

# Neue Mischkeramiksorte für das Hartdrehen

Autor: Johannes Schneider, CeramTec AG

Bei der Endbearbeitung von harten Werkstoffen, z.B. von Einsatz- und Vergütungsstählen im Bereich von 58-62 HRC, hat sich das Hartdrehen aufgrund seiner Flexibilität und wirtschaftlicher Vorteile als Bearbeitungsverfahren etabliert. Elemente aus der Antriebstechnik wie Zahnräder, Wellen und Getriebeteile aber auch Großbauteile wie Lagerringe für den Großanlagenbau werden in steigendem Maß durch Hartdrehen bearbeitet. Dabei kann in vielen Anwendungen das Schleifen substituiert werden oder es wird zumindest das Aufmaß vor dem finalen Schleifen durch ein Vordrehen im harten Zustand wesentlich verringert.

## Merkmale des Fertigungsverfahrens Hartdrehen

Neben den Funktionsanforderungen an das Bauteil und seiner Gestalt sind vor allem die geforderten Toleranzen und Oberflächengüten ausschlaggebend, in welchem Umfang bisherige Schleifoperationen durch das Hartdrehen substituiert werden können. Im allgemeinen können Maßtoleranzen nach IT6 (in Einzelfällen auch IT5) und Oberflächengüten im Bereich  $Rz \leq 4 \mu\text{m}$  durch das Hartdrehen erzielt werden.

Ein Vorteil des Hartdrehens liegt darin, dass der Drehprozess eine höhere Flexibilität als das Schleifen aufweist. So können beispielsweise Außen- und Innenbearbeitungen auf nur einer Dreh-

maschine erledigt werden. Mehrere Bearbeitungsoperationen lassen sich in eine Aufspannung integrieren, was die Gesamtbearbeitungs- sowie die Durchlaufzeiten gegenüber dem alternativen Fertigungsverfahren auf der Basis des Schleifens reduziert. Die gesamte Prozesskette kann verkürzt werden. Damit kann der Gesamtinvestitionsaufwand hinsichtlich der notwendigen Maschinenausrüstung, Spannmittel und Werkzeugtechnologie deutlich verringert werden. Eine Verminderung der Spannpositionen wirkt sich außerdem auch in einer höheren Genauigkeit des gefertigten Bauteils aus. Dies gilt vor allem für Bauteile, bei denen verschiedene Flächen in ihrer Lagetoleranz zueinander toleriert sind, die beim Hartdrehen in ein

und derselben Spannung bearbeitet werden können.

Das Hartdrehen erlaubt auch eine größere Vielfalt der erzeugbaren Geometrieformen am Bauteil. Komplexe Konturen, Einstiche, Freistiche und Hinterschnitte können so mit verhältnismäßig geringem Werkzeugaufwand kostenoptimiert gefertigt werden. Ein weiterer Vorteil des Hartdrehens besteht darin, dass die anfallenden Späne sortenrein, also ohne zusätzliche Verunreinigung durch Korundbeimischungen, vorliegen. Damit werden die Kosten für die notwendige Späneentsorgung gesenkt und ihre Recyclefähigkeit verbessert. Zusätzliches Sparpotential liegt in der beim Hartdrehen möglichen Trockenbearbeitung und dem damit gegebenen Entfall der Kosten für die Beschaffung, Pflege und Entsorgung des Kühlschmiermittels.

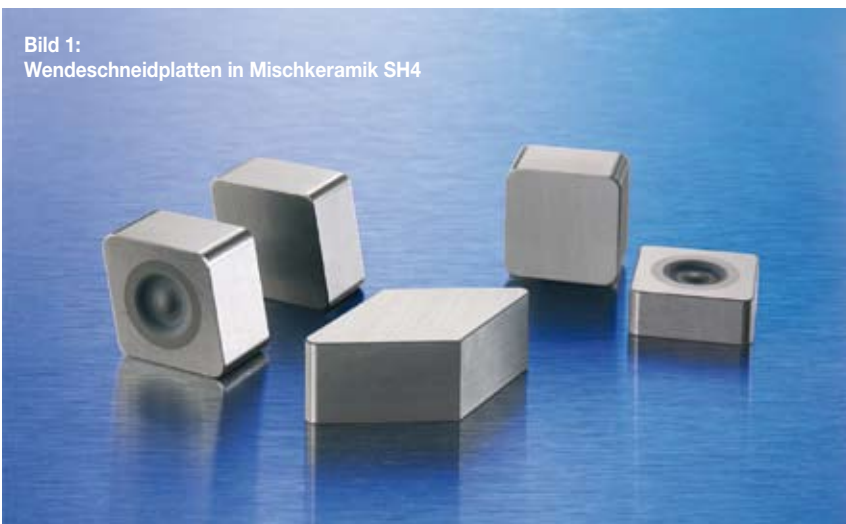
Diese kommt sinnvollerweise allerdings nur dann Betrachtung, wenn die kühlende Funktion des Mediums für die zu erzielende Werkstückgenauigkeit nicht gefordert ist.

Einen weiteren Vorteil des Hartdrehens stellt die Möglichkeit zur Bearbeitung von Hart-Weichübergängen am Werkstück dar. Solche partiell gehärteten Werkstücke stellen wegen der unterschiedlichen Werkstoffgefügeausprägungen in der Übergangszone eine besondere Herausforderung dar.

## Mischkeramik als Schneidstoff für das Hartdrehen

Für ein Endbearbeitungsverfahren ist generell eine hohe Verschleißbeständigkeit des Schneidstoffes und geringster Schneidkantenversatz gefordert, damit die ho-

Bild 1:  
Wendeschneidplatten in Mischkeramik SH4



hen Qualitätsanforderungen am Bauteil erfüllt werden können. Bei Hartdreheroperationen entstehen sehr hohe Zerspanntemperaturen an der Wirkstelle, der Span läuft rotglühend ab. Der Schneidstoff muss demzufolge eine außerordentlich hohe Härte und Warmhärte sowie eine hohe Druckfestigkeit und chemische Stabilität aufweisen. Ein und hoher Widerstand gegenüber Ausbröckeln oder Bruch der Schneide muss ebenfalls gegeben sein.

Die CeramTec AG stellt für dieses Anwendungsgebiet seine neuentwickelte Mischkeramiksorte SH4 vor. Ihr bevorzugtes Einsatzgebiet liegt beim Feindreihen gehärteter Stähle, z.B. von Einsatzstählen aber auch von Vergütungs- oder Kugellagerstählen mit Härten im Bereich 58 – 62 HRC im glatten bis leicht unterbrochenen Schnitt. Für diesen Anwendungsbereich gelten generell folgende Schnittdatenempfehlungen:

Schnittgeschwindigkeit  
 $v_c = 80 - 180 \text{ m/min}$ , Vorschub  
 $f = 0,1 - 0,3 \text{ mm}$ , Schnitttiefe  
 $a_p = 0,1 - 0,5 \text{ mm}$ .

Die tatsächlich einzustellende Schnittgeschwindigkeit wird dabei wesentlich vom vorliegenden Werkstoff und seiner Härte bestimmt. Die Schnitttiefen sind in der Regel durch das abzutragende Aufmaß festgelegt. Der Vorschub wird in Abhängigkeit von der geforderten Oberflächenqualität des Bauteils in Verbindung mit dem gewählten Eckenradius



der Wendeschneidplatte definiert. Vorschub und Schnitttiefe können im einzelnen Bearbeitungsfall wesentlich größer ausfallen, zum Beispiel beim Drehen von Übergangsbereichen „hart-weich“ oder beim Vordrehen zum Fertigschleifen. Das Produktprogramm der neuen Mischkeramiksorte deckt die gängigen Wendeschneidplattentypen und Fasenausführungen ab (s. Bild 1). Für noch höhere Stabilität sind jetzt erstmals auch Mischkeramik-Wendeschneidplatten für das IKS-PRO Spannsystem verfügbar. Dieses kraft- und formschlüssige Spannsystem ermöglicht durch die spezielle Geometrie der Spannmulde eine außerordentlich hohe Spannsicherheit. Die Nachteile der konventionellen Alternative der Wendeschneidplattenspannung über eine Befestigungsbohrung, die in jedem Fall den Grundkörper schwächt, werden vermieden und die Klemmkräfte keramikgerecht aufgenommen. Das Klemm-

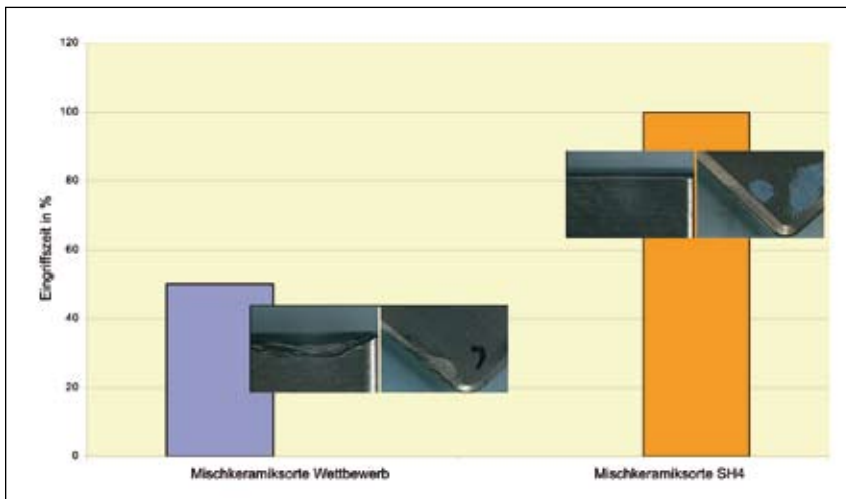
prinzip dieses Spannsystems verdeutlicht Bild 2.

### Die neue Mischkeramiksorte in der Praxis

Vorzugsweise im glatten bis leicht unterbrochenen Schnitt zeichnet sich die Neuentwicklung SH4 durch einen ausgezeichneten Widerstand gegenüber Kolk- und Freiflächenverschleiß sowie durch eine besonders hohe Schneidkantenstabilität aus.

Dieses zeigt sich deutlich im Vergleich der Schneidzustände und der erreichten Eingriffszeiten am Beispiel in Bild 3. Hier werden Kolben aus 17CrNiMo6, Härte 62 HRC vorgedreht zum Fertigschleifen bei einer Schnittgeschwindigkeit  $v_c = 160 \text{ m/min}$ , Vorschub  $f$  bis  $0,6 \text{ mm}$  und Schnitttiefe  $a_p = 0,40 \text{ mm}$ , Eingriffszeit pro Schnitt  $7,6 \text{ min}$ . Mit der vorher verwendeten Vergleichssorte konnte unter dieser erheblichen mechanischen und thermischen Belastung max. ein Werkstück je Schneide bearbeitet werden, bevor die Schneide durch Ausbrechen ausfiel. Mit der neuen Mischkeramiksorte konnten dagegen zwei Werkstücke mit absolut intakter Schneide bearbeitet werden. Die Zuverlässigkeit und Prozesssicherheit der Bearbeitung wurde damit erheblich gesteigert.

In Verbindung mit optimierten Fasenausführungen lassen sich mit dieser Mischkeramiksorte auch die fertigungstechnisch



**Bild 3: Schneidkantenstabilität der neuen Mischkeramiksorte**

besonders anspruchsvollen Hart-Weichübergänge sicher bearbeiten. Diese sind z.B. an gehärteten Bauteilen dort zu finden, wo partiell gehärtete Zonen in das weiche Grundmaterial auslaufen und diese Übergangszone dennoch spanend zu bearbeiten ist. Häufig muss auch die harte Randschicht an Werkstücken in den Abschnitten komplett entfernt werden, wo später eine Schweißverbindung mit einem zweiten Werkstück hergestellt wird.

**Geringere Fertigungskosten**

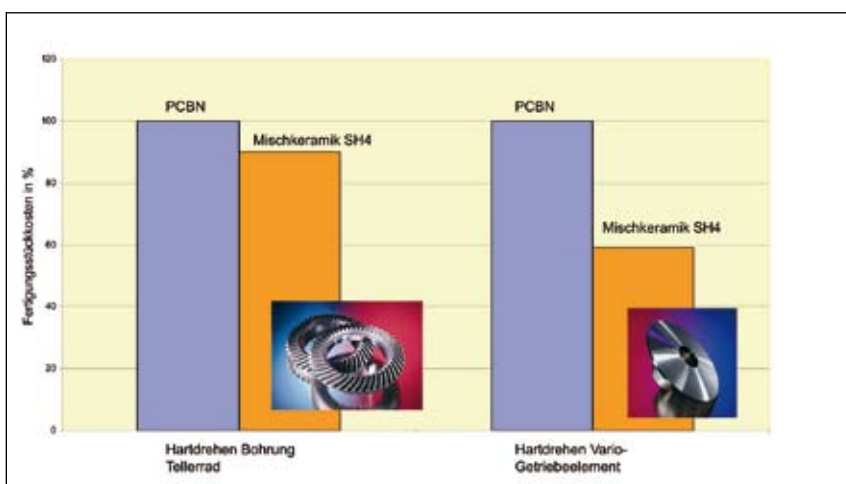
Wie die beiden Beispiele in Bild 4 zeigen, kann sich die Mischkeramiksorte SH4 in geeigneten Anwendungen als eine wirtschaftliche Alternative zu klassischen PCBN-Sorten durchsetzen. Für eine korrekte Betrachtung wird

hier nicht alleine der günstigere Preis pro Schneidecke herangezogen, sondern es werden die gesamten auflaufenden Fertigungskosten für die vorgegebene Losgröße der Bauteile ermittelt. Bei der klassischen Bearbeitung der Bohrung von Tellerrädern im glatten Schnitt (Härte 58 +2 HRC) erzielt die Mischkeramik SH4 ca. 60 % der Standmenge pro Schneide des konkurrierenden PCBN-Schneidstoffes. Bei unverändert hoher Bearbeitungsgeschwindigkeit wird auch unter Berücksichtigung der häufigeren Schneidenwechsel dennoch eine deutliche Verringerung der gesamten Fertigungskosten und der Fertigungskosten pro Werkstück durch die Anwendung der neuen Mischkeramiksorte erzielt. Das Hartdrehen von Vario-Ge-

triebeteilen aus Einsatzstahl mit 62 HRC erfordert die Bearbeitung von reinen harten Abschnitten ebenso wie die von Zonenübergängen „hart-weich“ am Bauteil. Für beide Teilaufgaben wird die Mischkeramiksorte SH4 verwendet. Je nach Bearbeitung werden rhombische oder quadratische Wendeschneidplatten mit jeweils angepasster Fasenausführung gewählt. Die Schnittgeschwindigkeit liegt für alle Teiloperationen bei konstant  $v_c = 170 \text{ m/min}$ , die Vorschübe bei den hart-weich Zonen liegen zwischen  $f = 0,10$  und  $0,20 \text{ mm}$ , im Bereich der reinen Hartbearbeitung bis  $f = 0,35 \text{ mm}$ . Die Aufmaße liegen allgemein bei  $a_p = 0,4 \text{ mm}$ , bei einer speziellen Teiloperation Hart-Weich sogar bei  $a_p = 3,0 \text{ mm}$ . Die Eingriffszeit beträgt bei der Bearbeitungsoperation mit den längsten Schnittwegen (reines Hartdrehen) knapp 50 sec. Dort wird eine Standmenge von 100 Werkstücken erzielt, was einer Standzeit von über 80 min je Schneide entspricht. Bei der noch anspruchsvolleren Bearbeitung der Zonenübergänge „hart-weich“ beträgt die längste Schnittdauer etwas mehr als 18 sec, was bei Standmengen von 80 Werkstücken einer Standzeit von mehr als 24 min je Schneide gleichzusetzen ist. In der Praxis wird ein gleiches Wechselintervall von 80 Werkstücken für alle Wendeschneidplattenpositionen eingestellt. Durch die Anwendung der neuen Mischkeramiksorte können hier die Fertigungsstückkosten im Vergleich zu der vorherigen Bearbeitungslösung, die auf dem Einsatz von PCBN-Schneidstoffen basierte, um 40 % gesenkt werden.

**Fazit**

Die neue Mischkeramiksorte bietet ein Leistungsspektrum, das auf dem Gebiet des Hartdrehens geeignet ist, die Fertigungskosten im Vergleich zum Einsatz von PCBN-Schneidstoffen deutlich zu minimieren.



**Bild 4: Kostenvorteile bei den Fertigungsstückkosten durch Mischkeramik SH4 im Vergleich zu PCBN-Schneidstoffen (Werkbilder: CeramTec AG, Ebersbach/Fils)**