

Laserkonditionieren von Honleisten

Diamant- und CBN-Honleisten sind aufgrund ihrer hohen Standmengen und reproduzierbaren Arbeitsergebnissen in der fertigungstechnischen Praxis allgemein eingeführt. Die Vorbereitung von Honwerkzeugen mit superharten Schneidleisten für den Einsatz in der Honmaschine erfordert in der konventionellen Konditionierung sowohl die Herstellung der Makrogeometrie wie Formgenauigkeit sowie die Erzeugung einer Mikrotopographie mit erhabenen Schneidkristallen. Ein neues Laserbearbeitungsverfahren ermöglicht es nun, zumindest in den Anwendungsbereichen mittlerer Siebkörnungen, den bisherigen Aufbereitungsmodus zu substituieren. Die Honleiste mit unmittelbar einsatzbereiter Topographie ohne aufwändige Aufbereitung ist das Ziel dieser neuen Technologie.

von Gerhard Flores und Elmar Hampp

EINLEITUNG

Im Honprozess erfolgt die Endbearbeitung von Bohrungsoberflächen, welche im verbauten Zustand überwiegend die Funktionen Gleiten, Dichten und/oder Führen übernehmen. Das

Bearbeitungsverfahren arbeitet mit gebundenem Schneidkorn unter ständiger Flächenberührung zwischen der Arbeitsfläche der Honleiste und der Bohrungsoberfläche. Dabei bilden die Kornspitzen der eingebetteten Diamant- oder CBN-Schneidkristalle

das Schneidenkollektiv, mit dem der Werkstoff zerspant wird, um Makro- und Mikrogeometrie der Arbeitsfläche der Schneidleiste prozessgerecht vorzubereiten. Die Honleiste ist somit das Bindeglied zwischen Maschine und Werkstück.



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!

0107/0116

AUFBAU EINER HONLEISTE

Die Honleistenkomponenten wie Korngröße, Kornstruktur, Bindung und Konzentration bestimmen die Arbeitsweise im Honprozess [1]. Die Korngröße übt einen Einfluss auf die Zerspanungsleistung und auf die erreichbare Oberflächengüte aus. Mit abnehmender Korngröße nimmt die Oberflächengüte zu, während das Zeitspanvolumen abnimmt. Die für das Honen gebräuchlichen Korngrößen befinden sich sowohl im Bereich der Schlammkörnungen ($\leq D 40$) als auch im Bereich der Siebkörnungen ($\leq D251$). Die Kornspezifikation besteht im Wesentlichen aus Material, Form, Härte und Gefügestruktur des Schneidkorns. Fast ausschließlich werden beim Honen metallisch gebundenes Diamant- oder CBN-Korn eingesetzt. Kornformen, wie der blockige Oktaeder sind aufgrund des stark negativen Spanwinkels zum Honen wenig geeignet. Die multikristallinen Schneidkörner sind splitterfähig und erhalten durch scharfkantige Mikrostrukturen die Schneidfähigkeit. Die Konzentration der Schneidkörner einer Honleiste übt einen wesentlichen Einfluss hinsichtlich des Zeitspanvolumens und der erreichbaren Oberflächenrauheit aus. Sie ist die Masse der Schneidkristalle [Kt], die in einem Kubikzentimeter Schneidbelag enthalten ist. So entspricht die Diamantmenge von z.B. $4,4 \text{ Kt/cm}^3$ der Konzentration 100 bzw. 25 Vol.-%. Die Aufgabe der Bindung besteht in der festen Einbettung des Schneidkorns. Vorzugsweise werden metallische Sinterbindungen verwendet. Damit wird die Härte der Schneidleiste, definiert als Widerstand gegen Herausbrechen der Schneidkörner, bestimmt.

ARBEITSWEISE

Die Arbeitsfläche einer einsatzbereiten Honleiste weist erhabene Kornspitzen der eingebetteten Diamant- oder CBN-Schneidkristalle auf. Dieses Schneidkornkollektiv ragt also aus der zurückgesetzten Bindungsmatrix heraus und

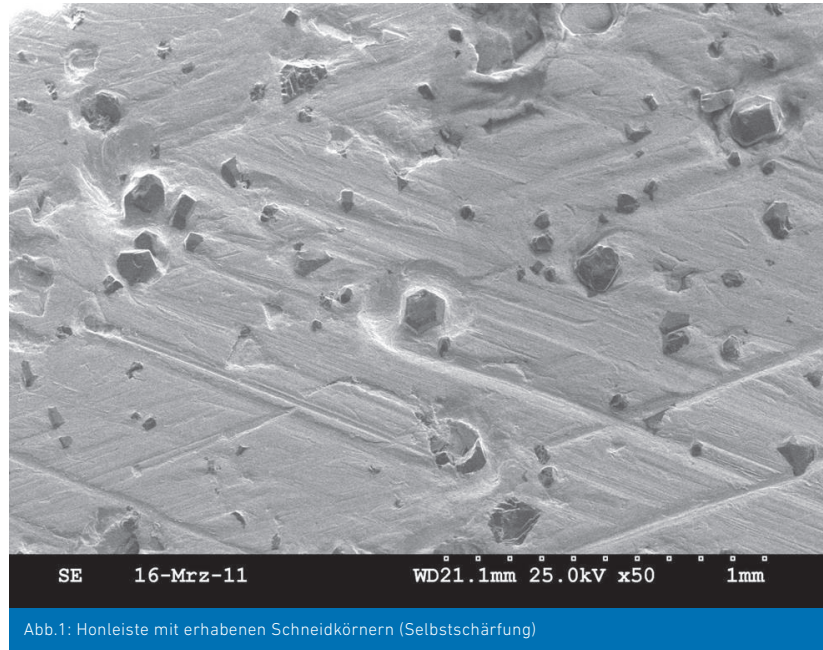


Abb. 1: Honleiste mit erhabenen Schneidkörnern (Selbstschärfung)

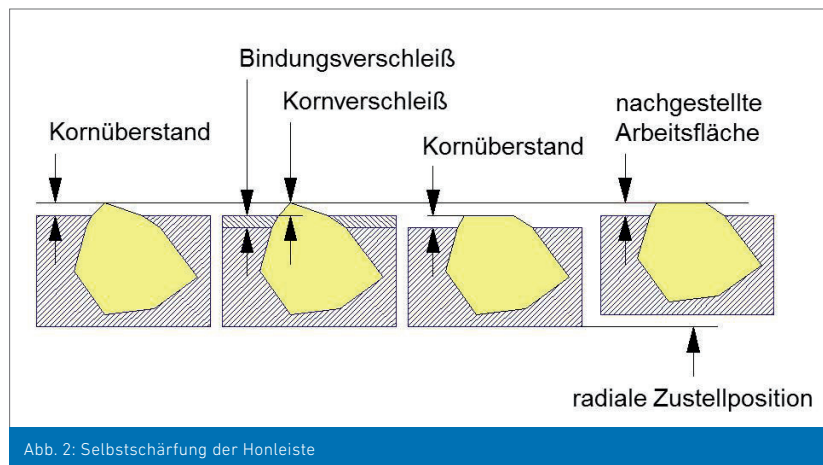


Abb. 2: Selbstschärfung der Honleiste

zerspannt aufgrund der Prozesskinematik den Werkstoff (Abb. 1). Um eine stationäre Schneidfähigkeit der Honleiste zu erhalten, bedarf es einer kontinuierlichen Selbstschärfung. Dies wird dann möglich, wenn die Verschleißraten der Schneidkristalle und der Bindung in etwa gleich sind (Abb. 2). Somit wird durch einen konstanten Kornüberstand ein stabiler Honprozess mit konstanten Abtragsraten möglich. Verschleißt das Schneidkorn schneller als die Bindung, stumpft die Leiste ab. Ist jedoch der Bindungsver-schleiß höher als der Kornverschleiß,

verliert die Honleiste an Standmenge und somit an Wirtschaftlichkeit [2].

BISHERIGE AUFBEREITUNG

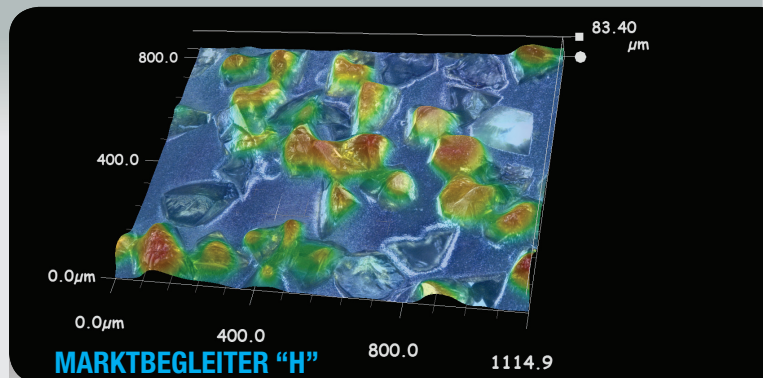
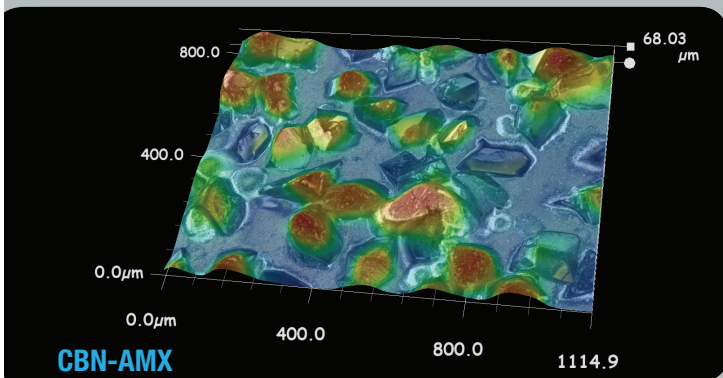
Die Aufbereitung von Honwerkzeugen mit Diamant- und CBN-Honleisten ist entscheidend für den gesamten Einsatz der installierten Hontechnologie. Neben dem Schaffen einer festen Verbindung zwischen Honleiste und Werkzeug durch Kleben besteht das Aufbereiten im Schleifen (Kon-

WWSA's aktuellstes Hochleistungs - CBN Produkt **CBN-AMX**

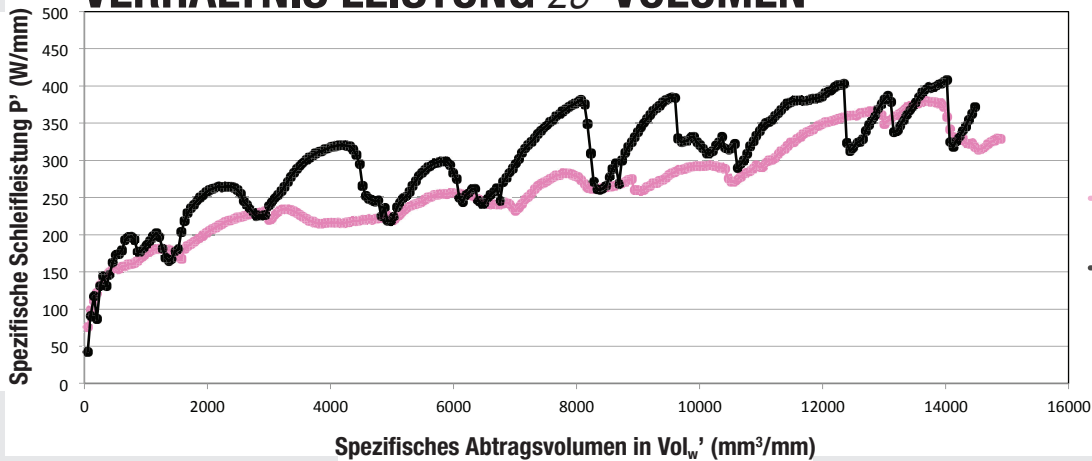
Worldwide Superabrasives LLC
ISO 9001:2008 Certified



- diese Kristalle wurden von der galvanisch belegten CBN Schleifscheibe (gleicher Hersteller) nach dem Schleifen von Ikonel 718 bei einem spezifischen Abtragsvolumen von 15.000 mm³/mm entnommen
- beachten Sie das konstante 90°Bruchverhalten von AMX, welches direkt im Verhältnis zu den langen, gleichbleibenden Schleifzyklen steht (siehe die Leistung im Verhältnis zum Volumen im unten aufgeführten Diagramm).
- siehe AMX (rosa Linie), diese zeigt wie mehr freischneidende Kristalle konstant weniger Leistung ziehen
- beachten Sie das Kristall vom Marktbegleiter „H“, welches auch nach dem Schleifvorgang und derselben Abtragsleistung entnommen wurde. Am Leistungs-/Volumendiagramm zeigt es ein ungleichförmiges Bruchverhalten.



VERHÄLTNISS LEISTUNG ZU VOLUMEN



Data generated at
S.P.O.C.
Superabrasives Process
Optimization Center

—●— AMX
—●— MARKTBEGLEITER "H"

Worldwide Superabrasives, LLC • 2921 NW Commerce Park Drive, Boynton Beach, FL 33426

Tel: 954.828.9650 / Fax: 954.828.9651 • Toll Free: 888.410.1631 / Fax: 888.410.1630

Email: info@worldwidesa.com • Web: www.wwsa.com

ditionieren) und Aufrauen (Schärfen) der Schneidbeläge [3]. Das Schleifen auf einer Rundschleifmaschine dient dem Erreichen der geometrischen Werkzeuggenauigkeit. Hier werden Rundheit, Geradheit und Parallelität der zugestellten Honwerkzeuge geschaffen, welche im Honprozess auf die Mantelfläche der Bohrung übertragen werden. Nach dem Überschleifen bilden Schneidkorn und Bindungsmatrix eine Ebene. Um jedoch einen schneidfähigen Belag zu erhalten, ist es notwendig, die Bindung gegenüber den Kornspitzen entsprechend zurückzusetzen. Das Aufrauen dient zum Erreichen der gewünschten Topographie der Honleistenfläche mit erhabenen Schneidkristallen. Die bisherige Prozesskette erfordert viel persönliche Erfahrung und ausgeprägtes Qualitätsbewusstsein. Insgesamt sind Aufkleben, Rundschleifen und manuelles Aufrauen kostenintensive Prozesse, die es gilt, zumindest in Teilbereichen, zu substituieren.

AUFBEREITEN DURCH LASERKONDITIONIEREN

Das Ziel des neuen Verfahrens besteht darin, eine Arbeitsfläche einer Honleiste so zu behandeln, dass sich bereits unmittelbar nach dem ersten Kontakt zur Bohrungsfläche durch den Initialverschleiß eine arbeitsfähige Topographie einstellt.

Die Voraussetzung für diese autogene Schärfung der Honleiste wird durch die Behandlung der Honleiste mit einem Laserstrahl erreicht. Diese erfolgt unmittelbar auf der gesinterten Oberfläche und ist flächig oder auch nur in einzelnen Linien möglich, wie in Abbildung 3 dargestellt.

Der Laserstrahl hinterlässt Riefen mit ausgeprägter Grattbildung und beabsichtigter Versprödung des Bindungsmaterials. Es erfolgt keine Ablation, sondern ein lokales Aufschmelzen und Wiedererstarrten, bei dem eine Oxidation der Metallmatrix in der At-

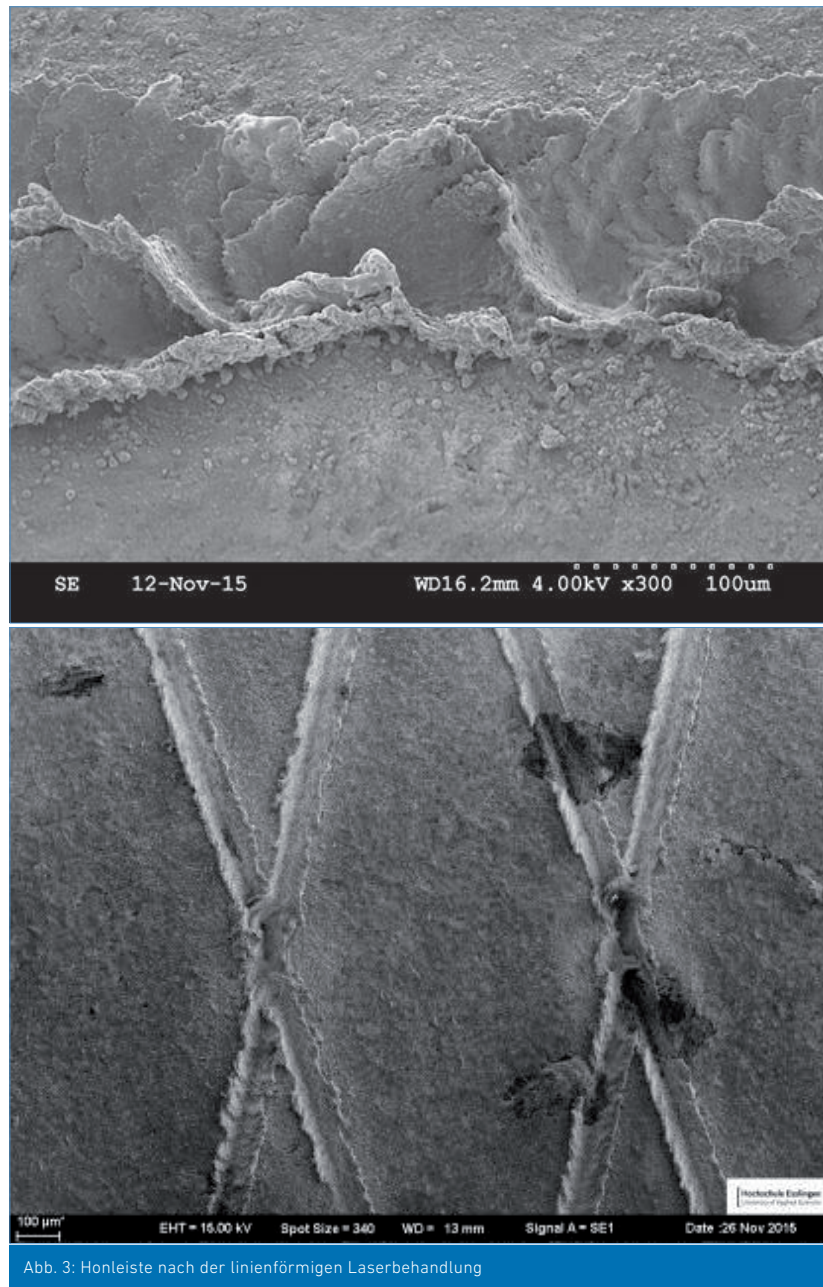


Abb. 3: Honleiste nach der linienförmigen Laserbehandlung

mosphäre unter Aufnahme von z.B. Stickstoff, Kohlenstoff oder Sauerstoff stattfindet. Die Absorption erfolgt bei den verwendeten Wellenlängen im Bindungswerkstoff, nicht jedoch im Diamant- oder CBN-Schneidkorn. Weiterhin wird die Versprödung gefördert durch den steilen Abkühlungsgradi-

enten, so dass thermische Gefügespannungen mit Mikrorissbildungen entstehen. Der Laserstrahl kann auch lokal unterschiedlich parametrisiert werden, so dass lokal gradierte Riefentiefen oder Grathöhen entstehen. Dies ist vorteilhaft für die Entstehung einer gewölbten Honleistenfläche beim

Initialverschleiß. Nachdem eine Honleiste mit einer derart aufbereiteten Arbeitsfläche auf die Tragleiste aufgeklebt und in das Honwerkzeug eingebaut wurde, erfolgt die Schärfung mit dem ersten Kontakt der Honleistenfläche mit der Bohrungswandung. Unter Einfluss der Kinematik und des Honleistenanpressdruckes werden bereits nach wenigen Doppelhüben die erhabenen, spröden und harten Grate durch Gleitverschleiß schnell abgetragen. Durch das Abtrennen der versprödeten Materialaufwürfe entstehen abrasive Verschleißpartikel, welche

als freie Läppkörner zwischen Bindung und Bohrungswand wirken und somit die Schneidkörner freilegen.

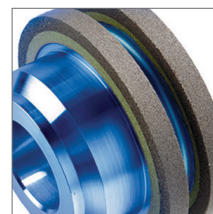
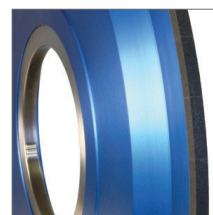
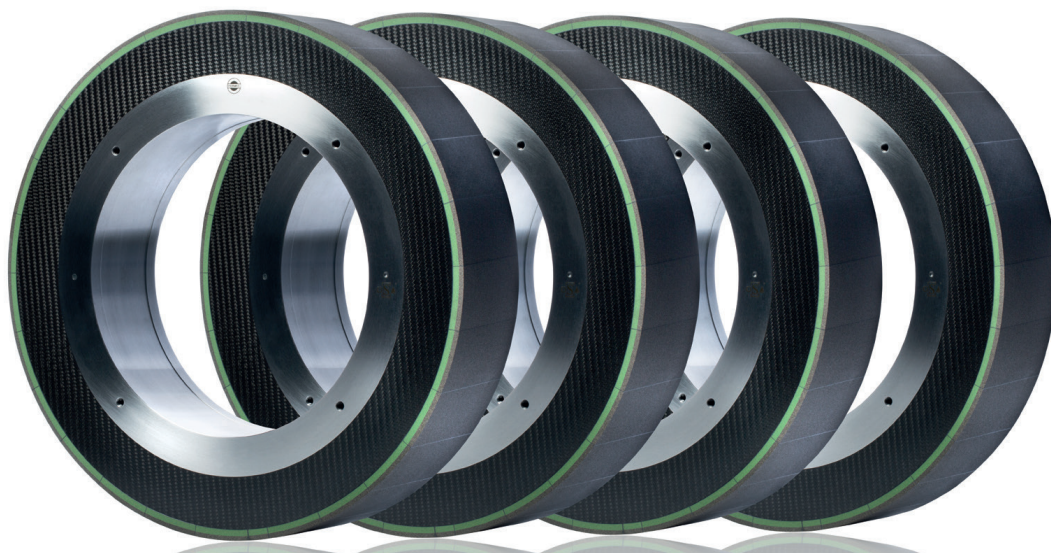
ERGEBNISSE

Die messbare Veränderung der Topographie durch die Laserbehandlung besteht in den eingebrachten Strukturlinien auf der Leistenfläche. Die Linien sind vorzugsweise geradlinig, können sich kreuzen und bestehen im Querschnitt aus Vertiefungen und

seitlichen Materialaufwürfen. Die Tiefe der Furchen und die Höhe der seitlichen Schmelzgrate sind in etwa gleich. Entscheidend für die Schärfung der Honleiste sind die erhabenen Schmelzgrate, da diese durch den Gleitverschleiß abgetragen werden und die Läppwirkung auf die benachbarte Bindungsfläche ausüben. Die Höhe der erschmolzenen und wieder erstarrten Materialaufwürfe beträgt im Mittel ca. 20-40 µm. Mit zunehmender Anzahl bearbeiteter Bohrungen werden zunächst die Materialaufwürfe sofort abgetragen, aber auch die



for an excellent finish



Der kompetente Partner für Ihren Schleifprozess.

CBN- UND DIAMANTSCHLEIFKÖRPER • PRÄZISIONSSCHLEIFKÖRPER • POLIER- UND HONWERKZEUGE



Hermes Schleifkörper GmbH • Mitglied der Hermes Schleifmittel Unternehmensgruppe

Lohrmannstraße 21 • 01237 Dresden • Tel. +49 (0)351 28 01-0 • Fax +49 (0)351 28 01-390 • info@hermes-schleifkoerper.de • www.hermes-schleifkoerper.de

Furchen werden reduziert durch den fortschreitenden Bindungsverschleiß. Gleichzeitig werden mit zunehmender Stückzahl eingebettete Schneidstoffkörner freigelegt und ragen aus der Matrix heraus. Vor und seitlich der Schneidkörner befinden sich die üblichen Auskolkungen. Auf der Bindungsmatrix sieht man die Gleitspuren, welche durch die Mischreibung zwischen Honleiste und Werkstoff entstanden sind. In Abbildung 4 sind die einzelnen Verschleißzustände nach der Bearbeitung von zunehmender Anzahl von Bohrungen dargestellt. Die vorgestellten Ergebnisse wurden in der Serienfertigung beim Vorhonen von Zylinderkurbelgehäusen aus Gusseisen ermittelt.

Bei der quantitativen Auswertung der vermessenen Profile sind die maximale und reduzierte Spitzenhöhe besonders relevant für die Funktion. In Abbildung 5 ist der Zusammenhang zwischen der Höhe der Schmelzgrate als erhabene Profilelemente (Sp- und Spk-Wert) in Abhängigkeit der Anzahl bearbeiteter Bohrungen dargestellt. Die Spitzenhöhen fallen sofort ab, weil die erhabenen Schmelzgrate bereits nach der Bearbeitung weniger Bohrungen abgetragen sind. Gleichzeitig sind jedoch noch nicht genügend erhabene Schneidkörner freigelegt, so dass die Spitzenhöhen auf einen minimalen Wert absinken. Erst mit zunehmender Läppwirkung wird so viel Bindung abgetragen, dass die gelaserten Furchen zunehmend verschwinden und erhabene Schneidkristalle aus der Matrix herausragen. Da die weiteren Bohrungen ohne Nachschärfen oder Aufräuen der Honleiste im Dauerbetrieb ohne Unterbrechung bearbeitet wurden, kann man hier einen exemplarischen Selbstschärfprozess feststellen, bei dem Bindungsverschleiß und Kornverschleiß in etwa gleich sind und damit ein quasi konstanter Kornüberstand über große Stückzahlen zur Verfügung steht.

Da gelaserte Honleisten nach dem Aufkleben oder Auflöten ohne weitere Bearbeitung einsetzbar sind, konzentriert sich der Einsatz dieser Honleisten

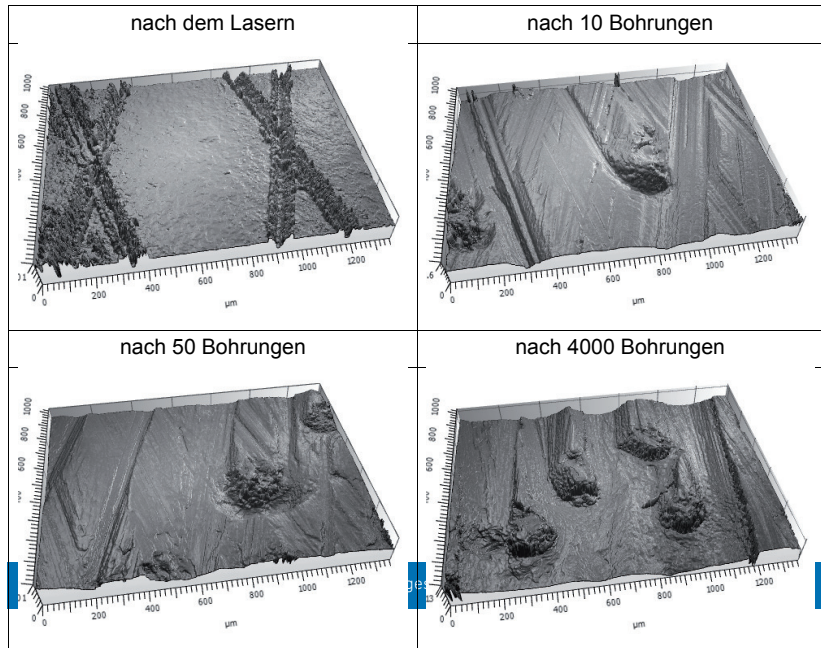


Abb. 4: Veränderung der Honleistentopographie mit zunehmender Stückzahl (Honleiste D213)

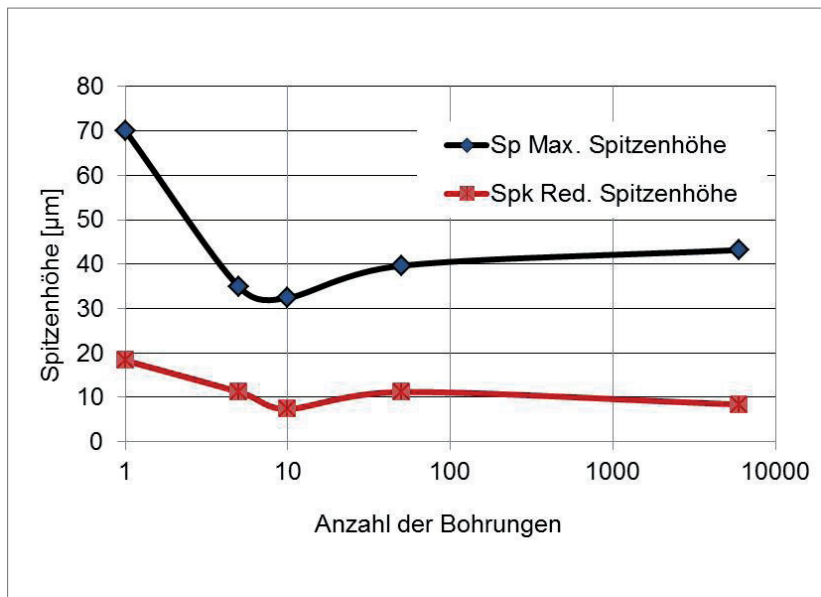


Abb. 5: Entwicklung der Spitzenhöhe mit zunehmender Anzahl bearbeiteter Bohrungen (Honleiste D213).

überwiegend auf die zerspanungsintensiven Vor- und Zwischenhonorationen. Demzufolge liegen Erfahrungen mit metallisch gebundenen Körnungen im oberen Siebkörnungsbereich vor. Durch den effizienten Läppvorgang entsteht bereits nach wenigen Bohrungen nicht nur eine geschärfte, sondern auch eine geome-

trische konditionierte Honleiste. Für den aufgezeigten Anwendungsbereich ist es somit möglich, das Außenrundschleifen und Aufräuen durch einen wesentlich schnelleren Laserprozess zu substituieren. Die so vorbereitete Honleiste kann am Einsatzort aufgeklebt und sofort prozessgerecht eingesetzt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bereitstellung von einsatzbereiten Schneidbelegen erfolgt durch die Laserstrukturierung und durch die autogene In-Prozess-Schärfung auf der Honmaschine bereits bei der Bearbeitung von Gutteilen. Die prozesssichere Laserbearbeitung mit definierten Parametern erlaubt reproduzierbare Strukturspezifikationen, so dass die kon-

ventionelle Prozesskette mit Schleifen und Aufrauen entfallen kann. Die bisherigen Erfahrungen entstanden beim Vorhonen von gehärteten Zahnrädern und gusseisernen Kurbelgehäusen. Die laserkonditionierte Honleiste, von Praktikern zu Recht als Plasmaleiste bezeichnet [4], vereinfacht die Prozesskette zur Bereitstellung von Honwerkzeugen, senkt Kosten und sichert die fertigungstechnische Funktion.

- [1] Flores, G.: Diamant- und CBN-Honleisten, Funktion und Herstellung eines Schneidbelags. Jahrbuch Schleifen, Honen, Läppen und Polieren, 58. Ausgabe, Vulkan Verlag Essen, S. 464 – 474.
- [2] Flores, G.; Hampp, E.: Funktion und Anwendung superharter Schneidstoffe im Honprozess. Jahrbuch Schleifen, Honen, Läppen und Polieren, 6. Ausgabe, Vulkan Verlag Essen, S. 273 – 285.
- [3] Flores, G.: Grundlagen und Anwendungen des Honens. Vulkan Verlag Essen, 1992, S. 82 – 88.
- [4] Spur, G.; Stöferle, Th.: Handbuch der Fertigungstechnik, Band 4/1 Abtragen, Beschichten. Carl Hanser Verlag München Wien, 1987, S. 205

INFO

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Flores

ist Leiter der Prozessentwicklung der Gehring Technologies GmbH und Lehrbeauftragter an der Hochschule Esslingen.

Gehring Technologies GmbH
Gehringstr.28
73760 Ostfildern
Gerhard.Flores@Gehring.de

Dr. rer. nat. Elmar Hampp

ist Produktentwickler der Diato GmbH.
Diato GmbH Brunnwiesenstraße 9 73760 Ostfildern
Elmar.Hampp@Gehring.de

6D Bohren.

6 Freiheitsgrade durch Magnetlager für vibrationsunterstützte Bohrspindel: doppelte Prozessgeschwindigkeit & höhere Bohrqualität.

www.lti-motion.com



NEU:
mit 6D

LTI Motion GmbH
Gewerbestraße 5 – 9
35633 Lahnau · Germany
Tel.: +49 6441 966-0
Fax: +49 6441 966-137
E-Mail: info@lti-motion.com