

Autor: Dr.-Ing. Carsten Russner

# Präzisionsschleifen von sprödharten Hochleistungskeramiken

**Beim Präzisionsschleifen von sprödharten Hochleistungskeramiken unter Produktionsbedingungen kommt es auf die keramikgerechte Konstruktion an.**

Hochleistungskeramik hat viele ausgezeichnete Materialeigenschaften: Sie ist sehr hart, besitzt ein geringes Gewicht sowie eine hohe Druck-, Verschleiß- und Warmfestigkeit. Damit kann dieser Werkstoff unter Bedingungen eingesetzt werden, bei denen Stahl oder Kunststoff versagen. Bei der Herstellung technischer Keramik stellt besonders die Endbearbeitung durch produktspezifische Schleif- und Polierverfahren einen entscheidenden Zeit- und Kostenfaktor dar. Das produktive Präzisionsschleifen von Hochleistungskeramik wird an vier Schleifverfahren beispielhaft vorgestellt:

- Quer-Seiten-Doppelplanschleifen mit Planetenkinematik
- Schrägeinstechschleifen mit Spitzenlosttechnologie
- Centerless schleifen von Pumpenrollen
- Rundschleifen keramischer Werkstoffe

## Quer-Seiten-Doppelplanschleifen

Beim Quer-Seiten-Doppelplanschleifen besteht die Vorschubbewegung aus zwei von unterschiedlichen Maschinenelementen ausgeführten Komponenten: der Schnittgeschwindigkeit und der längs zur Werkstückebene verlaufenden Vorschubgeschwindigkeit. Dabei ist die Überlagerung der Vorschubbewegungen verantwortlich für die guten Arbeitsergebnisse und die homogene Werkzeugbelastung. Wichtigste Eingangskenngrößen beim Quer-Seiten-Doppelplanschleifen mit Planetenkinematik sind die Schnittgeschwindigkeit und die Schleifnormalkraft in axialer Richtung. Eine Erhöhung der mittleren Schnittgeschwindigkeit verbessert Werkstückhöhenstreuung und Rauheit, während eine steigende Schleifnormalkraft in axialer Richtung die Tiefe des Kor-



Bild 2:  
Dr.-Ing. Carsten Russner ist Leiter Innovation-Business Development im Geschäftsbereich Systemtechnik der CeramTec AG mit dem Schwerpunkt Produktentwicklung

neingriffs erhöht. Damit beeinflusst sie die Oberflächenqualität negativ. Entscheidend ist die Wahl des geeigneten Kühlschmierstoffes, der eine Zunahme der Zeitspannungsvolumina um den Faktor drei ermöglicht. Zusammen mit automatischer Be- und Entladung der Werkstücke steigt die Produktivität insgesamt um 200 Prozent. Alle geforderten Toleranzen innerhalb der Großserienfertigung werden erreicht. Der Trend geht weg von Schleifscheiben mit extremen Durchmessern von mehr als 1200 Millimetern hin zu höheren Schnittgeschwindigkeiten.

## Schrägeinstechschleifen

Verschleißkörper aus Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> werden auf KRONOS S Maschinen von Mikrosa geschliffen. Auf diesen Maschinen kann die vorherige Bearbeitung zwischen



Bild 1: Zwischen den Spitzen: Schleifen von Verschleißkörpern auf der KRONOS S

Spitzen deutlich reduziert werden. Das Schleifwerkzeug ist eine Diamantschleifscheibe, die Abrichtrolle eine neu entwickelte Diamantformrolle des Unternehmens Saint-Gobain Winter. Beide halten die erforderlichen Toleranzen problemlos ein. Eine große Herausforderung ist jedoch das Profilieren der Schleifscheibe: Der Verschleiß der Abrichtrolle kann nicht gemessen werden, so dass das CNC-Programm die Korrekturen falsch berechnet. Das Ergebnis sind Ungenauigkeiten. Um diese zu vermeiden, unterteilen die Spezialisten der CeramTec AG den Prozessablauf in folgende drei Schritte:

- Mantel vorschleifen
- Stirn und Mantel schleifen
- Mantel fertig schleifen

Es wurde dadurch nicht nur ein cmk-Faktor von 3,86 für den Mantel erreicht, sondern auch die Prozesszeit um 50 % reduziert.

### **Centerlesschleifen von Pumpenrollen**

An den Spannungsverlauf der Pumpenrollen werden hohe Anforderungen gestellt.

Die Rolle muss von der Mitte aus zu den Stirnflächen hin logarithmisch um 1,7 µm fallen, um extreme Spannungsspitzen zu vermeiden.

Will man diese Verläufe bei der Honbearbeitung erreichen, muss die vorhergehende spitzenlose Schleifbearbeitung mittels keramisch gebundener Diamantschleifscheiben in einem Bereich von  $\pm 0,002$  mm liegen. Diese Toleranzen lassen sich nur durch das Schleifen in einer Aufspannung und den Einsatz von keramisch gebundenen Schleifscheiben, die in der Maschine abgerichtet werden, erzielen. Dabei kommt dem Abrichten eine große Bedeutung zu.

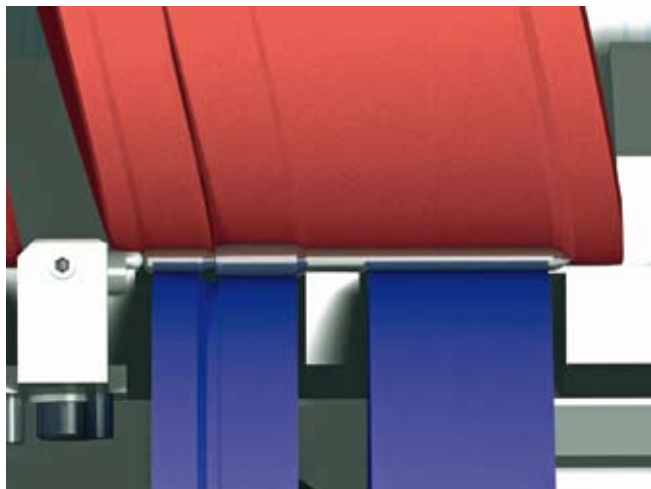


Bild 3:  
50 Prozent weniger Prozesszeit: Mit einem dreistufigen Prozessablauf beim Schrägeinstechschleifen vermeiden die Spezialisten von CeramTec Ungenauigkeiten



Bild 4 bis 6:  
 Produktauswahl der Fa. CeramTec:  
 Oben: Verschiedene Sonderbauteile  
 Mitte: Verschleißteile, geschliffen mit  
 einer Diamantschleifscheibe  
 Unten: Dichtkörper aus unterschied-  
 lichen Hochleistungskeramiken  
 (Werkbilder: CeramTec AG, Plochingen)

### Rundschleifen keramischer Werkstoffe

CeramTec schleift keramische Isolierstücke für die CFC-Hochleistungsbremse aus Zirkonoxid heute in einem HSG-Schleifprozess auf STUDER S32 Maschinen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 125 m/s. Auch hier kommen keramisch gebundene Schleifscheiben zum Einsatz. Das Zeitspannungsvolumen liegt bei über  $8 \text{ mm}^3/(\text{mms})$  und das G-Verhältnis bei über 1000. Die erreichten Toleranzen in der keramischen Großserie liegen am Durchmesser bei unter  $6 \mu\text{m}$ .

### Hartbearbeitungskosten und Genauigkeiten

Generell gilt also nicht „je genauer, desto teurer“. Vielmehr kommt es auf die keramikgerechte Konstruktion an und die Möglichkeiten, die diese Konstruktion für die Hartbearbeitung bietet. So ist ein spitzenloses Einstechschleifen der Bearbeitung zwischen Spitzen vorzuziehen, da eine aufwendige Werkstückaufspannung entfällt. Allerdings geht dies zulasten der erreichbaren Toleranzen, speziell bei der Koaxialität. Man kann davon ausgehen, dass schnelle Automatisierungskonzepte, höhere Schnittgeschwindigkeiten und höhere Schleifnormalkräfte die Produktivität um den Faktor drei erhöhen werden. Dabei spielen bei der Herstellung von Werkstücken mit Toleranzen im  $\mu$ -Bereich neue Abrichtstrategien eine entscheidende Rolle.

