

Perspektiven der Komplettbearbeitung in Bearbeitungszentren

Freiheit in der Fertigung

Planparallele Werkstücke mit Drehkonturen stellen in der spanenden Bearbeitung besondere Herausforderungen dar. Komplettbearbeitungen können meist nur durch Umspannen bzw. den Einsatz von maschinen-, bzw. werkzeugseitigen oder verfahrenstechnischen Sonderlösungen stattfinden. Mit mechatronischen Werkzeugsystemen, wie etwa den KOMET KomTronic[®] U-Achsen, entstehen neue Freiheiten in der spanenden Fertigung auf flexiblen Bearbeitungszentren.

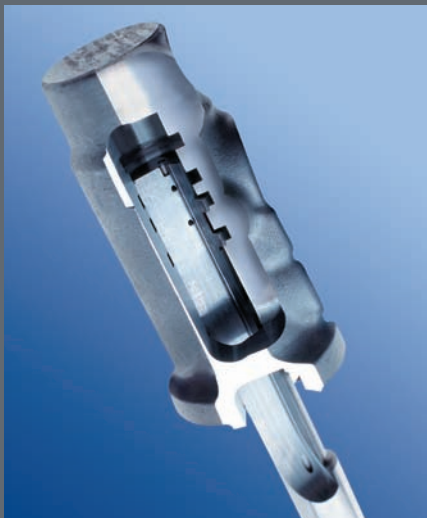


Dr.-Ing. Jürgen Fronius ist Leiter des Geschäftsbereichs Mechatronik bei der KOMET GROUP.

Die Vielfalt an Bauteilen mit komplexen Geometrien, wie Zylinderkopf, Achsgehäuse, Radträger oder Turbolader und Co., scheint ständig zuzunehmen. Deren Konturen erfordern meist unterschiedliche Verfahren der spanenden Formgebung, vom Fräsen über Bohren, Gewinden usw. bis zum Drehen. Damit sind per se auch kinematisch unterschiedliche Maschinenarten erforderlich. Solange derartige Bauteile in großen Serien gefertigt werden, sind verkettete Systeme mit spezialisierten Bearbeitungsstationen adäquate Lösungen. Sie erlauben die Bearbeitung in einer Aufspannung, sparen Umrüstkosten und bieten Qualitätsvorteile. Geringer werdende Losgrößen und höhere Variantenvielfalt sowie kürzere Produktlebenszyklen sind allerdings einige der Aspekte, welche die Vorteile solcher Systeme aus

wirtschaftlicher Sicht in Frage stellen und den Trend, hin zu Standardmaschinen bzw. flexiblen Bearbeitungszentren, bestimmen. Komplettbearbeitungen in einer Aufspannung stellen hier jedoch auf Grund der unterschiedlichen Verfahrensarten eine große Herausforderung dar.

Auch wenn Bauteile, wie die oben genannten, Konturen aufweisen die Drehprofile darstellen, sind sie in Gänze nicht für Dreh-Fräszentren geeignet. Die Bearbeitung solcher nicht rotationssymmetrischer Teile ist hier abhängig von den Konturen und wenn überhaupt, dann nur mit großem Wuchtaufwand machbar, was außerdem verstärkte dynamische Lasten zur Folge hat. Daher sind Drehmaschinen für dieses Bauteilspektrum nur begrenzt einsetzbar.



Interpolationsstechdrehen in der Hauptbremszylinder-Bearbeitung

Bearbeitung Differentialgehäuse mit Kugel- und Planstirnwerkzeug



Die Wahl der Mittel

Dem gegenüber stellen hier Bearbeitungszentren die Wahl der Mittel dar. Sie sind vor dem Hintergrund niedriger Stückzahlen und komplexer Bearbeitungen flexibel nutzbar. Da sie jedoch ihrerseits ebenfalls nicht alle Zerspanungsverfahren (explizit das Drehen) zulassen und klassische Planschieberwerkzeuge hier nicht eingesetzt werden können, sind für Komplettbearbeitungen oft immer noch Umspannvorgänge notwendig. Alternative Bearbeitungsmöglichkeiten bietet das Zirkularfräsen oder die Zirkulardrehinterpolation. Beim Zirkularfräsen wird das Werkzeug auf einer Helixbahn geführt. Dabei sind die Stellen der Bahn problematisch, an denen eine Achse ihre Richtung ändert (Quadrantenübergänge). So hat das Zirkularfräsen konturabhängig Nachteile hinsichtlich der Bearbeitungsdauer und der Oberflächenqualität. Hinzu kommt, dass bei komplexen Drehkonturen Formfräser benötigt werden, die speziell für die zu bearbeitende Kontur anzufertigen sind. Dies verursacht höhere Werkzeugkosten und Werkzeugwechselzeiten.

Mit dem so genannten Zirkularstechdrehen lässt sich das Prinzip des Einstechdrehens von einer Drehmaschine auf ein Bearbeitungszentrum übertragen. Das Werkzeug wird in das stillstehende Werkstück auf einer von der Steuerung erzeugten Interpolationsbahn um das Werkstück geführt. Dabei steht sie Schneide an jedem Punkt der Kreisbahn senkrecht zur Tangente des Bohrungszyinders. Somit dreht sich das Werkzeug während eines Kreisumlaufs im Werkstück nur einmal um die eigene Achse. Oberflächen werden ohne die typische Facettierung des Zirkularfräsen erzeugt. Dies erfordert allerdings maschinenseitig entsprechende steuerungstechnische Voraussetzungen. Die Spindel muss lageregelbar zu den kartesischen Achsen sein und die äquivalente Drehzahl ist nur über die kartesischen Achsen zu generieren und damit recht begrenzt. Außerdem hat das Verfahren bei häufigem Einsatz höheren Achsverleiß zur Folge.

Mehr oder minder aufwendige Sonderwerkzeuglösungen sind weitere Alternativen, wie z.B. Kugel- und Planstirnwerkzeu-

ge für die Bearbeitung der Kugelsegmente in offenen Differenzialgehäusen. Solche Lösungen bieten keine Flexibilität und verursachen hohe Investitions- und Dauerwerkzeugkosten sowie gegebenenfalls hohe Vorrichtungskosten.

Hochflexible Werkzeugsysteme

Flexiblere Lösungen werden von einigen Werkzeugmaschinenherstellern, in Form integrierter Stellkinematiken in den Spindeln, angeboten. Reine, hoch flexible werkzeugseitige Alternativen stellen moderne mechatronische Werkzeugsysteme dar. Mit den **KOMET KomTronic**[®] U-Achssystemen gehört die **KOMET GROUP** zu den Innovationsführern. Diese Werkzeugsysteme sind in Maschinenspindeln einwechselbare Antriebseinheiten mit Achsfunktion, verstellbarem Schneidenträger und applikationsspezifischem Aufsatzwerkzeug. Die Antriebseinheit ermöglicht die Schneide radial zur Rotationsachse zu verstellen. Für flexible Konturbearbeitungen und Stechoperationen wird die U-Achse mit der Z-Achse (Spindelvorschubachse) der Maschine interpolierend verfahren, was die Realisierung komplexer Drehbearbeitungen in einem Konturzug ermöglicht.

Diese Systeme bestehen im Wesentlichen aus einem kompakten Plandrehkopf mit Einzelschieber, der mittels Servomotor und Gewindespindel angetrieben wird. Die Energie zur Versorgung der Elektronik und des Antriebs wird berührungslos induktiv in das U-Achssystem übertragen. Ebenso werden die Daten induktiv mit dem U-Achssystem ausgetauscht. Spindelseitig ist ein so genannter Stator angebaut. Er ist segmentförmig ausgeführt. Auf der U-Achseseite gewährleistet die ringförmige induktive Übertragungseinheit (Rotor) den sicheren Daten- und Energieaustausch in jeder Winkellage, auch unter Einfluss von Kühlschmiermitteln. So sind die mechatronischen U-Achssysteme automatisch aus dem Werkzeugmagazin einwechselbare NC-Achsen. Eingebunden in die Maschinensteuerung erfolgt die Programmierung in der üblichen NC-Programmiersprache. Dabei stehen alle Funktionalitäten einer normalen ISO-Programmierung zur Verfügung.



*UAS125 Hub ± 6mm
 HSK63/ ISO 40/
 CAT 40/ BT 40*



*UAS115 Hub ± 11mm
 HSK63/ ISO 40/
 CAT 40/ BT 40*



*UAS160 Hub ± 25mm
 HSK100/ ISO 50/
 CAT 50/ BT 50*

Vollwertige NC-Achsen zum Einwechseln

KOMET KomTronic® U-Achssysteme erweitern die kinematischen Gegebenheiten in Bearbeitungszentren. Sie ermöglichen Drehbearbeitungen im BAZ und schaffen so die Freiheit für Komplettbearbeitungen auf einer Maschine in einer Aufspannung. Zur Anpassung an unterschiedliche Bearbeitungsaufgaben, Maschinen und NC-Steuerungen sind die **KOMET KomTronic®** Systeme modular konzipiert. Das Portfolio der **KOMET GROUP** umspannt Lösungen in den Größen HSK 40, 50, 63 und 100. Darüber hinaus gibt es mit den **KOMET KomTronic® HPS U-Achssystemen** schnell drehende Ausführungen, die mit bis zu 8.000 min⁻¹ eingesetzt werden.

Spätestens in Anbetracht solcher Leistungen wird deutlich, dass durch das Gewicht der U-Achsen sowie durch die Verschiebung der Massen im Werkzeugkopf zur Verstellung der Schneide, Unwuchten entstehen. Mit der neuen HQB (High Quality Balance)-Technologie ist es der **KOMET GROUP** konstruktiv gelungen, die so genannten Ausgleichmassen vor den Schieber in eine nahe Ebene wie Werkzeug- und Schieberschwerpunkt zu legen. So wird es möglich, mittels Wuchtausgleichmassen in einer Ebene einen mehrebenenahen Ausgleich zu erzielen, was konstruktionsbedingt unabhängig vom Hub realisierbar ist. Außerdem werden die Fliehkräfte in Reaktionskräfte in Kopplungsstellen umgewandelt, sodass sich die Fliehkräfte der Ausgleichkörper und des Schieber-Werkzeug-Systems im Antriebsstrang nicht einfach aufaddieren. Die Folge ist ein von der Fliehkraftformel weitgehend entkoppeltes Antriebsdrehmoment. Nicht unerheblich für den ruhigen Lauf dieser Systeme ist die von der **KOMET GROUP** vorangetriebene Miniaturisierung und damit auch Gewichtsreduzierung der modularen Komponenten.

Fazit und Perspektiven

Abschließend betrachtet, begünstigen mechatronische Werkzeugsysteme den Einsatz von Standardmaschinen anstelle von Sondermaschinen, was insgesamt die Investitionskosten reduziert. Außerdem spart die Integration von Drehoperationen in Bearbeitungszentren, die sonst notwendigen Spannvorrichtungen auf Drehmaschinen. Darüber hinaus bringt die flexible Konturbearbeitung mit U-Achsen eine Reduzierung der Werkzeuganzahl mit sich. Die Komplettbearbeitung auf einer Maschine wirkt sich durch die Verkürzung der Bearbeitungs- und Durchlaufzeiten auch positiv im Bereich der Stückkosten aus. Weniger Werkzeugwechsel und gegebenenfalls wegfallende Zirkularbearbeitungen reduzieren ebenfalls die Stückkosten. Selbst im Hinblick auf die Betriebskosten ergeben sich Einsparungen. Werkstücke müssen nicht rotiert werden und der Leistungsbedarf ist minimal. In der Zusammenfassung ergibt sich meist aus der günstigeren Kostensituation eine verbesserte Wettbewerbsfähigkeit und technisch gesehen oft zudem noch eine gesteigerte Qualität. Bearbeitungen in einer Aufspannung bringen große qualitative Vorteile mit sich. Umspannvorgänge zu vermeiden bedeutet, das immer gleiche Bezugssystem für die Fertigungseinheiten zu erhalten und so optimale Lageverhältnisse der Geometriemerkmale zueinander zu ermöglichen. Auch die Integration von Mess- und Prüfaufgaben gehört mittels Messdornen oder -taster zum Stand der Technik. Die **KOMET KomTronic® U-Achssysteme** bilden die Basis, um durch prozessnahe Messen im Bearbeitungszentrum höchste Werkstückqualitäten zu erreichen.

Die KOMET GROUP ist einer der führenden Komplettanbieter für Präzisionswerkzeuge. Seit über 90 Jahren zählt die international erfolgreiche Unternehmensgruppe mit Sitz in Besigheim zu den Innovationsführern der Branche. Derzeit beschäftigt das Unternehmen mit seinen 20 Tochtergesellschaften über 1.450 Mitarbeiter und ist in rund 50 Ländern vertreten.



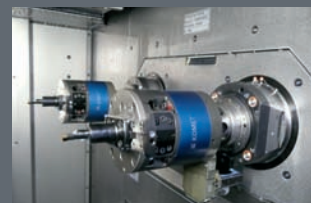
*Bearbeitung Differentialgehäuse AGG mit **KOMET KomTronic® U-Achssystem***

*Werkstückstoff: GG25
 Schnittgeschwindigkeit: $v_c = 110$ m/min
 Vorschub: $f = 0,35$; bis 1 mm
 Schnitttiefe: $a_p = 0,3$ Finish 0,7 Semi*



*Gewindedrehen mit **KOMET KomTronic® U-Achssystem***

*Werkstückstoff: EN-GJL-250
 Schnittgeschwindigkeit: $v_c = 27$ m/min
 Vorschub: $f = 0,15$ mm
 Einstichbreite 3,6 R=1,8 mm*



U-Achsen-Einsatz im Doppelspindel zur satzweisen Bearbeitung von Werkstücken.