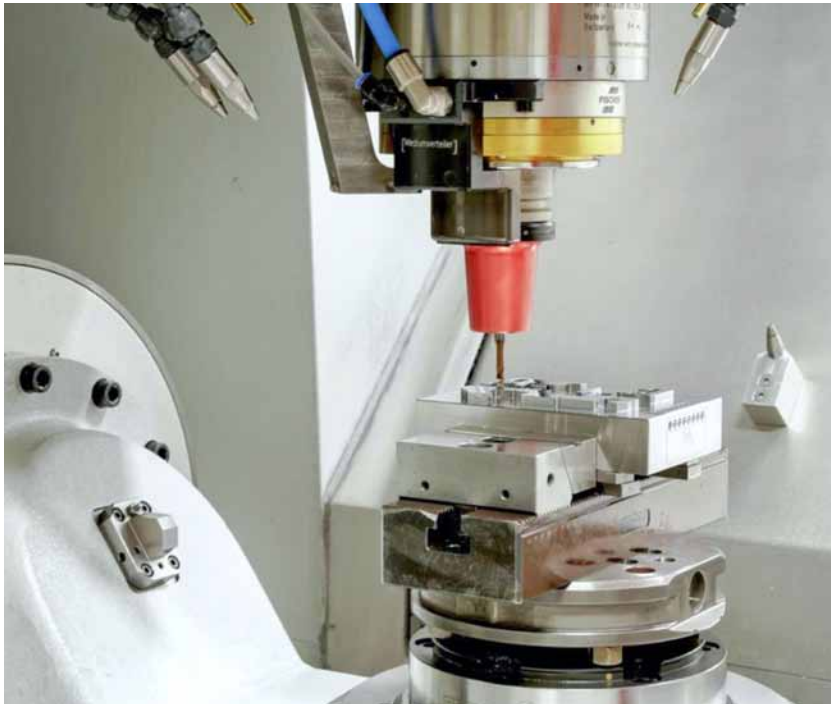


Präzisionswerkzeuge

Fertigungskosten halbiert



Die 5-achsige Röders RXP601DS und der auf dem Tisch der C-Achse aufgespannte Beispielformeinsatz. Der hier montierte rote Mediumverteiler von MHT sorgt für die optimale Schmierung, Kühlung sowie Späne-/ Staubabfuhr. (Alle Bilder: MOLDINO)

In einer Workshop-Reihe zeigt MOLDINO, wie sich durch eine kundenspezifische Analyse bisher getrennte Fertigungsschritte auf einem einzigen Bearbeitungszentrum für eine optimierte Wirtschaftlichkeit zusammenfassen lassen. In der Auftaktveranstaltung bei Röders in Soltau lieferte ein Benchmarking mit von Kunden gefertigten Formeinsätzen den Beweis.

Wie viele und vor allem welche Bearbeitungsschritte sind notwendig, bis ein bestimmtes Werkzeug montiert und abgemustert werden kann? Auch wenn es sich um ein und dieselbe Konstruktion handeln würde, wird wohl jeder Werkzeugbau diese Frage anders beantworten. Mark Rotzoll vom japanischen Präzisionswerkzeughersteller MOLDINO Tool Engineering kennt die Nöte und Herausforderungen des internen wie auch des selbstständigen Werkzeugbaus sehr genau. Als Prozessoptimierer und Anwendungstechniker betreut er vom ostwestfälischen Herford aus viele namhafte Kunden in der Region. Als Beispiel nennt Rotzoll die Herstellung eines Formeinsatzes, wie er typischerweise in der Elektroindustrie und Branchen mit ähnlichen Anforderungen anzutreffen ist. „Der Fertigungsablauf kann hier nach üblicher Vorgehensweise bis zu zehn einzelne Prozessschritte umfassen.“ Dies beginnt mit dem Weichschruppen des spannungsarm geglähten Rohteils und dem anschließenden Härten. Es folgen Schleifen, Hartschruppen des Restmaterials sowie Vorschlichten und Feinschlichten. „Nach der Fräsbearbei-

tung wird anschließend oft noch senk- und drahterodiert einschließlich dem Erodierbohren der Startlöcher“, beschreibt Rotzoll den klassischen Prozessablauf, bevor abschließend auf die erforderliche Oberflächengüte poliert wird.

KLASSISCHE PROZESSABLÄUFE PRODUZIEREN UNGENAUIGKEITEN

Einer der größten Zeitfresser in diesem von ihm skizzierten Gesamtprozess sind die schlecht planbaren Liegezeiten zwischen den Bearbeitungsschritten auf verschiedenen Maschinen. Folge: Verlängerte Durchlaufzeiten mit negativen Auswirkungen auf Kosten und Termine. „Hinzu kommt, wenn ich zwischendurch erodiere, muss ich anschließend messen. Denn ich benötige den Nullpunkt, um das Teil wieder richtig anfahren zu können.“ Zudem könnten sich die Positionier-Ungenauigkeiten der Maschinen addieren. „Durch Umspannen von einer Maschine auf die andere ist jedes Mal mindestens ein μm weg.“ Rotzoll plädiert deshalb dafür, möglichst viele Bearbeitungsschritte so zusammenzufassen, dass diese dann auf nur noch einer einzigen Maschine in einer Aufspannung stattfinden. Er nennt als Stichworte Hartfräsen als Alternative zum Schleifen und Senkerodieren sowie

hochpräzises Mikro-Hartbohren bis 66 HRC, was das Drahterodieren von Passungen oft überflüssig macht. „Liege- bzw. Rüstzeiten reduzieren sich so im Idealfall auf das Bestücken der

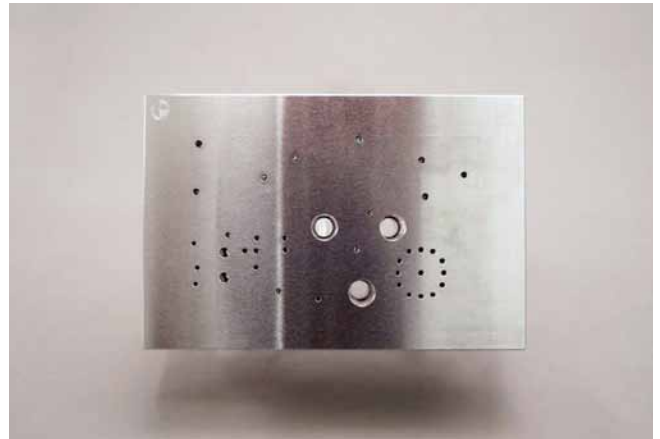


Der von Mark Rotzoll konstruierte Beispielformeinsatz aus hochfestem, geschliffenem und auf 52 HRC vorgehärtetem Warmarbeitsstahl 1.2343 ESU (X37CrMoV5-1 ESU).



Die Angussseite des Beispielwerkzeugs: Alle acht Angüsse wurden ausschließlich hartgebohrt und gefräst. So wurde z. B. beim Konus die Strategie Stechfräsen verwendet, die ebenfalls beim Fräsen der drei Passungen mit 6 mm Durchmesser zum Einsatz kam (Bild rechts). Daneben sind die H7-Auswerferpassungen zu sehen, die ausschließlich hartgebohrt wurden.

5-Achs-Maschine mit Werkzeugen, die Werkstückspannung sowie auf das einmalige Umspannen.“ Beim Ermitteln der richtigen Optimierungsstrategie gehen Rotzoll und seine Kollegen stets nach der von MOLDINO primär für den Fräsbereich entwickelten Production50®-Methode (P50) vor. Dabei geht es darum, gemeinsam mit den Kunden die bestehenden Bearbeitungsprozesse zu analysieren, um mit diesen Erkenntnissen eine neue Perspektive auf den gesamten Fertigungsprozess zu erhalten. Basierend darauf kann die Wirtschaftlichkeit der Bearbeitung oft erheblich gesteigert werden. Abschließend wird über eine Wirtschaftlichkeitsberechnung der Mehrwert der Umstellung aufgezeigt.



TEILNEHMER FERTIGTEN BENCHMARK-WERKSTÜCKE

Das Thema Prozessoptimierung durch Komplettbearbeitung hat MOLDINO zum Anlass genommen, in Zusammenarbeit mit Röders deutschlandweit eine Workshop-Reihe zu starten. Deren Auftaktveranstaltung fand bei Röders in Soltau statt.

Zu dem gutbesuchten Event hatte sich Rotzoll zusammen mit seinem Herforder Kollegen Andreas Schadeck etwas ganz Besonderes einfallen lassen: Nämlich ein speziell für diese Veranstaltung konstruiertes, praxisnahes Konturwerkstück, dessen 3D-CAD-Daten einigen ausgewählten Teilnehmern im Vorfeld ausgehändigt werden sollten. Verbunden war dies mit der Bitte, dieses Beispielteil mit den in ihrem Haus üblichen Technologien zu fertigen und die benötigten Bearbeitungszeiten sowie alle damit verbundenen Liege- und Transportzeiten zu dokumentieren. Dabei handelte es sich um langjährige MOLDINO-Kunden, die persönlich bekannt waren. Das auf 52 HRC gehärtete und geschliffene Rohmaterial wurde mitgeliefert. Die Konstruktion aus Warmarbeitsstahl 1.2343 ESU (X37CrMoV5-1 ESU) war der Auswerferseite jenes Formeinsatzes nachempfunden, dessen konventioneller Fertigungsablauf weiter oben im Text von Rotzoll bereits beschrieben wurde.

Die Konstruktion bot einige Herausforderungen: So galt es für die Auswerfer 37 Durchgangsbohrungen mit Toleranz H7 in den Durchmessern 0,6 mm, 0,8 mm, 1 mm, 1,5 mm sowie 2 mm herzustellen. Bei drei weiteren Passungen mit 6 mm Durchmesser betragen die Toleranzvorgaben 0 bis +3 µm. Auch die seitlichen Dichtbereiche des Formeinsatzes waren anspruchsvoll, insbesondere bezüglich der hohen Anforderungen an die Zylindrizität. Dies traf auch auf die drei zu fertigenden optischen Flächen (Spiegelflächen) mit einem geforderten Mittenrauwert von Ra 0,025 µm zu. Deshalb wurde für das Beispielwerkstück die Werkstoffausführung Elektroschlacke umgeschmolzen (ESU) gewählt, weil diese sich sehr gut für das Herstellen von Hochglanzflächen eignet. Ansonsten betrug die Toleranz der Kontur- und Bodenflächen +/- 0,01 mm, die für entsprechende Spritzgussformeinsätze typisch ist. „Die ausgewählten Teilnehmer hatten das Teil also mit der ihnen jeweils zur Verfügung stehenden Fertigungstechnik hergestellt, alle Schritte dokumentiert und zum Workshop mitgebracht“, erzählt Schadeck. Eine zusätzliche Motivation hierfür war, dass ihnen im Nachgang eine individuelle Auswertung hinsichtlich der Vorgehensweise versprochen wurde.

KOMPLETTBEARBEITUNG IN ZWEI AUFSPANNUNGEN

Und was ist nun dabei herausgekommen? Es gab unter den Kunden niemand, der den Benchmark-Formeinsatz auf einer einzigen Maschine komplett gefertigt hat. Doch genau dies hatten Rotzoll und Schadeck gemacht, 5-achsig in zwei Aufspannungen.



Die 5-achsige Röders RXP 601 DS



Gut besucht: Teilnehmer des Benchmark-Workshops im Tech-Center von Röders in Soltau.

Und zwar auf einer RXP601DS im Technikum von Röders, die wie alle Maschinen dieses Herstellers für ihre hohe Dynamik und Genauigkeit bekannt ist. „Denn gute Werkzeuge laufen nur dann optimal, wenn die Maschine das auch umsetzen kann“, sagt Röders-Vertriebsleiter Dr. Oliver Gossel, der in einem gesonderten Programmpunkt des Workshops die Features der neuen Steuerungs-Generation RMS 6 präsentierte. Deshalb sind die Maschinen extrem steif, schwingungsstabil und verfügen über ein ausgefeiltes Temperaturmanagement. Wichtig ist auch ein sehr schnelles Regelverhalten, Racecut genannt. Der Soll-Ist-Vergleich findet also 32.000 Mal pro Sekunde statt, was sich in höherer Oberflächengüte sowie bei den Möglichkeiten einer weiteren Bearbeitungsreduktion bemerkbar macht. „Diese 32-kHz-Regler werden von uns in allen drei Regelkreisen eingesetzt, also Position, Geschwindigkeit und Strom“, betont der promovierte Ingenieur. „Damit sind wir in der Regelung doppelt so schnell wie unsere Mitbewerber.“

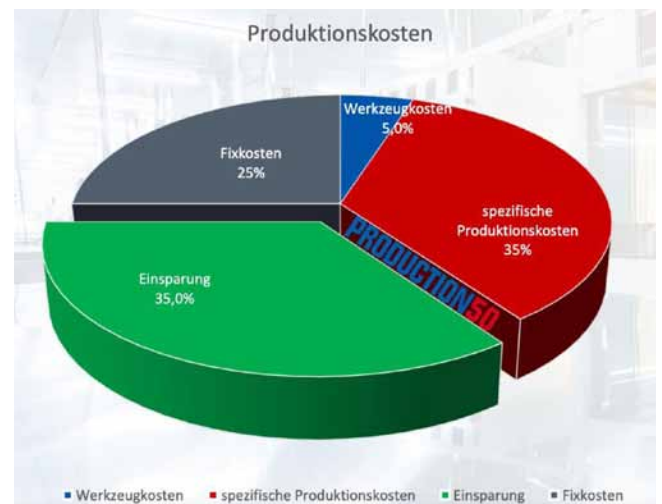
Doch zurück zur Fertigung des Beispielwerkstücks: Die meisten Bearbeitungsbeispiele sind im Vorfeld des Workshops hergestellt worden. Alle diese Schritte wurden dann bei der Präsentation detailliert erläutert. Dabei ging es auch um Grundsätzliches wie die Vor- und Nachteile der Hartbearbeitung, insbesondere des Hartschruppens. Oder wann und bei welchen Randbedingungen nach heutigem Stand auf das Senk- und Drahterodieren verzichtet werden kann und wann nicht. Zudem wurden Highlights auf der Röders-Maschine live gezeigt. Zum Beispiel das Hartbohren der H7-Passungen mit den neuen MOLDINO-Mikrobohrern der EMSBH-ATH-Reihe für die Auswerfer. Oder das Erzielen der notwendigen Zylindrizität respektive Winkeltoleranz bei den Wandungen, also den seitlichen Dichtbereichen, was in Soltau anhand des noch weniger bekannten Stechfräsens gezeigt wurde. Auch die drei 6-mm-Passungen waren von MOLDINO mit dieser Frässtrategie hergestellt worden. Für Staunen sorgte bei vielen Teilnehmern auch das verschleißarme Hartfräsen der drei Spiegelflächen des Beispielformeinsatzes mit dem TH3-beschichteten Vollhartmetall-Polygonwerkzeug der neuen EHHRE-Reihe.

„Die gesammelten Daten der Kunden haben wir anonymisiert und hieraus einen Durchschnitt sowie den Besten ermittelt“, beschreibt Rotzoll die Vorgehensweise. „Ohne diese Werte im Vorfeld zu kennen, haben wir uns mit dem identischen und mit unseren Technologien gefertigten Formeinsatz dem Benchmarking gestellt.“ Alle Werkstücke wurden kontur- und auswerferseitig komplett vermessen. „Wir haben alle Durchmesser der H7-Passungen gebohrt.“ Alle Kunden hatten hingegen die Startlöcher per Elektrode hergestellt und das Endmaß dann klassisch drahterodiert. „Wir waren mit allen Bohrungen stets in der Toleranz, viele Kunden auch, einige hingegen nicht.“ Es sollte damit keinesfalls die Botschaft ankommen, sie könnten alles besser, betont Rotzoll. „Es ging uns vielmehr darum zu zeigen, wir können die Toleranz halten – und das in einem Bruchteil der Zeit.“

BEARBEITUNGSZEIT UM 60 PROZENT GESENKT

Wie lautet nun das Fazit des Benchmarks? „Bei der reinen Bearbeitungszeit sind wir bei diesem Teil von rund 28 Stunden, die von unseren Kunden im Durchschnitt ohne Elektrodenfräsen benötigt wurden, auf knapp 10,5 Stunden herunter gekommen“, bringt Schadeck den Unterschied auf den Punkt. „Mit der von uns entwickelten Vorgehensweise hatten wir im Mittelwert also eine Zeitersparnis von rund 60 Prozent erreicht.“ Rechnet man die Liegezeiten von durchschnittlich 300 Stunden mit ein, wird der Unterschied bei der Gesamtdurchlaufzeit noch dramatischer. Kollege Rotzoll weist auf einen weiteren Aspekt hin: „Werkzeuge dieser Größe haben in der Regel 4-fach-, 8-fach- oder 16-fach-Formen. Darum wurde von uns der Prozess hinsichtlich der benötigten Werkzeuge für acht Einsätze ausgelegt.“ Mit einem Werkzeugsatz ließen sich also acht Einsätze herstellen. Dieser Punkt ist extrem wichtig, auch im Hinblick auf einen Kostenvergleich zu alternativen Fertigungsverfahren. „Denn wenige fertigen im Tagesgeschäft nur einen Einsatz.“

Diesen Aspekt berücksichtigt auch die zum Abschluss des Workshops präsentierte Hochrechnung: Danach betragen die bisherigen Fertigungskosten des Benchmark-Einsatzes im Mittelwert für eine angenommene 8-Fach-Form hochgerechnet 6.832 Euro. Nach der Production50®-Optimierung, also durch Komplettbearbeitung auf einer einzigen Maschine, nur noch 3.400 Euro. Das bedeutet eine Ersparnis von 3.432 Euro oder 49,8 Prozent.



In dem Beispielprojekt betragen die Werkzeugkosten 1.500 Euro, die Fixkosten 7.500 Euro und die spezifischen Produktionskosten vor der Optimierung 21.000 Euro (300 h x 70 Euro/h). Durch die Optimierung sanken die spezifischen Produktionskosten auf 10.500 Euro (150 h x 70 Euro/h). Eingespart wurden somit 10.500 Euro.

ANGUSSBEREICH KOMPLETT FRÄSEN UND BOHREN

Ein zusätzliches Schmankel auf dem Workshop war das Herstellen von acht Tunnelangüssen, vier davon mit Stauboden. Und zwar ausschließlich durch Bohren – mit den EMSBH-ATH-Mikrobohrern – sowie durch Fräsen. Bei Letzterem kam unter anderem eine nanobeschichtete EPDBEH-Kugel zum Einsatz. Zum Pilotieren der Bohrungen für die Angüsse diente der Kugelfräser EPDBEH-TH3. „Beim Fräsen von Angüssen kommt es neben einer hohen Wiederholgenauigkeit und Oberflächenqualität nicht zuletzt auf das gratarme Fräsen an“, unterstreicht Rotzoll. Dabei wurde beim Schlichten der Angüsse und Anspritzpunkte wieder mit dem angeschwenkten Zirkularstechfräsen gearbeitet. Die geforderte Oberflächenqualität wird hierbei über den Radius in Bezug auf den Werkzeugdurchmesser erzeugt. Das ermöglicht zudem eine größere seitliche Zustellung. „Der Vorschub unterliegt beim Stechfräsen keiner Dynamik, was besonders bei konischen Konturen sehr effektiv ist“, erklärt er. In den Angüssen kann mit dieser Strategie in Materialflussrichtung gearbeitet werden. Das begünstigt später das Fließverhalten der eingespritzten Komponente. „Das Stechfräsen ermöglicht einen Minimalspanabtrag, der zu einer sehr guten Konturtreue, Maßhaltigkeit und Oberflächengüte führt“, fasst der Werkzeugprofi die Vorteile dieser Frässtrategie zusammen. „Das Stechen in Konusrichtung fand mit angestellter vierter und fünfter Achse statt. Im Vergleich zum Erodieren haben wir beim Angussteil so eine Zeitersparnis von 46 Prozent erreicht.“



ZUFRIEDENE TEILNEHMERSTIMMEN

Die Besucher des Workshops erfuhren nicht nur viel über optimierte Prozesse, Fertigungsstrategien und neue Werkzeuge, sondern konnten auch eine Menge Know-how mitnehmen. „Mich hat neben den gefrästen Spiegeloberflächen und dem Gesamteindruck des Werkstücks das Kosten-Nutzen-Verhältnis sehr beeindruckt“, sagt Jakob Kehler von Erwin Quarder Systemtechnik in Espelkamp. Toralf Gross von Körber Technologies aus Hamburg überzeugten vor allem die Production50®-Auswertungen mit dem direkten Vergleich der Bearbeitungsstrategien. „Aber auch die Vorgehensweisen beim Bohren, Mikrobohren und Stechfräsen waren sehr eindrucksvoll“, betont Gross. Neben den enormen Möglichkeiten, die das Stechfräsen bietet, beeindruckten Heinrich Berg von Harting Applied Technologies, ebenfalls in Espelkamp, insbesondere die extrem genauen Mikrobohrungen mit ihren hohen Oberflächengüten, die prozesssicher mit neuen MOLDINO-Mikrobohrern hergestellt wurden. Für Lars Diekmann vom Werkzeugbau bei WAGO in Minden zählten das Hartbohren und die Stechfrästechnologie zu den Highlights. Genauso das Fräsen von Anspritzungen – sowie das Tech-Center von Röders, das von ihm ein Extralob bekam. „Doch besonders überzeugt hat mich auf dem Workshop die Reduktion von Liegezeiten.“

Adressen

MOLDINO Tool Engineering Europe GmbH,
Itterpark 12, 40724 Hilden, Deutschland
Tel. +49-2103-2482-0
info@moldino.eu, www.moldino.eu

Röders GmbH,
Gottlieb-Daimler-Str. 6, 29614 Soltau, Deutschland
Tel. +49-5191-603-43, Fax +49-5191-603-38,
hsc@roeders.de, www.roeders.de

Hinweis: Bei den 0-Tönen handelt es sich um persönliche Meinungen der genannten Personen und nicht um offizielle Statements der Unternehmen, bei denen sie beschäftigt sind.