

# FERRUM

SCHNEIDWERKZEUG- UND SCHLEIFTECHNIK

GrindTec  
Spezial

!  
NEUER TERMIN  
GrindTec 2020  
10.11. –  
13.11.20

## MESSESONDERAUSGABE GRINDTEC 2020

INKLUSIVE  
KOMPETENZFÜHRER  
WERKZEUGSCHLEIFEN

### Anwenderbericht

„Der Server muss weg!“

### Forschung & Entwicklung

Integrierte Schneidkanten-  
präparation

### Aus- und Weiterbildung

Ein Jahr Präzisionswerkzeug-  
mechaniker

# INTEGRIERTE SCHNEIDKANTENPRÄPARATION AUF WERKZEUGSCHLEIFMASCHINEN DURCH [TOOL]PREP

**Abstract:**

Die Schneidkantenpräparation an Zerspanungswerkzeugen ist bereits in vielen industriellen Fertigungsabläufen etabliert. Insbesondere die Verfahren Strahlspanen, Gleitschleifen und Bürsten kommen hierfür zum Einsatz. Die bisherigen Nachteile der etablierten Präparationsverfahren ergeben sich durch erhöhte Investitionskosten und separate Maschinensysteme, einer komplexen Prozessentwicklung sowie vor allem durch die erhöhten Handhabungskosten aufgrund der Durchführung der Präparation auf separaten Maschinensystemen. Bisherige Lösungsansätze zur Integration der Schneidkantenpräparation auf Werkzeugschleifmaschinen haben sich aufgrund einer komplexen Prozessführung und unzureichender Flexibilität nicht durchsetzen können. [Tool]Prep ist hingegen ein Verfahren, welches sich universell mit geringem Programmieraufwand auf nahezu jeder Werkzeugschleifmaschine einsetzen lässt und reproduzierbare Ergebnisse liefert. Im Rahmen des Beitrags wird das Verfahren erläutert und am Beispiel der Präpa-

ration von geschliffenen als auch nachgeschliffenen Werkzeugen dargestellt sowie Ergebnisse aus Einsatzversuchen von mit [Tool]Prep präparierten Einlippentiefbohrwerkzeugen aufgezeigt.

**Einleitung:**

Ausgangspunkt für die Herstellung von Zerspanungswerkzeugen stellen häufig gesinterte Vollhartmetallrohlinge dar. Bei konventionellen Schaftwerkzeugen ist der Rohling in der Regel ein Rundstab. Die Werkzeugrohlinge durchlaufen nach dem Sintern eine komplexe Herstellungskette, die aus unterschiedlichen einzelnen Prozessen besteht, die teilweise zusätzliche oder ergänzende Maschinen benötigen. Die zum aktuellen Zeitpunkt meist verwendete Prozesskette ist in Abbildung 1 dargestellt.

Durch die Schleifbearbeitung erfolgt die größte Wertschöpfung bei der Herstellung von Zerspanungswerkzeugen, bei der gleichzeitig die Makrogestalt des Werkzeuges erzeugt wird. Im Anschluss kann

dieses durch eine gezielte Präparation der Schneidkante hinsichtlich der Leistungsfähigkeit signifikant verbessert werden [2, 7]. Vor allem die mechanischen Verfahren, wie das Strahlspanen, das Schleppschleifen und das Bürsten, haben sich im industriellen Umfeld etabliert. Meist ist zur Erfüllung höchster Leistungsfähigkeiten ein Kompromiss zwischen der Wirtschaftlichkeit des Präparationsverfahrens und der maximal möglichen Verbesserung des Einsatzverhaltens erforderlich. Aus Kostensicht stellen bei den etablierten Verfahren, welche meist auf externen Maschinen erfolgen und manueller bzw. teilautomatisierter Natur sind, die Beschaffung eines separaten Maschinensystems sowie durch das meist erforderliche Werkzeughandling beachtliche Kostentreiber dar. Diese lassen sich nur selten effizient und mit ausreichendem Amortisierungsgrad auf die Herstellungskosten umlegen. Auch Ansätze zum automatischen Be- und Entladen der externen Präparationsmaschinen durch Roboter sind möglich, aber meist aufgrund kleiner Char-

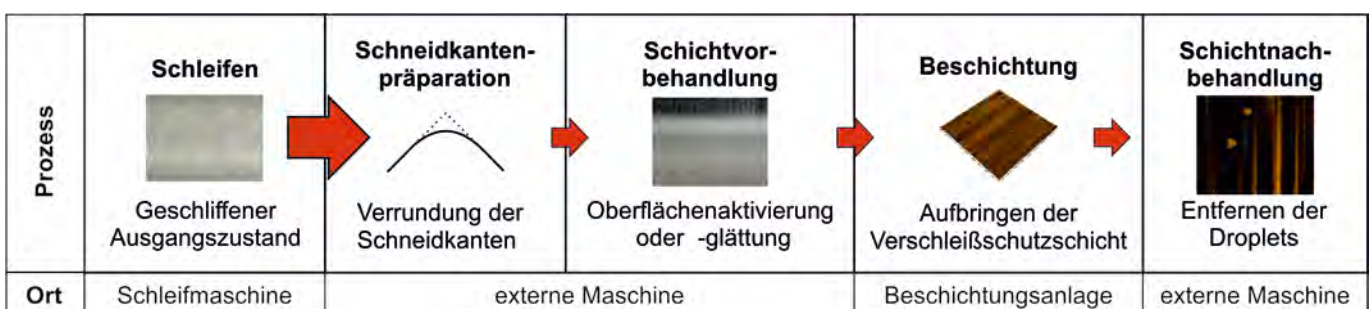


Abbildung 1: Prozessfolgen in der Herstellungskette von VHM-Werkzeugen (nach [5])

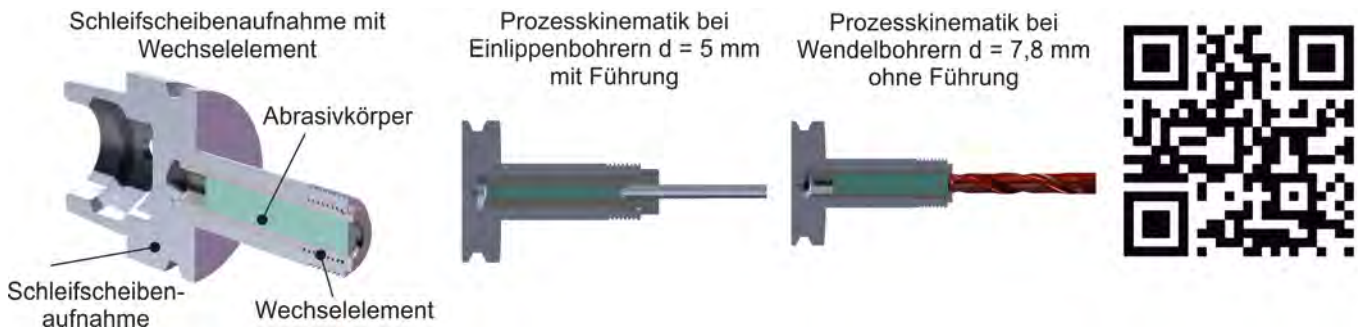


Abbildung 2: Integration der Werkzeugpräparation auf Werkzeugschleifmaschinen durch [Tool]Prep

gen und hoher Variantenvielfalt nicht wirtschaftlich umsetzbar. Somit ergeben sich insbesondere für kleine und mittelständige Unternehmen wirtschaftliche Herausforderungen, die die Integration einer Schneidkantenpräparation verhindern.

Motiviert durch diese Tatsache ist am Institut für Spanende Fertigung (ISF) ein Verfahren entwickelt worden, welches als Alternative zu den oben beschriebenen Prozessen eingesetzt werden kann. Das als [Tool]Prep bezeichnete Verfahren ist ein Schneidkantenpräparationsprozess, welcher sich flexibel in unterschiedliche Werkzeugschleifmaschinen integrieren lässt und somit effizient in bestehende Prozessketten aufgenommen werden kann. [Tool]Prep wird im Folgenden vorgestellt und Präparationsergebnisse anhand von Neuwerkzeugen und teilbeschichteten Nachschleifwerkzeugen präsentiert. Zum Abschluss wird das Einsatzverhalten von Einlippenbohrern in Vergütungsstahl vorgestellt. Hierbei erfolgt ein Vergleich von drei Werkzeugvarianten. Die Schneidkantenpräparation erfolgt durch [Tool]Prep sowie das robotergestützte Nassstrahlspanen. Ergänzend erfolgten Versuche mit einer Variante ohne Schneidkantenpräparation, um insbesondere das Potential des neuen Verfahrens am Beispiel der schwierig zu präparierenden Einlippentiefbohrwerkzeuge aufzuzeigen.

### Verfahrensentwicklung durch integrierte Schneidkantenpräparation auf Werkzeugschleifmaschinen

Die vorliegenden Untersuchungen zur integrierten Schneidkantenpräparation mittels [Tool]Prep erfolgten auf einer Werkzeugschleifmaschine der Firma Alfred H. Schütte GmbH & Co. KG Typ 305 micro. Die hohe Flexibilität, einfache Programmierung und Universalität des Verfahrens ermöglicht jedoch eine einfache Integration in andere Werkzeugschleifmaschinen, ohne einen nennenswerten Investitionsaufwand zu generieren.

Die Untersuchungen von Biermann et al. [1], Brodbeck [4] und Effgen [6] haben gezeigt, dass durch die Bearbeitung von und mit elastischen Schleifscheibenbelägen eine Präparation der Schneidkante möglich ist. Bei der von Biermann et al. [1] und Effgen [6] untersuchten Verwendung von Polierschleifscheiben zur Beeinflussung der Schneidkantenverrundung ist vor allem die Komplexität des Verfahrens und die zum Teil mangelnde Reproduzierbarkeit der Präparation als Nachteil zu nennen. Des Weiteren besteht die Gefahr einer irreparablen Schädigung des Schleifscheibenbelags bei einer unzureichend genauen Detektion der Schneidkante des Zerspanungswerkzeuges. Im Gegensatz dazu präsentiert Brodbeck [4] in seinen Untersuchungen einen Ansatz, bei dem durch die Zerspanung eines elastisch gebundenen Abrasivkörpers eine Verrundung der Werkzeugschneide erzielt wird.

Allerdings kommt es prozessbedingt zu einer starken Verrundung der Schneidenecke am Werkzeug, die in Abhängigkeit vom Anwendungsfall als nachteilig für das Einsatzverhalten des Zerspanungswerkzeugs gesehen werden kann. Des Weiteren besteht die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Neukonditionierung des Abrasivkörpers und somit einer ineffizienten Ausnutzung des elastisch gebundenen Abrasivbelags. Bedingt durch die Restriktionen der bisherigen Verfahren erfolgte am ISF eine Prozessentwicklung mit dem Ziel eines flexibel zu integrierenden Schneidkantenpräparationsprozesses von Schaftwerkzeugen mittels kosteneffizienter Zerspanung von elastisch gebundenen Abrasivkörpern. Weitere Anforderungen bestehen in der Einsetzbarkeit des Verfahrens, auch für nachgeschliffene und teilbeschichtete Schaftwerkzeuge.

Erreicht wird dies durch die Implementierung eines austauschbaren Wechselements innerhalb eines Schleifdorns (siehe Abbildung 2). Durch die Zerspanung des im Wechselement enthaltenen Abrasivkörpers wird ein gezielter Materialabtrag der im Zerspanungsprozess in Kontakt stehenden Werkzeugschneiden erreicht, die in einer Verrundung der Schneidkante resultiert. Durch die Anpassung des Abrasivkörperdurchmessers ist eine Abstimmung an den zu bearbeitenden Werkzeugdurchmessers unproblematisch möglich. Des Weiteren kann die Präparation sowohl

mit Verrundung der Schneidenecke als auch ohne, je nach individuellem Wunsch, ermöglicht werden. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt den Präparationsprozess am Beispiel eines Einlippentiefbohrwerkzeugs sowie die geplanten Varianten.

Zur Integration des Präparationsverfahrens in bestehende Prozessketten wurde eine Funktionalisierung der Schleifscheibenaufnahme bzw. des Schleifdorns vorgenommen. Bisher eingesetzte Schleifscheibenaufnahmen weisen keinerlei Funktionselemente im Bereich des Dorns auf. Eine massive Ausführung des Dorns ist in den meisten Fällen nicht erforderlich. Das Wechselement wird in dem Schleifdorn montiert und kann somit für eine prozessnahe Präparation verwendet werden. Das entwickelte Verfahren bietet dadurch eine günstige Situation, um direkt im Anschluss an die Herstellung des Stirnanschliffes die Schneidkantenpräparation durchzuführen. Bedingt durch die genauere Abstimmung des Stabdurchmessers an den Werkzeugdurchmesser erfolgt die Präparation nahezu ausschließlich im Bereich der Schneidkanten. Die bereits bei anderen Schneidkantenpräparationsverfahren festgestellte übermäßige Verrundung der Schneidenecke und der Nebenschneiden wird durch diese Maßnahme vermieden.

Aus Abbildung 3 sind Ergebnisse zur Schneidkantenpräparation mittels [Tool]Prep zu entnehmen. Im Rahmen der Untersuchungen wurden iterative Versuche durchgeführt, um ein geeignetes Prozesswissen aufzubauen. Resultierend hieraus ergaben sich die im Folgenden dargestellten zielführenden Prozessparameter, die u.a. einen im Vergleich zur Verrundungsgröße verhältnismäßig großen Vorschub von  $f = 80 \mu\text{m}$  beinhalten.

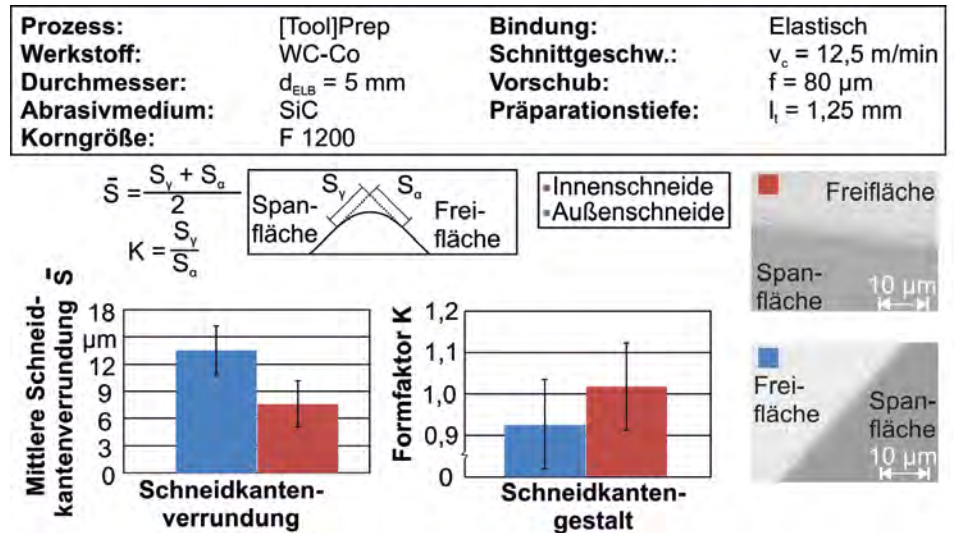


Abbildung 3: Ergebnisse der Schneidkantenpräparation mittels [Tool]Prep

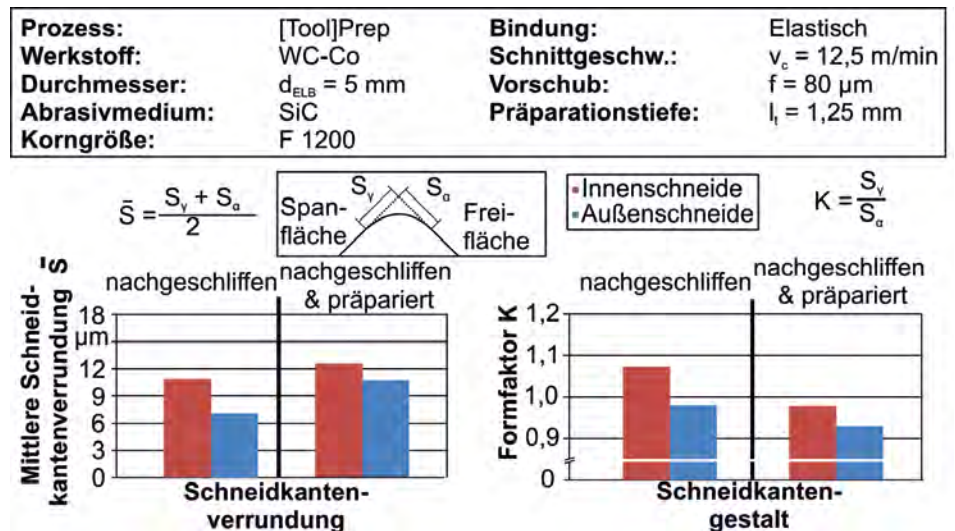


Abbildung 4: Einfluss der Schneidkantenpräparation mittels [Tool]Prep auf nachgeschliffene und teilbeschichtete Schaftwerkzeuge

Wie in Abbildung 3 zu erkennen, ist eine Präparation mittels [Tool]Prep ohne weiteres möglich. Im schiffscharfen Initialzustand wiesen die Werkzeugschneiden erhebliche Defekte auf und eine mittlere Schneidkantenverrundung von  $\bar{S} \approx 4 \dots 7 \mu\text{m}$ . Wie anhand der rasterelektronenmikroskopischen (REM) Aufnahmen zu erkennen ist, lässt sich durch den Präparationsprozess eine homogene Schneidkante herstellen. Die Schneidkantenausbrüche im geschliffenen Zustand verursachen eine hohe Kantenschartigkeit, die sich sowohl beim nachfolgenden Beschichten als auch bei dem späteren Einsatz als ungünstig erweist. Die Auswertung der Schneidkanten der Innen- und Außenschneide im unbeschichte-

ten Zustand zeigen, dass es hinsichtlich der Schneidkantenverrundung zu Unterschieden kommt. Ursächlich sind hierfür unterschiedliche Wirkmechanismen. Zum einen liegen, wie bei allen Bohrverfahren mit Vollbohrwerkzeugen, unterschiedliche Schnittgeschwindigkeitsverhältnisse entlang der Außen- und der Innenschneide vor. Als Begründung hierfür lässt sich das elastische Verformungsverhalten heranziehen, welches insbesondere durch den typischen Bohrungsgrund von Einlippentiefbohrwerkzeugen verstärkt wird. Dies führt zu veränderten Abtrags- und Zerspanungsmechanismen und resultiert in einem variierenden Abtrag an den Schneidkanten.

<b>Prozess:</b>	[Tool]Prep	<b>Bindung:</b>	Elastisch
<b>Werkstoff:</b>	WC-Co, HC	<b>Schnittgeschw.:</b>	$v_c = 12,5 \text{ m/min}$
<b>Durchmesser:</b>	$d_{ELB} = 5 \text{ mm}$	<b>Vorschub:</b>	$f = 80 \text{ }\mu\text{m}$
<b>Abrasivmedium:</b>	SiC	<b>Präparationstiefe:</b>	$l_t = 1,25 \text{ mm}$
<b>Korngröße:</b>	F 1200		

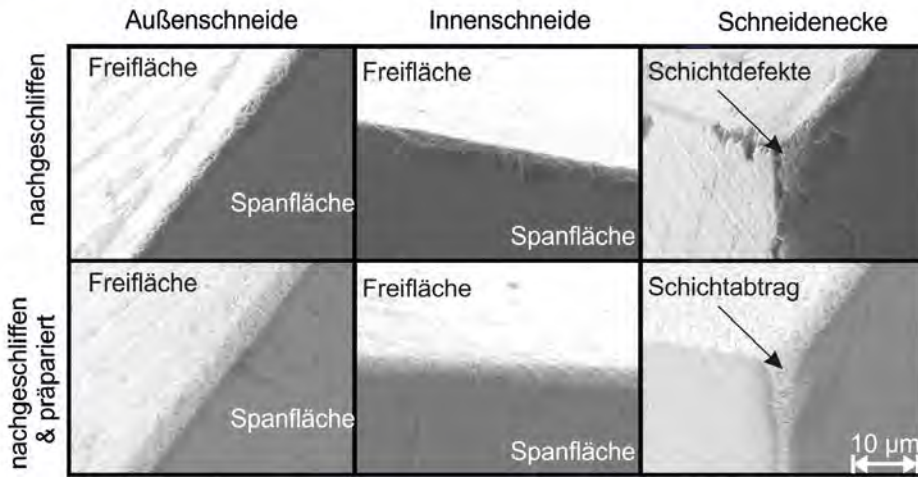


Abbildung 5: Gegenüberstellung der Schneidenqualität nachgeschliffener Werkzeuge im schliffscharfen und präparierten Zustand mittels [Tool]Prep

### Schneidkantenpräparation nachgeschliffener und teilbeschichteter Schaftwerkzeuge mittels [Tool]Prep

Neben der Schneidkantenpräparation an neuen Tiefbohrwerkzeugen stellt insbesondere die gezielte Einstellung der Schneidkantenverrundung bei nachgeschliffenen und somit teilbeschichteten Werkzeugen einen besonderen Stellenwert dar. Diese Notwendigkeit wird durch den Anspruch einer ressourceneffizienten Verwendung von Vollhartmetallwerkzeugen und bisher nicht umsetzbarer Optimierungsmaßnahmen an nachgeschliffenen Werkzeugen bestärkt. Auch für diesen Anwendungsfall konnte [Tool]Prep validiert werden (siehe Abbildung 4).

Im Vergleich zu unbeschichteten Neuwerkzeugen weisen die nachgeschliffenen Werkzeuge im unpräparierten Zustand bereits eine deutlich größere Verrundung der Schneidkante auf. Aufgrund der Teilbeschichtung angrenzender Funktionsflächen (Spanfläche) kommt es nahe der Schneidkante zu Abplatzungen der Beschichtung und somit zu messbaren Defekten an der Schneidkante. Zur zusätzlichen Analyse und Auswertung der Schneidenqualität werden

weitere rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen herangezogen (siehe Abbildung 5). Diese verdeutlichen, dass der Unterschied der Schneidkantenverrundung qualitativ deutlich größer ausfällt als dies durch die Messergebnisse der Streifenlichtmikroskopie verdeutlicht wird. Diese Diskrepanz ist auf die unterschiedliche Belichtung der Flächen und die daraus resultierende Überbelichtung der Schneidkante zurückzuführen. Bedingt durch diese Erkenntnis ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Schneidkantenverrundung nach dem Nachschleifen nicht valide sind, da die Schneidkante bei qualitativer Betrachtung einen deutlich schärferen Eindruck vermittelt.

Durch die Schneidkantenpräparation mit [Tool]Prep werden die Schichtdefekte entfernt, und es bildet sich auch beim nachgeschliffenen Werkzeug eine homogene Schneidkante aus (siehe Abbildung 5). Auf Basis dieser Erkenntnisse lässt sich die Qualität der Schneidkante nach der Präparation durch [Tool]Prep als günstiger gegenüber unpräparierten Werkzeugen beschreiben. Die REM-Aufnahmen zeigen,

dass bedingt durch das Aufmaß von  $d_{Auf} = 0,4 \text{ mm}$  eine Beeinflussung der Schneidenecke des Tiefbohrwerkzeuges resultiert und diese verrundet wird. Insgesamt werden die durch das Nachschleifen bedingten Schichtdefekte eliminiert und die bereits vorher beschädigte Beschichtung abgetragen. Dieser Effekt ist aufgrund der längeren und konstanten Eingriffssituation an der Nebenschneide deutlich stärker ausgeprägt als an der Außen- und Innenschneide. An diesen beiden Schneidteilen ist die Beeinflussung des Schichtabtrags durch das verwendete Verfahren als gering einzustufen. Die Abrasivwirkung der in den elastischen Abrasivkörper eingebetteten SiC-Partikel resultieren in einem Schichtabtrag an den Schneidkanten von ca.  $5 \text{ }\mu\text{m}$ . Somit liegt dieser deutlich unterhalb der Spannungsdicke regulärer Tiefbohrprozesse mit diesem Durchmesser. Analog zu den Ergebnissen an Werkzeugen im Neuzustand zeigt sich auch bei den teilbeschichteten Werkzeugen, dass an der Innenschneide ein verminderter Materialabtrag stattfindet. Dies ist plausibel, da sich an der verwendeten Kinematik keinerlei Änderung ergeben hat. Neben der Möglichkeit des direkten Einsatzes solcher präparierter Werkzeuge ergeben sich auch bei eventuell erforderlichen Nachbeschichtungsprozessen ohne vorherige Entschichtung bedeutende Vorteile hinsichtlich der Schneidenqualität.

Die Untersuchungen zeigen zusätzlich, dass es durch dieses Verfahren möglich ist, eine Schneidkantenpräparation an teilbeschichteten Werkzeugen durchzuführen. Die Ergebnisse, insbesondere der nachgeschliffenen Werkzeuge, zeigen, dass aufgrund der resultierenden Beeinflussung der Nebenschneide und der Schneidenecke Anpassungen des Prozesses notwendig sind. Diese Maßnahmen sind durch eine genauere Abstimmung des zu zerspanenden Stabdurchmessers möglich. Im Rahmen von nachfolgenden Einsatzversuchen ist zu klären,

<b>Prozess:</b>	Tiefbohren	<b>Beschichtung:</b>	PVD-optimiert	<b>Schnittgeschw.:</b>	$v_c = 65 \text{ m/min}$	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></div> Bohrmoment <math>M_B</math> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> Vorschubkraft <math>F_z</math> </div>
<b>Prozessstrategie:</b>	Pilotbohrung	<b>Anschliff:</b>	40/30 (Standard)	<b>Vorschub:</b>	$f = 29 \mu\text{m}$	
<b>Durchmesser:</b>	$d_{ELB} = 5 \text{ mm}$	<b>Öltaschentiefe:</b>	100 $\mu\text{m}$ (Standard)	<b>Kühlschmierstoff:</b>	Tiefbohröl	
<b>Werkstoff:</b>	50CrMo4	<b>Schneidstoff:</b>	WC-Co, HC	<b>KSS-Druck:</b>	$p_{KSS} = 80 \text{ bar}$	

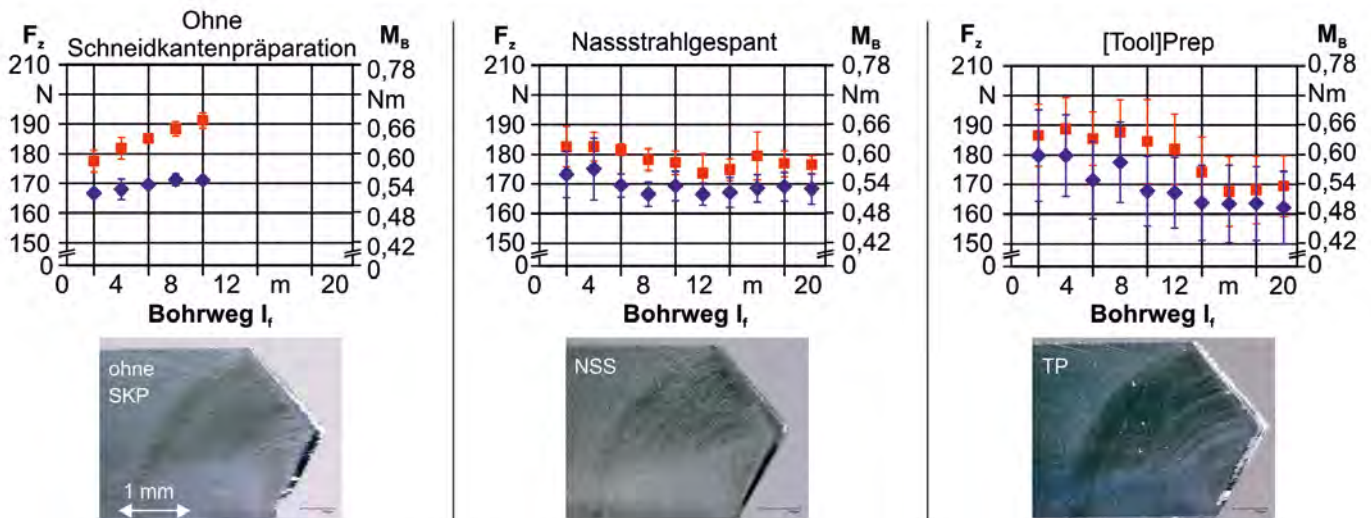


Abbildung 6: Einfluss der Schneidkantenpräparation auf die mechanischen Werkzeugbelastungen

welchen Einfluss eine ungleichmäßige Verformung der Innen- und Außenschneide auf das Einsatzverhalten hat.

### Einsatzvalidierung präparierter

#### Einlippentiefbohrwerkzeuge

Zur Einsatzvalidierung von [Tool]Prep erfolgen Tiefbohruntersuchungen im Vergütungsstahl 50CrMo4. Hierfür wurden Werkzeuge ohne Schneidkantenpräparation (ohne SKP) mit Werkzeugen verglichen, die sowohl durch das konventionelle Nassstrahlspanen als auch durch [Tool]Prep präpariert wurden. Zur Bewertung des Einsatzverhaltens der Werkzeuge erfolgt eine Gegenüberstellung der Prozesskräfte, der Bohrungsgüte, der Spanbildung als auch des Verschleißverhaltens.

Hinsichtlich der ermittelten mechanischen Belastungen ergeben sich nur geringfügige Unterschiede (Abbildung 6). Alle Werkzeuge liegen auf einem vergleichbaren Niveau. Auffällig ist jedoch, dass mit fortschreitendem Bohrweg  $l_f$  die mechanischen Belastungen der unpräparierten Werkzeuge einen linearen Anstieg aufweisen. Dies lässt sich durch den an der Innenschneide resultierenden Kerbverschleiß be-

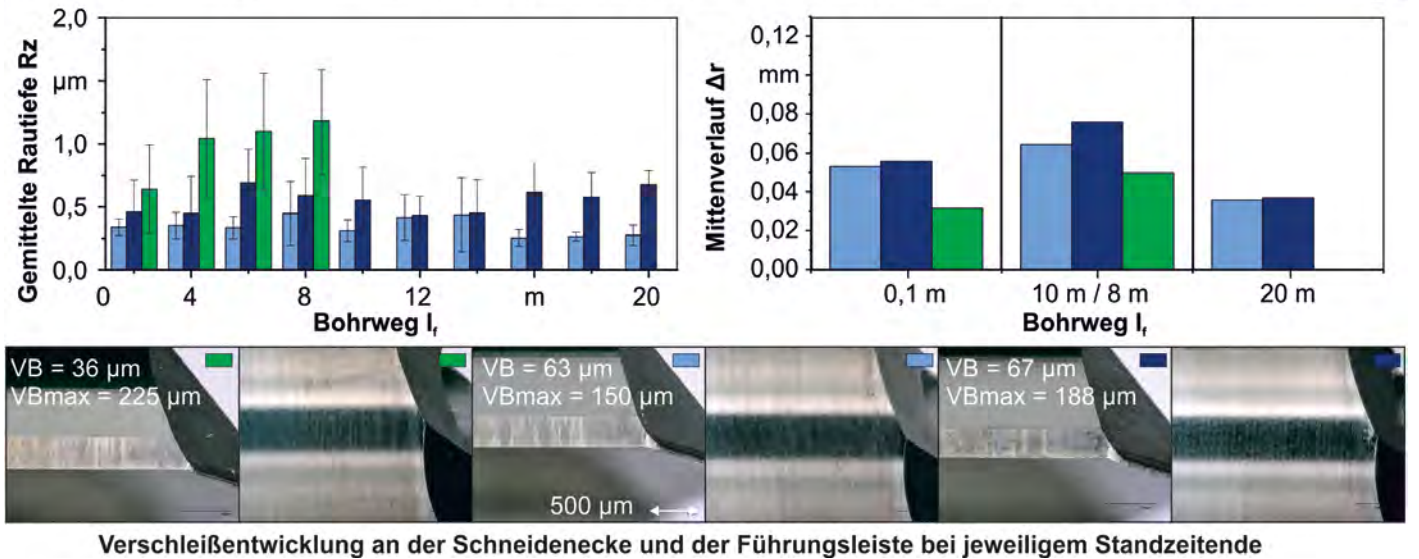
gründen, welcher sich möglicherweise auf die fehlende Schneidenstabilität oder sich verklemmende Späne zurückführen lässt. Bei den präparierten Werkzeugen zeigt sich hingegen, dass es ab einem Bohrweg  $l_f = 10 \text{ m}$  zu einer Reduzierung der mechanischen Belastungen kommt. Hinsichtlich der ermittelten Bohrmomente  $M_B$  bleiben alle Werkzeuge auf einem vergleichbaren Niveau, weshalb hier kein eindeutiger Trend in Bezug auf die Schneideneckenverrundung getroffen werden kann. Zur Beschreibung und Analyse des Verschleißverhaltens erfolgt daher eine separate Betrachtung der Verschleißerscheinungen an der Schneidenecke, bei der gleichzeitig die erzeugten Bohrungsgüten berücksichtigt werden.

Die Schneidenecke ist zusammen mit der Führungsleiste maßgeblich für die erzeugbare Bohrungsgüte von Relevanz. Daher erfolgt im Folgenden eine Gegenüberstellung der unterschiedlich präparierten Tiefbohrwerkzeuge in Bezug auf die erzeugbaren Bohrungsgüten (siehe Abbildung 7).

Es ist ersichtlich, dass hinsichtlich der erzeugbaren Bohrungsgüte ebenfalls nur geringfügige Unterschiede feststellbar sind.

Lediglich das unpräparierte Werkzeug fällt durch eine erhöhte gemittelte Rautiefe  $R_z$  auf. Bei den übrigen Kennwerten verhalten sich die Werkzeuge nahezu identisch, weshalb sich keine eindeutige Tendenz oder Empfehlung ableiten lässt. Die Versuche der unpräparierten, schliffscharfen Werkzeuge müssen bereits vor der Hälfte der Standzeituntersuchungen abgebrochen werden. Ursächlich hierfür ist das bereits zuvor beschriebene Verschleißverhalten durch einen Kerbverschleiß an der Innenschneide des Tiefbohrwerkzeuges. Bedingt durch diesen Ausbruch an der Innenschneide ist auch die hohe maximale Verschleißmarkenbreite  $VB_{max}$  zu erklären. Die Auswertung des Verschleißverhaltens an der Schneidenecke zeigt hingegen, dass die Schneideneckenverrundung nur einen geringeren Einfluss auf die Bohrungsgüte hat. Ersichtlich ist dies daran, dass der Schneideneckenverschleiß bei den an der Schneidkante präparierten Werkzeugen deutlich größer ist, aber dennoch bessere Oberflächengüten erzeugt werden. Die insgesamt als sehr gute Oberflächen zu beschreibenden Rauheitskennwerte der erzeugten Bohrungen werden daher offenbar hauptsächlich durch

<b>Prozess:</b>	Tiefbohren	<b>Beschichtung:</b>	PVD-optimiert	<b>Schnittgeschw.:</b>	$v_c = 65 \text{ m/min}$	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="color: green;">■</span> Schliffscharf                 <span style="color: lightblue;">■</span> Nassstrahlgespant                 <span style="color: darkblue;">■</span> [Tool]Prep             </div>
<b>Prozessstrategie:</b>	Pilotbohrung	<b>Anschliff:</b>	40/30 (Standard)	<b>Vorschub:</b>	$f = 29 \text{ } \mu\text{m}$	
<b>Durchmesser:</b>	$d_{ELB} = 5 \text{ mm}$	<b>Öltaschentiefe:</b>	100 $\mu\text{m}$ (Standard)	<b>Kühlschmierstoff:</b>	Tiefbohröl	
<b>Werkstoff:</b>	50CrMo4	<b>Schneidstoff:</b>	WC-Co, HC	<b>KSS-Druck:</b>	$p_{KSS} = 80 \text{ bar}$	



Verschleißentwicklung an der Schneidenecke und der Führungsleiste bei jeweiligem Standzeitende

Abbildung 7: Beeinflussung der Bohrungsgüte in Bezug auf die Schneidkantenpräparation

<b>Prozess:</b>	Tiefbohren	<b>Beschichtung:</b>	PVD-optimiert	<b>Schnittgeschw.:</b>	$v_c = 65 \text{ m/min}$	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="color: lightblue;">■</span> Nassstrahlgespant                 <span style="color: darkblue;">■</span> [Tool]Prep             </div>
<b>Prozessstrategie:</b>	Pilotbohrung	<b>Anschliff:</b>	40/30 (Standard)	<b>Vorschub:</b>	$f = 29 \text{ } \mu\text{m}$	
<b>Durchmesser:</b>	$d_{ELB} = 5 \text{ mm}$	<b>Öltaschentiefe:</b>	100 $\mu\text{m}$ (Standard)	<b>Kühlschmierstoff:</b>	Tiefbohröl	
<b>Werkstoff:</b>	50CrMo4	<b>Schneidstoff:</b>	WC-Co, HC	<b>KSS-Druck:</b>	$p_{KSS} = 80 \text{ bar}$	

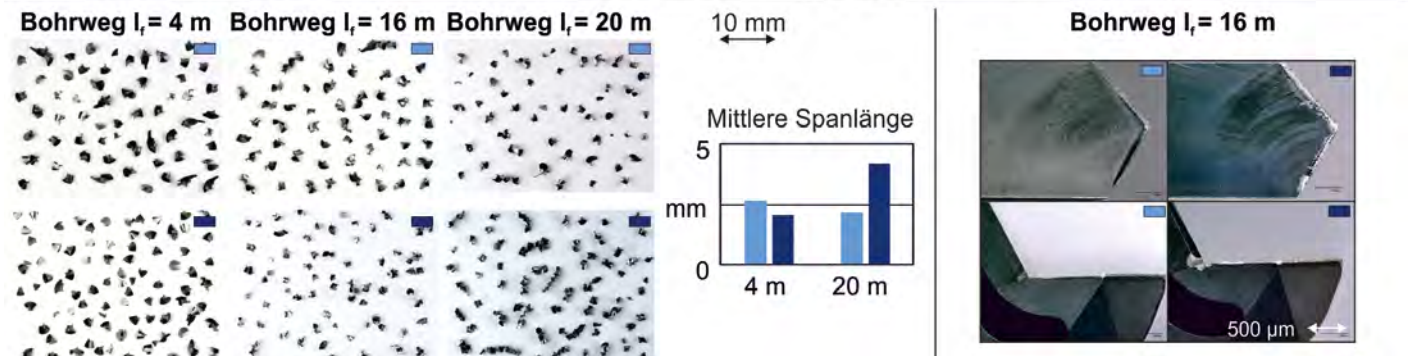


Abbildung 8: Beeinflussung der Spanbildung und des Verschleißverhaltens durch die Schneidkantenpräparation

die zusätzlich beeinflusste Verrundung des Übergangs zwischen Stirn- und Umfangsfläche beeinflusst [3]. Aufgrund der Ausführung als VHM-Werkzeug lassen sich durch alle verwendeten Varianten sehr geringe Mittenverläufe feststellen. Die Bohrungsrundheit  $T_k$  und die Durchmesserabweichung  $\Delta d$  liegen ebenfalls in sehr guten Bereichen. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse lassen sich diese nach dem ISO-Toleranzsystem den Klassen IT 6...8 zuordnen.

Neben der Analyse der Bohrungsgüte erfolgten zur Bewertung der Beeinflussung des Prozessverhaltens zusätzliche Untersuchungen der Spanbildung und des Span- und Freiflächenverschleißes sowie der Aufbauschneidenbildung. Die Auswertungen in Abbildung 8 zeigen, dass sich ein geringfügiger Unterschied hinsichtlich der Spanbildung bei den präparierten Werkzeugen ergibt.

Insgesamt lassen sich die erzeugten Späne jedoch als unkritisch bewerten, da es in den meisten Fällen kurze Bruchspäne sind. Lediglich bei einem Bohrweg  $l_f = 20 \text{ m}$  treten bei dem durch [Tool]Prep präparierten Werkzeug vereinzelt längere Späne auf. Dies kann durch die Änderung des effektiven Spanwinkels begründet werden, da auch die Aufbauschneidenbildung bei diesem Standweg zunimmt. Daher ist in diesem Fall davon auszugehen, dass es sich um einen Einfluss der sich zyklisch entwickelnden und abbrechenden Aufbauschneide handelt.

## Zusammenfassung

Das übergeordnete Ziel der vorgestellten Untersuchungen war die Entwicklung eines Verfahrens zur kosteneffizienten Schneidkantenpräparation für Schaftwerkzeuge auf Werkzeugschleifmaschinen. Es konnte gezeigt werden, dass durch die Zerspannung eines elastisch gebundenen Abrasivkörpers eine reproduzierbare Schneidkantenpräparation erfolgt und durch die Abstimmung des Abrasivkörpers auf den Werkzeugdurchmesser eine Verrundung der Schneidenecke der Werkzeuge vermeidbar ist. Des Weiteren konnte erfolgreich die Präparation teilbeschichteter bzw. nachgeschliffener Werkzeuge durch das neu entwickelte Verfahren nachgewiesen werden. Die Einsatzversuche am Beispiel von Einlippentiefbohrwerkzeugen haben gezeigt, dass durch die Verwendung von [Tool]Prep eine deutliche Leistungssteigerung im Vergleich zu unpräparierten Werkzeugen erzielt wird. Anhand des Vergleiches zu den konventionell nassstrahlgespannten Werkzeugen konnten nur marginale Unterschiede der Leistungsfähigkeit der Einlippentiefbohrwerkzeuge erkannt werden. Aufgrund deutlich geringerer Anschaffungs- und Betriebskosten sowie der einfachen Prozessführung und flexiblen Integration in verschiedene Werkzeugschleifmaschinen beweist das [Tool]Prep-Verfahren ein hohes Potenzial und bietet vor allem kleinen und mittelständigen Unternehmen erstmals die Möglichkeit einer äußerst kosteneffizienten Schneidkantenpräparation.

## Anmerkung

Das vorgestellte Verfahren sowie der Prototyp zur Implementierung in Werkzeugschleifmaschinen und weitere interessante Themen zum Schleifen und der Werkzeugpräparation kann am Stand des Instituts für Spanende Fertigung (ISF) der Technischen Universität Dortmund in Halle 1C,

Stand 1908, kennengelernt werden. Gerne laden wir Sie auch zum Besuch des Vortrages im GrindTec-Forum oder der Webseite [www.tool-prep.com](http://www.tool-prep.com) ein. ■

## AUTOREN

**Dipl.-Ing. Timo Bathe**

**Alexander Ott M.Sc.**

**Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dirk Biermann**

## LITERATUR

[1] Biermann, D.; Wolf, M.; Abmuth R.; Kipp M.: Der letzte Schliff formt die Mikrogestalt. Neue Potenziale in der Schneidkantenpräparation mittels elastisch gebundener Diamantschleifscheiben. FORUM Schneidwerkzeug- und Schleiftechnik, 26 (2013) 2, S. 76–83

[2] Biermann, D.; Abmuth, R.; Wolf, M.: Tiefbohren mit präparierten Einlippenbohrern. WB Werkstatt + Betrieb, (2013) 12, S. 62–66

[3] Biermann, D.; Bathe, T.; Spaetling, F.: Gezielte Beeinflussung der Werkzeuggestalt und Schichttopographie durch lokales Polierschleifen. Diamond Business, (2019) 4, S. 46–52

[4] Brodbeck, J.; Rothenaicher, S.; Biermann, D.; Heymann, T.; Wolf, M.: Mit elastisch gebundenen Scheiben die Kanten verrunden. Drillpolishen als neuartiges Kantenpräparationsverfahren. WB Werkstatt + Betrieb, 147 (2014) 1/2, S. 84–87

[5] Byrne, G.; Dornfeld, D.; Denkena, B.: Advancing Cutting Technology. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 52 (2003) 2, S. 483–507. doi:10.1016/S0007-8506(07)60200-5

[6] Effgen, C.: Schneidkantenpräparation mit elastisch gebundenen Schleifwerkzeugen. Dissertation. Produktionstechnische Berichte aus dem FBK, 2018, Band 1, Kaiserslautern 2018

[7] Wolf, M.: Abstimmung der Präparationsprozesse in der Herstellungskette von PVD-beschichteten Vollhartmetall-Wendelbohrern. Technische Universität Dortmund 2019



FÜR SIE.  
FÜR IHR UNTERNEHMEN.  
FÜR UNSER HANDWERK!

# SERVICE BILDUNG MARKETING

Hochspezialisiert und umfassend informiert: Unsere Mitgliedsbetriebe haben Zugang zu einem breiten Spektrum an Fachwissen.

**BESUCHEN SIE UNS AUF  
DER GRINDTEC 2020!**

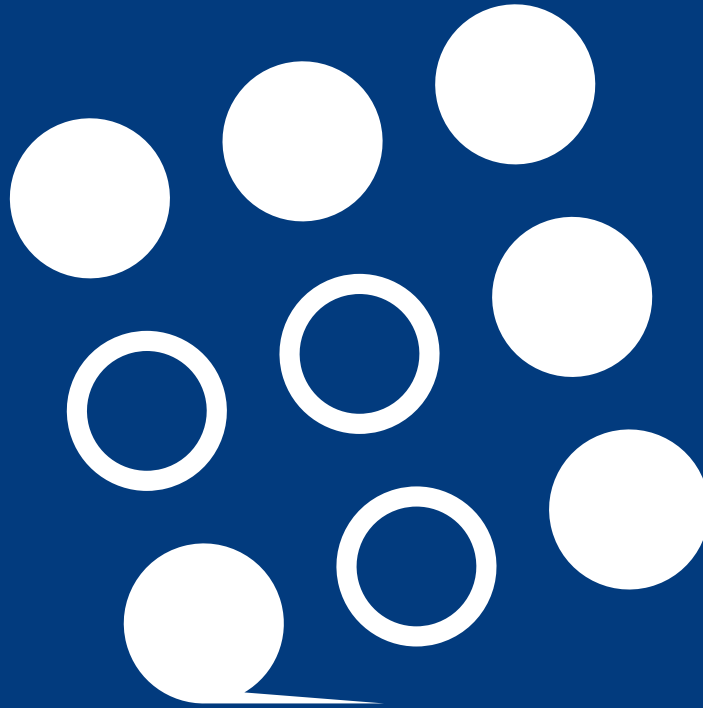
Halle TC, Stand 101



MEHR ERFAHREN  
[fdpw.de](http://fdpw.de)



# Willkommen in der Arbeitswelt von morgen.



Besuchen Sie uns!  
GrindTec 2020  
Foyer des Tagungscenters

## Rumhängern war gestern. Heute ist Teams!

Microsoft Teams ermöglicht den zeitgleichen, zentralisierten Zugriff auf Nachrichten, Chats, Dateien, Notizen und Aufgaben. Von jedem Ort, zu jeder Zeit mit jedem Gerät!

Erhalten Sie noch heute Ihre **kostenlose Testlizenz**  
unter [ms-teams@digitalbuero-limburg.de](mailto:ms-teams@digitalbuero-limburg.de) oder  
besuchen Sie uns auf der GrindTec 2020 im Foyer des Tagungscenters.

**Mehr Informationen** unter  
[digitalbuero-limburg.de/teams](http://digitalbuero-limburg.de/teams) oder telefonisch unter +49 6431 49 79 790

digitalbuero-limburg.de  
Microsoft Partner