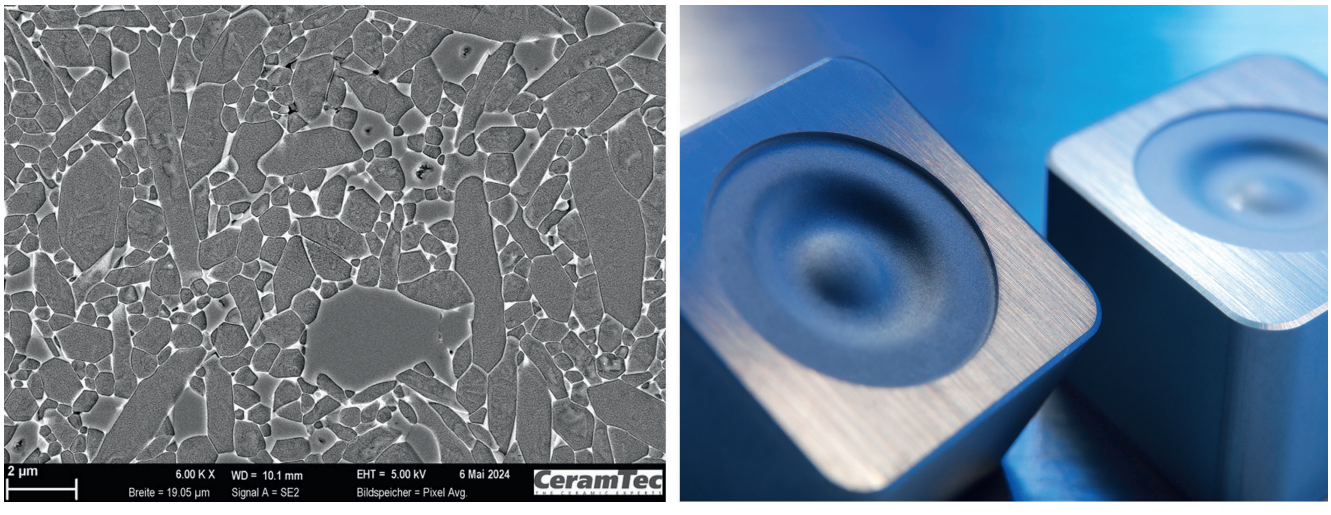
Keramikwerkzeuge in der Bremsscheibenfertigung

Ungebremst produzieren

CeramTec liefert effiziente und gefragte Lösungen für die Herausforderungen des Zerspanprozesses in der Bremsscheibenproduktion. Bei der Gussbearbeitung ermöglicht der Schneidstoff Keramik höhere Schnittwerte, zudem ist er härter und verschleißfester als Hartmetall.

von Johannes Schneider



1 CeramTec bietet Keramikexpertise von der Schneidstoffentwicklung über die Fertigung bis zur Anwendung: β-Si_3N_4-Gefüge und fertige Wendeschneidplatten © CeramTec

Wer Auto fährt, muss sich auf seine Bremsen verlassen können. Das gilt für Verbrenner wie für Elektrofahrzeuge. Bremsscheiben sind Sicherheitsbauteile und die geeigneten Werkstoffe, das Design und die Fertigungsqualität tragen Rechnung dafür, höchsten Ansprüchen an Qualität und Einsatzverhalten zu genügen (Bild 2). Als Werkstoff hat sich Grauguss (GJL) durchgesetzt. Er verbindet hohe Wärmekapazität, hohen Schmelzpunkt, hohe thermische Leitfähigkeit und Dämpfungseigenschaften mit geringen Kosten. Selbst bei hybriden Bremsenbauweisen, bei denen Naben aus Stahl oder Aluminium verwendet werden, ist der Reibring aus GJL gefertigt. Als Massenbauteil in der Automobilindustrie stehen die Fertigungskosten einer Bremsscheibe im Fokus und damit die eingesetzten Fertigungsverfahren und Werkzeugsysteme.

Herausforderungen bei der Produktion von Bremsscheiben

Der Gussrohling der Bremsscheibe wird spanend bearbeitet. In der Regel sind das Dreh- und Aufbohroperationen für fast alle Segmente des rotationssymmetrischen Bauteils. Die Befestigungsbohrungen an der Nabe der Bremsscheibe werden gebohrt. In selteneren Fällen wird eine spezifische finale Oberflächenstruktur auf den Bremsflächen auch durch ein zusätzliches Fräsen oder Schleifen aufgebracht oder speziell für Hochleistungsbremsscheiben Kühlungsbohrungen auf der Bremsfläche eingearbeitet. Nachgelagerte Prozesse sind das Wuchten, Messen, Prüfen und Markieren des Werkstücks.

Bei der Zerspanung spielt die Grundstruktur des Werkstoffs mit seiner Härte, Festigkeit und Homogenität ebenso eine Rolle wie eventuelle Legierungsbestandteile und die zu erzeugende finale Geometrie. Das Werkstück muss nach der Bearbeitung fest definierte Vorgaben bei Oberflächengüten, Maß-, Form- und Lagetoleranzen wie Ebenheit, Rundheit, Planlauf und Parallelität sowie Dickenvariation erfüllen. Die Gestalt des gegossenen Rohlings selbst stellt mit den gegebenen Aufmaßen, ihrer Gleichförmigkeit, der Gusshaut und der Sauberkeit des verputzten Rohlings weitere Anforderungen an das Werkzeugsystem. Auch das Alter des zu bearbeitenden Gusseisenwerkstoffs (‘frischer‘ oder ‘abgelagerter‘ Guss) hat einen wesentlichen Einfluss auf dessen Zerspanbarkeit und damit auf die Her-

2 Innenbelüftete Bremsscheibe aus GJL – ein Sicherheitsbauteil im Automobil
© CeramTec

stellkosten. Alle diese Anforderungen müssen sicher und reproduzierbar durch das gewählte Werkzeugsystem und den Schneidstoff erfüllt werden.

Auch die erwartete Produktivität und Ausbringung beeinflussen den Prozess. Höhere Schnittwerte führen zwar zu deutlich höheren Zerspanvolumina pro Zeiteinheit, jedoch steigen dadurch auch die Temperatur an der Schneide und der Verschleiß, was wiederum die Standzeit des Werkzeugs verkürzt.

In der Massenfertigung von GJL-Bremsscheiben sind hohe Schnittgeschwindigkeiten von über 1000 m/min und Vorschübe beim Schruppen von über 0,5 mm üblich. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Schneidstoff und Werkzeug. Die Aufgabe für den Hersteller ist es deshalb, die optimale Kombination aus Schneidstoff und Werkstoff zu finden und so optimale Schnittwerte zu erreichen.

Vorzüge keramischer Schneidstoffe

Für die Wahl des Schneidstoffs sind dessen Härte, Abrasionsbeständigkeit, Bruchzähigkeit und thermische Belastbarkeit entscheidend. Für die Bearbeitung von Grauguss kommen prinzipiell Hartmetalle und keramische Schneidstoffe infrage. Keramische Schneidstoffe ermöglichen jedoch deutlich höhere Schnittwerte, sind härter und verschleißfester. Zudem kann wegen der hohen Warmhärte auf Kühlschmiermittel verzichtet werden.

CeramTec entwickelt und fertigt keramische Schneidstoffe sowie die benötigten Wendeschneidplatten samt der zugehörigen Werkzeugsysteme. Schneidstoffe und Werkzeuge werden vom Hersteller permanent optimiert, was keramische Werkzeuge immer leistungsfähiger macht. Auch in der Bremsscheibenfertigung werden immer längere Standzeiten erzielt und die Prozesssicherheit und Zuverlässigkeit haben stetig zugenommen.

Besonders geeignet für die Zerspanung von Grauguss sind β-Siliziumnitride (Si_3N_4) – stängelförmige Siliziumnitridkörner, teils miteinander verzahnt, sind eingelagert in einer keramischen Bindephase (Bild 1). Sie zeigen hohe Härte, Warmhärte und Abrasionsbeständigkeit sowie eine sehr gute Thermowechselbeständigkeit. Die Bruchzähigkeit wird durch Mechanismen der Rissablenkung und Rissverzweigung stark erhöht, das macht entsprechende Werkzeuge relativ unempfindlich gegen Stöße und Schläge – perfekt für stark unterbrochene Schnitte oder ungünstige Schnittbedingungen.

Ein alternativer Schneidstoff ist Silizium-Aluminiumoxid-Nitrid (SiAlON). Diese Keramik besteht immer aus mindestens drei Phasen: globularem α-SiAlON, nadelförmigem β-SiAlON und einer amorphen oder teilkristallinen Korngrenzphase. Beimengungen eines zusätzlichen Hartstoffes, etwa SiC, können die Härte und Verschleißfestigkeit noch weiter erhöhen. Da sich die Phasenanteile in weiten Bereichen einstellen lassen, können die Schneidstoffeigenschaften an die Anforderungsprofile bestimmter Anwendungen flexibel angepasst werden.

Bei besonders harten und/oder abrasiven Werkstoffen bietet sich polykristallines kubisches Bornitrid (PcBN) als Schneidstoff an – dieser Werkstoff ist fast so hart wie Diamant. Für die GJL-Bearbeitung werden üblicherweise PcBN-Schneidstoffe mit einem CBN-Gehalt von über 80 Prozent verwendet. Sie besitzen eine besonders hohe Härte und eine ausgesprochen hohe Warmhärte, sind kantenstabil und inert gegenüber Eisenwerkstoffen.

Diese Schneidstoffe sind in den letzten Jahren immer beliebter geworden, da sie eine weiter gesteigerte Verschleißfestigkeit aufweisen und damit längere Einsatzintervalle des Werkzeugs mit weniger Werkzeugwechseln bei bestimmten GJL-Werkstoffen ermöglichen. Allerdings sind sie deutlich teurer als Siliziumnitrid-basierte Schneidstoffe. Letztendlich hängt die Wahl zwischen Keramik und PcBN von den individuellen Anforderungen des Kunden und der angestrebten Wirtschaftlichkeit ab.

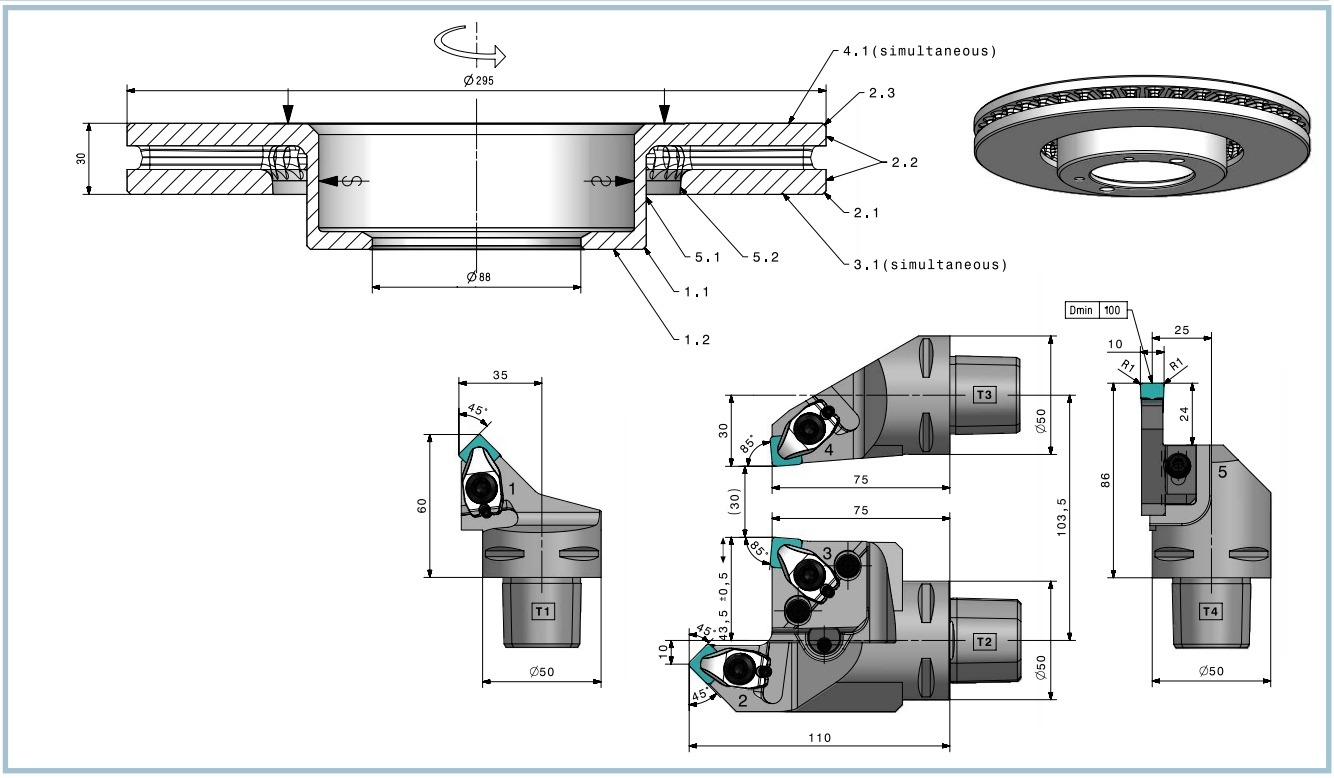
Schneidstoff, Werkzeugsystem und Prozessplanung im Einklang

Neben dem Schneidstoff bestimmt die Wahl des Werkzeugs die Wirtschaftlichkeit in der taktzeitorientierten Massenfertigung. Das Gesamtsystem ‘Werkzeug‘ muss die Prozesssicherheit gewährleisten und es ermöglichen, das volle Potenzial der Hochleistungsschneidstoffe zu erschließen.

Der Zerspanprozess an Bremsscheiben erfolgt in der Regel in vier Aufspannungen: Drehen der ersten Seite, Drehen der zweiten Seite, Bohren und schließlich Feindrehen der Reibfläche und der Naben. Dabei erfolgt die Feinbearbeitung grundsätzlich durch eine parallele Bearbeitung der beiden Reib-

3 Klemmvarianten für das ICT-Drehwerkzeugsystem © CeramTec

© Carl Hanser Verlag, München



4 Bearbeitungsplan Bremsscheibe © CeramTec

flächen mittels eines Abhebehalters. In Europa sind dabei verkettete Pick-up-Maschinen vorherrschend. Schnelle Beladungszeiten, hohe Linearvorschübe und sehr kurze Revolverschwenkzeiten sind gefordert. Dafür werden in der Prozessplanung die Bearbeitungsfolge und die Schnittdaten für jede Aufspannung optimiert. Aktuelle Taktzeiten liegen bei 35 bis 60 Sekunden.

Weitere Optimierungen lassen einsatzspezifisch konstruierte Sonderwerkzeuge zu. So können entsprechend ausgelegte Werkzeughalter mehrere Schneidplatten aufnehmen um so mehrere Teilsegmente des Bauteils in der gegebenen Aufspannung zu bearbeiten. Das spart die Zeit für einen zusätzlichen Werkzeugwechsel oder ein Indexieren des Revolvers.

Aber auch Werkzeugdetails fördern Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der Prozesse: Mit dem neuen Drehwerkzeugsystem ‘ICT‘ und seinen Einbauelementen wird die Leistungsfähigkeit deutlich gesteigert und die Ersatzteilvielfalt reduziert: Alle ICT-Spannfinger sind mit nur einem Spannschraubentyp der hochfesten Festigkeitsklasse 12.9 sowie nur einer Schraubengröße für alle Stützplattenvarianten ausgeführt. Ein sicheres Spannen der Wendeschneidplatten im Drehwerkzeughalter wird durch verschiedene austauschbare Spannfinger gewährleistet. So können Platten mit Muldenform, mit glatter Oberfläche oder zylindrischer Befestigungsbohrung im selben Plattensitz aufgenommen werden (Bild 3).

Die Spannfinger sind zudem in unterschiedlichen Materialausführungen bis hin zur Variante in Voll-Hartmetall verfügbar und können so optimal an die Einsatzsituation angepasst werden. Die verschiedenen Größen unterscheiden sich außerdem durch eine verschiedene Farbgebung. Die Materialkennzeichnung und die Farbgebung der Spannelemente erleichtert deren Zuordnung zum richtigen Werkzeug, was die Prozesssicherheit weiter erhöht.

Mehr als ‘nur‘ das Werkzeug

CeramTec bietet seinen Kunden jedoch Unterstützung über Werkzeuge und Schneidstoffe hinaus: Mit seinen Engineering-Dienstleistungen erhalten Kunden Support bei der Prozessplanung. Die Keramik-Experten betrachten den Zerspanungsprozess ganzheitlich und nehmen Schnittparameter, Schneide, Aufspannsituation und Schnittaufteilung in den Fokus. Die Kooperation und der enge Austausch mit dem Anwender und dem Werkzeugmaschinenhersteller sind hier essenziell. Ziel ist es, Werkzeuge so anzupassen, dass sie bestmöglich ausgenutzt sind. Neben der Schneidstoffwahl und der Definition des Bearbeitungsablaufes nimmt auch die Konzeption und Realisierung einsatzspezifischer Sonderwerkzeuge großen Raum ein.

Bild 4 zeigt beispielhaft den Bearbeitungsablauf in einer definierten Aufspannung einer Bremsscheibe. Werkzeug T1 bearbeitet den Bremsscheibentopf. Mit dem Doppel-Werkzeug T2, Schneide 2, wird der Außendurchmesser überdreht und die Fasen angebracht. Schneide 3 von Werkzeug T2 bearbeitet simultan mit Werkzeug T3, Schneide 4, die beiden Reibflächen der Bremsscheibe. Final wird der Einstich der Wärmedämmnut mit Werkzeug T4, Schneide 5, erzeugt.

Ziel einer jeden Optimierung ist es, die Zykluszeiten zu minimieren und einen prozesssicheren sowie reproduzierbaren Ablauf zu realisieren. Mit diesem Know-how, den hochwertigen Werkzeugen und innovativen Schneidstoffen ist CeramTec einbevorzugter Partner für sichere und hoch wirtschaftliche Zerspanungsprozesse in der Bremsenindustrie weltweit. ■

INFORMATION & SERVICE

HERSTELLER

SPK Cutting Tools
by CeramTec GmbH
73061 Ebersbach/Fils
Tel. +49 7163 166–239
www.spk-tools.com

AUTOR

Dipl.-Ing. Johannes Schneider ist Senior Product Manager Cutting Tools bei CeramTec in Ebersbach
j.schneider@ceramtec.de