

Gewindewerkzeuge ■ Kostenreduzierung ■ Prozessstabilität

Innengewinde in Großbauteilen

Wer Gewinde in sehr große Teile einbringen muss, sollte auf die Erfahrung spezialisierter Werkzeughersteller zurückgreifen, denn dieser oft letzte Arbeitsgang kann alle vorangegangenen zunichte machen. In vielen Fällen ist das Gewindefräsen das bestgeeignete Verfahren.

von Matthias Glaubitz

Das Einbringen von Innengewinden in sehr große Schweißkonstruktionen, Guss- oder Schmiedeteile für den Energiemaschinenbau, Walzen und Großdieselmotoren sowie Großteile aus dem allgemeinen Maschinenbau oder dem Transportwesen stellt hohe Anforderungen an Werkzeuge, Maschinen und Prozesstechnologie. Das liegt vor allem an der extremen Bauteilgröße und der Spezifik der ebenfalls meist großen herzustellenden Gewinde. Die Anzahl von Werkzeugherstellern, die Lösungen zum Erzeugen von Gewinden solcher Größe anbieten, ist überschaubar. Hier sind Spezialisten gefordert, weil oft die Innengewindebearbeitung zu den letzten Arbeitsgängen an einem Werkstück gehört und eine ›Wieder gutmachung‹ nur sehr schwer möglich ist.

Das Gewindebohren dominiert auch hier gegenüber dem Fräsen

Bekanntlich gibt es außer dem Gewindebohren noch weitere Herstellungsmethoden für Innengewinde, unter anderem das Gewindefräsen. Vielen Anwendern sind die Vorteile des GewindefräSENS bekannt, etwa dass mit einem Werkzeug mehrere Durchmesser gefertigt werden können und nicht jede Abmessung ein anderes Werkzeug erfordert. Weitere Vorteile sind, dass die Gewinde sehr nah an den Bohrungsgrund gefräst werden können und dass sehr große Gewinde einfach und sicher herzustellen sind. Dennoch dominiert das Gewindebohren auch in der Großteilfertigung, wofür es gute Gründe gibt.

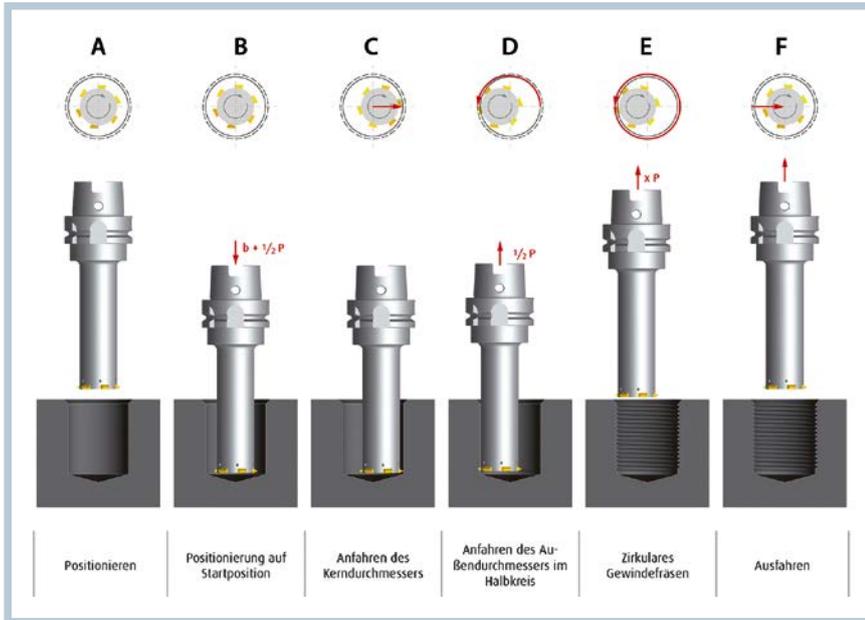


1 Dieser Gewindefräser Noris NES – hier mit SK50-Schaft, 80 mm Durchmesser, 370 mm Nutzlänge und 17 Wendeschneidplatten am Umfang – konnte unter anderem in der Großmotorenfertigung die Herstellungskosten pro Gewinde deutlich senken (© Reime Noris)

Das Gewindebohren ist prinzipiell einfach. Alle gewindespezifischen Merkmale – Durchmesser, Steigung, Drehrichtung – sind schon im Werkzeug festgelegt. Die Gewinde lassen sich auf fast allen Werkzeugmaschinen herstellen; die Anwender sind in der Regel mit dem Verfahren vertraut. Zum Fräsen von Gewinden dagegen bedarf es einer CNC-Maschine, die eine Helixbewegung mit dem Werkzeug durchführen kann. Man muss auf die richtige Programmierung des Durchmessers, der Steigung und der Drehrichtung achten. Im Werkzeug selbst ist nur das Profil festgelegt.

Im Folgenden stehen Hochleistungsfräswerkzeuge des Herstellers Reime Noris im Fokus, wie man sie für die Bearbeitung von Großbauteilen verwendet. Diese Werkzeuge als Bestandteil des Noris-NES-Gwindefrässystems zeichnen sich in den Standardvarianten vor allem durch eine hohe Flexibilität aus. Sie sind für fast alle technischen Werkstoffe anwendbar und im Gebrauch nur durch den minimalen Bohrungsdurchmesser begrenzt.

Lange Standzeiten, eine hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit, eine verlässliche Prozesssicherheit und ein breiter Anwen-



2 Verfahrensvariante Gleichlauffräsen: A Positionieren, B Bewegen auf Startposition, C Anfahren des Kerndurchmessers, D Anfahren des Außendurchmessers im Halbkreis, E zirkulares Gewindefräsen, F Ausfahren; b: Gewindetiefe, P: Gewindesteigung (© Reime Noris)

dungsbereich zeichnen das System aus. Im Standardbereich werden die Gewindearten M, MF, UNC, UNF und G abgedeckt, wobei es für ein Werkzeug jeweils einen übergreifenden Einsatzbereich bezüglich der herzustellenden Gewindegröße gibt. Das bedeutet: Ein NES-Werkzeug ist für verschiedene Gewindeabmessungen oder -steigungen nutzbar. Der Gewindefräskörper aus Werkzeugstahl wird mit beschichteten Hartmetall-Wendeschneidplatten mit bis zu vier nutzbaren Schneiden bestückt. Diese Merkmale machen das System universell und flexibel; zudem sinken die Werkzeug- und Lagerkosten.

Hartmetallelemente dämpfen Schwingungen in langen Werkzeugen

Je nach Fertigungsphilosophie kann man ein NES-Werkzeug zur schnellen, zeitoptimierten Fertigung für die allgemeine, kostengünstige Bearbeitung oder für das Herstellen von sehr tiefen Gewinden mit ungünstigem L/D-Verhältnis auswählen.

Bei der Bearbeitung von Großmotoren sind oft anwendungsoptimierte Werkzeuge im Einsatz, die speziell für die Herstellung eines Gewindes ausgelegt sind, zum Beispiel M90 x 4. Diese Gewinde sind meist recht tief und häufig mit einer vorgelagerten Vorbohrung versehen, die eine Einsatzlänge der Gewindefräswerkzeuge von 3 bis 4 x Gewindedurchmesser erforderlich macht. Diese Längen sind mit Standardwerkzeugen nicht mehr erreichbar; zudem müssen die Werkzeuge opti-

miert ausgelegt werden, um eine möglichst hohe Leistung zu gewährleisten.

Selbstredend sind derart lange Gewindefräswerkzeuge hohen radialen Kräften ausgesetzt, die es zu kompensieren gilt. Deshalb integriert Reime Noris zur Schwingungsdämpfung Hartmetallelemente in die Werkzeuge. Das garantiert die gewohnte Leistung und Gewindequalität auch bei grenzwertiger Bearbeitung.

Für einen möglichst wirtschaftlichen Einsatz der Werkzeuge ist es notwendig, eine möglichst geringe Zahnteilung zu realisieren. Je mehr Gewindefräszähne im Umfang integriert werden können, desto höher ist die erreichbare Bahngeschwindigkeit, wodurch die Bearbeitungszeit des einzelnen Gewindes abnimmt.

Ein limitierender Faktor bezüglich der Zahnteilung ist der Platzbedarf der Wendeschneidplatten, zum anderen hat die Zahnteilung selbst einen Einfluss auf die Resonanz des Werkzeugsystems im Einsatz. Bei einer ungünstigen Zahnteilung kann die Frequenz innerhalb des gewählten, optimalen Schnittdatenfensters die Eigenfrequenzen des Werkzeugs erreichen, und es kommt aufgrund von Resonanz zu starken Vibrationen. Ergebnisse sind eine Gewindeoberfläche mangelhafter Qualität und ein erhöhter Verschleiß. Um eine solche »Fehlkonstruktion« zu vermeiden und dennoch das Maximum aus dem Werkzeug herauszuholen, setzt der Hersteller auf umfangreiche Berechnungen, CAD-gestützte »

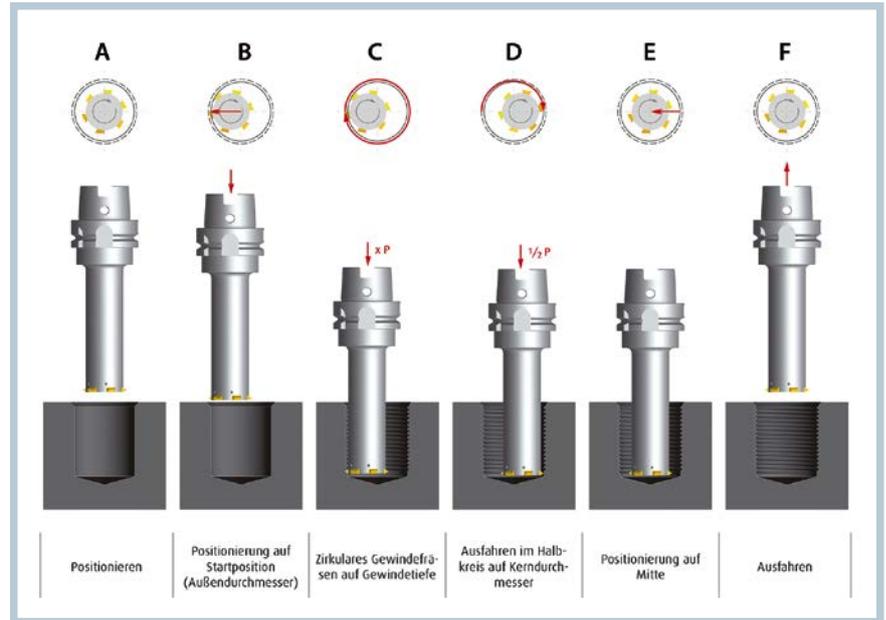
Konstruktion und eine anwendungsnahe Simulation.

Selbst programmieren ist besser

Die wahrscheinlich größte Hürde für den unerfahrenen Anwender stellt allerdings die Programmierung dar, obwohl diese heutzutage von den Werkzeugmaschinenherstellern durch das Bereitstellen von Gewindefräszyklen in den modernen CNC deutlich erleichtert wird. Indem man den Werkzeugtyp, die Gewindeabmessung und die Schnittdaten eingibt, erledigt sich dieser Punkt, wobei natürlich einiges an Einfluss auf den Gewindefräsprozess verlorengeht.

Wer genau wissen will, was die Maschine macht, der programmiert am besten selbst ein Unterprogramm und kann dadurch wiederkehrende Bohrungen mit einem entsprechenden Unterprogramm-Aufruf ähnlich komfortabel bearbeiten wie mit den vorgegebenen Zyklen. Des Weiteren behält man dadurch die volle Kontrolle und kann die Bearbeitung noch weiter optimieren, zum Beispiel einfahren im Halbkreis in das Material mit reduziertem Vorschub oder aufteilen auf zwei Durchgänge mit Schruppen im Gegenlauf und Schlichten im Gleichlauf. Die Optimierungen können vielfältig sein und das Ergebnis im Sinne des Anwenders beeinflussen.

Eine weitverbreitete Meinung zum Gewindefräsen besteht darin, dass man sich am Anfang an die korrekten Durchmesser innerhalb der Gewindetoleranz herantasten muss. Natürlich kann man das so machen, jedoch wird dadurch mehr oder weniger an nutzbarer Toleranz verschenkt. Das muss nicht sein. Reime Noris stellt dem Anwender alle notwendigen und gewünschten Durchmesser zum Pro-



3 Verfahrensvariante Gegenlaufräsen: A Positionieren, B Bewegungen auf Startposition (Außendurchmesser), C zirkulares Gewindefräsen auf Gewindetiefe, D Ausfahren im Halbkreis auf Kerndurchmesser, E Positionieren auf Mitte, F Ausfahren; P Gewindesteigung (© Reime Noris)

grammieren auf spezifische Toleranzwerte hin zur Verfügung. So kann bei einem Gewinde M90 × 4–6H mit einem NES-Werkzeug mit 80 mm Durchmesser auf 85 Prozent der Gewindetoleranz gefräst werden, sodass der Gewindedurchmesser auf 90,38 mm zu programmieren wäre. Oder man will auf 90 Prozent der Gewindetoleranz fräsen, dann wäre der zu programmierende Durchmesser 90,40 mm.

Die Herstellungskosten sanken von über 45 auf 27 Euro pro Gewinde

Im Folgenden sollen die Kenndaten der erwähnten Anwendung in einer Großmotorenfertigung dargestellt werden. In ein Kurbelgehäuse aus EN-GJS 400 wurden Bohrungen der Dimension M90 × 4–6H mit einer Gewindetiefe von 150 mm eingebracht. Das verwendete Werkzeug hatte einen Durchmesser von 80 mm mit 17 in einer Reihe angeordneten TiAlN-beschichteten Wendeschneidplatten.

Die Schnittgeschwindigkeit betrug 300 m/min, der Zahnvorschub 0,2 mm, die Anzahl der Helixbewegungen 38,5 (Einfahren im Halbkreis), der Vorschubweg pro Gewinde 10 910 mm, die Bearbeitungszeit für ein Gewinde 220 s und die Gewindeanzahl pro Bauteil 20.

Die Herstellungskosten (Investition und Maschinenstundensatz) pro Gewinde lagen bei einem Bauteil bei rund 194 Euro. Hätte man alternativ Gewindebohrer genutzt, hätten sich die Kosten auf etwa 387 Euro pro Gewinde belaufen. Geht

man von zehn Bauteilen aus, so sinken die Herstellkosten beim Gewindefräsen auf etwa 27 Euro pro Gewinde; beim Gewindebohren liegen sie bei 45 Euro.

In diesem Anwendungsfall sind die tatsächlichen Herstellungskosten beim Gewindebohren sogar noch höher, auch wenn dies schwierig zu beziffern ist. So wurde vor jedem Gewindefräsvorgang die Vorbohrung auf Späne in der Sacklochbohrung kontrolliert. Das hatte neben dem wirtschaftlich relevanten Zeitverlust auch ein relativ hohes Gefährdungspotenzial der Mitarbeiter zur Folge, weil sich die Bohrungen in gut 2,5 m Höhe befinden. Des Weiteren wird am Gewindefräsvorgang geschätzt, dass die Gewinde mit einer überragenden Oberflächenqualität gefertigt sind und dass prozessbedingt keine Beschädigungen am Gewinde entstehen können. Beim Gewindebohren war das bisher an der Tagesordnung.

Reime Noris will mit neuesten Technologien in Konstruktion und Planung sowie mit einem speziellen Service in der Applikationstechnik Anwendern die Fertigung großer Gewinde mittels Gewindefräsen erleichtern. Eine Faustformel für den Einsatz dieser Technologie gibt es nicht. Dem Anwender steht jedoch die langjährige Erfahrung eines anerkannten Gewindefräsespezialisten zur Verfügung, um den Einzelfall zu diskutieren und sich anhand von Fakten einen Überblick zu verschaffen, welche Fertigungsmethode sich am wirtschaftlichsten realisieren lässt. ■

INFORMATION & SERVICE

HERSTELLER

Reime Noris GmbH
90537 Feucht
Tel. +49 9128 9116-0
www.noris-reime.de

DER AUTOR

Matthias Glaubitz ist Leiter Anwendungstechnik bei Reime Noris in Feucht bei Nürnberg
matthias.glaubitz@noris-reime.de

PDF-DOWNLOAD

www.werkstatt-betrieb.de/2778286