

Damit's rund läuft in der Mikrozerspanung

Das Fräsen mit einem Werkzeugdurchmesser von weniger als 100 µm treibt die Mikrozerspanung an ihre Grenzen. Benötigt werden Werkzeughalter mit bester Wuchtgüte und **RUNDLAUFGENAUIGKEIT**. In solchen Fällen kann die Polygonspanntechnik ihre Fähigkeiten voll ausspielen.

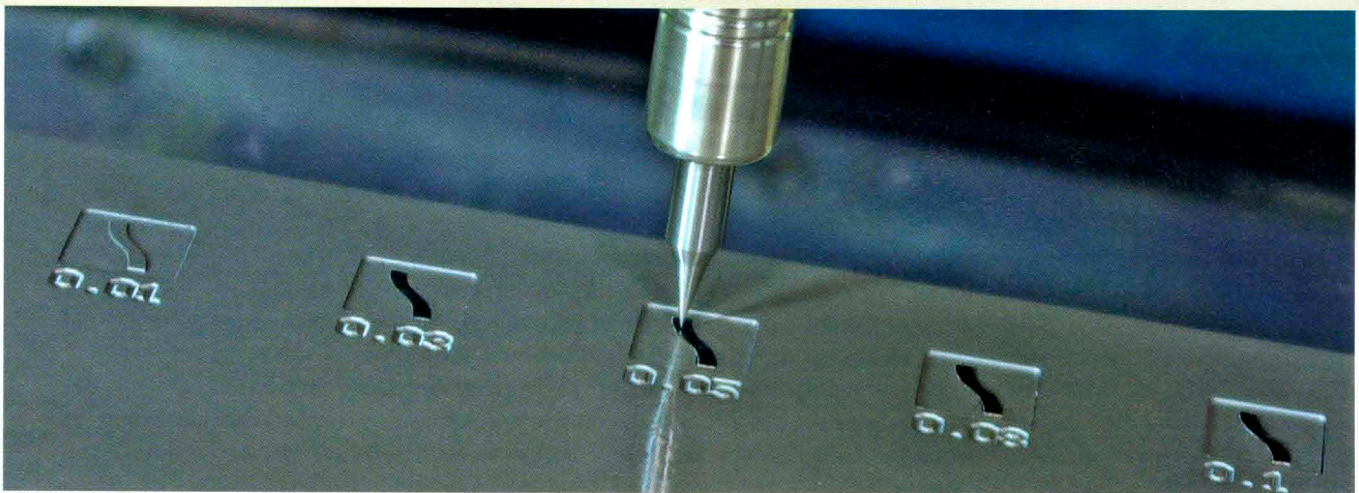


Bild 1. Fräsen am Limit: Für ein Spritzguss-Projekt in Mikrodimensionen vergleicht Mitec die Fräsergebnisse unterschiedlicher Fräser mit Schneidendurchmessern zwischen 0,1 und 0,03 mm. Zerspannt wird dabei Werkzeugstahl mit einer Härte von 58 HRC

DIETER GIELEN

Wo Grenzen sind, steigen wir ein«, berichtet Maik Harbich, Fertigungs- und Entwicklungsleiter des sächsischen Unternehmens Mitec Microtechnologie in Limbach-Oberfrohna. Gemeinsam mit Steffen Eckert, der bei Mitec für Forschung und Entwicklung im Werkzeugbau verantwortlich ist, fräst Harbich am absoluten Limit (**Bild 1**). Die Kunden des 12-Mann-Betriebs sind vorrangig Forschungsinstitute von Universitäten, die Fraunhofer-Gesellschaft sowie Unternehmen aus der Biomedizintechnik, der Sensorik, der Elektronik- und der optischen Industrie. Mitec ist einer von wenigen ausgewiesenen Spezialisten in Sachen extremer Miniaturisierung. Mithilfe der drei Kerntechnologien Fräsen, Senk- und Drahterodieren entwickelt der Mikrospezialist Ideen und Lösungen für winzige Bauteile und Mikroformen. Dabei werden sowohl Werkzeuge als auch Kleinserien mit bis zu 300 Teilen gefertigt (**Bild 2**).

Im Mikrofräsen stecken enorme Potenziale

Aus Sicht von Maik Harbich gibt es beim Fräsen kleinsten Strukturen noch enorme Marktpotenziale: »Fräsen ist deutlich kostengünstiger als das Erodieren oder die aufbauenden Verfahren, die im Bereich der Mikrotech-

nologie weitverbreitet sind.« So erfordere beispielsweise das LiGA-Verfahren einen hohen Aufwand und Energieeintrag. Bei einer Umstellung aufs Mikrofräsen ließen sich leicht Einsparungen von über 50 Prozent realisieren. »Und das bei höherer Präzision«, so Harbich. Dabei biete der Markt künftig enorme Entwicklungsmöglichkeiten, denn in der Regel geht es bei den Endprodukten um Massenartikel, bei denen jeder Cent zählt. So arbeiten beispielsweise Selbsttester zur Bestimmung von Blutwerten mit Chips aus der Mikrofluidik, die mithilfe von Mikrokapillaren das Blut filtern und zu Sensoren führen. Die Mikroformen für die Herstellung derartiger Chips lassen sich bereits heute hochpräzise und zugleich vergleichsweise kostengünstig fräsen.

Mit 30-µm-Fräsern präzise Ergebnisse erzielen

Voraussetzung für eine erfolgreiche Mikrozerspanung seien allerdings Spannsysteme, die über einen exakten Rundlauf und eine hohe Wuchtgüte verfügen, betont Harbich. Ansonsten ließen sich die minimalen Toleranzen nicht erreichen. »Die Tribos-Polygonspanntechnik von Schunk ist das erste System überhaupt, das mit einem 30-µm-Fräser präzise Ergebnisse erzielt«, berichtet der Frästechnologe. »Mit Schrumpffuttern und anderen Spannsystemen war eine so



Bild 2. Die Fertigung bei Mitec vereint drei Kernkompetenzen: Fräsen, Senkerodieren und Drahterodieren

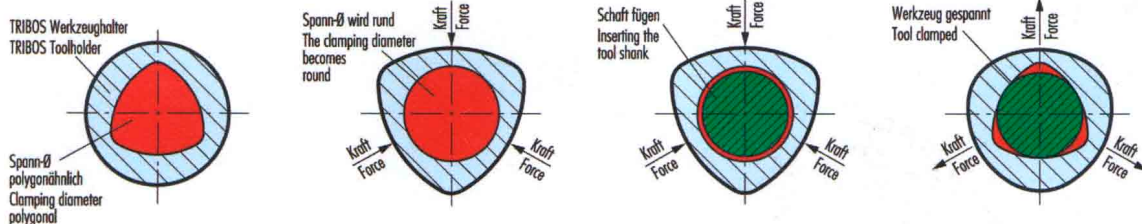


Bild 3. Tribos-Prinzip – einfach und äußerst wirkungsvoll: Eine polygonal geformte Spannbohrung sorgt für sicheren und präzisen Halt

anspruchsvolle Bearbeitung nicht möglich.« Seit über einem Jahr nutzt Mitec nun bereits die hochpräzisen Tribos-Aufnahmen und bearbeitet damit gehärtete Werkstoffe mit einem Härtegrad von bis zu 64 HRC.

Das Geheimnis für die konstant hohe Rundlaufgenauigkeit der Polygonspanntechnik liegt im Spannprinzip: Das Werkzeughaltersystem hat statt einer runden eine polygonförmige Aufnahmebohrung für das Werkzeug (**Bild 3**). Mit einer Spannvorrichtung wird von außen ein definierter Druck beaufschlagt, der die Aufnahmebohrung innerhalb des dauerelastischen Bereichs zu einem Zylinder verformt. Dieser Vorgang bewegt sich unterhalb der R_p -Dehngrenze von 0,2 Prozent, sodass Gefügeänderungen im Stahl ausgeschlossen sind. In diesem Zustand kann das Werkzeug spielend leicht in den Halter gefügt werden. Anschließend wird der äußere Druck reduziert, der Innendurchmesser bewegt sich aufgrund seiner Materialelastizität in die ursprüngliche, polygonale Form zurück, und das Werkzeug wird über die Eigen-

spannung des Stahls kraftschlüssig gespannt. Das gilt selbst für kleinste Werkzeugdurchmesser ab 0,3 mm.

Toleranzen von 3 µm

Mit einer Rundlauf- und Wiederholgenauigkeit von weniger als 3 µm bei einer Ausspannlänge von $2,5 \times D$ und einer Wuchtgüte G 2.5 bei 25 000 min⁻¹ erfüllen die Werkzeughalter höchste Anforderungen. Weil Tribos ohne bewegliche Teile arbeitet, ist das Spannsystem mechanisch unempfindlich. Es gewährleistet eine nahezu wartungs- und verschleißfreie Spannung. Dauertests zeigen, dass auch bei tausendfach wiederholten Spannvorgängen keinerlei Materialermüdung auftritt. Damit ist das System anderen Spanntechnologien, die mit der Zeit an Rundlaufgenauigkeit verlieren, deutlich überlegen (**Bild 4**).

Aus Sicht von Maik Harbich sind die Wuchtgüte und die dauerhaft präzise Rundlaufgenauigkeit der Spannsysteme entscheidend für den Erfolg in der Mikroerspannung. So liegen beim Mikrofräsen die



Bild 4. Werkzeugmagazin: Polygonspannfutter erzielen bei Mitec optimale Ergebnisse. Gefräst wird auf Hochpräzisionsmaschinen von Makino

> KONTAKT

HERSTELLER
Schunk GmbH & Co. KG
 74348 Lauffen/Neckar
 Tel. +49 7133 103-0
 Fax +49 7133 103-2399
www.schunk.de

ANWENDER
miTec – Microtechnologie GmbH
 09212 Limbach-Oberfrohna
 Tel. +49 3722 59885-0
 Fax +49 3722 59885-21
www.mitec-microtechnologie-gmbh.de

Bild 5. Abstimmung: Die Experten von Mitec begleiten die Kunden von der Konstruktion über den Werkzeugbau bis zur Fertigung. Links: Maik Harbich, Fertigungs- und Entwicklungsleiter bei Mitec, rechts: Steffen Eckert, F&E Werkzeugbau



Bild 6. Besprechung der Spezialisten für Mikrozerspanung: Schunk-Fachberater Michael Kraft (li.) mit Maik Harbich (Mitte) und Steffen Eckert (re.) von Mitec

Toleranzen zum Teil bei gerade einmal $\pm 3 \mu\text{m}$. Die Kantenschärfe von Mikroformen beträgt $10 \mu\text{m}$. Da bleibt für Rundlauffehler schlicht keine Luft. »Bei solchen Dimensionen zahlt es sich aus, dass Tribos zuverlässig und dauerhaft eine extrem hohe Rundlaufgenauigkeit erreicht.« **(Bild 5)**

Die HSC-tauglichen Präzisionswerkzeughalter sind für alle Werkzeugschäfte in h6-Qualität geeignet und je nach Typ mit bis zu $205\,000 \text{ min}^{-1}$ getestet. Nahezu wartungs- und verschleißfrei, sorgen sie in unterschiedlichsten Branchen für brillante Oberflächen, lange Standzeiten der Werkzeuge und hohe Zerspanleistungen. Inzwischen hat sich Tribos zu einem der umfassendsten Programme für die hochpräzise Werkzeugspannung entwickelt. Das Spannsystem gibt es für alle gängigen Maschinenschnittstellen.

Präzision und Produktivität in einem

Für extrem filigrane Arbeiten nutzt Mitec »Tribos-S«. Diese Aufnahme spielt ihre Stärken dort aus, wo andere Werkzeughalter aufgrund ihrer Störkontur längst passen müssen. Wie alle Polygonspannfutter verfügt auch Tribos-S über eine dauerhaft hohe Rundlaufgenauigkeit von weniger als $3 \mu\text{m}$ und ist serienmäßig feingewuchtet. Die Wuchtgüte beträgt G 2.5 bei $25\,000 \text{ min}^{-1}$. Das schlanke Präzisionstalent ist für Drehzahlbereiche bis $80\,000 \text{ min}^{-1}$ ausgelegt. Aufgrund seiner geringen Masse sind bei der Bearbeitung hohe Vorschubgeschwindigkeiten möglich.

Zum anderen setzt Mitec »Tribos RM« ein, einen Experten für die präzise Schwerzerspannung im hohen Drehzahlbereich. Der äußerst kompakte Werkzeughalter verfügt über eine hohe Radialsteifigkeit, mit der sich die Möglichkeiten moderner HSC-Bearbeitungszentren voll nutzen lassen. Dieser Werkzeughalter ist ein echter Experte, wenn es um die extremen und vielseitigen Anforderungen des High-Speed-Cuttings geht, und wird ausgesprochen erfolgreich in der Mikrobearbeitung eingesetzt. Auch er ist getestet für Drehzahlen von über $80\,000 \text{ min}^{-1}$. Die Spannkraft ermöglichen bei exzellentem Rundlauf hohe Zerspan-

leistungen und steigern so die Produktivität. Mit seiner fachwerkartigen Bauweise dämpft das Spannsystem Schwingungen und sorgt so für lange Werkzeugstandzeiten. Die Baugrößen HSK-E 25, 32, 40, ISO10 und HSK-A 40 sind perfekt für hochdynamische Bearbeitungszentren geeignet **(Bild 6)**.

Um zu verhindern, dass beim High-Speed-Cutting von der Spindel Öl angesaugt wird und in die Maschine eindringt, ist bei Mitec die Kühlmittelöffnung an der Rückseite der Werkzeugaufnahmen verschlossen und zusätzlich verharzt.

Feinabstimmung der Systeme ist entscheidend

Zusätzlich zu den Werkzeughaltern ist für Mitec die Abstimmung von Maschine, Spindel, Aufnahme und Werkzeug ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Bewährt haben sich Werkzeuge mit Schaftdurchmessern von 3 oder 4 mm und Schneidendurchmessern von minimal $0,1 \text{ mm}$. In Versuchsreihen kommen zum Teil sogar noch kleinere Werkzeuge von Hitachi zum Einsatz. Mit der Fünfachsmaschine Makino »V22-5XB« nutzt Mitec zudem eine hochpräzise Anlage für den Formenbau. Ihre zweiseitig gelagerte Kipp- und Drehachse hat die höchste Genauigkeit aller am Markt erhältlichen Achsen. Hinterschnitte, Schrägbohrungen und komplexe Geometrien können mit kurzen Werkzeugen bearbeitet werden. Dies erhöht die Lebensdauer der Werkzeuge und sorgt für brillante Oberflächen. Ebenfalls entscheidend für Mitec: Die enorme Steifigkeit und das Klimakzept mit externer Spindelkühlung. Das Ergebnis beeindruckt: Bei der Komplettbearbeitung erzielt Mitec eine Oberflächengüte bis Rautiefe $0,2 \mu\text{m}$. Auf diese Weise lassen sich Geometrieverzerrungen durch nachträgliche Finishbearbeitungen deutlich verringern. ■ MI110121

AUTOR

DIETER GIELEN ist Verkaufsleiter Werkzeughalter bei Schunk in Lauffen