



Ulrich Berghoff, Geschäftsführer Firma Berghoff, und Torsten Frank, Technische Beratung und Verkauf Firma Ingersoll, sind mit den Ergebnissen zufrieden. Durch Zirkularfräsen mit dem Ingersoll Aufsteck-Kopierfräser 5VH6 konnte die Lagerbohrung an beiden Seiten des Biegeblocks äußerst wirtschaftlich hergestellt werden

Durchmesser von 180 mm sowie einer Tiefe von 317 mm und 208 mm jeweils von der Stirnseite her einzubringen. Da beide Durchmesser als Lagersitze dienen, muss die gefräste Innenkontur das anschließende Rollieren in der Toleranz 180<sup>H8</sup> ermöglichen. Eine Lösung dieser diffizilen Aufgabe sah die Mannschaft um Ulrich Berghoff im Bohren und anschließenden Drehen mit Ausbohrköpfen. Allerdings stellten sich dabei das Problem der Späneentsorgung und die Tatsache, dass mindestens vier Werkzeuge benötigt würden, um die gewünschten Durchmesser zu erreichen.

Auf eine ganz andere Strategie setzte Torsten Frank, Technische Beratung und Verkauf, Ingersoll Werkzeuge GmbH. Er empfahl die Komplettbearbeitung mit Aufsteck-Kopierfräsern der Reihe FormMaster-Speed. Mit diesen Werkzeugen und den Fräserverlängerungen Innovit sollten sich durch Zirkularfräsen mit zwei unterschiedlich langen Werkzeugen die Bohrungen in kürzester Zeit und hoher Genauigkeit herstellen lassen.

### Schrupp-Kopierfräser für den Werkzeug- und Formenbau

Mit der Produktreihe FormMaster-Speed lassen sich viele Aufgaben im Werkzeug- und Formenbau wirtschaftlich lösen, insbesondere bei der Bearbeitung von 2D- und 3D-Konturen sowie von tiefen Kavitäten mit großen Aufspannlängen. Die Fräser sind als Einschraub- und als Aufsteck-Kopierfräser lieferbar. Sie zeichnen sich vor allem durch hohe Zahnvorschübe von  $f_z = 2$  bis 4,5 mm/Zahn bei Schnitttiefen bis 1,5 mm aus. Das besondere Merkmal der Wendepplatten ist die umlaufende, positive Spanleitstufe. Sie ergibt einen positiven Axialwinkel von 10°, der einen extrem weichen Schnitt

## Zirkularfräsen löst „Tiefenprobleme“

Beim Bearbeiten von Einzelteilen oder Kleinserien stellt sich neben der Kostenfrage auch die der Machbarkeit. Wie sich unter diesen Gesichtspunkten anspruchsvolle Aufgaben lösen lassen, beweist das Bearbeiten eines Biegeblocks aus Edelstahl bei der Firma Berghoff in Wenden.

Berghoff ist im Bereich der Baugruppen- und Prototypenfertigung in Einzel- und Serienlosen seit 1984 tätig. Gewachsen aus einem kleinen Dienstleistungsbetrieb für die mechanische Fertigung, produziert das heute dreißig Mitarbeiter beschäftigende Unternehmen anspruchsvolle CNC-Fräse- und Drehteile für Kunden in ganz Europa. Mit der Vision, eines der angesehensten Unternehmen im Bereich der CNC- und Baugruppenfertigung zu werden, investierte man unter anderem in ein neues Bearbeitungszentrum DMG 200. Außerdem wurde das CAD-/CAM-

Leistungsspektrum deutlich erweitert und die Programmiersysteme Tebis und Mastercam in den Produktionsprozess integriert. Dank dieser Maßnahmen blickt Geschäftsführer Ulrich Berghoff positiv in die Zukunft: „Wir wollen langfristige Bindungen mit unseren Kunden eingehen und dabei eine Kultur des Vertrauens schaffen, die sich gerade in terminlich schwierigen Situationen des Arbeitsalltags auszahlt.“

### Bohrungen mit 180 mm Ø und 317 mm Tiefe

Ein Hersteller von Walzwerksanlagen beauftragte das Unternehmen mit der Fertigung von Biegeblöcken aus legiertem Edelstahl 22 CrMo 4 mit einer Festigkeit von 1000 bis 1200 N/mm<sup>2</sup>. In das 800 x 600 x 300 mm große Rohteil sind neben verschiedenen Arbeitsgängen zwei in einer Achse liegende Bohrungen mit einem



Dank der modernen Maschinenausstattung und der datentechnischen Vernetzung ist Firma Berghoff in der Lage, auch komplexe Kundenwünsche in kürzester Zeit bei hoher Genauigkeit wirtschaftlich zu realisieren

gewährleistet und die Zerspankräfte überwiegend in axialer Richtung ableitet. Besonders stabilisierend wirkt sich die Klemmung der Wendeschneidplatte durch einen Hintergriff im Plattensitz aus. Die bei hohen Vorschüben entstehenden größeren Spandicken begünstigen die Wärmeabfuhr über den Span, was sich äußerst positiv auf die Standzeit auswirkt. Durch die Geometrie der Wendeschneidplatten mit einer Schneidlänge von 8 oder 13 mm, den weichen Schnitt und die starke Klemmung, sind Schnittgeschwindigkeiten von 160 bis 250 m/min bei legiertem Stahl und 200 bis 350 m/min bei Grauguss problemlos möglich.

Die Aufsteck-Kopierfräser 5V6H werden mit Durchmessern von 52/66/80 und 100 mm geliefert. Ausgelegt für Schnitttiefen bis 1,5 mm sind alle Fräser dank ihrer Steifigkeit und Plattengeometrie auch hervorragend zum Zerspanen von Chrom-Nickel-Stählen geeignet. Bei Firma Berghoff wird ein Fräser mit 100 mm Durchmesser eingesetzt. Er ist mit sechs Wendeschneidplatten der Qualität IN2040 (P40) mit einer Breite von 13 mm, einem Radius von 3 mm und einer Dicke von 5,6 mm bestückt. Die erforderliche Auskrägung des Fräsers von 365 mm und 465 mm ergibt sich durch die Kombination der verschiedenen Innofit-Verlängerungen.



Zum Zirkularfräsen der Lagerbohrungen wird der Aufsteck-Kopierfräser mit Ingersoll-Innofit-Verlängerungen bis auf 465 mm verlängert

### Modulare Fräseraufnahmen und Verlängerungen

Herausragendes Merkmal der modularen Innofit-Fräseraufnahme gegenüber den DIN-Aufnahmen sind ihre drei Spannschrauben. Sie gewährleisten hohe axiale Einzugskräfte sowie eine zentrische Spannung des Werkzeugs. Dabei stützt die große Plananlage das Werkzeug optimal gegen radiale Schnittkräfte ab. Da mehrere Fräsdurchmesser mit einer Aufnahme gespannt werden können und Verlängerungen einfach realisierbar sind, ist diese Aufnahme besonders wirtschaftlich. Durch die steife Anbindung lassen sich meist deutlich höhere Schnitttiefen und Vorschübe realisieren. Trotzdem werden durch die hervorragende Schwingungsdämpfung hohe Standzeiten erzielt und damit die Kosten für ein wirtschaftliches Fräsen reduziert.

### Versuchsreihe führt zur optimalen Werkzeugauslegung und Strategie

Wegen der Tiefe der Bohrungen und der geforderten Genauigkeit der Innenkontur tasteten sich Torsten Frank und die Mannschaft um Ulrich Berghoff mit verschiedenen Versuchsreihen an die optimalen Zerspanungsbedingungen heran. Ihr Ziel war, trotz der hohen Auskrägung des Werk-



Maschinenbediener Mirko Schmidt ist von der Arbeitsgenauigkeit und Prozesssicherheit des Ingersoll Fräsers überzeugt. Da für die sonst anstehenden Bearbeitungen auch Ingersoll Werkzeuge eingesetzt werden, kann er beruhigt die mannlöse Schicht starten

zeuges, ohne Vibrationen die Leistung des Bearbeitungszentrums und des Werkzeuges zu nutzen.

Erste Versuche mit dem Aufsteck-Kopierfräser 5V6H mit 100 mm Durchmesser wurden mit Schnittgeschwindigkeiten zwischen 94 m/min und 220 m/min gefahren. Als Schnitttiefe  $a_p$  wurden 0,5 mm und 0,7 mm bei einer Eingriffsbreite  $a_e$  von 90 mm gewählt. Die Spindeldrehzahl variierte zwischen 300 1/min und 700 1/min. Bei diesen Versuchen unter relativ extremen Bedingungen wurde eine zufrieden stellende Oberflächenqualität und Spanform erreicht.

### Strategie mit Zirkularfräsen rechnet sich

Darauf aufbauend wurde mit IN2040 eine andere Hartmetallsorte gewählt und die Fräseparameter geändert. Bei der 208 mm tiefen Bohrung führte eine Schnittgeschwindigkeit  $v_c = 209$  m/min bei einer Spindeldrehzahl von  $n = 665$  1/min, einer Schnitttiefe  $a_p = 0,7$  mm und einer Eingriffsbreite  $a_e$  von 90 mm zu den gewünschten Ergebnissen. Mit dem Vorschub  $f_z = 1,02$  mm/Zahn wurde die gewünschte Oberflächenqualität erreicht und die Vibrationen gingen auf ein Minimum zurück. Das Werkzeug arbeitete beim Zirkularfräsen sehr ruhig, und bei der Leistungsaufnahme von etwa 37 Prozent

waren bei den verschiedenen Bohrtiefen keine Verschleißmerkmale an der Wendeschneidplatte feststellbar. Zum Fräsen der Bohrung mit 317 mm Tiefe reduzierte man auf Grund des Spindeldrucks die Wendeschneidplatten von sechs auf drei. Bei drei effektiv wirkenden Zähnen wurde eine Schnittgeschwindigkeit  $v_c = 157$  m/min gewählt, die Spindeldrehzahl auf  $n = 500$  1/min, die Schnitttiefe  $a_p = 0,5$  mm und die Eingriffsbreite  $a_e = 90$  mm eingestellt. Bei dem nun zur Verfügung stehenden Vorschub  $f_z = 1,49$  mm/Zahn wurde ebenfalls die gewünschte Oberflächenqualität bei kaum spürbaren Vibrationen erreicht.

Mit diesen Werten fräste der Aufsteck-Kopierfräser die kleinere Bohrtiefe in 20 Minuten, die größere in 35 Minuten. Erfreut registrierte Berghoff neben der qualitativ hochwertigen und sicheren Bearbeitung die hohe Standzeit der Aufsteck-Kopierfräser von vier Bohrungen. Unter diesen Bedingungen konnten zwei Teile pro Schicht einschließlich weiterer Bearbeitungen, bei denen ebenfalls Ingersoll Werkzeuge zum Einsatz kamen, fertig gestellt werden.