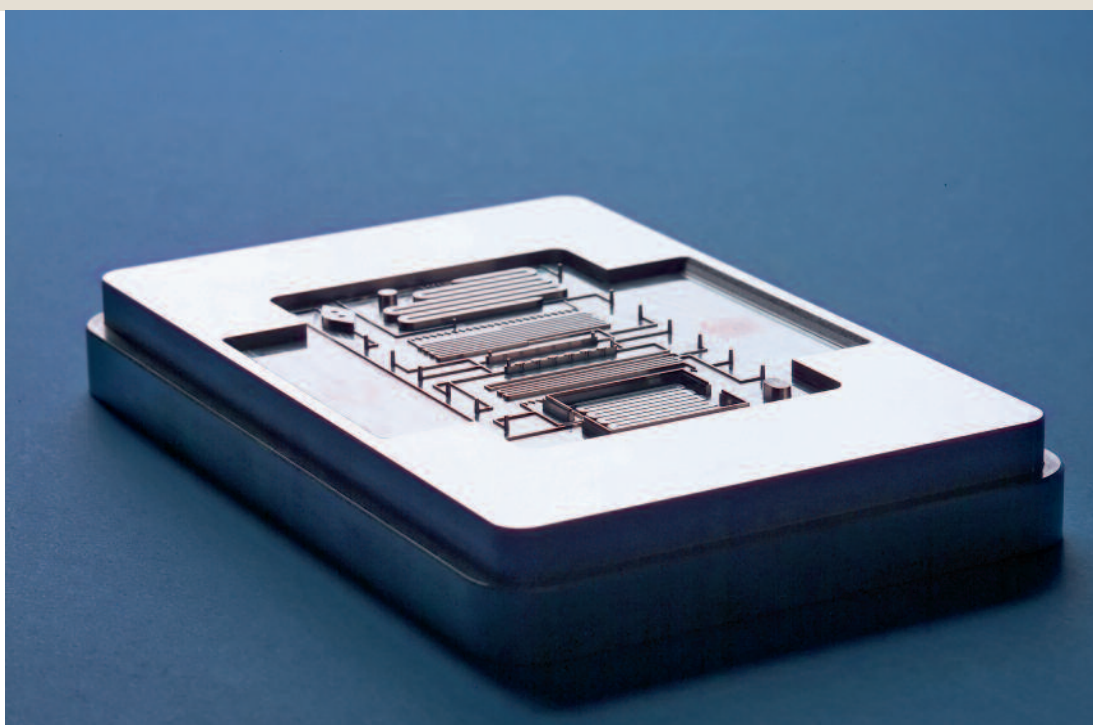


Präzision wird produktiv

Das Fräsen hochgenauer Mikrostrukturen bei größtmöglichem Bearbeitungsraum ist beispielsweise in der Uhrenindustrie gefragt, um viele Werkstücke mit geringen **NEBENZEITEN** bearbeiten zu können. Eine neu entwickelte Mikrofräsmaschine ist hier in ihrem Element.

Bild 1. Formeinsatz mit filigranen, µm-genauen Konturen: Nicht das »Ob« entscheidet, sondern das »Wie schnell«



MARKUS VOS

Mit dem Einzug der Mikrozerspanung in den industriellen Produktionsalltag verändern sich auch die Maßstäbe, die an dieses Verfahren angelegt werden. Während bislang vor allem die Möglichkeit der Fertigung im Vordergrund stand, sind es in zunehmendem Maße Kostenaspekte, die zur Bewertung von Maschinen und Prozessen herangezogen werden. Wenn Mikrometergenauigkeit als selbstverständlich vorausgesetzt wird, muss die Produktivität nachziehen (**Bild 1**).

Das Unternehmen Schmoll Maschinen aus Rödermark gehört seit Jahren zu den führenden Maschinenbauern für die Leiterplattentechnik und liefert jährlich bis zu 700 High-End-Maschinen zur Fertigung von Elektronik- und Mikroelektronik-Komponenten aus. Diese Märkte unterliegen traditionell einem sehr hohen Kostendruck, wobei sowohl die Mikro-

zerspanung als auch die Lasermikrobearbeitung zum Zuge kommen.

Mikrozerspanung – kompakt und kostengünstig

Aufbauend auf den daraus gewonnenen Erfahrungen wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT) in Aachen eine neue Mikrofräsmaschine entwickelt, die auf dem modularen Maschinenkonzept von Schmoll basiert. Das preisgünstige Konzept wurde vom Fraunhofer IPT

> KONTAKT

HERSTELLER
Schmoll Maschinen GmbH
 63322 Rödermark/Ober-Roden
 Tel. +49 6074 8901-0
 Fax +49 6074 8901-58
www.schmoll-maschinen.de



**Bild 2. Geringe Aufstellfläche,
großer Bearbeitungsraum:
Mikrofräsmaschine »MicroMill«
von Schmolz Maschinen**

konstruktiv an den Fräsprozess angepasst und mit einem neuen Steuerungssystem versehen (**Bild 2**).

Zu den markanten Kennzeichen der 3-Achs-Mikrofräsmaschine »MicroMill« gehört die hohe Dynamik der Antriebe. So verfügt die Maschine in allen Achsen über hochdynamische Linearmotoren, die ihre Position über gekapselte Glasmaßstäbe direkt erfassen. Mit diesen Antrieben können Beschleunigungen von mehr als 1,5g in allen Achsen erzielt werden. Dies bietet dem Anwender die Möglichkeit, die Prozesszeiten im Vergleich zu Maschinen mit Servo-

antrieben und Kugelumlaufspindel zu halbieren. Thermische Einflüsse aus den Linearmotoren werden durch eine aktive Wasserkühlung ($\pm 0,2\text{ K}$) am Ort der Wärmequelle direkt kompensiert. Ein hochgenaues Kühlaggregat sorgt für ein thermisches Gleichgewicht. Die Positionierunsicherheit der Achsen beträgt nur $\pm 0,25\text{ }\mu\text{m}$, und diese bleibt aufgrund der verschleißfreien Linearmotoren auch über Jahre erhalten.

Dynamisches Duo aus zwei Motorspindeln

Die hohe Dynamik spielt nicht zuletzt bei der Herstellung von Senkelektroden im Formenbau eine gewichtige Rolle. So muss das Werkzeug mit hohen Beschleunigungen die Werkstückkontur abfahren. Bei hohen Werkstückflanken ist eine hohe Achsbeschleunigung und dessen Änderung ein deutlicher Vorteil in Bezug auf die Werkstückqualität und die Hauptzeit. ▶

Fräs-, Bohr- und Schleifspindeln

Die precise technologies GmbH entwickelt und vertreibt Spindelssysteme für die Präzisionszerspänung in der optischen Industrie, der Dental- und Medizintechnik, im Bereich der Mikrozerspanung, der Flugzeugindustrie und des Werkzeug- und Formenbaus.

Diese zeichnen sich vor allem durch Zuverlässigkeit und Bearbeitungsgenauigkeit sowie ein ausgewogenes Preis-Leistungsverhältnis aus. Unsere erfahrene Entwicklungsabteilung erarbeitet für Sie und mit Ihnen praxisgerechte Lösungen für Ihr Maschinenkonzept. Unser Produktportfolio basiert auf Spindeln mit Asynchron- oder Synchronmotoren, mit manuellem oder automatischem Werkzeugschaft-Direktspannsystem sowie mit HSK- und SK-Werkzeugwechselformen.

Sprechen Sie uns an, wir freuen uns auf Sie.

Tel: +49 2173 20535-0

Fax: +49 2173 20535-99

info@precise-tec.de


Member of FISCHER PRECISE Group



speed your success



Bild 3. Mit der Kraft von zwei Spindeln: Ein Doppelspindel-Konzept erleichtert die Grob- und die Feinbearbeitung ohne Umspannen des Werkstücks

Ein wichtiger Aspekt bei der HSC-Bearbeitung sind die Achsen, genauso wichtig ist jedoch die zur Verfügung stehende Spindeldrehzahl. Besonders bei der Bearbeitung von gehärteten Stählen mit CBN-Werkzeugen und kleinen Werkzeugdurchmessern bildet hier die verfügbare Spindeldrehzahl eine Grenze. Aus diesem Grund ist die MicroMill mit bis zu zwei Spindeln ausgestattet (**Bild 3**). So kann mit der wälzgelagerten Präzisionsspindel und einem Messerkopf oder mit einem Kugelfräser vorgefräst werden (**Bild 4**). Im Anschluss daran kann das Werkstück mit einer Hochfrequenz-Frässpindel und einer Drehzahl von bis zu $300\,000\text{ min}^{-1}$ gefinisht werden (**Bild 5**). Für den Anwender bedeutet das, dass er mit hohen Zerspanleistungen (bis 5 kW) und mit hohen Drehzahlen und Schnittgeschwindigkeiten ohne Umspannen arbeiten kann. Das Doppelspindelkonzept ist besonders dann von Vorteil, wenn ein breites Bauteilspektrum bearbeitet werden soll.

Selbst bei diesen extrem hohen Drehzahlen ist ein automatischer Werkzeugwechsel möglich. Dazu stellt die Maschine ein Linearmagazin mit bis zu 30 HSK-25-Werkzeugen und ein Magazin mit bis zu 50 Werkzeugen mit einem Werkzeugschaft von 3 mm zur Verfügung. Die HSK-Werkzeuge werden von der wälzgelagerten Spindel aufgenommen, die Werkzeuge mit 3-mm-Schaft von der aerostatisch gelagerten Spindel. Da der Spindelschaft in letzterem Fall luftgelagert ist, verfügt die Motorspindel über einen sehr geringen Rundlauffehler und ist im Gegensatz zur Wälzlagerung verschleißfrei. Die hohen Drehzahlen sorgen bei kleinen Fräs- und Bohrwerkzeugen für eine optimale Schnittgeschwindigkeit, die sich wiederum in der Werkzeugstandzeit wie auch in der Werkstückqualität positiv bemerkbar macht.

Gerade in der Hochgeschwindigkeits-Fräsbearbeitung ist eine wirtschaftliche Produktion von großer Bedeutung. Schmolz kann hier auf ein umfangreiches Werkzeug-Know-how zurückgreifen. So werden einfache Bohrwerkzeuge aus der Leitplattenindustrie heute bereits für 1 Euro angeboten, und dennoch sind diese Werkzeuge aus Vollhartmetall. In der

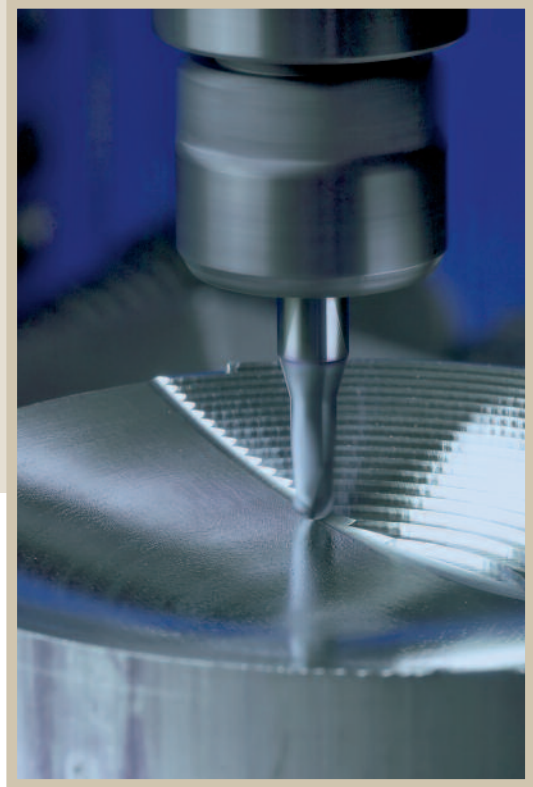


Bild 4. Produktivität mit Sinn fürs Filigrane: Mit einem Messerkopf hoher Leistung vorfräsen, dann mit hoher Genauigkeit feinschliffen

MicroMill können diese kostengünstigen Werkzeuge direkt eingesetzt werden.

Kleine Aufstellfläche, großer Arbeitsraum

Die MicroMill basiert auf einem soliden handgeläpften Naturgranit, wie er heute sonst nur bei Messmaschinen eingesetzt wird. Dieser Werkstoff zeichnet sich einerseits durch sein hervorragendes Langzeitverhalten und andererseits durch die hohe statische und dynamische Steifigkeit respektive Dämpfung aus.

Die Hochpräzisions-Fräsmaschine verfügt über ein besonders günstiges Verhältnis von Aufstellfläche und Bearbeitungsraum. Bei einer Stellfläche von gerade mal $1,69\text{ m}^2$ besitzt die Maschine einen Bearbeitungstisch von immerhin $0,44 \times 0,5\text{ m}^2$, auf dem Werkstücke von $440 \times 500 \times 150\text{ mm}^3$ bearbeitet werden können. Da auf diese Weise viele Werkstücke gleichzeitig aufgespannt werden können, ermöglicht die Mikrofräsmaschine Herstellern feinmechanischer Bauteile eine deutliche Verbesserung der Bearbeitungszeit. Neben einem T-Nut-Tisch stehen optional Nullpunktspannsysteme zur Verfügung.

Für die Steuerung der Maschine greift Schmolz auf eine in der Automobilindustrie bewährte CNC-Steuerung von Bosch Rexroth zurück. Die Hochleistungssteuerung MTX ermöglicht eine mehrkanalige Bearbeitung und lässt sich für die 5-Achs-Simultanbearbeitung ausbauen. Die Steuerung stellt integrierte



Bild 6. Produktivität in Reihe:
Bewährte Linien- und Automationskonzepte machen die Serienfertigung besonders wirtschaftlich

Zyklen und High-End-Funktionen zur Verfügung. Derzeit ist die Maschine als 3-Achs-Maschine ausgeführt, an einem 5-Achs-Simultankonzept wird bereits gearbeitet.

Das Bedienkonzept ist bewusst nicht zur Programmierung an der Maschine ausgelegt. Vielmehr sollte die im Formenbau übliche CAD/CAM-Kopplung zur Erstellung der Programme genutzt werden.

Innovative Zusatzoptionen

Zwar gibt es auf dem Gebiet der Fräs- und Mikrobearbeitung bereits viele Anbieter, jedoch hebt sich die MicroMill durch einige Highlights von den etablierten Marken ab. Neben Standardzusatzooptionen wie Minimalmengenschmierung, 3D-Taster oder Laserlichtschranke zur Werkzeugvermessung bietet Schmoll Lösungen wie eine CCD-Kamera und das Kontaktbohren an. Mithilfe der optionalen CCD-Kamera wird das Werkstück über die im Arbeitsraum befindliche Kamera mittels Bildverarbeitung erfasst. So kann das Programm zum Werkstück gedreht werden.

Mit dem Kontaktbohren wird jeder Werkzeugkontakt zwischen Werkzeug und Werkstück ausgewertet. Damit lässt sich einerseits Bohrerbruch zuverlässig detektieren, andererseits kann so die Werkstückoberfläche in der Maschine als Referenz verwendet werden. Trotz schwankender Werkstückdicke lassen sich auf diese Weise Tiefenbohrungen prozesssicher einbringen. Trotz all dieser Features bleibt die Maschine wirtschaftlich und zeichnet sich durch geringe Investitionskosten aus. So war es ein wesentliches Entwicklungsziel, die Maschine auch für den breiten Zerspanungsmarkt anbieten zu können.

Damit auch ein Upscaling in die Massenproduktion möglich ist, stellt Schmoll bewährte Linienkonzepte bereit (**Bild 6**). Die Maschine ist vom Grundaufbau her so designt, dass mehrere Maschinen zu einem Fertigungscluster in einer Reihe zusammengestellt werden können. Trotzdem können alle Maschinen beschickt und von vorne gewartet werden. Hierdurch ergibt sich eine optimale Ausnutzung



Bild 5. Mikrofräsen mit der Spindel nach Maß: Die Auswahl der Motorspindel richtet sich ganz nach der jeweiligen Anwendung. Aero-statisch gelagerte Spindeln erreichen Drehzahlen bis $300\,000\text{ min}^{-1}$

der Produktionsfläche. Reicht auch das nicht zur Deckung der Fertigungskapazität aus, so bietet Schmoll ein Shuttlekonzept zur Werkstückversorgung an. An diesem können bis zu 16 Maschinen zeitgleich betrieben werden, wobei jede Maschine über eine eigene CNC-Steuerung verfügt. Aus einem zentralen Speicher werden die Maschinen über ein Werkstück-Shuttlesystem von der Maschinenrückseite versorgt. Die Werkstückverwaltung übernimmt ein Leitrechner, der die Werkstücke auch mit unterschiedlichen Werkstückprogrammen an die Einzelmaschinen übergibt.

Plant ein Anwender eine Fertigung im internationalen Umfeld, so steht dazu ein umfangreiches Service- und Vertriebsnetz zur Verfügung. Trotz der mittelständischen Struktur kann Schmoll allein in Asien mit 200 Mitarbeitern den Kunden unterstützen. Diese Standorte sichern die Verfügbarkeit und die Ersatzteilbeschaffung vor Ort. ■ MI110204

AUTOR

Dr.-Ing. MARKUS VOS ist Technischer Geschäftsleiter bei Schmoll Maschinen in Roedermark; vos@schmoll-maschinen.de