

# Filigrantechniker des Werkzeug- und Formenbaus

Mikrospritzgussteile mit hoher Präzision sind das Metier des Kunststoffverarbeiters Horst Scholz aus Kronach. Innerhalb des Werkzeug- und Formenbaus legt das fränkische Unternehmen besonderes Augenmerk auf die umfassende Beherrschung der Prozesse **MIKROFRÄSEN** und **MIKROFUNKENEROSION**.



**Bild 1. Erfordert höchste Präzision beim Mikrospritzgießen: Hülse aus PEEK für die Zahnmedizin mit einem Gewicht von 1 mg und einer Wanddicke von 150 µm**

## FRANK DEITER

In der Kunststofftechnik gehen die Forderungen des Marktes dahin, den Workflow stetig zu verlängern bis hin zur Baugruppenmontage und Verpackung. Diesen Trend versuchen wir zu umgehen«, betont Karl-Herbert Ebert, Technischer Leiter und Prokurist des im fränkischen Kronach ansässigen Kunststoffverarbeiters Horst Scholz: »Wir konzentrieren uns vielmehr auf unsere Kernkompetenz, und das ist der Formenbau für Mikroteile mit hoher Präzision.« Zum Beweis präsentiert Ebert ein schmales Glasröhrchen, in dem sich etwa 1000 äußerst filigrane Kunststoffhülsen für die Medizintechnik befinden. Die Bauteile sind so klein und leicht, dass bereits die statische Aufladung des Glasröhrchens ausreicht, um sie am Glas haften zu lassen (**Bild 1**). »Anfragen, die im Mikrobereich an uns gerichtet werden, befassen sich in erster Linie mit der möglichen Realisierung, weniger mit Kriterien wie Preis oder Lieferzeit«, setzt Ebert hinzu. Dass das Unternehmen heute in der Lage ist, Mikrospritzgussteile nahezu routinemäßig herzustellen, liegt auch an der Weitsicht, mit der das Unternehmen Mikrotechnik als strategisches Geschäftsfeld erkannt und aufgebaut hat. Bereits 1998 investierte Scholz als erstes Unternehmen überhaupt in eine



**Bild 2. Matthias Hohner, Spezialist fürs Mikrofräsen bei Scholz: »Wichtiger als maximale Spindeldrehzahlen ist eine werkstoffgerechte Abstimmung von Drehzahl, Vorschub und Bearbeitungsstrategie.«**

Mikrospritzgießmaschine ›Microsystem 50‹ von Battenfeld. Diese Investition bildete den Startschuss für den Einstieg in die Mikrotechnik, wurde aber kein Selbstläufer, wie Ebert bekräftigt: »In der Kooperation mit Battenfeld haben wir die Maschine nach unseren Wünschen weiterentwickelt und viel Erfahrung im Umgang mit der neuen Technik gesammelt. Aber erst 2003, als die Quantität der Kundenprojekte stetig stieg, machten sich diese langfristigen Investitionen auch unternehmerisch bezahlt.«

## Wer in µm denkt, muss Haare spalten

Dass es dem Unternehmen am nötigen Pioniergeist keinesfalls fehlt, zeigt sich nicht zuletzt im Werkzeug- und Formenbau, der Herzkammer des Unternehmens: Getreu der Devise, alle Elemente der Prozesskette bestmöglich beherrschen zu wollen, werden alle Prozesse in ihre Einzelteile zerlegt, analysiert und systematisch optimiert. Und das selbst bei Prozessen wie dem Schleifen – für einen Werkzeug- und Formenbauer eigentlich ein Luxusproblem: »Dazu haben wir ein



**Bild 3. Prüfender Blick von Stefan Eckardt bei der Einrichtung der Senkerosionsmaschine:**  
»Um Temperaturschwankungen zu vermeiden, erfassen wir die Temperaturen in der Umgebungsluft, im Dielektrikum und an der Maschine und klimatisieren auf  $\pm 0,3$  K.«

#### > KONTAKT

HERSTELLER  
**Horst Scholz GmbH + Co. KG**  
96317 Kronach  
Tel. +49/9261/6077-0  
Fax +49/9261/6077-70  
[www.scholz-htik.de](http://www.scholz-htik.de)

Projekt begonnen, um den Einfluss von Prozessparametern wie Drehzahl, Vorschub, Schmierstoff und Schleifmittel zu erfassen. Daraus haben wir ein Programm entwickelt, das abhängig von den Toleranzen und Werkstoffen die dazugehörigen Parametersätze errechnet. So können wir auch beim Schleifen eine maximale Prozessfähigkeit gewährleisten.«

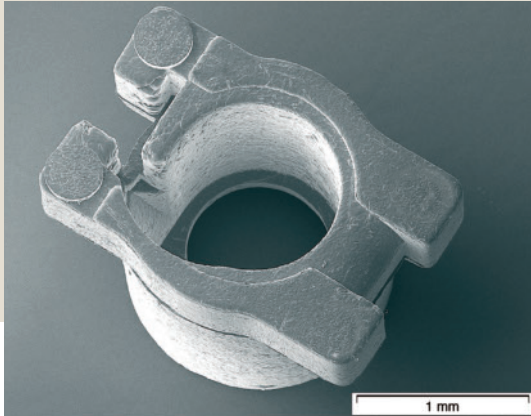
Die Akribie, mit der Ebert und sein Team nach bestmöglicher Prozessbeherrschung streben, setzt sich beim Fräsen der Elektroden für die Senkerosion nahtlos fort. Bereits in der Peripherie werden alle technischen Möglichkeiten genutzt, um ein optimiertes Umfeld zu schaffen. So sind die Fertigungsräume des Formenbaus nicht nur auf  $\pm 1$  K klimatisiert, an der Außenseite der Fenster befinden sich auch Beschattungssysteme, die sich sonnenstandsabhängig öffnen und schließen. »Auf diese Weise vermeiden wir eine direkte Sonneneinstrahlung auf die NC-Achsen unserer Maschinen, was einen unerwünschten Wärmegang

und somit einen Genauigkeitsverlust zur Folge hätte«, erläutert Ebert.

#### **Konstante Temperaturen als Basis für $\mu\text{m}$ -Präzision**

Welchen Einfluss stabile Temperaturen ausüben, lässt sich erahnen, wirft man einen Blick auf den Maschinenpark. Jüngste Investition ist ein Hochpräzisions-Bearbeitungszentrum »Evo« von Kern Microtechnik aus Murnau mit einer Positioniergenauigkeit von  $0,5 \mu\text{m}$ . Welche Rolle die Temperaturstabilität spielt, erläutert Frässppezialist Matthias Hohner beim Blick auf die Motorspindel: »Die Spindelkühlung ist mit einer Toleranz von  $\pm 0,1$  °C exakt auf  $20,4$  °C eingestellt. Auf diese Weise wird eine temperaturbedingte Verlagerung der Werkzeugspitze minimiert.« Damit auch die drehzahlabhängigen Verlagerungen erfasst und kompensiert werden können, durchläuft die Spindel zudem einmalig einen Testzyklus, in dem die Werkzeuge bei





**Bild 4. Rückseite eines Mikroschalters aus PEEK: Die Stege mit einer Breite von 100 µm stellen extreme Anforderungen an die Senkerosion. Der Elektrodenverschleiß nimmt exponentiell zu**

verschiedenen Drehzahlen mit einer Laserlichtschranke vermessen und die gewonnenen Daten in einer Korrekturwerttabelle in der Steuerung hinterlegt werden. Mit diesen Maßnahmen erreicht die Evo im dreiachsigen Betrieb eine Werkstückgenauigkeit von 2 µm. Diese Genauigkeitsfeatures erleichtern Hohner den Alltagsbetrieb ganz erheblich: »Gerade wenn wir über Nacht 20 oder 30 Stück µm-genaue Elektroden fräsen, brauche ich das unbedingte Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Maschinen.«

Von den durchschlagenden Vorteilen der Hochpräzisionsfräsmaschinen überzeugt, hat bereits eine weitere Maschine das Interesse des versierten Teams Hohner und Kirstein geweckt: die Kern-Ultrapräzisionsfräsmaschine »Pyramid Nano«. Mit einer Positioniergenauigkeit von 0,3 µm ist diese Maschine noch einmal um 0,2 µm genauer als die Evo. »Aber selbst dieser kleine Unterschied würde sich bei uns in jedem Fall bemerkbar machen«, bemerkt Hohner. Dabei bringt die Maschine nicht nur eine enorme Positioniergenauigkeit mit. Dank hydrostatischer Antriebe und Führungen verspricht der Hersteller eine nochmals gesteigerte Oberflächengüte von bis zu  $R_a = 0,05 \mu\text{m}$ . Ein weiterer Vorteil dieser Maschinenteknologie besteht darin, dass die hohe Präzision aufgrund der verschleißfreien Führungen und Antriebselemente über den gesamten Lebenszyklus der Maschine konstant bleibt. Dies war einer der ausschlaggebenden Punkte für die Unternehmensleitung, sich für die Investition in eine Pyramid Nano zu entscheiden. Ende 2008 wird diese Technologie bei Scholz zur Verfügung stehen und den nächsten Technologiesprung ermöglichen. Damit wird nicht nur die Kapazität der Elektrodenfertigung erweitert, sondern auch der Einstieg in das Hartfräsen ermöglicht. Mit dieser Technik soll zudem das Tor zur Nanopräzision im Formenbau geöffnet werden. Dass beide Maschine mit Spindeldrehzahlen von bis zu  $50\,000 \text{ min}^{-1}$  eher konventionell bestückt sind, darin sieht Hohner indes kein Handicap: »Unsere



**Bild 5. Konstrukteur Frank Röder (vorn) und Karl-Herbert Ebert, Technischer Leiter bei Scholz: »Um die Machbarkeit zu gewährleisten und Kostentreiber zu entschärfen, werden die Mikrobauteile fertigungsgerecht überarbeitet.«**

Erfahrung ist, dass die Maximierung der Drehzahl auf teils mehr als  $100\,000 \text{ min}^{-1}$  eine eher untergeordnete Rolle spielt. Wichtiger ist uns die genaue werkstoffabhängige Abstimmung von Drehzahl, Vorschub und Bearbeitungsstrategie. Selten gehen wir dabei über  $36\,000 \text{ min}^{-1}$  hinaus.«

Ein weiterer Puzzlestein beim Ringen um das letzte µ ist die Werkzeugtechnik: Mikrofräser bezieht Hohner in gängigen Durchmesserbereichen zwischen 2 und 0,1 mm nicht aus dem Standardlieferprogramm, sondern aus bereits vorselektierten Chargen. Diese werden intern nochmals auf 1 µm genau vermessen und für bestimmte Bearbeitungsaufgaben eingeteilt.

### **Erodieren abseits von Standardlösungen**

Auch beim Erodieren der Mikrokavitäten zeigt sich das Faible der Kronacher für Präzision: Weil 2003 die Suche nach einer adäquaten Senkerosionsmaschine, die den gehobenen Scholz-Ansprüchen genügt hätte, erfolglos blieb, verließ Ebert wiederum die ausgetretenen Pfade des allseits Verfügbaren: In Zusammenarbeit mit Zimmer & Kreim wurde schließlich eine Senkerosionsmaschine in Auftrag gegeben, deren Achsauflösung gegenüber der Standardversion um eine Zehnerpotenz auf einen Wert von 0,1 µm gesteigert wurde. Allerdings zeigte sich auch in diesem Fall, dass auf diese Weise durchaus noch nicht alle Genauigkeitsreserven ausgeschöpft worden sind: »Bei Messungen haben wir festgestellt, dass die Kühlpumpe des Dielektrikums im Maschinenkörper Wärme abstrahlt und dadurch die Genauigkeit der Achsen beeinträchtigt«, erinnert sich Stefan Eckardt, im Hause Scholz der Spezialist fürs Mikroerodieren (Bild 3). Die Lösung bestand darin, dass die Pumpe kurzerhand ausgebaut und gewissermaßen vor die Tür des separat klimatisierten Raums gesetzt wurde. Auch in puncto Klimatisierung setzt Eckardt im Vergleich zur ohnehin schon feintemperierten Werkstatt noch einmal eins

drauf: Temperatursensoren in der Maschine, im Dielektrikum und in der Umgebungsluft erfassen die momentanen Werte und regeln die Temperatur dann in einem Range von  $\pm 0,3$  K.

Dass diese Genauigkeit in der Praxis tatsächlich benötigt wird, zeigt sich am Beispiel der Elektrode für einen Mikroschalter aus PEEK, dessen Unterseite einen äußerst feinen Steg von gerade mal 0,1 mm aufweist (**Bild 4**). In diesem Fall wird mit Elektrodengeometrien von etwa 50  $\mu\text{m}$  und mit einem Funkenspalt von weniger als 25  $\mu\text{m}$  gearbeitet. Da mit abnehmenden Elektrodenmaßen deren Verschleiß exponentiell zunimmt, sind bis zu drei und mehr Schlichtelektroden pro Kavität nötig, um die geforderte Abformgenauigkeit zu erreichen: »Dies zu bewerkstelligen, ist schon schwierig genug. Müsste ich den Temperaturgang der Maschine ständig nachregeln und neu referenzieren, wäre ein präzises Erodieren unmöglich.«

### **Flache Hierarchien, tiefes Prozessverständnis**

Neben aller technischen Raffinessen sieht Ebert die wesentlichen Ingredienzien des Scholz-Erfolgsrezepts aber an anderer Stelle: »Selbst modernste Maschinen nützen nichts, wenn die Mitarbeiter nicht über das nötige Prozessverständnis verfügen. Deshalb investieren wir vor allem in die Qualifikation unserer Mitarbeiter und geben ihnen auch die nötigen Entscheidungsbefugnisse und kreativen Freiräume.«

Je schwieriger eine Bearbeitungsaufgabe wird, desto mehr steigt der Einfluss der Mitarbeiter. Das macht sich letztlich bei jedem Auftrag bemerkbar, der über das gewöhnliche Maß hinausgeht. Durch die enge Kooperation aller Fachabteilungen, die nicht nur den einzelnen Prozess, sondern auch deren Wechselwirkungen im Blick haben, gelingt es beispielsweise, die interaktiven Prozesse Fräsen, Senkerosion und Spritzgießen auszubalancieren. Dies ist besonders bei diffizilen Projekten vonnöten, bei denen nicht nur klein, sondern auch mit Toleranzen von teilweise 2  $\mu\text{m}$  gearbeitet wird und demzufolge nur ein minimales Prozessfenster zur Verfügung steht.

Um überhaupt die Machbarkeit zu gewährleisten und Kostentreiber zu entschärfen, findet im Vorfeld gemeinsam mit den Kunden eine umfassende Diskussion über die Funktion des Produkts statt (**Bild 5**). Schon in dieser Phase gewinnen die Mikrospritzguss-Experten im Hause Scholz viele Informationen über das Bauteil, was für den Fertigungsprozess eine wichtige Rolle spielt. »So können wir gemeinsam mit den Kunden kritische Details identifizieren und Probleme entschärfen, die für die technische Machbarkeit und den späteren Preis entscheidend sind«, resümiert Ebert, der sicher ist, dass »dieser Dialog nur bei kurzen Entscheidungswegen, einem geschlossenen Regelkreis, erfahrbaren Prozessen und einer engen Kooperation aller Beteiligten zum Erfolg führen kann.«

■ MI100232