

Konditionierung von Honwerkzeugen mit innovativer Qualitätskontrolle auf der Überholspur

Beim Langhub-Innen-Rundhonen kommen im Primärsegment vor allem hochharte Schneidstoffe, wie Diamant (D) und Bornitrid (CBN), in metallischer Sinterbindung als Honleisten zum Einsatz. Derartige Schneidleisten zeichnen sich im Vergleich zu konventionellen Belägen, mit Abrasivstoffen wie Siliziumkarbid (SiC) oder Korund (Al₂O₃), durch wesentlich höhere Standzeiten und Formstabilität einhergehend mit hoher Wirtschaftlichkeit und Qualitätskonstanz aus. Zwangsläufig ist aber die einsatzfertige Aufbereitung der Honwerkzeuge mit den hochharten Schneidstoffen eine Herausforderung. Zur notwendigen Makro- und Mikroformerzeugung der Schneidflächen wird in der Regel nach wie vor ein aufwändiger, undefinierter Konditionierprozess industriell angewandt. Mit einer neu entwickelten Strategie soll eine konstante Qualität von der ersten zu honenden Bohrung an in Maß, Form und Oberfläche, ohne Einlauf und Ausschussteile gewährleistet werden. Die komplexe Qualitätskontrolle der Honleisten-Schneidfläche soll mit den neuen innovativen Möglichkeiten der optischen Messtechnik erfolgen [1, 2, 4]. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Plateau-Honbearbeitung mit einem coolEx-Honwerkzeug der Firma Diahon GmbH & Co. KG. auf einem Bearbeitungszentrum „Heller H2000“ der Firma Heller GmbH. Das grundlegende Wirkprinzip aller coolEx-Honwerkzeuge basiert auf der Verwendung der inneren Kühlmittelversorgung sowohl zur Kühlung/Spülung/Schmierung des Honwerkzeugs, als auch zur aktiven Aufweitung der Honleisten-Trägersegmente zur Erzeugung der notwendigen Anpresskraft für die Honbearbeitung [5].

_____ von Ulrich Klink, Martin Dellin, Sophia Kraushaar



Fotos: Diahon

Abb. 1: Plateau-Honbearbeitung mit Diahon coolEx-Honwerkzeug und Innenkühlung [5]

STAND DER TECHNIK

Die eigentlichen Schneidbeläge sind nach dem Sinterprozess gemäß Abbildung 3 in quadratischer oder rechteckiger Form aufgebracht. Nach der Montage (wie Abbildung 2, bereits im Prozessablauf) erfolgt ein erster Aufbereitungsschritt zur Makroformgebung. In einem diffizilen und zeitintensivem Rundschleifprozess (s. Abb. 4a) werden die hochharten Honleisten im Werkzeug auf die notwendige Zylinderform und den zu honenden Zieldurchmesser überschleift. Je nach Ausgangsformfehler liegt der Schleifabtrag zwischen 0,05mm und 0,10mm im Durchmesser. Auf der Rundschleifmaschine ist für diesen Prozess eine Einstellvorrichtung zur vorgespannten Honleistenexpansion notwendig. Durch das Überschleifen sind Bindung und Schneidkristalle auf annähernd gleichem Höhenniveau (s. Abb. 4b). Je nach Bindungsspezifikation können die Schneidkristalle auch weitgehend zugeschmiert sein. Die Mikrostruktur der Schneidfläche entspricht nach dem Überschleifen jedoch noch

nicht der erforderlichen Schneidtopographie. Eine spanbildungsgerechte Topographie muss durch Rücksetzung der Bindung bzw. Freilegung der Schneidkristalle gesichert werden. Dieser Rücksetzungsprozess erfolgt in der Regel mit ausgebauten Leisten. Auf einer ebenen Platte ist aufgeschwämmtes loses Siliziumkarbidkorn aufgebracht. Diese Rücksetzungskörnung ist feiner, als die Körnung der Honleiste, sodass zwischen den Schneidkörnern Bindung abgetragen werden kann. Der notwendige Anpressdruck und die Bewegung der Honleistschneidfläche auf den Abrasivstoffen zur Rücksetzung der Bindung wird manuell bewirkt (s. Abb. 4c). Nach dem Rücksetzungsprozess müssen die Leisten intensiv gereinigt werden, sodass keine Abrasivstoffe ins Werkzeug gelangen und Verschleiß bzw. Funktionsstörungen verursachen. Abbildung 4d zeigt eine einsatzfertige Honleisten-Schneidfläche mit den erhabenen Schneidkristallen nach dem manuellen und diffizilen Rücksetzungsprozess. Bei den Diamant- und CBN-Honleisten wird ein Ausgangskornüberstand von ca.

30% vom mittleren Kristalldurchmesser angestrebt. Vor allem Qualitätsschwankungen durch den undefinierten manuellen Rücksetzprozess gemäß Abbildung 4c, im Zusammenhang mit einer unzureichenden Qualitätskontrolle, bringen analog Fertigungsqualitätsschwankungen in der Anfangsproduktionsphase mit sich, bis sich ein konstanter Kornüberstand mit ca. 30% durch Selbstschärfeffekte eingestellt hat. Mit der Innovation „Konditionierung von Honwerkzeugen“ soll zum einen die Schneidoberfläche mit Rücksetzungsgrad definiert eingestellt und zum anderen eine flächige Oberflächenanalyse gesichert werden können [1,4].

NEUE KONDITIONIERTECHNIK MITTELS FUNKENEROSION

Unter Funkenerosion versteht man ein abtragendes Fertigungsverfahren, welches zur Bearbeitung von elektrisch leitfähigen Materialien eingesetzt wird. Dabei können Werkstoffe unabhängig von ihrer Härte bearbeitet



KREBS & RIEDEL
Schleifscheibenfabrik GmbH & Co. KG



- CBN- und Diamantwerkzeuge in keramischer Bindung
- Schleifscheiben in keramischer Bindung
- Schleifscheiben in Kunstharzbindung
- Faserstoffverstärkte Trenn- und Schleifscheiben

Wir beraten Sie bei jeder Schleifaufgabe und entwickeln gemeinsam mit Ihnen Ihre individuelle Schleifscheibe.

KREBS & RIEDEL
Schleifscheibenfabrik GmbH & Co. KG
Bremer Str. 44 • 34385 Bad Karlshafen
Tel.: +49 5672 184-0
Fax: +49 5672 184-218
E-Mail: mail@krebs-riedel.de
Web: www.krebs-riedel.de

Innovative Schleiftechnik seit 1895!

de04ab19

werden, lediglich die elektrische Leitfähigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffs und die Umgebungsbedingungen sind für den erfolgreichen Prozess entscheidend. Beim funkenerosiven Senken befindet sich die Werkzeugelektrode und das Werkstück in einer nicht leitenden Flüssigkeit, dem sogenannten Dielektrikum. Durch kurze elektrische Entladungen zwischen der Elektrode und dem Werkstück wird Material geschmolzen und verdampft. Dieses Prinzip kann beim Abrichten von Honleisten gezielt eingesetzt werden, indem die elektrisch nicht bzw. wenig leitfähigen Abrasivkörner von den Entladungen unberührt bleiben und somit nur ein Abtrag des elektrisch leitenden Bindematerials stattfindet [3]. Abbildung 5 zeigt schematisch den Abtragprozess des funkenerosiven Senkens. Um ein umlaufendes, gleichmäßiges Abrichten des Honwerkzeugs vergleichbar mit dem Rundschleifen zu erreichen, muss das eingespannte Honwerkzeug mit allen Leisten in einem Prozess abgerichtet werden (s. Abb. 6). In diesem Konditionierprozess wird das voreingestellte Honwerkzeug in Verbindung mit der Antriebsspindel in Rotation gebracht und das Honwerkzeug kontinuierlich radial bis zum vorgegebenen Zielmaß zugestellt.

KONDITIONIERTECHNIKEN IM VERGLEICH

Je nach Arbeitsaufgabe und dem notwendigen Materialabtrag zur Erzeugung von Maß-, Form- und Oberflächenqualität werden unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit die Schneidbeläge spezifiziert und zugeordnet. In der kompletten Wirkkette von der Maschine über das Honleisten-Zustellsystem, der Werkzeug- und Werkstückaufnahme bis hin zum Honwerkzeug mit Honleisten und der entsprechenden Kinematik, nimmt der Schneidbelag die Primärfunktion ein. Eine durch die entsprechende Werkzeugaufbereitung definierte, der Aufgabe anpassbare Schneidflächen-Topographie minimiert die Qualitäts-

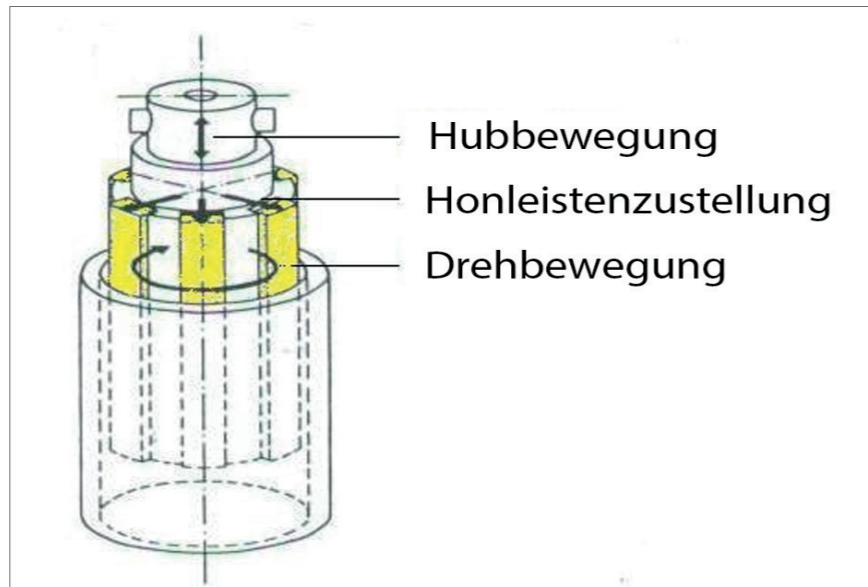


Abb. 2: Honspezifische Kinematik [1]

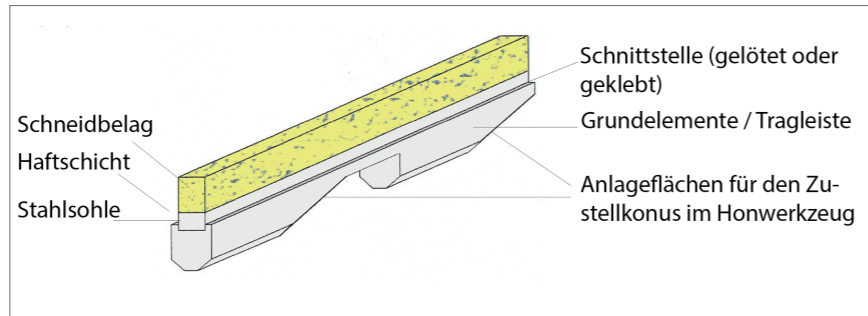


Abb. 3: Geometrien von Diamant- und Bornitrid-Honbelägen [1]

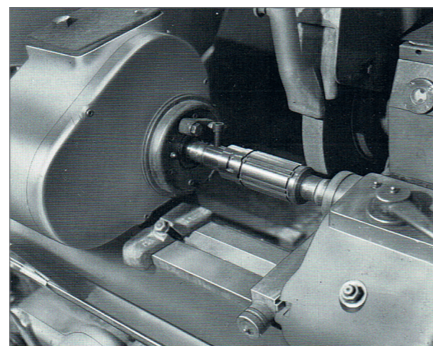


Abb. 4a: Rundschleifen der Honleisten im Werkzeug

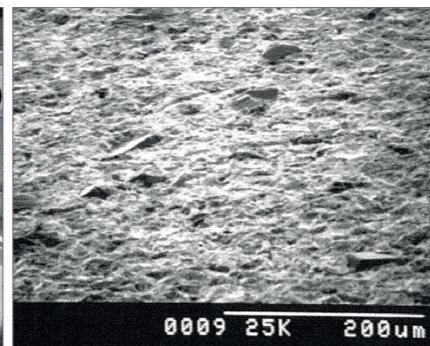


Abb. 4b: Rundgeschliffene Honleisten-Schneidfläche

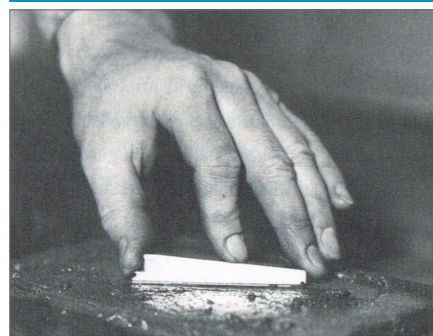


Abb. 4c: Bindungsrücksetzung



Abb. 4d: Einsatzfertige Honleisten-Oberfläche

schwankungen bereits bei den ersten Bohrungen und entsprechend auch nach Standzeitende und den notwendigen Werkzeugwechseln. Die wesentlichen Arbeitsablaufpunkte zeigen im Folgenden neben den beschriebenen qualitativen Einflussfaktoren der neuen Erodieretechnik bei Honleisten auch den Wirtschaftlichkeitsaspekt auf [1].

KONVENTIONELLE RUNDSCHLEIFTECHNIK

- Honwerkzeug mit Überschleifvorrichtung auf den zu honenden Durchmesser einstellen, plus Schleifaufmaß (i.d.R. 0,05mm – 0,1mm) einstellen.
- Honleisten in Ringnuten der Rückstell-Ringfedern mit Bindedraht gegen Vibrationen zentrisch, spielfrei im Werkzeug sichern.

- Rundschleifen der Makroform (Hondurchmesser, Rundheit, Geradheit, Zylinderform) s. Abb. 4a, Aufmaß bspw. für Ø 80mm 0,05mm – 0,1mm im Durchmesser.

- Leisten demontieren.

- Manuelle Rücksetzung der Bindung auf einer ebenen Metallplatte mit Hilfe von aufgeschwämmtem losen Siliziumkarbidkorn (Läpparbeitsgang).

- Gründliche Reinigung der Honleisten zur Gleitfunktionssicherung und der Vermeidung von Abrasionsverschleiß.

- Montage unter Berücksichtigung der fertigungstechnisch durchgängigen Leistenzuordnung mit 2-facher Ringfeder-Rückstellung (s. Abb. 7)

Nach jedem Honzyklus mit erreichtem Zielmaß werden über die Ring-

federn die Honleisten in die Ausgangsstellung zurückgefahren. Der Zeitaufwand dieser konventionellen Konditionierungstechnik (Rundschleifetechnik), bspw. für ein Honwerkzeug mit Ø80mm, liegt bei ca. 90min [1].

INNOVATIVE ERODIERTECHNIK ALS BIFUNKTION

- Honwerkzeug mit Aufweitvorrichtung auf den zu honenden Durchmesser plus Erodieraufmaß (i.d.R. 0,05mm – 0,1mm) einstellen.

- Honleisten bereits im üblichen Einsatzzustand mit Ringfeder-Rückholung montiert ohne zusätzliche Vibrationssicherung, da eine weitgehend kräftefreie Bearbeitung erfolgt.



Ihre Spezialisten für Hochleistungs-Kühlschmierstoffe

für das Schleifen und Honen von Hartwerkstoffen mit Diamant- und CBN-Werkzeugen

- Industrieschmieröle und Hydrauliköle
- Kühlschmierstoffe für die Metallbearbeitung auch mit MMS und MMKS
- Spezialöle für die spanlose Kaltverformung auch mit MMS und MKS
- Härteöle und Vergüteöle – Dielektrika
- HFA Presswasserzusätze für die Wasserhydraulik und für die IHU
- Reiniger und Rostschutzöle
- Trennmittel
- Glas-, Keramik- und Halbleiterbearbeitungsmittel

- Erodieren der Makroform (Hondurchmesser, Rundheit, Geradheit, Zylinderform, s. Abb. 6). Das Aufmaß liegt bspw. für Ø 80mm bei 0,05mm – 0,1mm im Durchmesser. Dieses funkenerosive Abrichten erfolgt als Bifunktion d.h. neben der einsatzfertigen Makroform wird eine je nach Einsatzfall parametrisierbare Honleisten-Topographie erzeugt.

- Leisten demontieren

- Unter Umständen ist eine Gründliche Reinigung der Honleisten zur Gleitführungssicherung und der Vermeidung von Abrasionsverschleiß notwendig. Bei Verwendung eines aktiven, seitlichen Spülstrahls während der Erosion werden sämtliche Abtragpartikel in das Dielektrikumsbecken gespült, sodass i.d.R. nahezu keine Körner oder Abtragpartikel verbleiben.

- Montage unter Berücksichtigung der fertigungstechnisch durchgängigen Leistenzuordnung mit 2-facher Ringfeder-Rückstellung

- Zeitaufwand dieser neuen bifunktionalen Erodier-Konditionierung, bspw. für Honwerkzeuge Ø 80mm, liegt bei ca. 45min.

OPTISCHE QUALITÄTSPRÜFUNG DER KONDITIONIERUNG

Die zielführende, definierbare Konditionierung einer Honleisten-Schneidoberfläche und entsprechender Wirkungsweise geht einher mit den Messmöglichkeiten und den definierbaren Messwerten. Dafür stehen auf Fokusvariation basierende Messsysteme der Firma Bruker Alicona mit neuer Software zur Verfügung. Bei diesem Messverfahren wird Licht in den optischen Pfad des Messsystems geleitet und über das Objektiv auf der zu messenden Probe fokussiert. Die entstehende Reflektion wird mithilfe der Optik gebündelt und trifft dann auf einen lichtempfindlichen, bildgebenden Sensor. Durch Zusammenführen mehrerer Aufnahmen unter

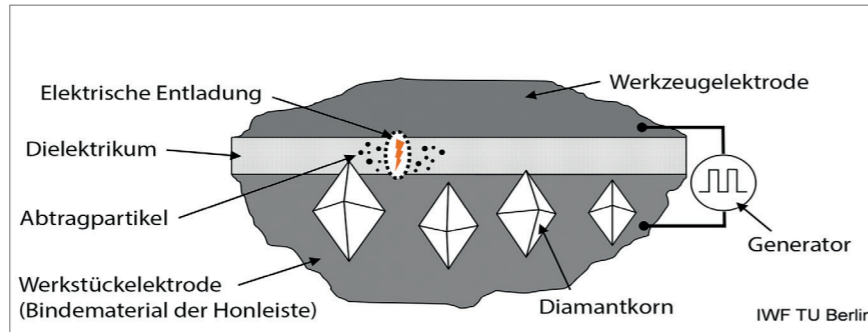


Abb. 5: Abtragprozess als Prinzipskizze des funkenerosiven Senkens

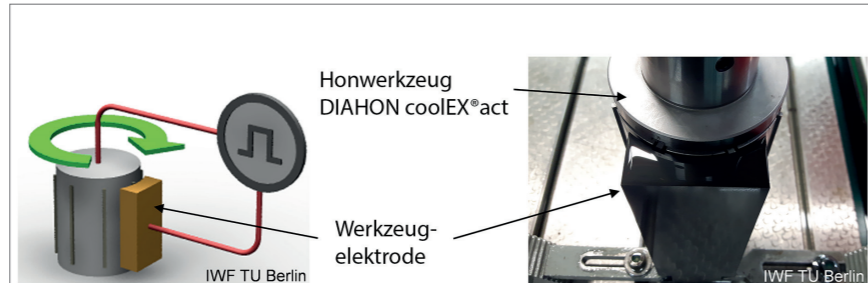


Abb. 6: Konditionierprozess

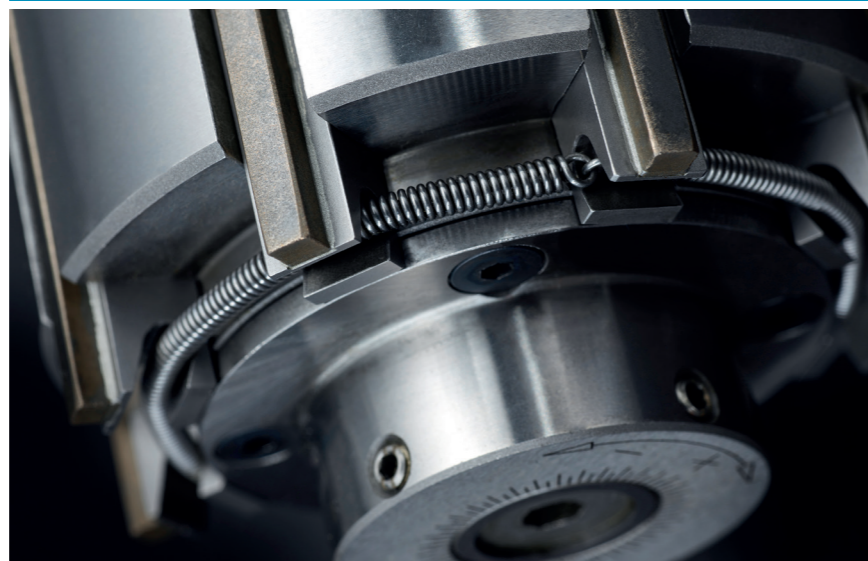


Abb. 7: Ringfeder-Anordnung [6]

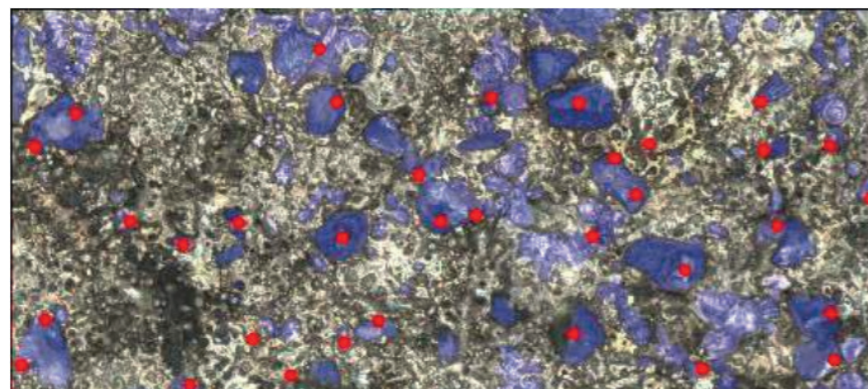


Abb. 8: Automatische Detektion der Diamantkörner (violett markiert)

Variation der Schärftiefe kann die Topographie der Probe nachgebildet werden. Der Vorteil des Verfahrens ist, dass sowohl Tiefen- als auch Echtfarbeninformationen aus den Messdaten gewonnen werden. Darüber hinaus lassen sich Rauheiten auf Mikro- und Nanostrukturen profilbasiert und flächenhaft messen.

Mit der neuen Software namens „GrindingGrainAnalysis“ zur automatisierten Charakterisierung und Klassifizierung der Honleistenoberfläche, kann das gebundene Korn anhand seiner Farbwerte, Form und Dimension detektiert werden. Darüber hinaus können Informationen wie die diamantierte Fläche in Prozent oder der maximale und mittlere Kornüberstand Hk und HKx ausgewertet werden. Die automatische Erkennung erfolgt anhand von Deep-Learning-Algorithmen, welche nach einem manuellen einlernen der Software die automatische Erkennung ständig verfeinert. In Abbildung 8 ist die automatische Detektion der Diamantkörner dargestellt. Die Kornüberstandsverteilung der violett markierten Körner sind in Abbildung 9 entsprechend Ihrer Häufigkeit dargestellt [2]. Die Messungen wurden mit dem System der optischen Mikrokoordinatenmesstechnik und Rauheitsmessung „Infinite Focus G5“ (s. Abb.

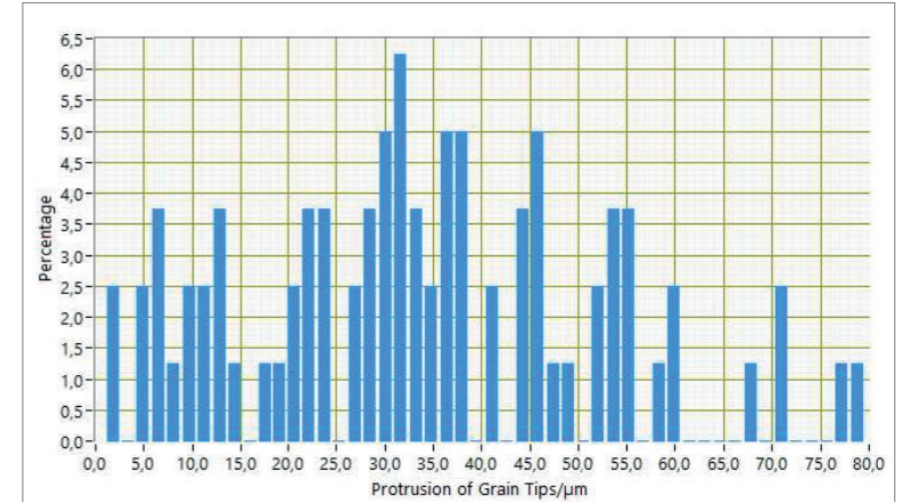


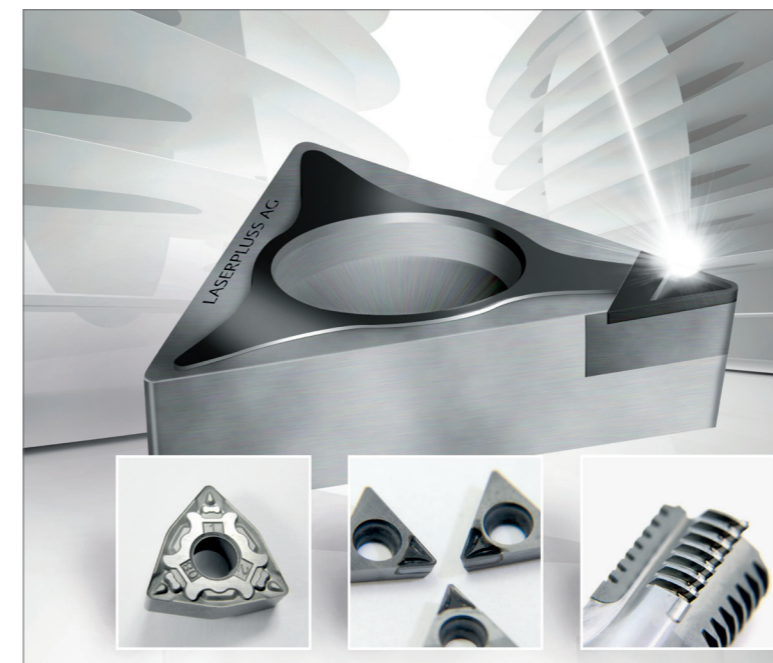
Abb. 9: Kornüberstandsverteilung der violett markierten Diamantkörner

10) durchgeführt. Auch automatisierte Messungen mit Auswertungen in den Bereichen x,y,z = 200x200x100mm oder 100x100x100mm sind mit diesen Geräten möglich. Mit dem System „Infinite Focus G5“ und der entsprechenden Software steht ein hochgenaues, schnelles und universelles optisches 3D-Messgerät für die Honleisten-Topographie-Analyse zur Verfügung. Das Messinstrument ist als Mikrokoordinatenmessgerät zur Form- und Rauheitsmessung geeignet. Die stabile Technologie der Fokusvariation in Kombination mit dem schwingungsisolierenden Aufbau kann auch in

Kombination mit einem Automatisierungsinterface in der Produktion zur automatisierten Messung und Auswertung eingesetzt werden [2] (s. Abb. 10).

ZUSAMMENFASSUNG

Die Technologie des beschriebenen Erodierverfahrens (Die Vorrichtung / das System ist durch das eingetragene Gebrauchsmuster 20 2018 105 343 U1 geschützt.) ist für die Aufgabe des Honleistenkonditionierens prädestiniert. Die Honleisten können durch



GESCHNITTEN, NICHT GESCHLIFFEN!

LASER PLUS

LASERANLAGEN FÜR DIAMANTWERKZEUGE, DAS PLUS FÜR IHRE PRODUKTION

- Vorschneiden und Finishbearbeitung auf einer Anlage
- Perfekte Schneidkantenpräparation bei PKD, PcBN, CVD mit definierter Kantenverrundung
- Spanleitstufen und Beschriftung in einer Aufspannung
- Ausbruchfreie Schneidkanten mit Kantenschärfe bis zu 2 µm und höhere Werkzeugstandzeiten



Abb. 10: Optische Mikrokoordinaten-Messtechnik und Rauheitsmessung Infinite Focus G5 [2]

eine flexible Wahl der Bindungshärte und Diamant- oder CBN-Konzentration, ohne erhöhten Aufbereitungsaufwand, optimal an die Honaufgabe angepasst werden. Daraus ergibt sich sowohl ein Qualitäts- als auch ein Zeit- und Kostenvorteil gegenüber der konventionellen Konditionierungsmethode, wie der Rundschleiftechnik.

Der Rücksetzungsgrad der Bindung ist im Vergleich zur Rundschleiftechnik mit manuellem Läppvorgang parametrisierbar. Die reproduzierbare Einsatzvorbereitung sorgt in der Einlaufphase (bis sich ein stabiler Selbstschärfefeekt einstellt) für geringere Qualitätsschwankungen. Ebenso werden Honergebnisschwankungen bei Werkzeugwechsel minimiert. Ein weiterer Vorteil der Innovation ist die kräftefreie Bearbeitung vor allem bei der Mikro- und Makroformgebung im elastischeren kleinen Durchmesserbereich der Honwerkzeuge. Dagegen wirkt sich die fehlende Widerstandskraft beim herkömmlichen Rundschleifen mit der notwendigen Anpresskraft in Bearbeitungszeit und Qualität extrem nachteilig aus. Darüber hinaus sind Standzeitoptimierungen durch härtere Bindungen und höhere Diamant- oder CBN-Konzentrationen möglich. Grundsätzlich wird die Werkzeugaufbereitungszeit mit

Hilfe der verwendeten Erodieretechnik in etwa halbiert. Die automatisierte Qualitätskontrolle der Honleistendtopographien kann inzwischen mit der weiterentwickelten optischen Messtechnik gesichert werden.

DANKSAGUNG

Die vorgestellte Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Rebound – Reset bonds under discharge“. Die Autoren bedanken sich beim Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) für die Förderung sowie den Projektpartnern Diahon Werkzeuge GmbH & Co. KG und dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF) der TU Berlin. (s. Abb. 11 BMWi)

AUTOREN

Ulrich Klink

iht – Innovative Hon-Technologie

Tel. +49(0)7025 2271 | Mobil +49(0)170 4683217 | Fax: +49(0)7025 8142
info@iht-klink.de | www.iht-klink.de

Ulrich Klink, Dipl.-Ing. Jahrgang 1945 studierte Maschinenbau an der Hochschule Reutlingen. Über 30 Jahre Erfahrung als Leiter des Technologiezentrums und Mitglied der Geschäftsleitung der Maschinenfabrik Gehring GmbH & Co. KG. Seit 2009 Geschäftsführer des Dienstleistungsunternehmens iht-Klink Innovative Hon-Technologie.

Martin Dellin, B.Sc. Jahrgang 1990 studiert an der Universität Stuttgart Maschinenbau mit Abschlussziel Master of Science in den Spezialisierungsfächern Werkzeugmaschinen und Feinwerktechnik. Seit 2014 freier Mitarbeiter des Dienstleistungsunternehmens iht-Klink Innovative Hon-Technologie.

Sophia Kraushaar, Jahrgang 1995 studiert an der Universität Stuttgart Maschinenbau mit Abschlussziel Bachelor of Science. Seit 2018 freie Mitarbeiterin des Dienstleistungsunternehmens iht-Klink Innovative Hon-Technologie.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- [1] Klink, U.: Honen, Umweltbewusst und kostengünstig Fertigen; Carl Hanser Verlag München Wien 2016, ISBN 978-3-446-44192-7
- [2] Alicona Imaging GmbH, Firmenschriftsatz: alicona focus variation, 8. Deutsche Ausgabe 2018
- [3] Klocke, F.; König, W.: Fertigungsverfahren 3 – Abtragen, Generieren und Lasermaterialbearbeitung, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2007, 4. Auflage, ISBN 10 3-540-23492-6
- [4] Klocke, F.; König, W.: Fertigungsverfahren 2 – Schleifen, Honen, Läppen, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2005, 4. Auflage, ISBN 978-3-540-23496-8
- [5] Diahon Werkzeuge GmbH & Co. KG: Firmenschriftsatz: Hontechnik für HELLER Maschinen, Filderstadt 2017
- [6] Diahon Werkzeuge GmbH & Co. KG: Firmenschriftsatz, Filderstadt 2018

Diamond Business INSIDER

Be part of it!



- Wir veröffentlichen Produktneuheiten, Messeberichte sowie Firmennews zeitnah & direkt
- Erscheint 6x jährlich via Newsletter
- Englisch/Deutsch
- Verlinkt mit unserem Online-Magazin IN DIAMOND
- Reservieren Sie schon heute Ihr Banner (896x100 px) für € 405,-

Werden auch Sie zum **DIAMOND BUSINESS INSIDER**
und sichern Sie sich die aktuellen Firmennews:
www.in-diamond.com/insider-abonnieren

Sind Sie interessiert?

Gerne nehmen wir Sie in den
Verteiler auf.

Im **DIAMOND BUSINESS-Team**

Industriefachmarkt | Insider | Information | International

Damit Sie informiert bleiben - **DIAMOND BUSINESS INSIDER!**