

# special tooling

DAS FACHMAGAZIN  
FÜR DEN WERKZEUG-  
UND FORMENBAU

## AUCH FÜRS HARTFRÄSEN GEEIGNET

Maßgeschneiderte Fertigungs-  
lösung aus dem matec-Baukasten  
für den Formenbau



SONDERDRUCK AUS HEFT 6, NOVEMBER 2008

Maßgeschneiderte Fertigungslösung aus dem matec-Baukasten für den Formenbau

# AUCH FÜRS HARTFRÄSEN GEEIGNET

von Rudolf Beyer Wenn einer was vom Fräsen gehärteter Werkstücke versteht, dann ist es sicher Dieter Sigel, Geschäftsführer der Sigel Formen- und Werkzeugbau GmbH und Gründer der ehemaligen Digma GmbH in Kirchheim. Als er jüngst seinen Maschinenpark für den Bau größerer Werkzeuge mit einem Bearbeitungszentrum von matec für die 5-Seiten-Komplettbearbeitung erweiterte, bestätigte sich seine Einschätzung, dass dieses Zentrum nicht nur den geplanten wirtschaftlichen Einstieg in die 5-Achsbearbeitung komplexer Werkstücke ermöglicht. Die matec 30HVK eignet sich nach den bisher gemachten Erfahrungen auch bestens für die Hart-Feinbearbeitung von Formen und Gesenken.



Fahrständerbearbeitungszentrum matec-30 HVK, das aus dem umfangreichen matec-Baukasten aus Standardbaugruppen optimal auf die Anforderungen im Werkzeug- und Formenbau zugeschnitten ist.



Die Motorspindel mit 18.000 min<sup>-1</sup> im matec-NC-Schwenkkopf eignet sich für das kraftvolle Schrapp- und Schlichtbearbeitungen von Freiformflächen.



Durch den Doppelgreifer und durch das mitfahrende Werkzeugmagazin lässt sich ein Werkzeugwechsel in jeder XY-Position schnell durchführen.



Der in den starren Maschinentisch integrierte NC-Rundtisch mit Ø 630 ermöglicht Werkstückdimensionen bis zu einem Schwingkreisdurchmesser von 940 mm und verlängert durch seinen bündigen Einbau die Tischaufspanfläche für lange Werkstücke.

**B**eim Besuch der Sigel Formen- und Werkzeugbau GmbH drängt sich zunächst der Eindruck auf, ein Werkzeug- und Formenbau wie viele andere auch: In den Fertigungsräumen ein moderner Maschinenpark, in dem 30 Mitarbeiter und zwei Azubis damit beschäftigt sind, Spritz- und Druckgusswerkzeuge sowie Press- und Gummiformen für namhafte Kunden zu bauen. Dafür stehen CNC-gesteuerte Fräsmaschinen von Deckel Maho und Mikron zur Verfügung, verschiedene Draht- und Senkerodiermaschinen und HSC-Fräsmaschinen von Digma zum Hartfräsen oder zur Fertigung von Elektroden sowie eine ältere Digitalisiermaschine des gleichen Herstellers neben einer modernen Koordinaten-Messmaschine im Prüfraum. 3D-Fräsprogramme werden auf DepoCam und Tebis erstellt, auf einem Server gelagert, dokumentiert, archiviert und an die vernetzten Maschinen übertragen.

Das Besondere in diesem Betrieb sind die Maschinen von Digma: allesamt nämlich vor einigen Jahren von Dieter Sigel so quasi nebenbei selbst konstruiert und gebaut. Den Ausschlag für die erste eigene Entwicklung gab ein 1991 angeschafftes Digitalisier-System. Montiert auf einer Fräsmaschine, setzte es die mit mechanischen Tastern registrierten Konturen nur sehr träge um und mitunter riss die Schmirung ab. Sigels Antwort war eine selbst gebaute dreiachsige, mit soliden Linearführungen versehene kartesische Maschine. Mit seiner Leistung überzeugte ihn das System: Alle Daten im wurden dynamisch erfasst und korrekt als Datei abgelegt.

Schon 1993 kam eine erste Hochfrequenzfrässpindel auf einer Digma 500GC zum Einsatz, mit welcher Kupfer- und Grafit Elektroden gefräst wurden. Die Maschine ist übrigens auch heute noch bei Sigel im Werkzeugbau in Betrieb. Aus diesem erfolgreichen Ansatz heraus entwickelte sich dann das Maschinenprogramm schnell weiter, Revolutionär waren 1999 die Beschleunigungswerte von 1,7 g der Digma 300 HSC. Bei den Steuerungen konnte der Kunde zwischen der damals führenden Andronic 2000 von Andron und der Atek HS Plus von Heidenhain wählen. Diese Kombination ermöglichte bei extremer Genauigkeit die wirtschaftliche Fertigung von Elektroden und Formeinsätzen in kleineren Baugrößen. Das Segment des Großwerkzeugbaus wurde später von Digma mit der 850HSC abgedeckt. Die schnelle Folge der Innovationen ging allerdings an die Grenze der Leistungsfähigkeit dieser kleinen Firma. Im August 2001 wurde die Digma GmbH verkauft..

Was Dieter Siegel von diesem Ausflug in den Maschinenbau blieb, waren exzellente Erfahrungen darin, wie eine Ma-

schine zum wirtschaftlichen Hartfräsen polierfähiger Oberflächen aufgebaut sein muss. Das kam ihm zugute, als es Anfang des Jahres galt, für den inzwischen weiter gewachsenen Werkzeug- und Formenbau ein Bearbeitungszentrum zum Fräsen großer Teile zu beschaffen. Sein Augenmerk galt besonders zwei Aspekten. Die Maschine sollte die 4- und 5-Achsbearbeitung ermöglichen und sowohl zum leistungsfähigen Schrappen aus dem Vollen als auch zum Finish-Bearbeiten gehärteter Formeinsätze geeignet sein.

Das Fahrständerbearbeitungszentrum matec-30 HVK, das aus dem umfangreichen matec-Baukasten optimal auf die Belange des Formenbaus zugeschnitten ist, erfüllt all diese Forderungen. Dieter Sigel: „Ich hatte die Maschine zuvor noch nirgends gesehen. Doch wie das Leben so spielt. Ein ehemaliger Mitarbeiter, der bei unserer Digma als Anwendungstechniker gearbeitet hatte, ist heute im Vertrieb bei matec tätig. Zu dem habe ich gesagt: Hand auf's Herz, können wir so etwas bei uns einsetzen? Er sagte ja. Also schauten wir uns die Geschichte näher an. Der Eindruck, den ich dabei gewonnen habe: die Maschinenkonzeption der matec-30 HVK stimmt. Aus langjähriger Erfahrung weiß ich, dass die Voraussetzung für die Bearbeitung von exakten Konturen und Oberflächen das Erreichen der erforderlichen Geschwindigkeit in den Achsbewegungen ist. Mit der Heidenhain 530i und den entsprechenden Optionen hat die Maschine die für unsere Ansprüche richtige Steuerung. Die Torque-Antriebe in Schwenkkopf und Rundtisch haben kein Umkehrspiel. Durch die Trennung von B- und C-Achse ergeben sich stabile Zerspanungsbedingungen. Die Maschine hat gut dimensionierte Linearführungselemente und Kugelumlaufspindeln als Achs-Antrieb, die Drehzahl der schwenkbaren Arbeitsspindel ist wählbar. Und schließlich der wichtigste Punkt, ich brauche eine Maschine, mit der ich nicht allein gelassen werden, wenn mal eine Störung auftritt. Da ist matec klar im Vorteil. Die Firma sitzt vor der Haustür und ich habe das Gefühl gewonnen, bei matec steht der Service hinter seinem Produkt und kommt, wenn man ihn braucht. Denn wenn ich auf der Maschine ein Teil habe und die Maschine steht, habe ich gleich zwei Probleme: erstens, der Mann steht herum und zweitens, der Kunde macht Ärger, weil die Termine eng sind.“

Matec-Chef Erich Unger ist die Wichtigkeit eines guten Service vertraut. Aus seinen eigenen Erfahrungen als Monteur hat er vor der Gründung seiner eigenen Firma gelernt: Eine servicefreundliche Maschine muss einfach aufgebaut sein, aus möglichst vielen Wiederholteilen



Der Polieraufwand des auf der matec-30HVK finish-gefrästen 52 HRC harten Formteils hat sich bei der Firma Sigel nach dem Finish-Fräsen von drei Tagen auf einen Tag reduziert.



Weil nach einem guten Deal alle zufrieden sind, haben sie gut lachen: v.l. Dieter Sigel, Geschäftsführer Sigel GmbH und Erich Unger, Geschäftsführer matec GmbH.



Das Fahrständerbearbeitungszentrum matec 30HVK hat die hoch gesteckten Erwartungen der Formenbauer bei der Firma Sigel mehr als erfüllt. Überrascht haben die hervorragenden Oberflächen, die beim Fräsen gehärteter Formelemente mit schräg angestellten Werkzeugen erzielt werden. Von links: Peter Fischer und Geschäftsführer Dieter Sigel.

bestehen und einfach zu warten sein. Als Grundlage hierfür entwickelte matec in seiner mittlerweile 16-jährigen Firmengeschichte ein ausgeklügeltes Baukastensystem, aus dem heraus sich nahezu alle Kundenwünsche abdecken lassen. So ist auch die matec-30 HVK eine aus dem großen matec-Baukasten zusammengestellte Lösung für die 5-Achs-Bearbeitung hoher Teile, die vollständig aus Standard-Baugruppen besteht. Klar, dass auch Fertigung und Montage bei matec vom Seriedenkunden profitieren. Daher ist es den Köngener Maschinenbauern auch möglich, nahezu alle Maschinenteile wahrheitsgemäß mit

dem Qualitätssiegel „made in Germany“ zu kennzeichnen.

Gutes lässt sich natürlich steigern. Damit bei dem auf ein Umsatzvolumen von fast 40 Mio. Euro stark gewachsenen Unternehmen matec der bekannt gute Service Schritt halten kann, sitzt laut Erich Unger bei matec in Köngen demnächst ein kompetenter Ansprechpartner am Telefon, der zentral alle Serviceanforderungen annimmt und diese unmittelbar an die zuständige Fachabteilung zur sofortigen Erledigung weiterleitet.

Es dauerte denn auch nicht lange, bis man sich handelseinig wurde. Seit ein paar Monaten steht nun eine matec-30 HVK

bei Sigel Formen- und Werkzeugbau im Haus.

Die Maschine hat einen Bearbeitungsbereich in X von 2.000 und Y 600 mm. Die große Z-Achse ermöglicht mit ihrem Y-Verfahrweg von 800 mm die Bearbeitung hoher Werkstücke. Der in den feststehenden Maschinentisch integrierte NC-Rundtisch mit Ø 630 mm ermöglicht Werkstückdimensionen bis zu einem Schwingkreisdurchmesser von 940 mm und dreht mit 80 min<sup>-1</sup>, kann aber auch als Auflage für lange Werkstücke genutzt werden, da er absolut bündig mit der Tischoberkante eingebaut ist. Die mögliche Tischbelastung beträgt 1.000 kg.

Der unmittelbar an der Spindel angeordnete Werkzeugwechsler kann die aus dem Werkzeugmagazin zugebrachten HSK 63 Werkzeuge bei vertikal stehender Spindel innerhalb 3,5 sec einwechseln, die Span-zu-Span-Zeit beträgt dann 5,5 sec. Das Magazin ist standardmäßig mit 60 Werkzeugplätzen ausgerüstet. Das mitfahrende Werkzeugmagazin ist mittig und geschützt im Maschinenständer angeordnet. Durch den Doppelgreifer, der direkt an der Maschinenspindel platziert ist und die variable Platzkodierung des Werkzeugmagazins ist ein Werkzeugwechsel in jeder XY-Position schnell durchzuführen. Klar, dass bei Sigel auch die optional erhältliche Kühlmittelzufuhr durch die Hauptspindel nicht fehlt.

In Verbindung mit einer auch für Gravuren geeigneten Motorspindel mit  $18.000 \text{ min}^{-1}$  im CNC-Schwenkkopf und einer Heidenhain 530i-Steuerung erfüllt die Maschine sämtliche Anforderungen des Werkzeug- und Formenbaus für komplexe Fertigungsaufgaben im 3D-Bereich sowie in der 5-Seitenbearbeitung und ermöglicht gleichzeitig Drehbearbeitung in allen Winkel-lagen.

Von der generellen Praxistauglichkeit der 5-Achsbearbeitung in seinem Formenbau ist Dieter Sigel allerdings noch nicht überzeugt: „Uns ist natürlich nicht entgangen, dass die ganze Fachwelt vom 5-Achs-Fräsen redet, Erfahrungen damit haben wir bei Digma schon vor Jahren gemacht. Das ist super und Klasse, wenn es funktioniert und wenn man das im Griff hat. Nur ist der Programmieraufwand viel zu hoch. Wenn ich Serienteile fräse und 1.000 Teile fertige, kann ich einen Ingenieur dran setzen, der mal eine Woche lang ein Programm macht, da ist der Aufwand kein Thema. Aber im Formenbau fertigen wir nur Einzelteile. Wenn man da zum Programmieren zu viel Zeit benötigt, ist der Großteil des erzielbaren Erlöses schon weg, bevor das Teil auf die Maschine kommt.“

Bei Sigel begnügt man sich deshalb vorerst mit dem 4-Achs-Fräsen, wobei das Werkzeug auf den idealen Bearbeitungswinkel angestellt wird, um verkürzte Werkzeuge verwenden. Denn je näher das Werkzeug an die Kontur reicht, um so genauer und schwingungsärmer ist lt. Sigel die Bearbeitung bei den hohen

Drehzahlen und um so besser die erzielbare Oberflächengüte.

Dadurch dass die Maschine einen starren Tisch und auf der linken Seite einen bündig integrierten Rundtisch hat, kann konventionell gearbeitet werden, geschätzt wird aber die Option, irgendwann ins 5-Achs-Fräsen einzusteigen.

Dieter Sigel: „Die heute verfügbare Software für das 5-Achsfräsen bei Heidenhain wird ja beinahe täglich besser. Schon heute lässt sich mit dem Genauigkeitspaket III, das in der Heidenhain-Steuerung enthalten ist, die volumetrische Genauigkeit im Arbeitsraum einer Maschine durch Kompensation der gemessenen Abweichungen deutlich steigern. Wir haben

das zwar noch nicht ausprobiert, sind aber gespannt, wie die Genauigkeit der matec-30 HVK dann aussieht“

Hintergrund: Beim Fräsen mit fünfachsiges Maschinen müssen häufig geometrische Merkmale am Werkstück mit unterschiedlichen Werkzeugorientierungen bearbeitet werden. Eine hohe Positioniergenauigkeit der einzelnen Achsen nach DIN ISO 230-2 ist hier allein nicht ausreichend. Wichtig ist die Optimierung des Zusammenspiels aller Einzelachsen. Um präzise Bauteile in der Fünf-Seitenbearbeitung oder in der fünfachsiges Simultanbearbeitung fertigen zu können, wird hohe Genauigkeit im gesamten Arbeitsraum benötigt.



Eine der ersten selbst entwickelten und gebauten Digitalisier-Maschinen, die der 1992 von Dieter Sigel gegründeten Firma Digma den Namen gab, steht auch heute noch bei der Firma Sigel im Messraum.



Dieter Sigel: Weil wir wissen, wie wichtig es ist, dass die Produktion unserer Kunden läuft, stehen wir mit unseren Spezialisten praktisch „Gewehr bei Fuß“, um bei Problemen und Notfällen rund um den Werkzeugbau schnell und effektiv zu helfen.“



Erich Unger: „Kundenspezifische Lösungen sind bei uns Standard, weil wir diese mit einem hervorragenden Kosten/Nutzenverhältnis zu 80% aus unserem bewährten Baukastensystem abdecken. So bleiben matec-Bearbeitungszentren, die höchsten Qualitätsansprüchen gerecht werden, für unsere Kunden bezahlbar.“

Für den Nachweis der Genauigkeit im Zusammenspiel aller Achsen wird dabei eine auf dem Rundtisch montierte Anordnung dreier hochgenauer Heidenhain Messtaster gesetzt, welche die Lage einer spindelseitig geführten Präzisionskugel an möglichst vielen Stellen im Arbeitsraum erfassen.

Die bis jetzt vorliegenden Arbeitsergebnisse bei Sigel Formen- undWerkzeugbau sind sehr positiv. Die Steifigkeit der Maschine gewährleistet mit der gleichen Arbeitsspindel (18000 U/min) sowohl kraftvolle Schrupp-Bearbeitungen und reduziert durch die erzielbaren guten Oberflächen bei der Finish-Bearbeitung den Polier-Aufwand gehärteter Formelemente enorm, wie Dieter Siegel begeistert erzählt: „Ich laufe da neulich durch unseren Werkzeugbau und sehe das ca. 1 m lange fertig polierte Formteil auf der Palette und konnte es fast nicht glauben, dass es schon fertig ist. Der Aufwand beim Auspolieren des auf der matec finish-gefrästen 52 HRC harten Formteils (Bild) hat sich von drei Tagen seither auf einen Tag reduziert.“

Als extrem wichtig betrachtet Dieter Siegel auch die Standzeit der Fräswerkzeuge bei der Bearbeitung großer Werk-

stücke: „Wir bearbeiten meist gehärtete Materialien, bei denen die konturgebenden Teile 52 HRC haben. Das heißt, ich muss das gehärtete Material mit nur einemWerkzeug auf Maß bringen. Auf der matec-Maschine fertigen wir große Teile mit langen Fräswegen. Wir fahren viele Meter, bei denen es gilt, die Genauigkeit zu halten. Es nützt da nichts, wenn ich links anfangen zu fräsen und bei Null bin und nach 50 mal hoch und runter fahren 5 Hundertstel daneben liege. Das Werkzeug darf sich nicht abnutzen, bevor die Fräsbahn fertig ist.“

Durch Versuche mit verschiedenen Lieferanten hat sich gezeigt, dass die beschichteten Vollhartmetall Fräswerkzeuge der Firma Dima Werkzeuge GmbH mit Sitz in Kirchheim/Teck für die Bearbeitung von Werkzeugstahl sowie gehärteter Werkzeugstahl mit bis zu einer Härte von 62 HRC bestens geeignet sind.

Die Werkzeuge zeichnen sich durch sehr gute Rundlauf- und Formgenauigkeit sowie sehr gute Standzeit aus und sind bestens für die Schrupftechnologie geeignet da der Schaftdurchmesser in h5-Qualität gefertigt wird.

Radiusfräser sowie Torische Fräser gibt es von 0,3 mm bis 20mm Durchmesser.

Bei Sigel Formen- und Werkzeugbau verdrängt das Hartfräsen immer öfter das Senkerodieren. Man braucht keine Elektrode und die dazu erforderliche Erodiermaschine. Das Nacharbeiten einer erodierten Oberfläche ist wegen der Oberflächenstruktur wesentlich aufwendiger als nach dem Hartfräsen. Mit dieser neuen Technologie lassen sich heute auch sehr kleine Eckenradien fräsen. Null Radius in der Kontur geht zwar nicht, kommt allerdings auch höchst selten vor.

Dieter Sigel ist sich sicher: „Dem Hartfräsen gehört im Formenbau die Zukunft, für die derzeit noch aufwendige Programmierung bei der 5-Achs-Bearbeitung wird es Lösungen geben. Bedeutender Leistungsfaktor unseres kleinen Unternehmens ist der intensive persönlichen Kontakt mit unseren Kunden und Lieferanten sowie optimale fertigungstechnische Möglichkeiten. Deshalb werden wir auch in Zukunft unseren Maschinenpark ständig auf dem neuesten Stand halten, um flexibel und reaktionsfähig auf Kundenwünsche eingehen zu können.“

[www.matec.de](http://www.matec.de)