

Die Verzahnung Modul 3 wird auf der Schleifmaschine mittels Wälzschälen in 14 Zustellungen degressiv erzeugt. Besonderes Augenmerk gilt dem Rundlauf und der Form der Zahnflanken. Foto: Ingersoll

Wirtschaftliche Verzahnung mit passenden Tools und Bewegungssynchronisation

Wälzschälen auf der Schleifmaschine

Zum Portfolio der Firma IBO gehören unter anderem Wälzlager, deren Laufbahnen hochgenau geschliffen werden müssen. Auf dem gewählten, äußerst vielseitigen vertikalen Schleifzentrum ist mithilfe spezialisierter Werkzeuge sogar Wälzschälen möglich.

TEXT: Manfred Flohr

Die Firma IBO in Kirchheim bei München ist ein inhabergeführtes Unternehmen mit 30 Mitarbeitern, das sich auf die Herstellung von Wälzlagern spezialisiert hat. Seit 2016 verfügt das Unternehmen auch über eine eigene Fertigung. Aus Gründen der Genauigkeit finden alle Bearbeitungen auf einer Schleifmaschine statt. Mit Unterstützung von Ingersoll Werkzeuge aus Haiger ist darauf nun auch Wälzschälen möglich.

Anspruchsvolles Fertigungsspektrum

Als die Entscheidung über die Anschaffung einer Maschine anstand, fiel die Wahl nicht ohne Grund auf eine Schleif-

maschine. Zum Portfolio der IBO gehören auch Wälzlager, deren Laufbahnen hochgenau geschliffen werden müssen. Die erforderliche Präzision von 5 µm ist mit anderen Fertigungstechnologien nicht realisierbar. IBO wählte daher mit dem vertikalen Schleifzentrum Kehren „RP 8“ eine Maschine, auf der nicht nur verschiedene Arten des Schleifens, sondern auch Drehen, Bohren und Fräsen möglich sind.

IBO stellt Lager im Durchmesserbereich von 200 mm bis 1200 mm her. Die besondere Stärke des Unternehmens sind schlanke digitale Prozesse, um derartige Teile binnen kürzester Zeit auslegen zu können, was durch eine eigene Digitalfirma unterstützt wird. Von der Anfrage für ein bestimmtes Teil bis zur Fertigung des Lagers dauert es bei IBO gerade mal drei bis vier Tage, während Mitbewerber

dafür sechs bis acht Wochen brauchen. Dahinter steckt ein ausgeklügeltes Konfigurationsmanagementsystem in CAD, das Modelle anhand von Parametern aufbaut.

Ein Laufringlager für viele Zwecke

Pro Jahr werden in Kirchheim rund 1200 verschiedene Teile produziert. Meist geht es dabei um Kleinserien von 10 bis 20 Stück. Weil dieses Volumen nicht auf einer einzigen Maschine zu bewältigen ist, ist der Fremdvergabeanteil relativ hoch. Gelegentlich werden von einem Bauteil aber auch höhere Stückzahlen verlangt. Das war bei einem Laufringlager der Fall, das in unterschiedlichen Bereichen verbaut wird. Den Gepäckscanner am Flughafen bewegt es einmal

um das Gepäckstück auf dem Band. Im Computertomografen macht es einen ganz ähnlichen Bewegungsablauf um den Patienten herum möglich. Hinzu kommen Anwendungen in der Wehrtechnik, für die IBO seit 2013 ebenfalls tätig ist. Hier wird das Laufinglager für den Seitenrichtantrieb an Waffenstationen eingesetzt, wo es als Schnittstelle zwischen feststehendem und drehendem Element fungiert.

Das Bauteil besteht aus hochfestem Aluminium, einem Werkstoff, der auch in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt wird. Der Laufkreisdurchmesser, auf dem später der Wälzkörper läuft, misst 660 mm. Die Innenverzahnung besteht aus 189 Zähnen des Moduls 3. Insgesamt erreicht das Bauteil eine Stückzahl von rund 500, was bei IBO schon als Großserie gilt. Nicht zuletzt strenge Audits durch die Kunden machten die Produktion bei IBO im Haus erforderlich.

Power Skiving erfüllt alle Anforderungen

Florian Lemberger, Technischer Geschäftsführer von IBO, fragte bei Ingersoll an, wie die Innenverzahnung auf der vorhandenen Maschine am wirtschaftlichsten hergestellt werden kann. Michael Bum, Technischer Berater beim Werkzeugspezialisten, machte sich daraufhin mit dem zu fertigenden Bauteil vertraut und hat die Produktionsumgebung vor Ort begutachtet. Zügig unterbreitete er einen Vorschlag, **Bild 1**: Wälzschälen ist die schnellste und wirtschaftlichste Lösung. Bei der auch als „Power Skiving“ bezeichneten Technik wird durch einen Achskreuzwinkel das Werkzeug schräg zum Werkstück angeordnet. Durch die Schrägstellung findet ein Abtrag statt:

Die Zähne des Werkzeugs arbeiten sich schräg hinunter, **Bild 2**, beschreiben eine Ellipse und schaben dabei aus dem Rohling Material heraus. Eine breitere Anwendung findet das Wälzschälen erst, seit Bearbeitungszentren und Universalmaschinen mit vollsynchronisierten Spindeln und verfahrensoptimierter Software die Anwendung dieser hochkomplexen Technologie zulassen.

Werkzeugpremiere auf der Schleifmaschine

Ingersoll ist seit 2014 mit Werkzeugen für das Wälzschälen am Markt und hat



Bild 1. Der Werkzeugspezialist hat das Wälzschälwerkzeug mit 43 Wendeschneidplatten ausgestattet, die aus rhombischen Rohlingen profilgeschliffen wurden. Foto: Ingersoll

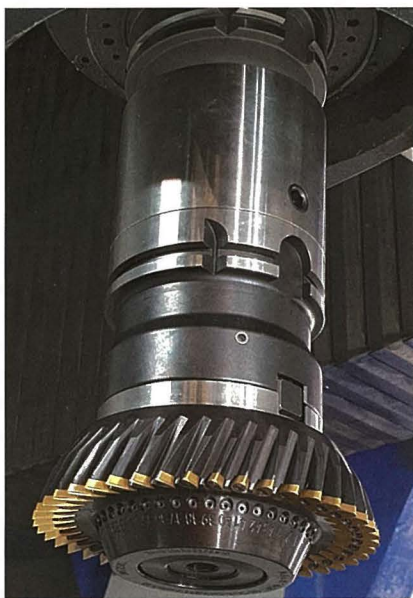


Bild 2. Das Fräswerkzeug ist in der Schleifspindel gespannt, das Werkstück dreht sich auf dem Maschinentisch synchron dazu. Foto: Ingersoll

seither schon viele Projekte zusammen mit Maschinenherstellern umgesetzt. In den vergangenen Jahren wurden Werkzeuge von Modul 2 bis Modul 12 mit Wendeschneidplatten (WSP) hergestellt. Für kleinere Durchmesser bis etwa 60 mm werden Vollhartmetall (VHM)-Wälzschälräder von Modul 0,4 bis 2,5 angeboten. Auf einer Schleifmaschine wurden die Werkzeuge aus Haiger allerdings noch nie eingesetzt.

Bum war zuversichtlich, dass das im Zusammenspiel von Drehtisch als C-Achse und der in Z-Richtung verfahren- den Schleifspindel klappen könnte. Bevor

Ingersoll ein Sonderwerkzeug für die konkrete Anwendung auslegte, musste aber zunächst abgeklärt werden, ob tatsächlich alle Voraussetzungen dafür gegeben sind. Dafür wurde der Maschinenhersteller Kehren mit ins Boot geholt.

Mit Sonderwünschen von IBO war man dort bereits vertraut, da sämtliche Bearbeitungen auf der RP8 ausgeführt werden. Die Anfrage nach dem Wälzschälen sorgte allerdings zunächst für Stirnrundeln. „Auf einer unserer Schleifmaschinen wurde das Wälzschälen noch nie eingesetzt. Ich musste mir das erst mal auf YouTube anschauen, um einen Eindruck davon zu bekommen“, räumt Peter Ediger, Leiter Anwendungstechnik bei Kehren, ein. Schließlich konnte er grünes Licht geben: „Die Maschinenausstattung ist zwar dafür nicht unbedingt prädestiniert, aber man kann es damit machen.“

Zugute kam dem Projekt, dass es um die Zerspanung vom Aluminium ging. Im Gegensatz zu Frässpindeln sind Schleifspindeln für hohe Laufleistungen, hohe Drehzahlen und hohe Genauigkeit optimiert, aber nicht dafür, hohe Zerspankräfte aufzunehmen. Beim Schleifen wirken radiale Kräfte auf die Spindel, wofür die Lagerung entsprechend ausgelegt ist. Fräsprozesse erzeugen axiale Kräfte. Bei härteren Materialien hätte wohl eine andere Spindel genutzt werden müssen.

Ohne generische Kopplung geht es nicht

Ganz entscheidend für das Gelingen waren darüber hinaus besondere Ausstattungsmerkmale der Maschine von Kehren. Während die Rundtische vieler anderer Schleifmaschinen mit Riemenantrieben oder Getrieben ausgestattet sind, werden hier sowohl der Tisch als auch die Spindel mit einem Torquemotor angetrieben. Zusammen mit den verbauten Sensoren sind die Direktantriebe eine Voraussetzung dafür, dass die Bewegungen für das Wälzschälen synchronisiert werden können. Bei einer Umdrehung der Schleifspindel muss der Rundtisch im Verhältnis der Zahnzahl des Werkzeugs – bezogen auf die Zahnzahl des Werkstücks – bewegt werden. Der Steuerhersteller Siemens bezeichnet diese Synchronisation als „generische Kopplung“.

Mit Unterstützung des Werkzeugherstellers gelang Ediger die Programmierung des ungewöhnlichen Verfahrens. Ausdrück-



Bild 3. Florian Lemberger, Technischer Geschäftsführer von IBO (rechts), und Michael Bum, Technischer Berater bei Ingersoll, am Koordinatenmessgerät. Das gezeigte Bauteil muss die Verzahnungsqualität 8 nach DIN 3961 erfüllen. Die Innenverzahnung des Lagerrings, der hier bereits schwarz eloxiert ist, umfasst 189 Zähne. Foto: Ingersoll

lich würdigt er die gute Zusammenarbeit: „Von Ingersoll haben wir sehr gute Informationen zu den Anforderungen für die Verzahnung und zum Werkzeug bekommen. Anhand dessen konnte ich den Zyklus erstellen. Ausgesprochen nützlich waren Tipps, wie man das eine oder andere am besten löst.“

Bei Ingersoll ist Markus Grebe, Produktmanager Formwerkzeuge, bestens mit den Details vertraut. Um die verlangte Qualität für die Verzahnung zu erreichen, hat er sich für eine degressive Zustellung in 14 Schritten entschieden. Am Anfang wird mit einer größeren Zustellung zerspannt, die dann immer weiter reduziert wird. Er erläutert, warum das Wälzschälen nicht in einer Zustellung ablaufen kann: „Beim Eintritt des Werkzeugs haben wir einen positiven Spanwinkel, beim Austritt einen negativen. Dieses Verhältnis ändert sich bei jeder Zustellung. Damit ergeben sich jeweils andere Eingriffsverhältnisse und Eingriffslängen. Das macht die Sache spannend.“

43 Schneiden für 189 Zähne

Tools für das Wälzschälen sind grundsätzlich Sonderwerkzeuge, die an das jeweilige Bauteil und die Verzahnungsbreite angepasst sind. Sowohl die Werkzeugaufnahme als auch die WSP werden nach Maß gefertigt. Das Werkzeug für die 189 Zähne am Laufinglager von IBO hat

Ingersoll mit 43 Schneiden ausgelegt (**Bild 1**). Für die Schneidplatten wurden rhombische Rohlinge verwendet, die in Haiger profilgeschliffen und beschichtet wurden. Damit der Maschinenbediener alle notwendigen Parameter für Werkzeug und Bauteil eingeben kann, liefert der

„Wälzschälen mithilfe generischer Kopplung ist für das zu fertigende Laufinglager die schnellste und wirtschaftlichste Lösung.“

Werkzeugspezialist auch eine Kollisionsdarstellung mit.

Bei IBO drückte die Zeit: Um den Prozess zum Laufen zu bringen, blieben am Ende gerade mal 48 h Zeit. Bum und Grebe begleiteten die Tests vor Ort, bei denen Schnittwerte, Zustellungen und Vorschübe variiert wurden, um zu einem optimalen Ergebnis zu kommen. Im besonderen Fokus standen dabei die

jeweils erzeugten Zahnflanken. Um zum gewünschten Ergebnis zu kommen, reichte ein Probeteil aus. „Die Maschine machte, was sie soll. Letztendlich ging es nur um einige wenige Stellschrauben, an denen wir noch drehen mussten“, berichtet Bum. Beim Test wurde auf Antrieb eine Rundlaufgenauigkeit von 5/100 mm erreicht, die nächsten Teile erfüllten bereits die vorgegebene Verzahnungsqualität 8 nach DIN 3961. Die Fertigung einer Verzahnung dauert rund 20 Minuten.

Positives Fazit

Der Kunde ist von den Ergebnissen sehr angetan, **Bild 3**. „Das Know-how von IBO liegt zwar in erster Linie im Engineering, aber die beste Zeichnung würde nichts nutzen, wenn wir ein Lager nicht auch liefern können“, sagt Lemberger. Er freut sich darüber, die Durchlaufzeit in der Produktion selber in der Hand zu haben und damit flexibler zu sein. „Ein Erfolgsgarant war, dass sich drei Firmen gefunden haben, die sehr kompetent zusammenarbeiten konnten. Die Kooperation mit diesen leistungsfähigen Partnern hat richtig Spaß gemacht.“

Florian Lemberger kann sich vorstellen, das Wälzschälen auch für weitere Produkte einzusetzen. Betriebswirtschaftlich sinnvoll wäre die Anschaffung eines Sonderwerkzeugs nach seiner Kalkulation ab Produktionszahlen von etwa 75 Stück. Unter Umständen lassen sich mit den bereits vorhandenen Fräsern sogar weitere Verzahnungen mit etwas mehr Zähnen herstellen. Möglicherweise kann das Trägerwerkzeug für andere Bauteile eingesetzt werden, wenn lediglich die Konturen der Schneidplatten darauf angepasst werden. Bei IBO verlassen sich die Verantwortlichen hier ganz auf die Beratung der Spezialisten aus Haiger. ■

www.ingersoll-imc.de



Dipl.-Phys. Manfred Flohr ist freier Fachjournalist in München. Foto: Autor