

Autorin: Andrea Jäger, Murrhardt

Hohe Oberflächengenauigkeit bei der 5-Achsbearbeitung

Bereits in zweiter Generation führt Oliver Sigel die Sigel Formen- und Werkzeugbau GmbH. Wie schon sein Vater Dieter Sigel, Gründer der Firma und Erfinder der DIGMA Digitalisiermaschinen widmet der Sohn mit 40 Mitarbeitern sein ganzes Know-how dem Fräsen gehärteter Werkstücke. Bearbeitet werden die hochkomplexen Formen und Werkzeuge auf matec-Bearbeitungszentren.

Die Sigel Formen- und Werkzeugbau GmbH fertigt seit 1972 Spritz- und Druckgusswerkzeuge sowie Press- und Gummiformen. Der Hauptteil der Formen und Werkzeuge geht in die Automobilindustrie und ihre Zulieferer, namhafte Hersteller von Weißware und Gartengeräten sind ebenfalls langjährige Kunden. Dafür stehen CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen zur Verfügung, verschiedene Draht- und Senkerodiermaschinen und HSC-Fräsmaschinen zur Hartbearbeitung und zur Fertigung von Elektroden sowie eine Digitalisiermaschine neben einer modernen Koordinaten-Messmaschine im Prüfraum. Die 3- und 5-Achs-Fräsprogramme werden direkt an der Maschine

über einen Programmierplatz erstellt. Da sämtliche Maschinen in einem firmeninternen Netzwerk integriert sind, ist die Fertigung papierlos.

5-Achsbearbeitung hoher Teile

2008 galt es, für den inzwischen weiter gewachsenen Werkzeug- und Formenbau ein Bearbeitungszentrum zum Fräsen großer Teile zu beschaffen. Zwei Aspekte waren dabei zu berücksichtigen: die Maschine sollte die 4- und 5-Achsbearbeitung ermöglichen und sowohl zum leistungsfähigen Schruppen aus dem Vollen als auch zum Finish-Bearbeiten gehärteter Formeinsätze geeignet sein.

Diese Maschine fand sich ganz in der Nähe bei der matec-Maschinenbau GmbH in Köngen: das Fahrständerbearbeitungszentrum matec-30 HVK, das aus dem umfangreichen matec-Baukasten optimal auf die Belange des Formenbau zugeschnitten ist. Mit der Heidenhain iTNC 530 und den entsprechenden Optionen hatte die Maschine die für die hohen Ansprüche richtige Steuerung, denn die Voraussetzung für die Bearbeitung von exakten Konturen und Oberflächen ist das Erreichen der erforderlichen Geschwindigkeit in den Achsbewegungen. 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 einen Bearbeitungsbereich von $X = 1300$ und $Y = 600$. Die große Z-Achse erweitert mit ihrem Verfahrensweg von 800 mm die Bearbeitung hoher Werkstücke. Der in den starren Maschinentisch integrierte NC-Rundtisch $\varnothing 630$ ermöglicht



Bild 1:
Weil nach einem guten Deal alle zufrieden sind, haben sie gut lachen:
v.l. Fertigungsleiter Peter Fischer und Erich Unger, Geschäftsführer matec GmbH,
Oliver Sigel Geschäftsführer Sigel GmbH



Bild 2:
Der in den starren Maschinentisch der matec-40 HV integrierte NC-Rundtisch mit \varnothing 1.250 mm ermöglicht große Werkstückdimensionen und verlängert durch seinen bündigen Einbau die Tischaufspanfläche für lange Werkstücke. Mehrfachaufspannungen sind so problemlos möglich

wobei das Werkzeug auf den idealen Bearbeitungswinkel angestellt wurde, um verkürzte Werkzeuge verwenden zu können. Denn je näher das Werkzeug an die Kontur reicht, um so genauer und schwingungsärmer ist laut Sigel die Bearbeitung bei den hohen Drehzahlen und um so besser die erzielbare Oberflächengüte.

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

Werkstückdimensionen bis zu einem Schwingkreisdurchmesser von 940 mm und dreht mit 80 1/min, 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.

Für Sigel war der Kauf der matec-30 HVK der Einstieg in die 5-Achsbearbeitung. Die Skepsis war groß gewesen, vor allem was die Programmierung anbelangte. Bei Sigel begnügte man sich bis dato mit dem 3- + 2-Achsfräsen,

ist ein Werkzeugwechsel in jeder XY-Position schnell durchzuführen. In Verbindung mit einer auch für die Hartbearbeitung geeigneten Motorspindel mit 18.000 U/min im CNC-Schwenkkopf und einer Heidenhain iTNC 530 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 Winkellagen.

Größere Werkstückdimensionen – hohe Spindelleistung

Mit der HVK kamen neue anspruchsvollere Aufträge ins Haus, die den Kauf einer weiteren Maschine notwendig machten. Bei der Kaufentscheidung wurde neben den technischen Anforderungen das Augenmerk auf die Dimensionen der Maschine gelegt. Die Maschine sollte für wesentlich größere Werkstücke geeignet sein. Oliver Sigel berichtet: "Natürlich haben wir wie beim ersten Bearbeitungszentrum wieder alle Hersteller abgefragt. Aus zwei Gründen haben wir uns wieder für eine matec entschieden. Erstens waren die Erfahrungen mit der matec-Maschine durchweg positiv. Wir haben praktisch noch keinen Servicefall gehabt. Die Maschine läuft immer noch mit der gleichen Spindel und die Präzision und Oberflächenqualität der Werkstücke ist immer noch genauso hoch wie am Anfang,

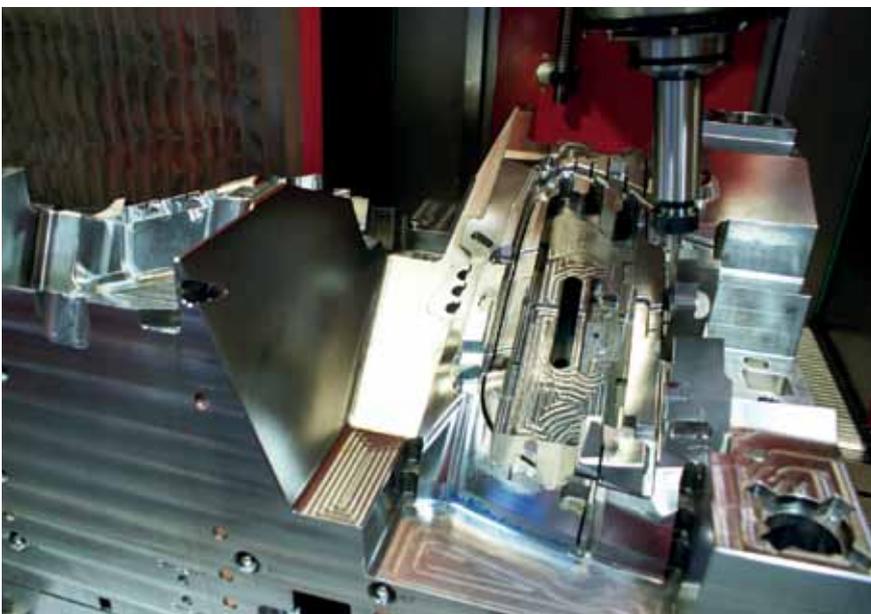


Bild 3:
Der Polieraufwand der auf den drei matec-Maschinen finish-gefrästen 52 HRC harten Formteile hat sich bei der Firma Sigel nach dem Finish-Fräsen von drei Tagen seither auf einen Tag reduziert. Die hervorragenden Oberflächen, die beim Fräsen gehärteter Formelemente mit schräg angestellten Werkzeugen erzielt werden, verringern jedwede Nacharbeit auf ein Minimum

obwohl die Maschine im 2-Schichtbetrieb läuft. Zum anderen verbaut matec ausschließlich Markenkomponenten, d.h. Motoren, Antriebe, Kabel sind von namhaften Herstellern. Wenn eine Reparatur notwendig wird, kann diese ohne Probleme von jedem Qualitätsbetrieb durchgeführt werden. Sie müssen die Teile also nicht an den Hersteller schicken und die Reparatur teuer bezahlen. Fertigungsleiter Peter Fischer ergänzt: "Die Nähe zu matec hat für uns auch eine Rolle gespielt. matec Maschinen sind ein lokales Produkt. Die Bauteile für die Maschinen werden zum Großteil in der Region bzw. auf matec-Maschinen hergestellt. Produkte von hier auf Maschinen von hier – das ist eben unsere Firmenphilosophie. Und wenn wir wirklich einmal einen Servicefall haben, was bei unserem 3-Schichtbetrieb mit 2 mannlosen Schichten durchaus passieren kann, dann sind die Wege kurz."

Flexibilität in der Bearbeitung begeistert

Im August 2013 wurde die neue Maschine, ein Bearbeitungszentrum matec-40 HV geliefert. Wie die 30 HVK ist auch diese Maschine eine aus dem großen Baukasten zusammengestellte Lösung für die 5-Achs-Simultanbearbeitung, die vollständig aus Standard-Baugruppen

besteht. Erich Unger, Geschäftsführer der Firma matec erläutert dieses Baukastensystem: "Aus Standardbaugruppen und einer Vielzahl von Optionen heraus lassen sich nahezu alle Kundenwünsche abdecken. Klar, dass auch Fertigung und Montage bei matec vom Seriengedanken profitieren. Neben unserer neuen Standard-Maschinenbaureihe bluematec, die ebenfalls auf dem Baukastensystem beruht, sind auch kundenspezifische Lösungen bei uns quasi Standard, weil wir diese mit einem hervorragenden Kosten/Nutzenverhältnis zu 80 % aus unserem bewährten Baukastensystem abdecken. So bleiben Bearbeitungszentren, die höchsten Qualitätsansprüchen gerecht werden, für unsere Kunden bezahlbar." Insgesamt 2.000 qm Fertigung sind im Zuge der Neuerwerbung klimatisiert worden. Für die matec-40 HV wurde dabei eigens eine neue, klimatisierte Halle mit 450 qm angebaut. Die Maschine verfügt über Verfahrenswege von X=4000 / Y=1200 / Z=1300. Der feststehende Maschinentisch wird ergänzt durch einen integrierten Torque-Rundtisch mit Ø 1.250 mm. Der Rundtisch kann fixiert werden, so dass die ganze Aufspanfläche für eine Mehrfachaufspannung von Teilen genutzt werden kann. "Wir erreichen



Bild 4

damit eine sehr große Stabilität und eine Flexibilität ohnegleichen. Die Werkstücke werden der Reihe nach bearbeitet, die Rüstzeiten minimiert.“ so Sigel. 60 Werkzeuge sind verfügbar, der maßgeschneiderte Werkzeugwechsler ist nicht wie üblich mitfahrend im Ständer eingebaut, sondern wurde neben der Maschine platziert. Oliver Sigel nennt die Gründe: „Der Arbeitsraum ist nicht so eingeschränkt und die Maschine erreicht eine höhere Dynamik. Zudem können wir laufzeitparallel Werkzeuge rüsten. Die HSK 100 Spindel hat eine Drehzahl von 12.000 U/min. Diese hohe Leistung ist in der Bohrbearbeitung/ Tieflochbohren besonders wichtig. Die HSK Spindel hat eine

innere Kühlmittelzufuhr mit 70 bar IKZ“.

Peter Fischer: „Die Maschine hat eine exzellente Dynamik, so erzielen wir hervorragende Ergebnisse in der 5-Achs-Simultanbearbeitung sowie mit angestellten Werkzeugen. Mit einer Spindelauflaufzeit von 110-150 Stunden pro Woche läuft die Maschine quasi rund um die Uhr. Unsere Maschinenbediener sind ausschließlich Spezialisten, die direkt an der Maschine programmieren, eine CAM Abteilung brauchen wir daher nicht.“

Die matec-40 HV verfügt über die gleichen maschinenbaulichen Eigenschaften wie die HVK. Der CNC-Schwenkkopf (stufenlos $\pm 105^\circ$ Teilgenauigkeit ± 3 Sek.) erlaubt in Verbindung mit dem Torque-Rundtisch die 5-Achs-Simultanbearbeitung von Werkstücken.

Inzwischen hat eine weitere matec-Maschine bei Sigel den Dienst aufgenommen. Unter allen Wettbewerbern hatte matec auch dieses Mal das beste Preis-/Leistungsverhältnis. Wieder war die Maßgabe eine deutlich erhöhte Z-Achse. Die im Mai 2014 gelieferte matec-30 HV verfügt wie schon die 40 HV über einen separaten Werkzeugwechsler mit 60 Werkzeugen zum Tieflochbohren bis 2000 mm. Verfahrenswege in $X=2000/Y=800/Z=1200$ mm und ein in den Maschinentisch integrierten 800 mm Torque-Rundtisch

erlauben die flexible Bearbeitung der unterschiedlichsten Werkstücke.

„Die matec-Maschinen haben unsere Erwartungen mehr als erfüllt. Sie verfügen über ein großes Potential an Bearbeitungsmöglichkeiten. Wir sind also noch lange nicht an unserer Grenze angelangt. Ein bedeutender Leistungsfaktor unseres kleinen Unternehmens ist der intensive persönliche 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.“ Über das vierte Bearbeitungszentrum aus dem Hause matec wird bereits nachgedacht.



Bild 5 + 6:

Beim Fräsen mit fünfachsigern Maschinen müssen häufig geometrische Merkmale am Werkstück mit unterschiedlichen Werkzeugorientierungen bearbeitet werden. Neben einer hohen Positioniergenauigkeit der einzelnen Achsen nach DIN ISO 230-2 ist hier die Optimierung des Zusammenspiels aller Einzelachsen wichtig. Um präzise Bauteile in der Fünf-Seitenbearbeitung oder in der fünfachsigern Simultanbearbeitung fertigen zu können, wird eine hohe Genauigkeit im gesamten Arbeitsraum benötigt.

Die Motorspindel der matec-30 HV mit 18000 1/min im CNC-Schwenkkopf eignet sich mit dem im Fahrständer integrierten Torque-Direktantrieb und einem Schwenkwinkelbereich von $\pm 105^\circ$ für Schrupp- und Schlichtbearbeitungen von Freiformflächen. Die Steifigkeit der Maschine gewährleistet kraftvolle Schrupp-Bearbeitungen und reduziert durch die erzielbaren guten Oberflächen bei der Finish-Bearbeitung den Polier-Aufwand gehärteter Formelemente enorm. Oliver Sigel und Peter Fischer sind von der Flexibilität der matec-Maschinen begeistert (Werkbilder: Andrea Jäger, Murrhardt)

