

Wenn Genauigkeit und Oberfläche im Vordergrund stehen

Oberflächenqualität: Glanzfräsen oder Polieren?



Glanzvergleich zwischen einem mit konventionellem Ansatz gefrästen Werkstück (links) und einem mit modernen Werkzeugen und Strategien bearbeiteten Vergleichsteil (Fotos: MMC Hartmetall)

Wenn beim Fräsen höchste Oberflächenqualität gefordert wird, wird meistens nach dem Schlichten noch poliert. Der Zeitaufwand hierfür kann bei typischen Aufgaben im Formenbau zwischen einigen Stunden und mehreren Tagen liegen. Heute fällt es jedoch immer schwerer, Fachkräfte für diese Tätigkeit zu finden. Zudem unterschätzen viele Kunden das Polieren, weil dadurch die Geometrietreue verloren geht. Hinzu kommen Aspekte wie Automatisierbarkeit und Beherrschung der Qualität. Es bietet sich hier an, höchste Oberflächenqualitäten möglichst gleich beim Fräsen zu erzeugen. Allerdings stellt sich oft die Frage, ob der Mehraufwand für das maschinelle Erzeugen von Hochglanzflächen wirtschaftlich gerechtfertigt ist. So gibt es weite Bereiche, in denen eine recht einfach erreichte gute Oberfläche manuell bei guter Wirtschaftlichkeit fertigpoliert werden kann. Der Maschinenhersteller Röders, der Werkzeughersteller Mitsubishi Materials und der CAM-Softwareentwickler Tebis verglichen auf einem Seminar in Attendorn diese beiden Vorgehensweisen bezüglich der Kosten bzw. Wirtschaftlichkeit. Dabei wurde auch aufgezeigt, wie sich eine optimale Geometrietreue und Oberflächenqualität durch Kombination von Fräszentrum, Werkzeugen und CAM-Software erreichen lassen.

Testwerkstücke für die Versuche waren Einsätze für ein Blechumformwerkzeug aus Kaltarbeitsstahl mit 48 HRC. Zwei Exemplare wurden in einem 5-Achs-Fräszentrum Röders RXP601 DSH mit

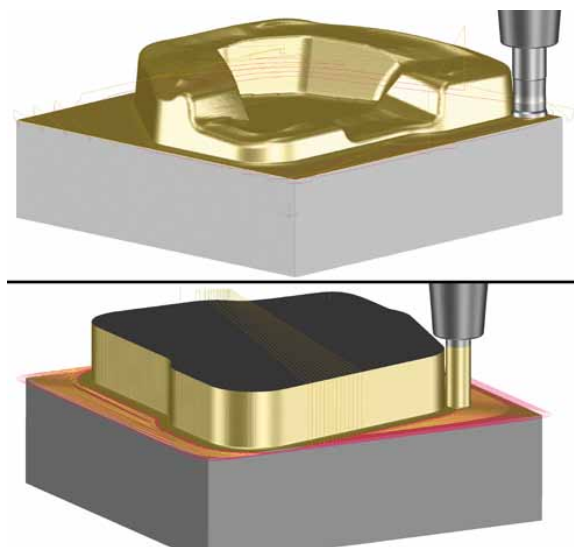
jeweils unterschiedlichen CAM-Strategien und dazu passenden Fräs Werkzeugen aus dem Vollen gefräst. Beim ersten Werkstück wurden Werkzeuge und Frässtrategien gewählt, die dem aktuell im Formenbau üblichen Vorgehen entsprachen. Dieser Ansatz wird nachfolgend als „klassisch“ bezeichnet. Beim zweiten Bauteil wurden dagegen die Möglichkeiten effizienter CAM-Strategien, moderner 5-Achs-HSC-Fräsbearbeitung sowie neuer Werkzeugdesigns voll ausgespielt. Dieser „moderne“ Ansatz erfordert jedoch vor allem beim Schlichten einen erheblich höheren Programmieraufwand. Ziel war in beiden Fällen, ein bezüglich Geometrietreue und Oberflächengüte optimales Ergebnis zu erreichen.

KLASSISCHE FRÄSSTRATEGIEN

„Im Werkzeugbau dominieren häufig Frässtrategien, die sich aus der Verwendung dreiachsiger Fräszentren heraus etabliert haben“, weiß Marc Fuest, Leiter Partnersupport bei der Tebis AG in Martinsried. Grund hierfür ist, dass den Abteilungen die Zeit für die Suche nach neuen Werkzeugen sowie Strategien fehlt. Beim traditionellen Schruppen wird das Material dabei meist mit Hochvorschubwerkzeugen ebenenweise abgetragen. Aus Zeitgründen wird selten versucht, die Bauteilkonturen in flache bzw. steile Bereiche aufzuteilen, obwohl das Fräsen



Veranstalter: Moderator Ferdinand Hoischen (Tebis, Cooperation Manager), Marc Fuest (Tebis, Leiter Partnersupport), Jörg Janke, (MMC Hartmetall, Technischer Trainer) und Dr. Oliver Gossel (Röders, Leiter Vertrieb) (v.l.n.r., Foto: Klaus Vollrath)



Schruppstrategien: Oben: konturparallel / Hochvorschubwerkzeug, unten: Adaptiv Vollhartmetallwerkzeug (Grafik: Tebis)

flacher Bereiche mit VHM-Fräsern und einer adaptiven Frässtrategie effektiver wäre. Wegen des höheren Programmieraufwands wird meist auf eine Kombination aus 3-Achs- und 5-Achs-Strategien verzichtet. Vorteil dieses Vorgehens ist, dass die benötigten NC-Programme einfach und schnell erstellt werden können, was sich in der Wirtschaftlichkeit dieses Vorgehens positiv bemerkbar macht.

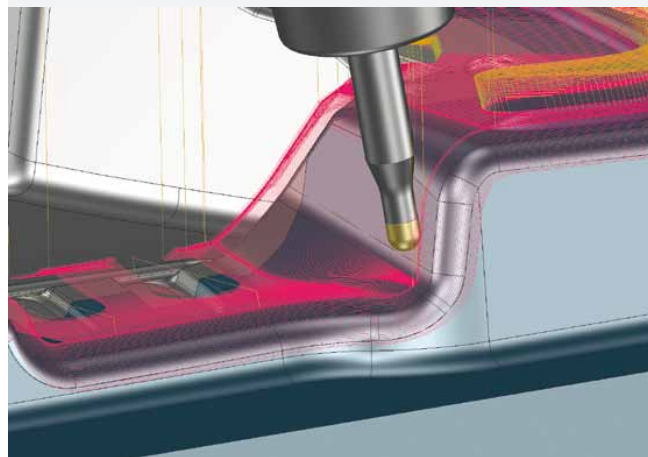
WENDESCHNEIDPLATTEN BEHINDERN AUTOMATISIERUNG

„Bei der klassischen Vorgehensweise kommen in der Praxis häufig Hochvorschubfräser zum Einsatz“, erläuterte Jörg Janke, Technischer Trainer der MMC Hartmetall, der Europazentrale von Mitsubishi Materials. Im vorliegenden Fall wurde hierfür ein Schaffräser mit Wendeschneidplatten eingesetzt. Entscheidender Nachteil einer solchen Fräserlösung ist, dass sich dadurch ein mannlöser Betrieb und damit eine Vollautomatisierung verbieten. Grund hierfür ist das Risiko schwerer Schäden beim Bruch einer Schneidplatte. Gegenüber den Wendepaltenwerkzeugen ist die prozesssichere Standzeit der Vollhartmetallfräser erheblich höher, so dass auch mannlös geschruppt werden kann.

SCHLICHTEN UND OBERFLÄCHENQUALITÄT

„Auch bei Schlichtstrategien steht die Oberflächenqualität leider eher selten im Vordergrund“, weiß M. Fuest. Oft werden zu große Fräser gewählt, wodurch mehr Restmaterial stehenbleibt, welches in nachfolgenden Arbeitsschritten aufwändig weggespart werden muss. Obwohl beispielsweise zwischen der seitlichen Zustellung eines D16-Kugelfräser im Vergleich zu einem D12-Kugelfräser nur Nuancen liegen, muss nachfolgend bei der Bearbeitung der Restmaterialbereiche deutlich mehr Zeit aufgewendet werden, als zuvor durch die größere Zustellung eingespart werden konnte. Oft wird in der Praxis typischerweise ein Bauteil zuerst 3-achsig Z-konstant und danach 3-achsig achsparallel bearbeitet, um dieses Restmaterial zu minimieren. Das ist zwar einfach und schnell zu programmieren, kostet aber erheblich mehr an Bearbeitungszeit. Ebenfalls wegen des Programmieraufwands werden fünfachsige Ausweich- oder Kollisionsvermeidungsoptionen zu selten zugeschaltet.

Sollen bessere Oberflächengüten, insbesondere Hochglanz-Oberflächen ohne manuelle Nacharbeit, erreicht werden, ist 5achsiges Fräsen unabdingbar. Dabei muss die Fräsbahn der

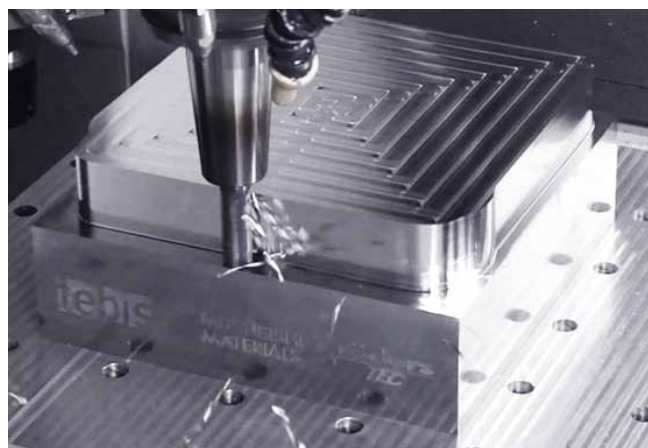


Schlichten modern: 5achsigsynchron mit Bahnabständen in Abhängigkeit von der Krümmungserkennung (Grafik: Tebis)

Oberfläche folgen und das Werkzeug stets mit einem Neigungswinkel eingreifen, um einen Zentrumsschnitt zu vermeiden.

HOCHLEISTUNGSWERKZEUGE FÜR EINE EFFIZIENTE BEARBEITUNG

„Als Alternative zum Hochvorschubfräser empfiehlt sich beim Schruppen ein VHM-Torusfräser mit langen Schneiden“, weiß J. Janke. Beim „modernen“ Ansatz kam deshalb ein Fräser der Marke DIAEDGE aus der MP-Serie von Mitsubishi Materials mit einem Durchmesser von 12 mm und einem Eckenradius von 1 mm zum Einsatz. Die Videosequenz vom Einsatz dieses Werkzeugs wurde von den Teilnehmern mit großem Interesse aufgenommen. Es eignet sich für trochoidales Fräsen mit hohem



Schruppen modern: Trochoidal einsetzbarer VHM-Schruppfräser mit Eckenradius MPMHVRBD. (Bild: Röders/MMC/Tebis)



Schlichten modern: VHM-Tonnenfräser VQT6URR mit 6 Schneiden für die hochproduktive Schlichtbearbeitung mit großer Zustellung. (Bild: Röders/MMC/Tebis)

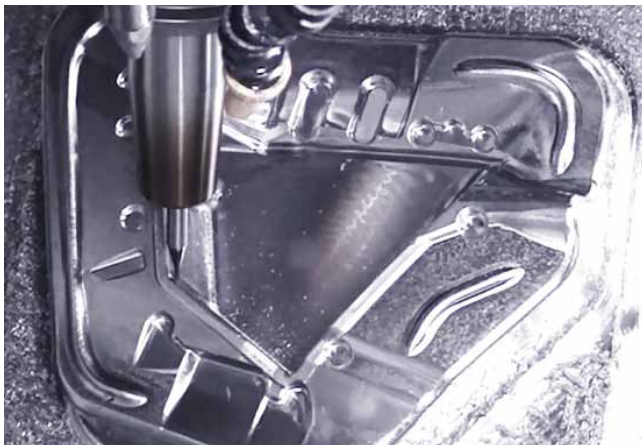
Röders-Fachberichte 04/2024

Oberflächenqualität: Glanzfräsen oder Polieren?

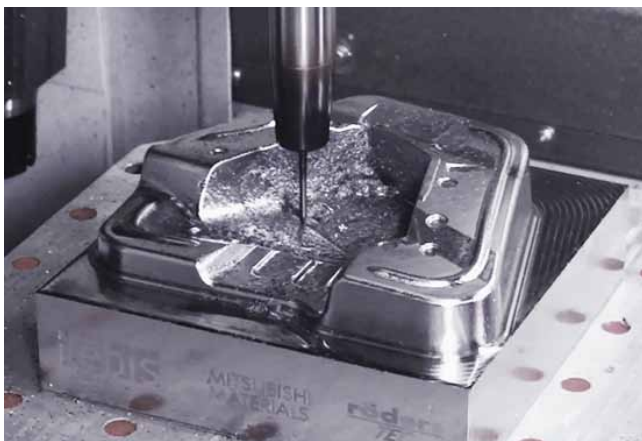
Materialabtrag über die langen seitlichen Schneiden. Auch bei klassischem Einsatz übertrifft das Zeitspanvolumen dieses Fräasers daher dasjenige eines Hochvorschubfräasers. Für das hochproduktive Schlichten von Flanken wurde ein beschichteter VHM-Tonnenfräser mit 10-mm-Schaft und 6 Zähnen mit einem Radius von 85 mm eingesetzt. Der große Radius ermöglicht bei 5achsiger Anstellung hohe Tiefenzustellungen an den Werkstückflanken. Für enge Bereiche eignet sich beispielsweise ein hochpräziser 1-mm-VHM-Kugelfräser mit zwei polierten Schneiden, mit dem enge Hohlkehlen und Übergänge mit sehr guten Ergebnissen bearbeitet werden können. Grundsätzlich gilt natürlich, dass gute Ergebnisse nur mit guten Werkzeugmaschinen erzielt werden können.

ERFORDERLICH: EIN SOWOHL ROBUSTES ALS AUCH PRÄZISES FRÄSZENTRUM

„Wichtig für hohe Wirtschaftlichkeit ist die Ausführung aller Arbeitsgänge in gleicher Aufspannung in der gleichen Maschine“, so Dr.-Ing. Oliver Gossel, Leiter Vertrieb der Röders GmbH in Soltau. „Dazu muss die Maschine insbesondere in der Lage sein, neben der nötigen Schruppleistung die erforderliche Genauigkeit und Oberflächengüte zu erreichen.“ Die für die Tests verwendete fünfachsigere Röders RXP 601 DSH ist äußerst robust gebaut, um sowohl schrappen als auch schlichten zu können. Die HSC-Spindel erreicht bis zu 30.000 UPM. Die Portalbauweise sowie die Rundachsen mit hoch belastbaren Gegenlagern gewährleisten höchste Steifigkeit. Für optimale Genauigkeit werden in allen Achsen reibungsfreie Direktantriebe eingesetzt, in der Z-Achse



Semi-Schlichten und Schlichten klassisch: VHM-Kugelfräser MP3XBR mit konischem Hals für das Semi-Schlichten und Schlichten von tiefen Kavitäten. (Bild: Röders/MMC/Tebis)



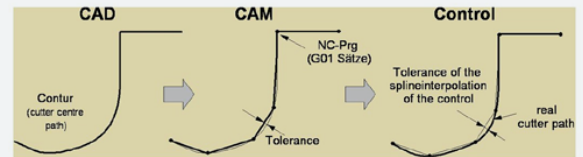
Schlichten klassisch und modern: 1-mm-Kugelfräser VFR2SBFR mit hochglanzpolierten Schneiden. (Bild: Röders/MMC/Tebis)



Das für die Bearbeitungsversuche eingesetzte 5-Achs-Fräszentrum RXP 601 DSH von Röders (Foto: Klaus Vollrath)

HSC-Steuerung

- Splineinterpolation Stand der Technik, aber Spline ≠ Spline
- Geschwindigkeitsplanung muss abgestimmt werden auf
- Hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit und Lookahead wichtig



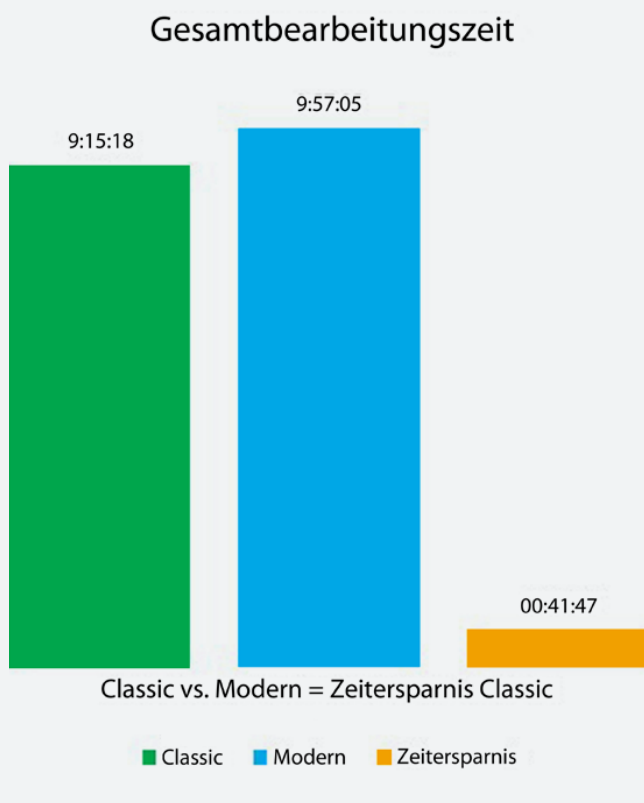
Die Röders-Steuerung erzielt dank hoher Regelgeschwindigkeit und interner Splineinterpolation eine hohe Oberflächengüte bei minimaler Bearbeitungszeit (Grafik: Röders)

unterstützt durch einen reibungsfreien Gewichtsausgleich. Eine weitere Besonderheit der Maschine spielt gerade bei den für Präzisionsbearbeitungen so wichtigen Richtungsänderungen eine Rolle: Dank des besonders hohen „Rucks“ (Änderung der Beschleunigung pro Zeit) der Antriebe kann auch in stark gekrümmten Oberflächen der vorgesehene Vorschub möglichst lange gehalten werden. Eine besondere Rolle spielt das ausgefeilte Temperaturmanagement: Da Wärme der Feind der Präzision ist, verfügen alle wesentlichen Komponenten der Anlage über eine eigene Temperierung. Die Temperatur des darin zirkulierenden Temperiermediums wird mit einer Genauigkeit von +/- 0,1 K stabil gehalten.

Herausragendes Alleinstellungsmerkmal der Röders-Anlagen ist ihre im eigenen Hause entwickelte Steuerung. Mit einer Satzverarbeitungszeit von weniger als 0,1 ms und einem Look-Ahead von mehr als 10.000 Sätzen werden optimale Genauigkeit und Oberflächengüte erreicht. Besonders hervorzuheben ist die außergewöhnlich hohe Regelgeschwindigkeit mit einem Takt von 32 kHz in allen Achsen. Damit wird die Werkzeugbahn alle 0,03 ms korrigiert.

DISKUSSION: GLANZFRÄSEN ODER POLIEREN?

Beim Vergleich der beiden Strategien zeigte sich, dass bei der „klassischen“ Strategie die Programmierzeit mit 0:27:30 nur bei einem Zehntel derjenigen der „modernen“ Variante mit 4:40:15 lag. Bei der Gesamtbearbeitungszeit lag der Unterschied dagegen lediglich bei rund 42 min zugunsten der „klassischen“ Variante. Somit hat dieser Ansatz unter diesem Aspekt deutliche Vorteile.



Bei der Bilanzierung der Maschinenbearbeitungszeit ergab sich ein Zeitgewinn von ca. 42 min für die „klassische“ Vorgehensweise (Grafik: Tebis)

Nach Schätzungen anwesender Fachleute ist allerdings davon auszugehen, dass der Zeitaufwand für das Polieren dieses Bauteils in der gleichen Größenordnung liegen dürfte wie der zusätzliche Programmieraufwand für das „Erfräsen“ der gleichwertigen Oberfläche bei dem „modern“ gefrästen Werkstück, bei anteiligen „echten“ Werkzeugkosten von 524 zu 426 €. Muss jedoch eine optimale Oberflächenqualität maschinell, d. h. ohne Verzerrungen durch eine manuelle Nacharbeit erreicht werden, so spielt der Zeitaufwand nicht die Hauptrolle. Die „modern“ gefräste Variante erreichte eine Rauheit Ra von 0,238 µm, gegenüber 0,617 µm beim „klassischen“ Vorgehen. Im Verlauf der Vorträge sowie der Diskussionen zeigte sich, dass beim Formenbau immer mehr Kunden hohe und höchste Ansprüche an die Oberflächenqualität stellen. Oft wird jegliches Polieren untersagt, da dadurch die Geometrietreue sowie das Niveau der Prozessbeherrschung gefährdet werden. Aus dem Teilnehmerkreis kamen Angaben zu Polierzeiten für Werkzeuge in vergleichbarer Komplexität wie der vorgestellte Einsatz von bis zu 35 Stunden. Mehrfach war zu hören, dass bessere Oberflächenqualität und die Möglichkeit, automatisiert in der „Geisterschicht“ fahren zu können, auch höhere Aufwendungen bei Programmierung und Maschinenlaufzeit rechtfertigen. Auf der anderen Seite gibt es auch weiterhin viele Anwendungen, bei denen mit dem klassischen Ansatz ein wirtschaftlich optimales Ergebnis erzielt wird, da sowohl die Programmier- als auch Bearbeitungszeiten minimal ausfallen.

Als Fazit ergab sich, dass mit beiden Strategien sehr gute Ergebnisse erreicht werden können. Der Anwender sollte deshalb sein Vorgehen je nach Anforderungen wählen.

Klaus Vollrath, b2dcomm.ch



Bei der abschließenden Diskussion schätzten einige der anwesenden Praktiker, dass längere Programmierzeiten bei der „modernen“ Frässtrategie durch Einsparungen beim Polieraufwand zumindest wettgemacht würden (Foto: Klaus Vollrath)

Adressen

MMC Hartmetall GmbH,
Comeniusstr. 2, 40670 Meerbusch, Deutschland
Tel. +49-2159-91890, Fax +49-2159-918966,
admin@mmchg.de, www.mmc-carbide.com

Tebis Technische Informationssysteme AG,
Einsteinstr. 39, 82152 Martinsried/Planegg, Deutschland
Tel. +49-89-81803-0, Fax +49-89-81803-8200,
info@tebis.com, www.tebis.com

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