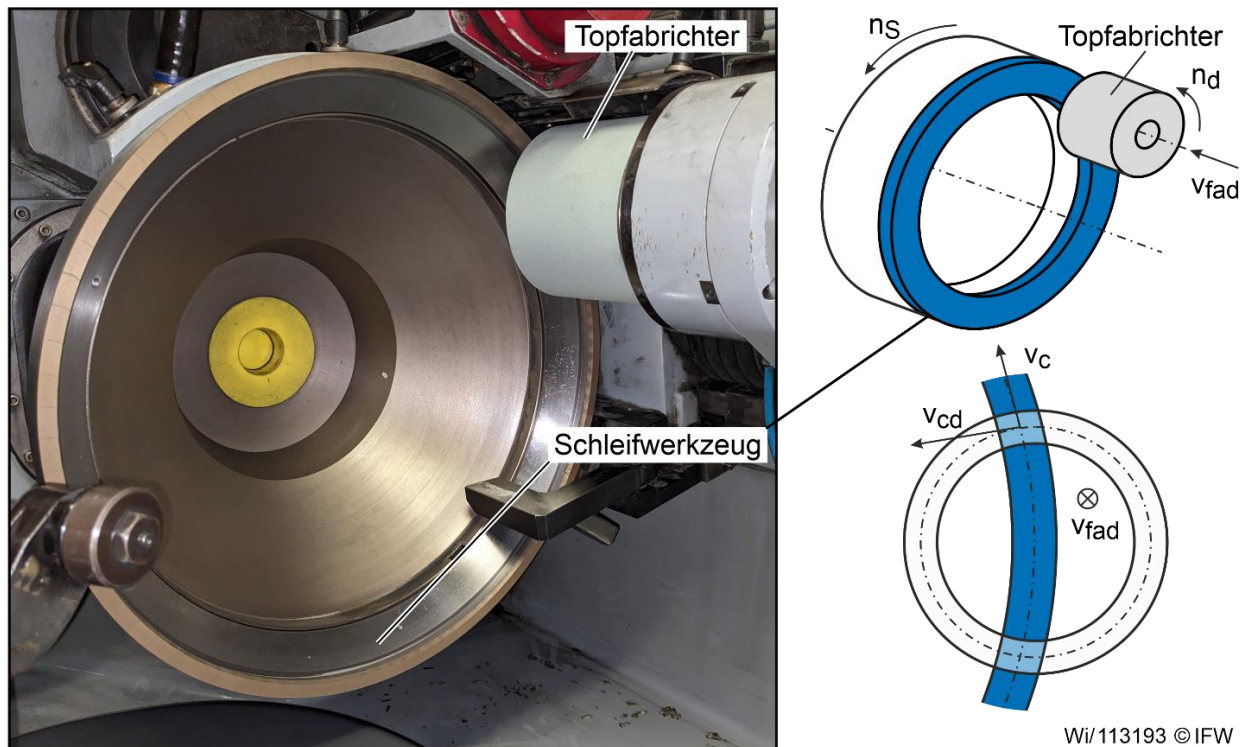


Abbildung 5: Versuchsaufbau für die Abrichtuntersuchungen

Abbildung 6 zeigt, dass die Produktivität des Abrichtprozesses mit zunehmender Füllkornkonzentration steigt. Die steigende Gesamtkornkonzentration durch die Beimischung von Füllkörnern, schwächt die Bindungsfestigkeit. Dies führt dazu, dass die Diamantkörner und Füllkörner schneller aus der Bindung herausbrechen und das Werkzeugprofil schneller zurückgesetzt wird.

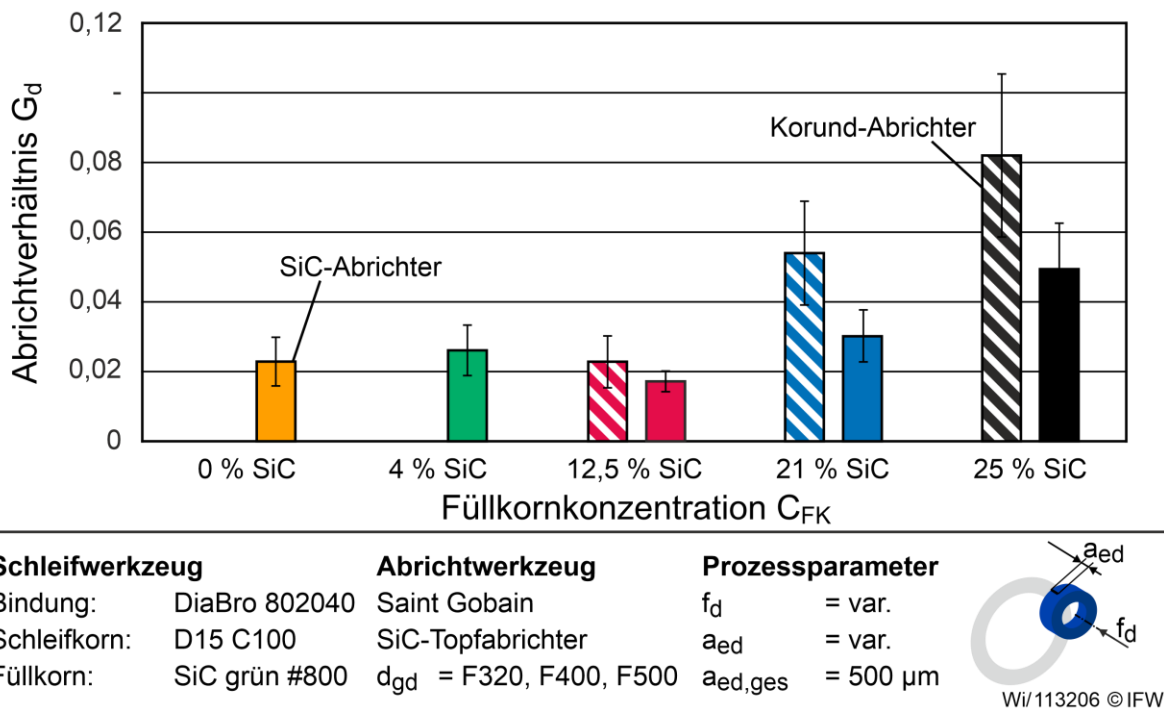


Abbildung 6: Abrichtverhältnis bei Verwendung eines SiC-Abrichters sowie Korund-Abrichter in Abhängigkeit der Füllkornkonzentration

Zusätzlich zum Abrichtverhältnis wurde der Kornüberstand der Diamantkörner über der Bindung des Schleifbelags bestimmt. Die Schwächung der Bindungshärte führt zu höheren Kornüberständen, aber auch zu einer erhöhten Restporosität. Rasterelektronenmikroskopaufnahmen zeigen, dass die hohe Gesamtkornkonzentration die vollständige Benetzung der Körner verhindert und zu einer unvollständigen Materialabtragung führt. Um einsatzscharfe Werkzeuge zu gewährleisten, wurden verschiedene Lösungskonzepte diskutiert, um den Kornüberstand zu erhöhen. Die Breite des Schleifbelags wurde reduziert und andere Abrichtprozesse wurden in Betracht gezogen, aber ein ausreichender Kornüberstand konnte nicht erreicht werden. Schließlich wurde beschlossen, das Bindungssystem des Schleifbelags anzupassen und die Schleifkorngröße anstelle der Füllkornkonzentration zu variieren.

AP3: Schleifscheibeneigenschaftsbedingter Verschleiß

Das Ziel des Arbeitspakets war es, den Profilverschleiß des Schleifbelags in Abhängigkeit der Bindungszusammensetzung und der bearbeiteten CBN-Spezifikation zu bestimmen. Die Spezifikationen wurden in einem zentral zusammengesetzten Versuchsplan unter Variation der Prozessparameter Schnittgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit und Schleifkorngröße bearbeitet. Das Ziel war es, die Verschleißfortschrittsgeschwindigkeit des Schleifbelags zu ermitteln.

Die PCBN-Wendeschnidplatten wurden in einem kontinuierlichen Schnitt (DCN450 und DCC550) und einem unterbrochenen Schnitt (BZN V25 und BZN V35) bearbeitet. Nach dem Abtragen eines Gesamtvolumens von 10 mm³ PCBN wurden die finalen Dimensionen der Wendeschnidplatten und der Profilverschleiß an der Schleifscheibe

gemessen. Die gemessene Verschleißtiefe des Schleifbelags steigt mit Zunahme des CBN-Gehalts bei der Bearbeitung mit dem D15-Schleifwerkzeug. Insbesondere die PCBN-Spezifikation mit 70 Vol.-% CBN erzeugt einen erhöhten Verschleiß an der Schleifscheibe, sodass die Wendeschneidplatte das Sollmaß nicht erreichte und das volle Volumen von 10 mm³ PCBN nicht abgetragen werden konnte.

Zusätzlich wurden die Verschleißtiefen des Schleifbelags bei Bearbeitung mit den beiden gröberen Diamantschleifscheiben (D46 und D91) ermittelt, wobei höhere Diamantkorngrößen zu erhöhten Verschleißtiefen führten. Der Werkzeugverschleiß bei der PCBN-Bearbeitung war vorwiegend durch Kornverschleiß gekennzeichnet, wobei größere Diamantkorngrößen einen höheren Kornüberstand aufwiesen und somit ein höheres Maß an Kornverschleiß auftrat. In Abbildung 7 ist dies über die dargestellten G-Verhältnisse zu erkennen.

Das Schleifverhältnis, das die Produktivität des Schleifprozesses bewertet, steigt mit zunehmendem CBN-Gehalt und größerer Diamantkorngröße. Die in Abbildung 7 dargestellten G-Verhältnisse lagen mit Werten bis zu $G = 2,2$ bereits deutlich über dem derzeitigen Industriestandard von $G = 0,1 - 1$.

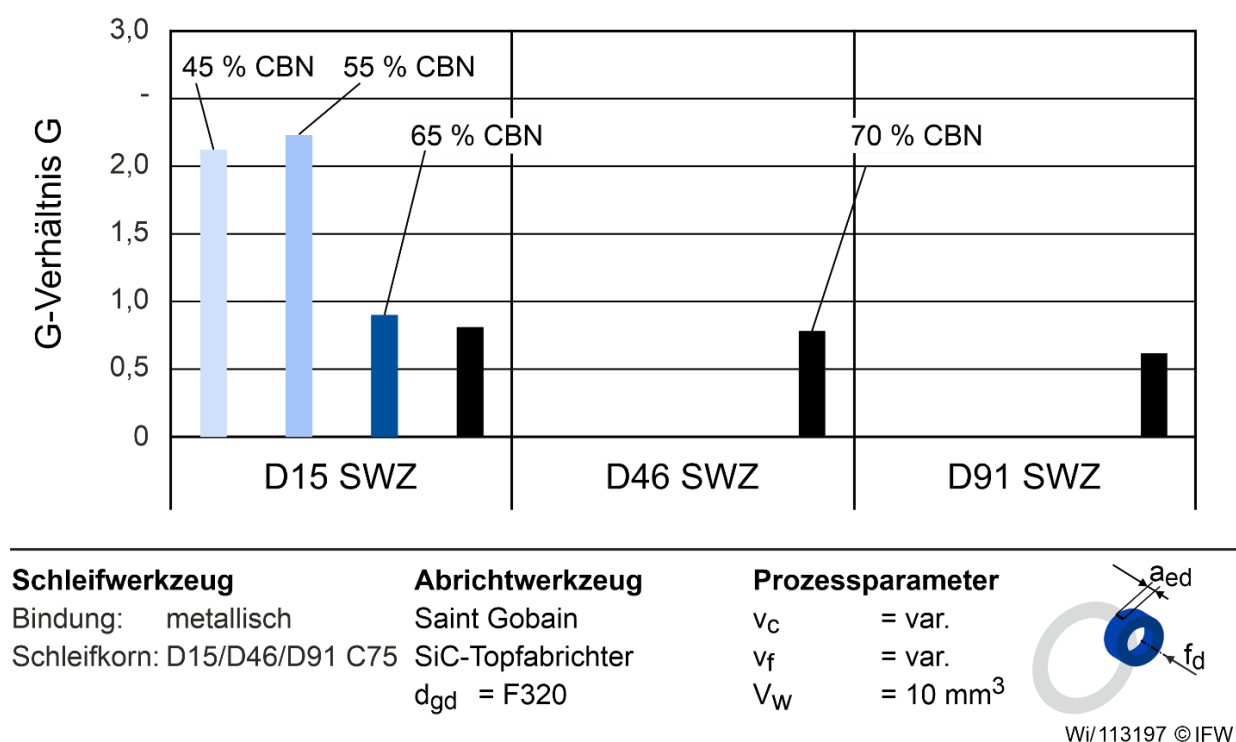


Abbildung 7: G-Verhältnis in Abhängigkeit der verwendeten Schleifkorngröße und des CBN-Gehalts

Nach den Verschleißuntersuchungen wurden die Werkzeuge geschärft, bis der Verschleiß vollständig abgetragen war und einsatzscharfe Werkzeuge zur Verfügung standen. Dabei war der Abrichtaufwand für die Werkzeuge mit den Schleifkörnern D46 mit 600 µm und D91 mit 2.100 µm deutlich höher im Vergleich zu den D15-Schleifkörnern mit lediglich 180 µm. Dies lag daran, dass der eingesetzte mechanische Abrichtprozess die verschlissenen Körner nicht abtrug, sondern lediglich die Bindung zurücksetzte, bis die verschlissenen Körner aus der Bindung

herausbrachen. Daher erwiesen sich die Werkzeuge mit D46 und D91 Schleifkörnern als ungeeignet für den mechanischen Abrichtprozess, da der hohe Kornverschleiß durch die Profiltrücksetzgeschwindigkeit nicht kompensierbar war. Infolgedessen wurde das D15-Schleifwerkzeug aufgrund seines höchsten G-Verhältnisses für die weiteren Untersuchungen in den folgenden Arbeitspaketen ausgewählt.

AP4: Modellbasierte Optimierung der Schleifscheibeneigenschaften

Aus den Erkenntnissen wurden anschließend Teilmodelle zur Auslegung von Schleifscheiben abgeleitet. Mit diesen können verschiedene Schleifscheibeneigenschaften ausgelegt werden und so in kleinen und mittelständischen Unternehmen einfach umgesetzt werden und zeitnah Anwendung finden. In Abbildung 8 sind die erzeugten Modelle dargestellt.

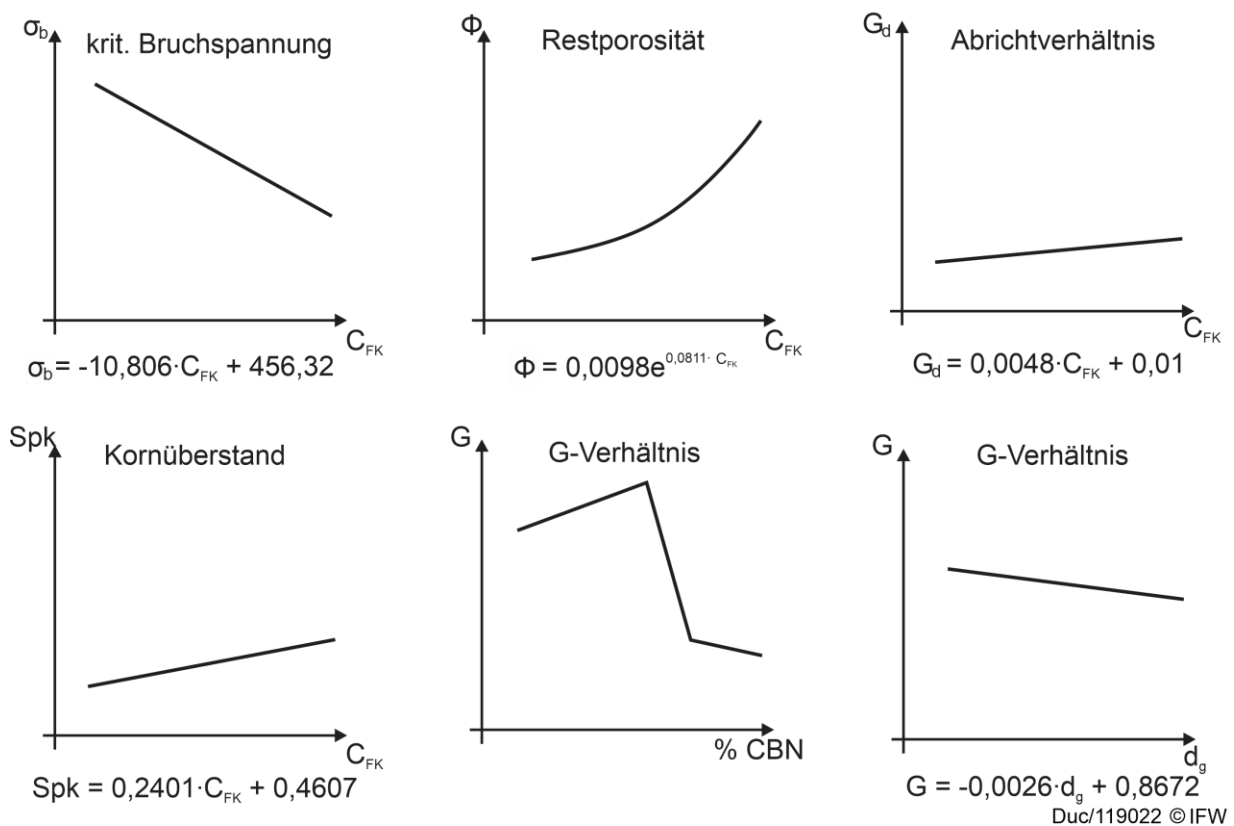


Abbildung 8: Modellbildung zur Optimierung der Schleifbelagseigenschaften

AP5: Wechselwirkungen im Schleifprozess

Ziel dieser Arbeitspakete war es, einen kontinuierlichen Abrichtprozess für die anschließende Bearbeitung von WSP auszulegen. Wie in Abbildung 9 zu sehen, wurde dazu ein Zerspanvolumen von $V_w = 10 \text{ mm}^3$ einer Wendeschneidplatte mit dem höchsten CBN-Gehalt von 70 Vol.-% zerspant. Die Abrichtervorschubgeschwindigkeit v_{fad} wird in der verwendeten Maschine durch den Einzelabrichthub a_{ed} und die Zustellfrequenz f_d bestimmt.

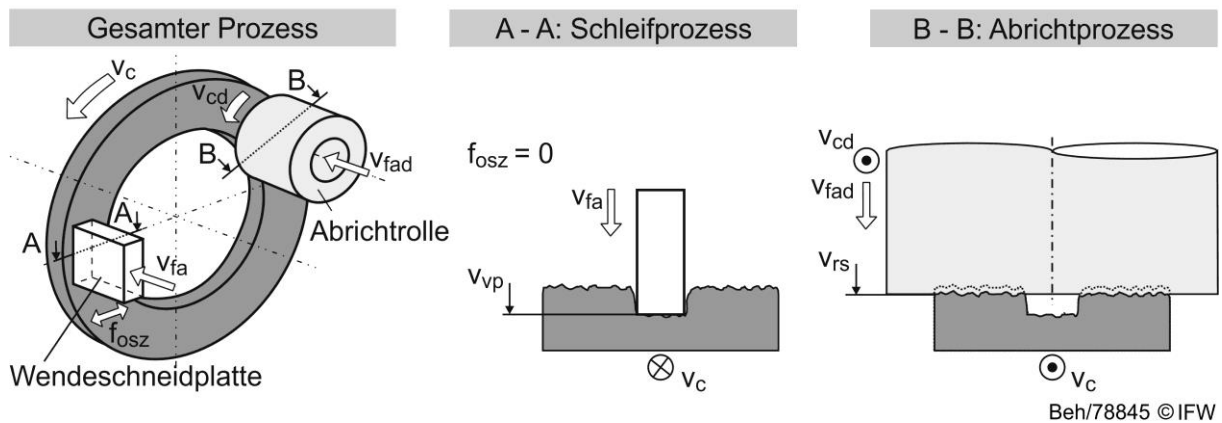
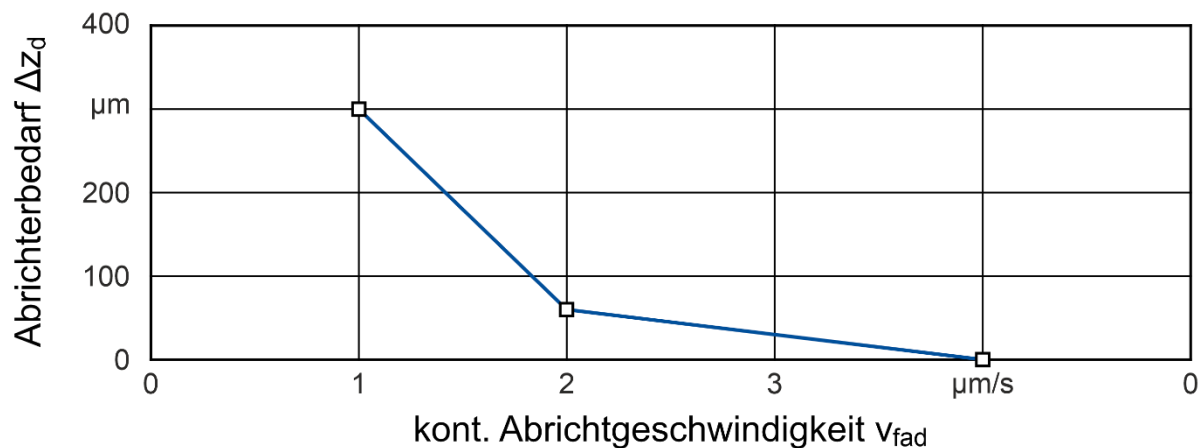


Abbildung 9: Abstimmung der Verschleißfortschritt- und Rücksetzgeschwindigkeit

In Abbildung 10 ist der ermittelte Abrichterbedarf über der verwendeten Abrichtgeschwindigkeit dargestellt. Dabei wird deutlich, dass durch die Erhöhung der kontinuierlichen Abrichtervorschubgeschwindigkeit während des Prozesses von $v_{fad} = 1 \mu\text{m/s}$ auf $v_{fad} = 4 \mu\text{m/s}$ der notwendige Abrichterbedarf außerhalb des Prozesses auf null fällt und somit nach der Zerspanung von 10 mm^3 PCBN kein weiterer Abrichtprozess notwendig ist.



Schleifwerkzeug	Abrichtwerkzeug	Prozessparameter
Bindung: metallisch	Saint Gobain	$v_c = 20 \text{ m/s}$
Schleifkorn: D15 C75	SiC-Topfabrichter	$v_f = 8 \text{ mm/min}$
	$d_{gd} = F320$	$V_W = 10 \text{ mm}^3$

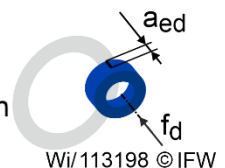
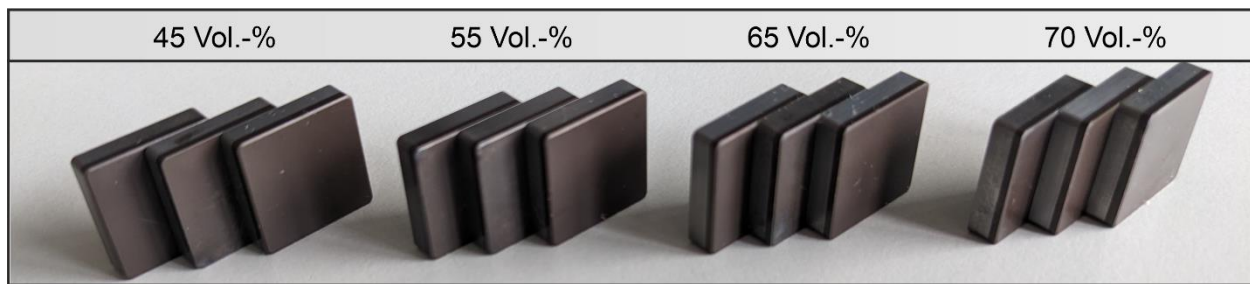


Abbildung 10: Abrichterbedarf nach Prozessende in Abhängigkeit der kontinuierlichen Abrichtgeschwindigkeit

Mit der Kenntnis dieser Abrichtgeschwindigkeit ist das erste Ziel des Arbeitspakets erfüllt. Die verwendete Schleifmaschine ermöglicht jedoch zusätzlich Oszillationsbewegungen des Werkstücks über die Schleifbelagsbreite. Dabei ist die Oszillationsfrequenz besonders entscheidend. Vor allem ist hier das korrekte Verhältnis zwischen der Werkzeugdrehzahl und der Oszillationsfrequenz entscheidend, damit sich keine konstante Welle über den Umfang des Schleifbelags ausbildet. Stattdessen soll die Belastung möglichst gleichmäßig über die Breite und den Umfang des Schleifwerkzeugs verteilt werden. Zu diesem Thema forscht das IFW bereits seit einigen Jahren und hat anhand von Simulationen zum

Ausnutzungsverhalten der Schleifbelagsbreite festgestellt, dass eine Oszillationsfrequenz von $f_{osz} = v_c^{1/3}$ die Belastung und damit auch den Profilverschleiß des Werkzeugs um 75 % senkt. Mit diesen Erkenntnissen wurde die Abrichtervorschubgeschwindigkeit auf $v_{fad} = 1 \mu\text{m/s}$ reduziert und weitere Untersuchungen mit einer Oszillationsfrequenz von $f_{osz} = 2,7 \text{ Hz}$ durchgeführt. Nachdem diese Änderung der Prozessführung ebenfalls keinen Verschleiß auf dem Schleifbelag erzeugte, wurde dieser Abrichtprozess für die Bearbeitung aller Wendeschneidplatten zum Erreichen des zweiten Teilziels des Arbeitspakets eingesetzt.

Eine Auswahl der geschliffenen Wendeschneidplatten mit einem Eckenradius von $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$ ist in Abbildung 11 dargestellt.



Schleifwerkzeug

Bindung: metallisch
Schleifkorn: D15 C75

Werkstück

Element 6/Hyperion MT
CBN-Gehalt: 45-70 Vol.-%
 $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$

Prozessparameter

$v_c = 20 \text{ m/s}$
 $v_f = 8 \text{ mm/min}$
 $v_{fad} = 1 \mu\text{m/s}$

Wi/113206 © IFW

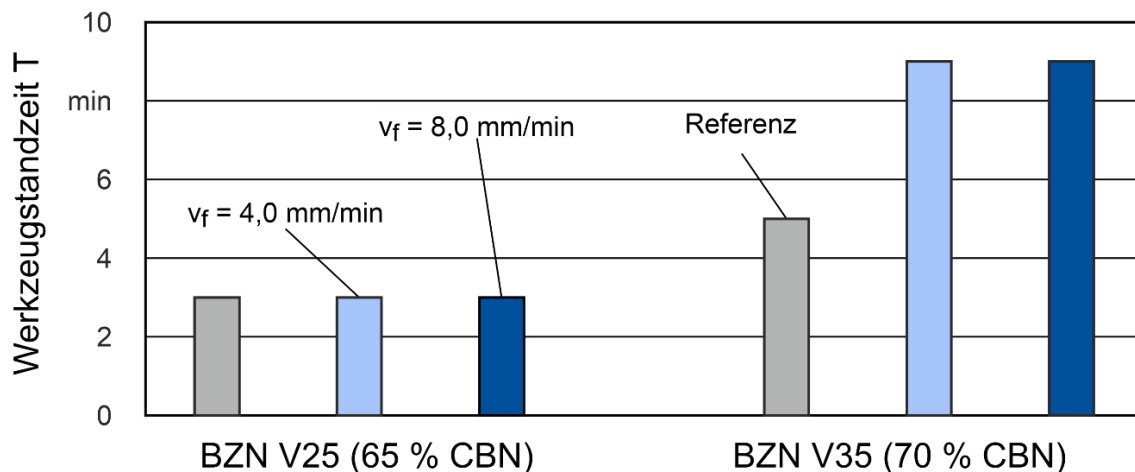
Abbildung 11: Geschliffene PCBN-Wendeschneidplatten mit einem Eckenradius von $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$

AP6: PCBN-Einsatz

Ziel dieses Arbeitspakets war es, den entwickelten Schleifprozess anhand von Einsatzuntersuchungen der produzierten Wendeschneidplatten im kontinuierlichen und unterbrochenen Schnitt zu bewerten. Hierzu werden konventionell geschliffene Werkzeuge mit den neu erzeugten Werkzeugen auf über die Standzeit verglichen. Die Werkzeuge von Element Six mit 45 und 55 Vol.-% CBN wurden im kontinuierlichen und die Werkzeuge der Hyperion MT mit 65 und 70 Vol.-% im unterbrochenen Schnitt untersucht.

Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen die ermittelten Standzeiten der eingesetzten Werkzeuge. Es wurden alle Untersuchungen zur Standzeit der Werkzeuge mit einer Schnittgeschwindigkeit von $v_c = 250 \text{ m/min}$ durchgeführt. Zur besseren Bewertung der Ergebnisse ist jeweils ein Referenzwert für die Standzeit von konventionellen Werkzeugen aufgetragen. Das Standzeitende wurde in den Versuchen für eine Verschleißmarkenbreite von $VB = 200 \mu\text{m}$ festgelegt. Dabei zeigt sich, dass beim unterbrochenen Schnitt die Wendeschneidplatten mit 65 % CBN-Gehalt vergleichbare Werkzeugstandzeiten zur Referenz aufweisen. Die in diesem Projekt gefertigten WSP mit 70 % CBN-Gehalt weisen eine um 80 % erhöhte Standzeit gegenüber dem

industriellen Standard auf. Bei den Versuchen mit kontinuierlichem Schnitt ist kein eindeutiger Einfluss des CBN-Gehalts zu erkennen. Es zeigt sich jedoch ein deutlicher Unterschied in den verwendeten Vorschubgeschwindigkeiten. Bei beiden im kontinuierlichen Schnitt untersuchten CBN-Gehalten zeigt sich bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 4 mm/min eine mehr als doppelt so hohe Standzeit wie einer Vorschubgeschwindigkeit von 8 mm/min.



Werkzeug

SNMA R0,8

CBN-Gehalt: 65 % / 70 %

Hersteller: Hyperion MT

Prozessparameter

v_c = 250 m/min

f = 0,14 mm

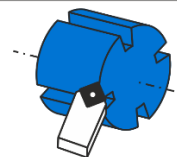
a_e = 0,3 mm

Werkstück

100Cr6

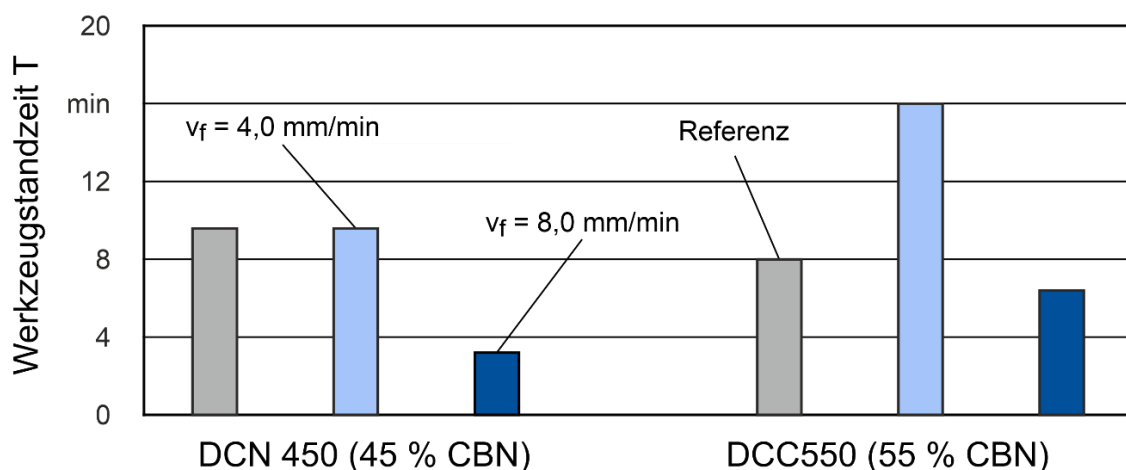
62 HRC

genutete Wellen



Wi/113202 © IFW

Abbildung 12: Werkzeugstandzeiten der Werkzeuge im leicht unterbrochenen Schnitt



Werkzeug

SNMA R0,8

CBN-Gehalt: 45 % / 55 %

Hersteller: Element Six

Prozessparameter

v_c = 250 m/min

f = 0,12 mm

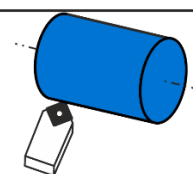
a_e = 0,3 mm

Werkstück

100Cr6

62 HRC

gehärtete Wellen



Wi/113203 © IFW

Abbildung 13: Werkzeugstandzeiten der Werkzeuge im kontinuierlichen Schnitt

Zusammenfassung

Das Projekt zielte darauf ab, PCBN-Wendeschnidplatten mit einem G-Verhältnis von $G > 10$ mithilfe von spezifisch angepassten Bindungen zu schleifen. Die Teilziele umfassen die Entwicklung geeigneter Schleifscheiben, die Anpassung eines abgestimmten Abrichtprozesses und die Bewertung der Leistung der geschliffenen PCBN-Werkzeuge im Vergleich zu herkömmlich geschliffenen Werkzeugen. Die Ergebnisse zeigen, dass die kritische Bruchspannung der Proben mit steigender Füllkornkonzentration abnimmt. Temperatur und Druck haben im untersuchten Parameterfeld einen untergeordneten Einfluss auf die kritische Bruchspannung und die Restporosität. Die Ergebnisse zeigen auch eine lineare Abhängigkeit der kritischen Bruchspannung von der Diamantkornkonzentration. Werden die Ergebnisse der Untersuchungen extrapoliert, zeigt sich, dass bei einer Gesamtkornkonzentration von 64 Vol.-% die kritische Bruchspannung null beträgt. Insgesamt zeigt sich durch die Ergebnisse, dass sich die Füllkornkonzentration der geeignetste Parameter ist, um die Bruchfestigkeit des Schleifbelags den Prozessanforderungen anzupassen.

Die Produktivität des Abrichtprozesses steigt mit zunehmender Konzentration der Füllkörner. Dadurch werden die Schleifkörner nicht mehr vollständig von der Metallmatrix umgeben, was zu einem schnelleren Ausbrechen der Diamantkörner aus der Bindung und einer erhöhten Rückstellung des Werkzeugprofils führt. Die Abschwächung der Bindungsfestigkeit führt auch zu einem höheren Kornüberstand. Es zeigt sich jedoch, dass der Kornüberstand für den Schleifprozess nicht ausreichend ist. In Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss wurde daraufhin entschieden, das Bindungssystem des Schleifbelags anzupassen.

Bei der Messung der Verschleißtiefe wurde festgestellt, dass höhere CBN-Konzentrationen im PCBN zu höherem Verschleiß führen. Der Werkzeugverschleiß bei PCBN-Bearbeitung war vor allem durch Kornverschleiß gekennzeichnet. Nach den Verschleißuntersuchungen zeigte sich, dass der Abrichtbedarf mit der Schleifkorngröße ansteigt. Die Werkzeuge mit D46 und D91 Schleifkörnern sind aufgrund ihres hohen Kornverschleißes nicht für die Bearbeitung aller PCBN-Gehalte geeignet. Das Werkzeug mit D15-Schleifkörnern hat das höchste Schleifverhältnis und wurde für die weiteren Untersuchungen ausgewählt. Wird das Schleifwerkzeug im Abrichtprozess mit einer Frequenz von 2,7 Hz oszilliert, kann die Abrichtgeschwindigkeit auf $v_{\text{fad}} = 1 \text{ } \mu\text{m/s}$ reduziert werden.

Abschließend wurden Wendeschnidplatten im unterbrochenen und kontinuierlichen Schnitt untersucht. Die WSP mit 70 % CBN-Gehalt zeigten eine um 80 % höhere Standzeit als konventionelle WSP. Die Ergebnisse der Messungen der Bauteilrauheit zeigen einen zweigeteilten Verlauf. Bis zu einer Standzeit von 30 min fallen die erzeugten Rauheiten und danach steigen sie an. Insgesamt zeigt sich, dass ein kontinuierlicher mechanischer Abrichtprozess für das Profilieren metallischer Bindungen möglich ist.

Ein besonderer Dank gilt allen Mitgliedern im projektbegleitenden Ausschuss für die gute Zusammenarbeit und für die Unterstützung bei der Durchführung der Forschungsarbeiten.

Eine Langfassung der Forschungsarbeiten kann in Form eines Schlussberichts bei der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V., Papenberger Str. 49, 42859 Remscheid, www.fgw.de, angefordert werden.

Weiter Informationen erhalten Sie bei M. Sc. Felix Ducke unter 0511 – 762.4569.

Literatur:

- [BUT03] Butler-Smith, P.: The economics of rapid grinding of PCD and PCBN cutting tools. Industrial Diamond Review, 1/03, S. 20 – 23.
- [FRI02] Friemuth, T.: Herstellung spanender Werkzeuge. Habilitationsschrift, Universität Hannover, 2002.
- [KRE07] Kress, J.: Auswahl und Einsatz von polykristallinem kubischen Bornitrid beim Drehen, Fräsen und Reiben. Dr.-Ing. Dissertation, Universität Dortmund, 2007
- [WEN03] Wendt GmbH: Know-How gesucht und gefunden. Systemanbieter präsentiert optimale Lösungen beim Schleifen von CBN-/PKD-Werkzeugen. NC-Fertigung (2003) 05-03, S. 84–87
- [BEH16] Behrens, L.: Schleifen von PCBN. Dr.-Ing. Dissertation, Leibniz Universität Hannover, Garbsen: TEWISS Verlag 2016