

world^{of} tools **ph HORN ph**

DAS KUNDENMAGAZIN VON HORN



THEMEN:

- Sonderteil hochharte Schneidstoffe
- Mehrkantschlagen
- Verzahnen bis Modul 30
- Halle 10, Messe Stuttgart



Sehr geehrte Damen und Herren,

in dieser Ausgabe der world of tools beschäftigen wir uns mit dem Thema Diamantschneidstoffe. Diamant hat seit langer Zeit einen festen Platz in der Zerspanung, ist vielseitig einsetzbar, sorgt für glänzende Ergebnisse, kommt jedoch auch gerade in Bezug auf den Werkstoff an seine Grenzen. Welche Arten von Schneidstoffen es gibt, wo sie eingesetzt werden und wie die praktischen Erfahrungen sind, erfahren Sie auf den folgenden Seiten.

Darüber hinaus stellen wir Ihnen zwei spezielle Technologiethemen vor. Zum einen das Mehrkantschlagen, durch welches in diesem Bearbeitungsfeld Fräsen ersetzt und Zeit eingespart werden kann. Zum anderen die Bearbeitung von bleifreiem Messing, welches beispielsweise bei der Trinkwasserindustrie aufgrund der aktuellen Positivliste des Umweltbundesamtes und auch in anderen EU-Ländern zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Dass mit der sich gerade im Bau befindlichen Halle 10 der Messe Stuttgart die Namensgebung „Paul Horn Halle“ realisieren ließ, freut mich besonders. Gleich mehrere Gründe sprachen für diesen Schritt. Aufgrund des Wachstums bei HORN ist eine Bekanntheit über die Tore Tübingens hinaus bei potenziellen Arbeitskräften in einer industriestarken Region wie Stuttgart unerlässlich. Des Weiteren steht die Messe Stuttgart für Internationalität und globales Handeln – ebenso wie HORN.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen unseres aktuellen Kundenmagazins.

A handwritten signature in black ink that reads "Lothar Horn".

Lothar Horn
Geschäftsführer
Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH
Tübingen



world^{of} tools **ph HORN ph**

DAS KUNDENMAGAZIN VON HORN

Sonderteil Schneidstoffe

Diamant im vielfältigen Einsatz	4
CVD-Diamant, der Schneidstoff für hochabrasive Werkstoffe	6
Hochglanzbearbeitung	9
PKD spart 80 Prozent Bearbeitungskosten	12

Produkte

Diamantwerkzeuge im Überblick	15
Neue Alu-Stechgeometrie	16
Frässhneidplatte Typ 932 zirkular	17
Verzähnen bis Modul 30	18

Wir über uns

Aus- und Weiterbildung bei HORN	20
Bau der Paul Horn Halle begonnen	22

Technologie

Mehrkantschlagen	24
Schlagdrehen von Sechskantmuttern	26
Bleifreies Messing	30



Impressum: world of tools®, das Kundenmagazin von HORN, erscheint zweimal jährlich und wird an Kunden und Interessenten versandt. Erscheinungstermin: April 2016. Printed in Germany.

Herausgeber: Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH • Unter dem Holz 33-35 • D-72072 Tübingen
Tel.: 07071 7004-0 • Fax: 07071 72893 • E-Mail: info@phorn.de • Internet: www.phorn.de

Rechte: Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers sowie Text- und Bildhinweis „Paul Horn-Magazin world of tools®“. Weitere Bildnachweise: Nico Sauermann, Groz-Beckert, Albstadt S. 7, Messe Stuttgart S. 22, Thomas Wagner S. 23, fotolia, istock

Auflage: 22.000 in Deutsch, 6.500 in Englisch, 4.000 in Französisch

Redaktion/Texte: Christian Thiele, Hubert Winkler, Wolfgang Dieter Schenk, Messe Stuttgart

Gesamtherstellung: Werbeagentur Beck GmbH & Co. KG • Alte Steige 17 • 73732 Esslingen



Beim Diamantenabbau wird eine große Menge Erdrück bewegt.

DIAMANT IM VIELFÄLTIGEN EINSATZ

Vom Talisman zum Brillantschmuck und Schneidstoff

Diamant ist die (eine) kristalline Form des Kohlenstoffs und ein natürlich vorkommendes Mineral. Die Kristalle, in unterschiedlicher Größe, sind transparent, farblos oder durch „Verunreinigungen“ in vielen Farbnuancen gefärbt. Diamant gilt somit als härtestes natürliches Material. Seine Härte übertrifft die von Korund (Aluminiumoxid) um das 140-Fache. Die Härte von Diamant variiert allerdings je nach Ausrichtung des Kristallgitters. Dadurch ist es möglich, Diamant mit Diamantpulver zu schleifen. In dem verwendeten Diamantpulver liegen die Kristalle in jeder Orientierungsrichtung. Damit wirken die jeweils härtesten Oberflächen auf den zu schleifenden Diamanten.

Seine starke Lichtbrechung prädestiniert ihn zum Schmuckstein. Durch sorgfältig in genau bestimmten Winkeln geschliffene Facetten erzeugt man zahllose innere Lichtreflexionen und die unvergleichbare Brillanz, die den Diamanten zum wertvollen Brillanten macht.

Der älteste bekannte Diamant wurde auf ein Alter von 4,25 Milliarden Jahren datiert. In dieser Zeit der frühen Erdgeschichte verwandelte sich Kohlenstoff in etwa 140 Kilometer Tiefe unter hohem Druck und hohen Temperaturen zu Diamantkristallen. Durch Verschiebungen der Erdkruste und Eruptionen gelangen sie an die nahe Erdoberfläche. Die ältesten Funde stammen aus

dem 4. Jahrtausend vor Christus in Indien. Da man zu diesen Zeiten Diamanten nicht schleifen konnte, dienten die harten und seltenen Kristalle als magische Talismane. Gaius Plinius der Ältere beschrieb etwa 60 vor Christus als Erster eine werkzeugähnliche Verwendung des harten Minerals. Man konnte damit zum Beispiel hervorragend Glas ritzen. Aber es dauerte noch fast zweitausend Jahre bis zum ersten geschliffenen und begehrten Brillanten.

Unterschiedliche Verwendung

Diamant ist mit einem Kompressionsmodul von 442 GPa das härteste natürliche Mineral und der Stoff mit der höchsten Wärmeleitfähigkeit, fünf Mal höher als die von Silber. Allerdings ist er unter Normalatmosphäre nur bis 720°C beständig, dann oxidiert er zu Kohlendioxid. Nur etwa 12 Prozent der natürlichen Diamanten kann zu Schmuck verarbeitet werden, der Rest, Diamantgruß oder „Bort“, sowie stark verunreinigte Diamanten werden industriell verwendet: Als verschleißfester Schneidstoff, bei Schleif, Schneid- und Bohrwerkzeugen – oder im Haushalt auf der Nagelfeile. Zum Vergleich: Ein guter Fünfkaräter (etwa ein Gramm) kostet um die 80.000 Euro, ein Gramm Bort nur 40 Euro.

Steigende Nachfrage

Die bekanntesten Diamantenminen der Welt befinden sich derzeit auf dem afrikanischen Kontinent, in Namibia und Südafrika, aber auch in Angola, Botswana, Sierra Leone und im Kongo. Ein weiteres Land, das Diamanten liefert, ist Russland. Vor allem östlich des Ural gibt es große Diamantvorkommen, die meist fernab der uns bekannten Zivilisation liegen und auch mit modernster Maschinenteknik kaum auszubeuten sind. Man vermutet dort ein Vorkommen von mehreren Billionen Karat. Allerdings sind die in Sibirien gefundenen Diamanten mit höchstens ein oder zwei Karat kaum tauglich für die Schmuckherstellung. Auch in Brasilien, in den riesigen unerschlossenen Tropengebieten, werden Diamanten abgebaut. Die kanadischen Minen nahe der Arktis sind dagegen weitestgehend erschöpft. Im Durchschnitt müssen etwa 250 Tonnen Sand, Kies oder Steine gewonnen werden, um ein Karat Diamant zu erhalten. Insgesamt kennt man bisher rund 700 Fundorte für Diamanten. In Deutschland fand man Diamanten unter anderem am Nördlinger Ries und in der Nähe der Talsperre Saldenbach bei Forchheim.

Im letzten Jahr betrug die weltweit steigende Diamantennachfrage etwa 75 Milliarden Euro – vor allem aus den USA und China. Experten erwarten in naher Zukunft sogar einen Diamanten-Engpass. Die stark abnehmende Weltproduktion an Naturdiamanten liegt heute bei etwa 20 Tonnen pro Jahr. Zieht man die 12 Prozent Schmuckdiamanten ab, so decken die verbleibenden 88 Prozent nur noch 20 Prozent des immens gestiegenen industriellen Bedarfs. Daher füllen in steigendem Maß synthetisch erzeugte Diamanten, deren Eigenschaften wie Zähigkeit, Kristallhabitus, Leitfähigkeit und Reinheit genau zu beeinflussen sind, diese Nachfragerücke. Wozu die Natur früher Millionen Jahre benötigte, schafft die Technik heute in Wochen, Tagen und Stunden. Diese Diamantschneidstoffe kennt man unter Bezeichnungen wie PKD, CVD-D oder MKD sowie bei Schmuck als Typ IIa-Diamanten. Auch wenn die natürlichen Reserven zu Ende gehen, das Zeitalter des technischen Diamanten hat erst begonnen.



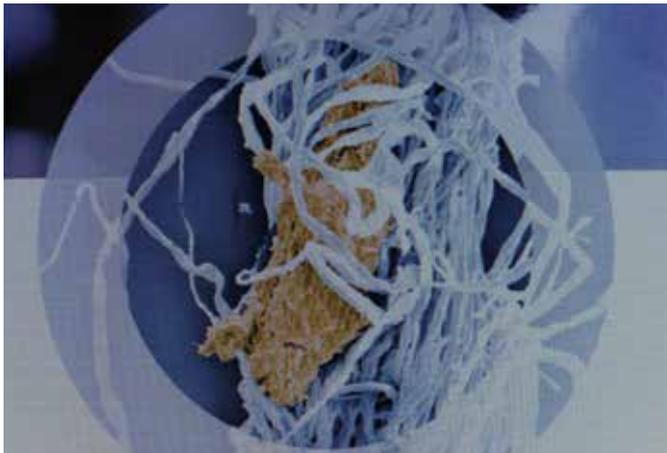
Ein Naturdiamant in seiner Ursprungsform.

CVD-DIAMANT, DER SCHNEIDSTOFF FÜR HOCHABRASIVE WERKSTOFFE



HORN CVD-D-Fräser für die Bearbeitung mechanisch gefertigter Käfige aus baumwollverstärktem Phenolharz.

Beim Kugellagerspezialisten CW Bearing in Kürnach werden unter anderem Kunststoffkäfige für hochwertige Spezialkugellager gefertigt. Der Kompositwerkstoff aus einem speziellen Phenolharz, verstärkt mit Baumwollfasern, zeigt aber Tücken bei der präzisen Bearbeitung. Einzig der Schneidstoff CVD-Dickschicht-Diamant von HORN erfüllt alle Anforderungen an Maßhaltigkeit, Oberflächenqualität und Wirtschaftlichkeit.



Deutlich sieht man in dieser mit einem Rasterelektronenmikroskop vergrößerten Darstellung ein in die Baumwollfaser eingebettetes hartes Staubkorn.

2013 errichtete der bekannte chinesische Kugellagerhersteller CW Bearing in Kürnach bei Würzburg ein neues Produktionswerk. CW Bearing investierte in eine hochmoderne Fertigung für die Herstellung von Kugellagern, Spindellagern und Sonderlagern sowie Komponenten, welche in anspruchsvollen Anwendungen zum Einsatz kommen.

In vielen Anwendungsfällen wird durch Verwendung von speziellen Käfigen und Käfigmaterialien die Leistungsfähigkeit der Kugellager erhöht. Neben Käfigen aus Stahl werden Käfige aus gespritztem Kunststoff ebenso verwendet wie Käfige aus Hochleistungskunststoffen. Große Bedeutung finden mechanisch gefertigte Käfige aus baumwollverstärktem Phenolharz. Die Einsatztemperatur dieser Phenolharzkäfige mit Baumwollverstärkung ist mit 120 °C begrenzt. Auch während der einzelnen Bearbeitungsschritte darf diese Temperatur nicht überschritten werden.

Der abrasive Werkstoff

Als Halbzeug dienen Stangenmaterial und Rohre aus baumwollfaserverstärktem Phenolharz in vielen Durchmesservarianten. Die Stangen von 2 Meter Länge werden in der Maschine Käfig für Käfig abgearbeitet. Zuerst bearbeitet man den Käfig außen und an der Stirnseite, dann folgt in einem Schnitt das Innendrehen mit kleinem Einstich in der späteren Abstechebene. Die Folgeoperationen sind Bohren der Kugeltasche sowie Abstechen. Die mechanisch fertig bearbeiteten Käfige werden anschließend

einer speziellen Nachbehandlung unterzogen, um die Oberflächenqualität und die Kantenpräparation zu verbessern.

Als Problem zeigte sich die Abrasivität des Kompositwerkstoffs. Unbeschichtete neue Hartmetallschneiden waren zwar scharf genug, die Baumwollfasern sauber zu trennen und eine gute



Abstechen des Kugelkäfigs mit einem Sonderwerkzeug aus dem „Mini“-Programm Typ 18P von HORN. Der Schneidstoff des 1 mm breiten Werkzeugs ist CVD-Dickschicht-Diamant.

Oberflächenqualität zu erzeugen, doch ihre geringe Standzeit verursachte hohe Kosten. Versuche mit beschichteten Schneiden waren auch keine Alternative. Durch die Schneidkantenverrundung der Beschichtung waren sie nicht scharf genug, die Baumwollfasern sauber zu trennen. Folge: Die Fasern wurden abgequetscht oder abgerissen. Die Verrundung erzeugte durch Reibung zu hohen Wärmeeintrag (über 120 °C) und verbrannte das Phenolharz in der Schnittebene oder schmolz es auf. Beide Lösungsansätze führten also nicht zu einem technischen und wirtschaftlichen Lösungsansatz.

Diamantschneidstoff als Lösung

Die erste brauchbare Lösung eröffnete die Verwendung von monokristallinem Diamant (MKD) als Schneidstoff. Standzeit und Oberflächenqualität waren zwar gut, aber von einer wirtschaftlichen Lösung war man weiterhin weit entfernt. Weil eintrat, was man von diesem wohl härtesten verfügbaren Schneidstoff nicht erwartet hatte – auch er zeigte Verschleiß. Der monokristalline Diamant ist unschlagbar bei der Hochglanzbearbeitung und im Finishing. Doch bei der Bearbeitung von hochabrasiven Werkstoffen mit extremer Schneidenbeanspruchung durch Verschleiß sind seine mit höchster Präzision geschliffenen Schneiden zu schade, zu teuer und zu wertvoll.

Im Umfeld der EMO 2013 war man bei CW Bearings auf einen Schneidstoff von HORN in Tübingen aufmerksam geworden. Eine E-Mail an HORN sorgte für den ersten Kontakt. Andreas

Schießer, der zuständige Außendienstmitarbeiter von HORN und der Produktspezialist für ultraharte Schneidstoffe, Aribert Schroth, haben nach Studium der Problemlage zwar auch eine Diamantschneide empfohlen, aber eine aus CVD-Dickschicht-Diamant. Denn wegen der Kristallgitterstruktur von Naturdiamant oder MKD liegt nie die Ebene der maximalen Härte des Diamanten an der Schneidkante an. Das liegt an der Notwendigkeit der Schneidkantenbearbeitung mit gleichharter Diamantkörnung als Schleifmittel. Beim CVD-Diamanten ist aber die Wachstumsrichtung der aneinandergereihten Diamantkristalle so ausgerichtet, dass die Schneidenwirkung genau in Richtung der größten Härte erfolgt. Deshalb ist CVD-Diamant als Schneidstoff härter als MKD. Zudem besitzt Diamant die höchste Wärmeleitfähigkeit aller Schneidstoffe und die höchste mögliche Schneidkanten-schärfe, was sich in geringstmöglichen Temperaturen an der Schneidkante positiv auswirkt. Die ersten Versuche mit den neuen Schneiden verliefen positiv und zeigten deutlich höhere Standzeiten als der mehrfach teurere Schneidstoff MKD.

CVD-D-bestückte Schneiden

Seither werden die mit Baumwolle verstärkten Phenolharz-Käfige ausschließlich bei den entscheidenden Operationen mit CVD-D-bestückten Schneiden bearbeitet. Mit dem Supermini TYP 105 wird innen ausgedreht, innen vorgestochen und gefast. Das in einem Spezialverfahren aufgelötete CVD-D-Schneidplättchen des Supermini besitzt eine für den Anwendungsfall optimierte gelaserte Sondergeometrie. Die Bohrung der Schnappkante und der Kugeltasche erfolgt mit Bohrern, die genau für diesen Anwendungsfall entwickelt wurden. Sie sind mehrschneidig mit CVD-Diamant besetzt und ermöglichen das Bohren ins Volle. Es sind Bohrer von 2,0 mm bis 15 mm im Durchmesser im Einsatz. Das Abstechen erfolgt mit einem Sonderwerkzeug aus dem „Miniprogramm“ 18P von HORN mit einem aufgelöteten CVD-D-Plättchen mit nur 1 mm Schnittbreite, um Material zu sparen. Stechtiefen bis 5 mm sind möglich und es kann wahlweise von außen nach innen oder von innen nach außen abgestochen werden. Das Trägersystem mit asymmetrischer Verzahnung an der Trennstelle ist aus Hartmetall, ebenso wie die Schäfte, hier jedoch schwingungsdämpfend. Das Trägermaterial der Bohrer besteht ebenfalls aus Hartmetall. Die CVD-D-Schneidplättchen sind je nach Anwendungsfall und der dafür optimierten Werkzeugauslegung zwischen 0,3 mm, 0,5 mm und 0,8 mm dick.

Problem gelöst

Aus der Serienerfahrung der bisher mit diesen Werkzeugen gefertigten Käfige unterschiedlichster Durchmesser zeichnen sich folgende erstaunliche Standmengen ab: Bei Käfigen mit Innendurchmesser 29 mm erreicht der Supermini als Ausdreh-

werkzeug eine prozesssichere Standmenge von 10.000 Teilen. Der Bohrer mit 8 mm Durchmesser schafft 80.000 Bohrungen bei 4 mm Bohrtiefe. Das sind deutlich höhere Standmengen im Vergleich zu Werkzeugen mit einer Schneide aus MKD. Das Gleiche gilt auch für das Abstechen mit Typ 18P. Bernd Schubert, Bearing Specialist bei CW Bearing, freut sich: „Wir haben unsere Probleme gelöst und das wirtschaftlichste Verfahren gefunden. Die Kosteneinsparungen setzten sich zusammen aus geringeren Werkzeugkosten und höheren Fertigungskapazitäten als Folge von weniger Werkzeugwechseln. Zusätzlich haben wir die Qualität prozesssicher erheblich erhöht.“

Das verborgene Geheimnis der Baumwollfaser

Was ist aber nun der Grund, dass Phenolharz und Baumwolle sogar Diamantschneiden verschleifen? Nach landläufiger Meinung ist doch weder Phenolharz noch Baumwolle so abrasiv, dass Schneidstoffe wie Hartmetall oder Diamant an der Schneide verschleifen. Zudem kommt ein chemischer Angriff auf die Schneide in diesem Temperaturspektrum von unter 120°C an der Schneidkante auch nicht infrage. Nun, am Phenolharz liegt es nicht. Aber die als Kleidung so anschmiegsame Baumwolle ummantelt in ihren Faserstrukturen winzige Silikatkristalle. Baumwolle wird in besonders trockenen Gebieten angebaut. Der Wind bestäubt die Blüten mit feinsten mineralischen Staubpartikeln, die bei Ausbildung der Faserstrukturen darin eingeschlossen werden. In der Textilindustrie ist dieser von der Baumwollfaser verursachte Verschleiß schon lange bekannt. Besonders betroffen sind Nadeln von Strickmaschinen und Fadenführungen, die von der Baumwolle abgerieben oder regelrecht durchgesägt werden. In elektronenmikroskopischen Aufnahmen von Baumwollfasern sind diese Silikateinschlüsse deutlich zu sehen.



Der Betriebsleiter Ferdinand Wiedmann und der Bearing-Spezialist Bernd Schubert bei CW Bearing sowie der zuständige HORN-Außendienstmitarbeiter Andreas Schießer (v. l.).



Spiegelsystem aus der Vakuumkammer. Geometrisch exakte Hochglanzoberflächen des planen und des konkaven Spiegels ermöglichen viele Reflexionen eines einmal eingebrachten Terahertzstrahls. Sichtbar gemacht durch einen eingespiegelten grünen Laserstrahl und verdampfendes Kältemittel.

HOCHGLANZBEARBEITUNG

Spiegelglanz und Sternenlicht

Im Speziallabor der Fachgruppe Laborastrophysik an der Universität Kassel werden in einer kleinen Vakuumkammer die Stoffe erzeugt, aus denen unsere Sterne entstanden sind. Die Wissenschaftler erzeugen Materie, die sonst nur im Weltraum vorkommt, und sammeln so Erkenntnisse über das Werden und Vergehen von Sternen. Ausgeklügelte Lasertechnologie und präzise Spiegelsysteme helfen den Forschern bei der Umsetzung ihrer Ideen und Theorien. Die geometrisch hochpräzisen Spiegelsysteme mit hohem Reflexionsfaktor aus Aluminium werden mittels eines Kugelfräsers von HORN, bestückt mit einer Schneide aus monokristallinem Diamant (MKD), hergestellt.

In der kleinen Vakuumkammer des Instituts für Physik steckt das Weltall. Dort erzeugen Prof. Dr. Thomas Giesen und sein Forscherteam Bedingungen, wie sie während der verschiedenen Phasen der Sternentstehung herrschen.

Prof. Giesen erläutert das Prinzip: „Unter Vakuum und bei Temperaturen von minus 250 °C, knapp über dem absoluten Nullpunkt, können die Wissenschaftler in der Metallkammer Moleküle unter Bedingungen herstellen, die sonst nur im Weltraum anzutreffen sind. Mit starken Laserpulsen werden die hochenergetischen Prozesse während der sogenannten embryonalen Phase der Sterne nachgebildet. Die Laserpulse werden auf einen Stoff, zum Beispiel hochreines Graphit, geschossen. Im Dauerbetrieb

würde der Stromverbrauch für den Laserpuls dem der gesamten Stadt Kassel entsprechen. Aber wir Forscher benötigen die hohe Energie zum Glück nur für den milliardstel Teil einer Sekunde. Das reicht, damit der aus Kohlenstoff bestehende Graphit in seine atomaren Bestandteile zerlegt wird.“

Von 10.000 °C auf minus 250 °C in Millisekunden

„Jetzt gilt es, die 10.000 °C, die in dem extrem energiereichen Moment herrschen, im Bruchteil einer Sekunde auf minus 250 °C herunterzukühlen. Das gelingt“, so Giesen, „indem ein Überschalldüsenstrahl mit Heliumgas in die Vakuumkammer gejagt wird. Durch die schlagartige Ausdehnung des Gases im luftleeren Raum fällt die Temperatur blitzschnell ab. In dieser Atmosphäre können sich einzelne Atome neu zusammensetzen, und zwar so wie im Weltall. Dabei bilden sich völlig andere Verbindungen als unter irdischen Bedingungen. Im Fall des Kohlenstoffs entstehen bei diesem Prozess 100 verschiedene Molekülarten.“

Zum Analysieren dieser Moleküle dient die Terahertz-Spektroskopie. Der Terahertz-Spektralbereich liegt zwischen fernem Infrarot und Mikrowelle und deckt Frequenzen von 300 GHz bis 10 THz ab, also Wellenlängen zwischen 1 mm und 30 µm.

SONDERTEIL SCHNEIDSTOFFE



Die junge Forschergruppe um Prof. Dr. Giesen erkundet den Stoff, aus dem die Sterne sind.

Terahertzstrahlen werden dabei durch ein zu untersuchendes Gas geschickt und mit einem Sensor aufgefangen. Jedes Gas hat unterschiedliche Absorptionsfaktoren und Absorptionsmuster. Die einzelnen Gase unterscheiden sich dabei durch die absorbierten Frequenzspektren. Im Labor durchfahren Terahertzstrahlen mit unterschiedlichen Frequenzen das Analysegas und erzeugen so einen eindeutigen Fingerabdruck des untersuchten Gases.

Jens Deichmüller, Technische Beratung HORN, Ingo Schulz, Abteilungsleiter Uniwerkstätten, und Detlef Brill, Maschinenbediener (v. l.): 300 mm Spiegel und CVD-D-Diamantschneiden als nächstes Ziel.



Ungeeignete Fräser

Dazu schleust man in der Vakuumkammer einen Terahertzstrahl durch eine Öffnung in einem ebenen Spiegel, der von einem konkaven Spiegel wieder auf den ebenen Spiegel zurück reflektiert. Je öfter der Strahl im Spiegelsystem hin und her reflektiert, je häufiger also die Gaswolke durchfahren wird, desto eindeutiger sind die Signale. Am Ende fängt ein Detektor hinter der Öffnung des ebenen Spiegels den Strahl auf. Zur Sichtbarmachung des unsichtbaren Terahertzstrahls im Spiegelsystem überlagert diesen ein sichtbarer grüner Laserstrahl.

Alle bisher benutzten speziellen Terahertzoptiken hatten Schwächen. Einzig metallische Spiegel führten die Forscher näher an ihr Ziel. Doch die bisherigen Versuche mit Fräsen und Polieren erbrachten keine brauchbaren Oberflächenqualitäten. Die Fräuserspuren waren zu tief und beim Herauspolieren erzeugte man zusätzlich geometrische Ungenauigkeiten. Die Folge waren zu wenige brauchbare Reflexionsdurchgänge im Spiegelsystem.

Mit MKD-Fräser auf dem richtigen Weg

Durch einen Beitrag in der „World of Tools“, der Hauszeitschrift des Werkzeugspezialisten HORN, stieß Ingo Schulz, der Abteilungsleiter bei den feinmechanischen Werkstätten der Uni, auf das Thema Glanzfräsen mit MKD-Werkzeugen. Die ersten Versuche zeigten schon, dass man mit diesen MKD-Fräsern den richtigen Weg eingeschlagen hatte. Um das Ergebnis zu verbessern, verfeinerte man die Flächenauflösung im CAM-Programm von OpenMind-Hypermill auf 0,0005 mm. Die Heidenhain-Steuerung der Hermle C20U verarbeitete diese Auflösung ohne Probleme.

Ein konkaver Spiegel mit einem Durchmesser von 100 mm und einem Spiegelradius von ebenfalls 100 mm wird in mehreren Schritten aus dem Alu-Werkstoff AlMgSi05 gefräst:

- **Das Rohteil wird mit einem 8-mm-Hartmetall-Schrupfräser vorge-schruppt. (Aufmaß 0,25 mm, 17 Minuten Bearbeitungszeit)**
- **Profil-Vorfräsen der Fläche mit 10-mm-Hartmetall-Kugelfräser. (30° Anstellung des Schwenktisches, 0,5 mm Zeilenabstand, Aufmaß 0,1 mm, Bearbeitungszeit 7 Minuten)**
- **Profil-Vorschlichten der Fläche mit 10-mm-Kugelfräser. (30°, 0,1 mm Zeilenabstand, Aufmaß 0,03 mm, Bearbeitungszeit 35 Minuten)**

Auflösung von 5,1 Millionen Datensätzen

Als vierte Operation wird der Spiegel hochglanzgefräst. Dazu dient ein Kugelfräser Typ 117 von HORN mit schwingungsdämpfendem Rundschaft aus Hartmetall und einer Schneidplatte S117 für Durchmesser 10 mm mit MKD-Schneide und Aluminiumgeometrie. Gefräst wird mit den Parametern: $v_c = 400$ m/min, $f_z = 0,03$ mm, $a_p = 0,03$ mm und $a_e = 0,03$ mm. Abgearbeitet wird dabei eine NC-Programmgröße von 123 MB, das entspricht 5,1 Millionen Datensätzen und einer Bearbeitungszeit von 11,5 Stunden – für einen Spiegel mit 100 mm Durchmesser.

Anders als bei den Voroperationen, bei denen wegen möglicher Aufbauschneidenbildung mit KSS gefräst wird, kann beim Fräsen mit MKD-Schneiden auf KSS verzichtet werden, da Diamantwerkstoffe keine Adhäsionsneigung zeigen. Das ist auch der Grund, warum Ingo Schulz in Zukunft auch bei den Voroperationen auf Diamant setzen wird – allerdings auf CVD-D-Diamant. Man erhofft sich auch, dass gerade beim entscheidenden Profil-Vorschlichten durch den leichten Schnitt und geringen Schnittdruck die geometrische Genauigkeit und Oberflächengüte vor der Hochglanzbearbeitung noch weiter angehoben wird.

Mit 300-mm-Spiegel noch exaktere Fingerabdrücke

Abschließend wird der Spiegel noch ganz leicht und ohne Polierdruck nachpoliert. Mit MKD-Schneiden von HORN fertigt man in Kassel auch die ebenen Spiegel und in Zukunft einen konkaven Spiegel mit 300 mm Durchmesser und dann über 20 Millionen nötigen Datensätzen. Dafür muss aber erst das Rechner-System weiter aufgerüstet werden.

Mit dieser exakten Hochglanz-Spiegelgeometrie erreicht man jetzt sicher 20 bis 30 Reflexionsvorgänge im Spiegelsystem und damit eine noch genauere Basis für die Analyse. Jede Molekülsorte hinterlässt dabei ein charakteristisches Bild. „Wir sprechen von einem molekularen Fingerabdruck des Moleküls, das ist wie



Hochglanzfräsen der konkaven Spiegeloberfläche mit schwingungsdämpfendem Hartmetallschaft aus der Typenreihe 117 und 10-mm-Schneidplatte Typ S117 mit monokristalliner Diamantschneide.

eine unverwechselbare DNA“, erklärt Prof. Giesen. Im nächsten Schritt überprüfen die Wissenschaftler, ob der Fingerabdruck des Moleküls auch in dem Licht vorkommt, das der Weltraum auf die Erde abstrahlt. Mit dem hochempfindlichen Radioteleskop IRAM in der Sierra Nevada mit 30 m Durchmesser werden die Signale verglichen. Finden sich darin auch die Fingerabdrücke aus Kassel, ist das der Beweis, dass diese Moleküle auch im weit entfernten Weltraum vorkommen. Das sind zwar nur kleine Puzzleteile, die sich aber zu einem großen Gesamtbild zusammensetzen lassen. Die Kasseler Wissenschaftler arbeiten an der Vervollständigung des Bildes in internationaler Kooperation mit Forschergruppen aus den USA, Frankreich und Japan.



Über 25 Sorten von PTFE bietet Eurosealings als Dichtwerkstoff für Dichtringe von 1,2 mm Durchmesser bis 620 mm Durchmesser in den unterschiedlichsten Varianten.

PKD SPART 80 PROZENT BEARBEITUNGSKOSTEN

Das Unternehmen Eurosealings in Schelle bei Antwerpen hat sich spezialisiert auf hoch anspruchsvolle Dichtungen aus Hastelloy, Inconel, anderen hoch beständigen Metalllegierungen und unterschiedlichen PTFE-Sorten. Sie eignen sich für Drücke bis zu 6.800 bar bei Temperaturen von -269 °C bis 980 °C. Sie widerstehen fast allen aggressiven Medien. Kein Wunder also, dass bei der Fertigung auch Hochleistungswerkzeuge von HORN verwendet werden.



Eine kleine Auswahl der heute verwendeten PKD-Formplatten. CNC-gestützt können damit mehrere Konturvarianten bearbeitet werden. Jede Einzelne ersetzt eine Fülle von speziellen HM-Formplatten.

Eurosealings, gegründet 1992, produziert mit 15 hoch qualifizierten Mitarbeitern hochwertige anspruchsvolle Dichtungen für nahezu alle Industriebranchen wie Chemie- und Lebensmitteltechnik, die Armaturenindustrie, Turbinen- und Motorenbau, für Hydraulik- und Pneumatikanwendungen, Werkzeugmaschinen, Luft- und Raumfahrt und vieles andere mehr. Die Losgrößen bewegen sich zwischen Eins und Tausenden. Die Durchmesser der Hochleistungsdichtungen aus Nickelbasislegierungen oder Edelstahl als O-Ring oder C-Ring, unbeschichtet oder beschichtet, reichen von 6,12 mm bis 2.500 mm.

Varianten fast vervierzigfacht

PTFE-Dichtungen für statische oder dynamische Abdichtungen produziert Eurosealings in über 25 Compounds und Durchmessern ab 1,2 mm innen bis zu 620 mm außen und als Sondermaß bis 2.000 mm. Die Compounds setzen sich zusammen aus dem Basiswerkstoff PTFE, gefüllt mit Glas- oder Kohlefaser, in Kombination mit Graphit, Elektrokohle oder Ekonol, einem anorganischen Füllstoff. Viele unterschiedliche Mischungsverhältnisse erfüllen die speziellen und individuellen Anforderungen eines breiten Kundenkreises. Konzipiert sind die PTFE-Dichtungen immer mit einem Einstich in C-Form mit unterschiedlichen Dichtungsgeometrien.



Axialeinstechen mit HORN Typ 114 mit PKD-Schneide in reinem PTFE von der Stange. Keine Gratbildung und beste Oberflächenqualität.



Schneidplatte für die Herstellung der kompletten Innenkontur einer PTFE-Dichtung mit PKD-Schneide. Musste früher die Innenkontur mittels mehrerer spezieller HM-Formplatten dargestellt werden, so reicht heute eine PKD-Formplatte.



Kleine und mittlere Dichtungsringe werden vom Rohr abgearbeitet. Im Bild die Bearbeitung einer Innenkontur mittels HORN Typ 114 mit PKD-Schneide.

Die Abstützung der je nach Anforderung axial oder radial geöffneten C-Form übernehmen stabilisierende Spiralfedern oder V-Federn aus den Werkstoffen Hastelloy, Inconel oder Elgiloy. Diese PTFE-Dichtungen sind temperaturbeständig bis 265 °C, im Peak bis 300 °C, bei Drücken bis 3.500 bar für statische Anwendungen und 550 bar bei dynamischen Anwendungen. Die Variationsbreite liegt derzeit bei über 10.000 jederzeit lieferbaren Dichtungstypen.

Mit Hartmetallschneiden an der wirtschaftlichen Grenze

Bisher war man bei Eurosealings eingeschränkt in der Anzahl der Dichtungsgeometrien und Varianten. Für jede Innen- und Außengeometrie jeder Dichtungsvariante benötigte man spezielle unterschiedliche Formstähle aus Hartmetall zur Bearbeitung. Formstähle, die zudem wegen der abrasiven Inhaltsstoffe der Dichtungen schnell verschlissen und immer wieder nachgeschliffen werden mussten. Zudem änderte sich mit jedem Schleifvorgang die Feingeometrie, sodass der Maschinenbediener mit Nachjustieren an der CNC und Maßkontrolle hoch beansprucht wurde, während die Produktivität und Prozesssicherheit wirtschaftliche Fragen aufwarf; nicht zuletzt wegen ständiger Werkzeugbrüche an den feinen Stegen und Strukturen der Formwerkzeuge. Der hohe Verschleiß und das ständige Nachschleifen verursachten einen hohen Werkzeug-Lagerbestand und Kosten, um immer genügend Werkzeuge zur Bearbeitung zu bevorraten.

Gründe für den hohen Schneidverschleiß gab es mehrere und meistens in Kombination. Glas- und Kohlefasern, Grafit und K-Kohle sowie E-Kohle. Wobei sich die Struktur der im PTFE-Gefüge zugemischten E-Kohle bei höheren Konzentrationen als größter Verschleißtreiber zeigte.

Mit PKD auf Antrieb die optimale Lösung

Die Wende bereitete die konsequente Umsetzung moderner CNC- und CAD/CAM-Technologie, induziert durch eine neue Werkzeugstrategie. Schon länger hatte man bei Eurosealings Versuche mit dem Schneidstoff PKD als Alternative zu Hartmetall gemacht, doch den wirtschaftlichen Durchbruch nie erreicht. Durch Informationen auf die leistungsfähigen Schneidstoffe von HORN aufmerksam geworden, lud man Kees van Bers ein, den für den flämischen Teil von Belgien zuständigen Außendienstmitarbeiter von HORN. Kees van Bers hatte bereits vielfältige Erfahrung mit der Bearbeitung unterschiedlicher PTFE-Werkstoffe aus anderen Anwendungen und bot auf Antrieb die optimale und universelle PKD-Lösung für alle bei Eurosealings verwendeten PTFE-Werkstoffe. Die geforderten speziellen Schneidenkonturen wurden bei HORN in Tübingen geschliffen und nach kürzester

Zeit ausgeliefert und eingesetzt. Man übersprang sogar die sonst immer angebrachte Optimierungsphase. Einzig der Werkstoff UHMW-PE (ultrahochmolekulargewichtiges Polyethylen) machte noch Probleme durch Gratbildung. Aber auch hierfür fand Kees van Bers mit Unterstützung der Tübinger Technologen schnell eine Lösung: Das gleiche PKD-Substrat aber mit höherer Schneidkantenschärfe durch speziellen Feinstschliff.

Neue Rolle im Wettbewerbsumfeld

„Heute“, so Geert van Kelst, Sales und Qualitymanager bei Eurosealings, „können wir durch das Ausreizen unserer CNC-Möglichkeiten in Verbindung mit den PKD-Werkzeugen die gewonnenen neuen Freiheiten und Möglichkeiten als große Vorteile im Wettbewerbsumfeld ausspielen. Klein und flexibel, offen für spezielle Sonderlösungen liefern wir das, was andere mit großen Standardserien in dieser Flexibilität nicht abdecken können. Wir schaffen es zum Beispiel, spezielle Lösungen schon nach zwei Tagen an unsere Kunden auszuliefern. Das hat sich schnell herumgesprochen und uns neue Kunden beschert. Um diesen Trend noch zu verstärken, investieren wir derzeit in Anlagen zur Herstellung eigener PTFE-Sorten, zum Beispiel in Mischer, eine ausreichend große Presse und Sintertechnik.“

PKD spart 80 Prozent der Bearbeitungskosten

Bei der wirtschaftlichen Betrachtung des PKD-Einsatzes zur Bearbeitung der unterschiedlichen PTFE-Sorten gerät Geert van Kelst fast ins Schwärmen: „Wir haben bei den unterschiedlichen Sorten Standzeiterhöhungen der Werkzeuge um das Sechs- bis Zehnfache. Wir haben die Nebenzeiten für Werkzeugwechsel, Nachjustieren, Prüfen und die damit verbundene Administration minimiert. Ausschuss und zu Prüfzwecken zerschnittene Teile spielen keine Rolle mehr. Die Oberflächenqualitäten sind konstant hervorragend und ohne Gratbildung. Auf die bis dato nötige Entgratung per Hand können wir vollständig verzichten. Werkzeugbruch ist auch kein Kostenfaktor mehr. Bei den hohen Schnittgeschwindigkeiten traten bisher immer auch Aufschweißungen auf, welche die Oberflächenqualität massiv verschlechterten. Die dadurch unbrauchbaren Hartmetallschneiden mussten deshalb vorzeitig nachgeschliffen werden. Heute, bei den PKD-Schneiden, verhindern der hohe Diamantgehalt an der Schneidoberfläche und die hervorragende Wärmeabfuhr der Diamantschneidstoffe die Bildung von Aufschweißungen. Kurz gesagt: Der Gewinn an Prozesssicherheit ist enorm. Wenn ich alle durch den Einsatz von PKD-Schneidstoffen erzielten



(v. l.) Jo Maes, verantwortlich für die PTFE-Fertigung, Kees van Bers von HORN und Geert van Kelst von Eurosealings können voll zufrieden sein mit der 80-prozentigen Kosteneinsparung durch PKD-Schneiden.

Effekte zusammenfasse, dann sparen wir jetzt etwa 80 Prozent an Bearbeitungskosten gegenüber früher ein.“ Und er fährt nach einer kurzen Pause fort: „Wissen Sie, der große Vorteil von HORN als Partner ist der: HORN denkt mit – oder hat schon vorausgedacht. Es macht immer wieder Freude, mit HORN zusammen Problemfälle zu lösen. Kees van Bers ist etwa alle sechs Wochen bei uns im Haus. Neue Erfahrungen werden dabei direkt an den Maschinen abgeliefert und umgesetzt. Wir sind somit immer auf dem neuesten Stand.“

Brauchte man bei Eurosealings früher 275 Formstähle aus Hartmetall, um alle Dichtungsgeometrien und Varianten zu fertigen, so kann man sich heute durch den Einsatz weniger universeller Formstähle mit PKD-Schneiden über eine enorme Kostenreduzierung und Effizienz freuen. Mit den universellen Formstählen können jetzt über 1.000 unterschiedliche Profile gefertigt werden statt wie bisher nur Standardprofile. Hier konnte also ein sehr wichtiger Wettbewerbsvorteil durch den Einsatz von universellen Formstählen mit PKD-Schneiden erzielt werden.

DIAMANTWERKZEUGE IM ÜBERBLICK

Polykristalliner Diamant PKD

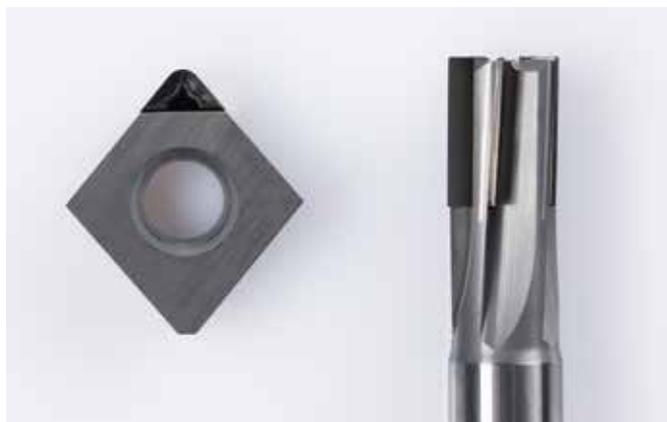
PKD ist ein synthetisch hergestelltes Substrat aus Diamantpartikeln in einer metallischen Bindephase. Er wird mittels Hochdruck-Hochtemperatursynthese oder durch Hochdruck-Flüssigphasensintern hergestellt. Die harten verschleißfesten PKD-Schneiden mit rund 90 Prozent Diamantgehalt und Diamantkörnungen zwischen 3 und 30 µm besitzen eine sehr hohe Standzeit bei der Bearbeitung nichteisenhaltiger Werkstoffe. Die hohe Schneidkantenschärfe von minimal etwa 3 µm erzielt man durch Schleifen, Funkenerosion oder Präzisionslasern. Die metallische Bindephase generiert eine gewisse Zähigkeit, die bei einigen Anwendungen von Vorteil ist. Haupteinsatzgebiete sind Aluminiumlegierungen mit über 4 Prozent Silizium, Hartmetallgrünlinge Titanlegierungen sowie GFK- und CFK-Verbundwerkstoffe.



Schneidplatte und Fräser – PKD-bestückt.

CVD-Dickschicht-Diamant

Der synthetische CVD-Dickschicht-Diamant entsteht durch chemische Beschichtung einer Trägersubstanz aus der Gasphase. CVD-Diamant ist zu 99,9 Prozent fast reiner Diamant. Als Schneidstoff wird er in Schichten zwischen 0,2 und 2 mm auf Trägerwerkzeuge aufgelötet. Beim CVD-Diamanten, bestehend aus aneinandergereihten, stabförmigen Diamantkristallen, erfolgt die Schneidenwirkung genau in Richtung der größten Härte. Deshalb ist CVD-Diamant als Schneidstoff härter als PKD und Naturdiamant. Zudem besitzt CVD-Diamant wie Naturdiamant und MKD die höchste Wärmeleitfähigkeit aller Schneidstoffe und mit einer präzisionsgelaserten Schneidkante mit 2 µm die zweithöchste mögliche Schneidkantenschärfe nach MKD. Die scharfen Schneiden bieten besondere Vorteile beim Bearbeiten von CFK- und GFK-Verbundstoffen, von Hartmetallgrünlingen und sogar fertig gesintertem Hartmetall, sowie von Aluminium-Knetlegierungen mit hohen Standmengen.



Schneidplatte und Fräser – CVD-D-bestückt.

Monokristalliner Diamant MKD

Monokristalliner Diamant besteht aus reinem Kohlenstoff in Form von Naturdiamant oder wurde im Hochdruckverfahren mit 60.000 bar Druck und Temperaturen von über 1.500 °C synthetisiert. Schneiden, geschliffen mit höchster Präzision, ähnlich wie man es auch von Brillanten kennt, dienen der Hochglanzerspannung von NE-Metallen wie Gold, Silber, Messing, Kupfer, aber auch von Kunststoffen und Aluminiumlegierungen unter 4 Prozent Silizium. MKD ist der einzige Schneidstoff, der Hochglanzbearbeitung mit geometrisch bestimmter Schneide möglich macht. Seine Vorteile kombinieren sich aus der hohen Härte, der gefügelosen Struktur, der hohen Wärmeleitfähigkeit und der geringen Adhäsionsneigung.



Schneidplatte und Fräser – MKD-bestückt.

Neue Alu-Steckgeometrie

Wirrspäne beim Drehen und Stechen von Aluminiumwerkstoffen sind keine Seltenheit. Sie sind hinderlich, beeinträchtigen die Prozesssicherheit und beschädigen empfindliche, schon bearbeitete Oberflächen.

Um das zu verhindern, entwickelte HORN, speziell zum Ein- und Abstechen von Aluminium für die Stechsysteme S100 und S224, eine neue Geometrie mit präzisionsgeschliffener scharfer positiver Schneide und Stechbreiten von 2 und 3 mm. Die Stechtiefen betragen bis 18 mm. Die polierte Spanformgeometrie wirkt gegen Aufbauschneidenbildung, erzeugt kleine Spiralspäne und sorgt dadurch für sehr gute Spankontrolle und hohe Prozesssicherheit. Die angepasste Spanverjüngung verhindert beim Stechen Beschädigungen an den Flanken und erzeugt somit eine hohe Oberflächengüte. Die Geometrie .WA sorgt beim Einstechen, Abstechen und Nutenschichten für präzisen und leichten Schnitt. Der optimale Vorschub f liegt zwischen 0,07 und 0,25 mm/U.

Neben der unbeschichteten Ausführung in der Sorte K10 bietet HORN alternativ die glatte Beschichtung DD26 zur Bearbeitung von Aluminium mit höherem Siliziumgehalt mit ebenfalls geringstmöglicher Neigung zur Aufbauschneidenbildung.

Für optimale Zerspanungsbedingungen empfehlen sich Klemmhalter mit Innenkühlung, insbesondere über den Spannfinger. Die Innenkühlung wirkt dadurch direkt in der Schnittzone und sichert so beste Zerspanungsbedingungen. Die Schneidplatten



Die neue Geometrie mit präzisionsgeschliffener scharfer positiver Schneide.

sind sowohl in rechten wie in linken Klemmhaltern verwendbar. Den Schneidplatten Typ S100 sind Klemmhalter/ Kassetten H100 bzw. NK100 zugeordnet. Die Klemmhalter/Kassetten B224, BK224 und H224 dienen der Aufnahme der Schneidplatten Typ S224. Es sind verschiedene Möglichkeiten des Kühlmittelaustritts verfügbar: Austritt über Fächerdüsen seitlich der Schneidplatte, Austritt über Spannfinger, Austritt des Kühlmittels in Kombination von Spannfinger und Unterstützung.



Wirrspäne beim Drehen und Stechen von Aluminiumwerkstoffen sind keine Seltenheit. Mit der neuen Geometrie wird dem entgegengewirkt.

Frässhneidplatte Typ 932 zirkular



Neun Schneiden für höhere Vorschübe.

Als Erweiterung des Programms mit drei- und sechsschneidigen Fräsplatten der Typen 332 und 632 entwickelte HORN eine noch leistungsstärkere Fräsplatte Typ 932 mit neun Schneiden und um 50 Prozent gesteigerter Zerspanungsleistung.

Die Fräsbreiten liegen zwischen 2 und 4 mm bei einer Nuttiefe von 8,3 mm und einem Schneidkreisdurchmesser von 31,7 mm. Sowohl bei der Schneidplattenaufnahme über den Fräsererschaft M332 als auch bei der Hartmetallsorte AS45 setzte HORN auf Bewährtes. Die neun Schneiden ermöglichen deutlich höhere Vorschübe bei gleicher Schnittgeschwindigkeit und erhöhen die Produktivität um etwa die Hälfte bei hoher Standzeit und Prozesssicherheit.

Hochvorschub-Wendeschnidplatte DAH37

Die speziell für das Hochvorschubfräsen von HORN entwickelten Hartmetallsorten zeichnen sich wegen ihrer hohen Zähigkeit und Verschleißfestigkeit durch sehr hohe Standzeiten aus. Beim Zahnprofilschruppen eines großmoduligen Zahnsegments erzielte ein Fräser des Typs DAHM.37 mit 40 mm Durchmesser, bestückt mit 5 Schneiden des Typs DAH37, in einem Werkstoff 42CrMo4 ein Spanvolumen Q von 720 mm³/min.

Diese neu entwickelten Schneidplatten des Typs DAH37 sind in zwei Geometrien verfügbar, einer neutralen und, jetzt neu, einer positiven. Die neutrale Geometrie der Sorten SA4B und SC6A sowie die positive Geometrie der Sorte SA4B bearbeiten alle unlegierten bis hochlegierten Stahlsorten, martensitische und austenitische rostfreie Stähle, NE- und Gussqualitäten mit einer Schnitttiefe von bis zu 1,2 mm.

Die dreischneidige Wendeschneidplatten mit Abmessungen a = 7,9 mm, H = 3,18 mm und Eckenradius 0,8 mm werden mit einer Spannschraube in einer Präzisionsaufnahme fixiert. DAH37 Wendeschneidplatten passen in Fräserköpfe des Systems DAHM mit 20/25/32 und 40 mm Schneidkreisdurchmesser,

Einschraubfräser des Systems DAHM mit MD-Aufnahme mit ebenfalls 20/25/32 und 40 mm Schneidkreisdurchmesser. Die beiden Fräserarten sind, je nach Durchmesser, bestückt mit 2 bis 5 DAH37 Wendeschneidplatten. Die Messerköpfe Typ DAHM als Aufsteckfräser mit Schneidkreisdurchmessern von 40/50/63 und 80 mm tragen 5 bis 8 Wendeschneidplatten.



Neue Geometrie in Kombination mit leistungsfähigen Hartmetallsorten.



HORN entwickelte eine Fülle von Standardwerkzeugen, mit denen alle Zahnradgeometrien bearbeitet werden können.

VERZAHNEN BIS MODUL 30

HORN erweitert das Produktportfolio nach oben

Den Trend zu kleineren Losgrößen und höherer Variantenbreite bei Zahnrädern unterstützt HORN mit einer Fülle von leistungsfähigen und wirtschaftlichen Verzahnungslösungen auf universellen Bearbeitungsmaschinen. Für jede Verzahnungsgeometrie zwischen Modul 0,5 und Modul 30 bietet HORN die entsprechenden Lösungen. Sie dienen dazu, auch bei Einzelteilen, Prototypen sowie Klein- und Mittelserien hochwertige Verzahnungsgeometrien aller Art bis Modul 30 höchst wirtschaftlich mit Standardwerkzeugen zu generieren.

Das Verzahnungsprogramm umfasst das

- › Fräsen von Stirnrädern, gerade, schräg oder pfeilverzahnt
- › Fräsen von Welle-Nabe-Verbindungen
- › Stoßen von Außen- und Innenverzahnungen
- › Fräsen von Schneckenwellen
- › Fräsen von Kegelrädern und Ritzeln
- › Fräsen kundenspezifischer Verzahnungsprofile

Bis Modul 6 decken je nach Modulgröße (DIN 3972, Bezugsprofil 1) unterschiedliche Frässysteme das Aufgabengebiet ab: Für Modul 0,5 bis Modul 3 fräsen stirnverzahnte 6-schneidige Zirkularfräsplatten der Typen 606 bis 636 Zahnprofile in einem Durchgang. Die Schneidplatten sind standardisiert für die gängigsten Verzahnungsgrößen. Je nach Profilbreite/Profiltiefe kommen unterschiedliche Schneidplatten zum Einsatz.

Modulabhängige Lösungen

Die Ausführung 613 bietet zum Beispiel für Modul 1 und Modul 1,5 folgende Vorteile: Zur Bearbeitung von Verzahnungen an Wellen, auch bei engen Platzverhältnissen, sorgen bei einem Schneidkreisdurchmesser von nur 21,7 mm sechs Zähne für kurze Bearbeitungszeiten. Die Hartmetallsorte AS45 ermöglicht einen breiten Anwendungsbereich bei hervorragenden Standzeiten.



Stirnseitig verschraubte Verzahnungsfräser 613 von Modul 0,5 bis Modul 3.

Für die Bearbeitung von Modul 3 bis Modul 4 dienen Frässysteme des Typs M279 mit axialverschraubten zweischneidigen Schneidplatten. Je nach Profiltyp werden einreihige oder zweireihige Fräser eingesetzt. Die Grundkörper entsprechen dem jeweiligen Kundenwunsch. Zwischen Modul 2,5 bis Modul 6 können auch alternativ Formprofilfräser Typ M121 mit frei profilierbaren einschneidigen Wechselschneidplatten eingesetzt werden. Mit einem Fräskörper nach Kundenwunsch entsteht das Zahnprofil in einem Durchgang.

Ab Modul 4 bis Modul 30 bietet HORN Verzahnungslösungen für Prototypen sowie Klein- und Mittelserien auf universellen Bearbeitungszentren mit Standardwerkzeugen wie Schafffräsern, Kugelfräsern, torischen Fräsern, Scheibenfräsern, Topfscheibenfräsern und konischen Fräsern aus dem Standardprogramm von HORN. Basis für diese Bearbeitungen bieten Softwaremodule, wie zum Beispiel „gearMILL“ von DMG MORI.

Vorteile durch Standardwerkzeuge

Standardwerkzeuge erzeugen dabei softwaregestützt alle Geometrien von Zahnprofilen: Stirnverzahnungen, gerade-, schräg- oder pfeilverzahnt, Schneckenrädern, unterschiedlichen Kegelrädern oder Ritzeln wie zum Beispiel „Klingelberg“ Zyκλο-Palloid-Verzahnungen oder diverse „Gleason“-Derivate.

Hochvorschubfräser der Typen DGM, DSDS und DAH37 oder Scheibenfräser übernehmen das Vorfräsen. VHM-Schaft, Torus- und Radiusfräser des Systems DSM bearbeiten Zahnformflanken und Fußprofile. Fräser des Typs DGFF entgraten und fasen. Ebenso eingesetzt werden Wechselkopffräser des Systems DG, speziell DGVZ Fräser. Nach dem Härten übernehmen Standardfräser mit CBN-Schneiden oder aus besonderen Hartmetallsorten die Endbearbeitung. Allesamt kostengünstige Standardfräser mit kurzen Lieferzeiten.

Verzahnungen auf universellen Bearbeitungszentren

Es ist somit möglich, auf universellen fünfachsigem Dreh- und Fräszentren, hochkomplexe Zahnräder zu fertigen. Der wirtschaftliche und zeitliche Effekt gegenüber der Fertigung auf teuren Verzahnungsmaschinen ist dabei enorm, denn auf den universellen Bearbeitungszentren können vorher die jeweiligen Rohteilgeometrien und anschließend in der gleichen Aufspannung Zahnräder in Einzelfertigung, für den Prototypenbereich oder Klein- und Mittelserien – und anschließend wieder ganz andere Teile – gefertigt werden.

Verzahnungsstoßen

Eine ebenfalls kostengünstige Alternative bei der Erzeugung von gerade- oder schrägverzahnten Außen- und Innenverzahnungen mit unterschiedlichen Zahnprofilen und Modulgrößen bei kleinen und mittleren Losgrößen bietet das Verzahnungsstoßen mit Standardwerkzeugsystemen auf universellen Dreh- und Fräszentren. Erst recht bei Innenverzahnungen kann dabei das Räumen mit teuren Räumnadeln auf speziellen Räummaschinen substituiert werden. Auch hier eröffnet die flexible Nutzung der vorhandenen Maschinenbasis große zeit- und kostensparende Perspektiven. Die mögliche Bearbeitung des Werkstücks vom Rohteil bis zum verzahnten Fertigteil in der gleichen Aufspannung und auf der gleichen Maschine sichert zudem höhere Genauigkeiten.

Auch im Stoßen von Verzahnungen bietet HORN durch jahrzehntelange Erfahrung viele neue Lösungsansätze und bewährte Werkzeugsysteme wie die Typen 105 und 110 Supermini sowie Typ S117. Das Vor- und Fertigstoßen mit nur einer Schneidplatte verkürzt dabei die Taktzeiten erheblich.



Bei Stoßen der Innenverzahnung steht das Werkzeug S117 auf 12-Uhr-Stellung.

Einblick in die Räumlichkeiten der Ausbildung und der HORN Akademie – das räumliche Zentrum von Patrick Wachendorfer's Aktivitäten.

AUS- UND WEITERBILDUNG BEI HORN

Ein wichtiger Bereich, der Zukunft schafft

Patrick Wachendorfer, Ausbildungsleiter und Akademieverantwortlicher, seit 1989 bei der Paul Horn GmbH. Seit 1996 ist er Ausbildungsleiter, 2011 übernahm er zusätzlich die Akademieverantwortlichkeit.

Herr Wachendorfer, welche Berufe bilden Sie aus?

Wir bilden aktuell den Beruf Industriemechaniker/-in, Industriemechaniker/-in für Instandhaltung, Elektroniker/-in für Betriebstechnik sowie Industriekaufmann/-frau aus. Ab Herbst 2017 kommen noch die Berufe Fachlagerist/-in und Fachkraft für Lagerlogistik hinzu. Darüber hinaus gibt es auch im akademischen Bereich Ausbildungsmöglichkeiten.

Wie gestaltet sich das von Ihnen angesprochene Studium?

In Zusammenarbeit mit der DHBW Stuttgart Campus Horb bieten wir den Maschinenbau-Studiengang Fachrichtung Produktionstechnik Schwerpunkt Schneidwerkzeugtechnik an. Bei dieser sehr praktischen akademischen Ausbildung ergänzen sich Blöcke an der Hochschule sowie im Betrieb. Anspruchsvolle Projektarbeiten ergänzen den Studienplan. Nach drei Jahren erhalten die Nachwuchskräfte den Bachelor of Engineering.

Welche Weiterbildungen sind im Programm der HORN Akademie?

Jedes Jahr veröffentlichen wir einen internen und einen externen Weiterbildungskatalog. Der interne Weiterbildungskatalog unterteilt sich in die Bereiche „fachlich“ und „persönlich“. Eine spezielle Weiterbildung ist die Industriefachkraft für Schneidwerkzeugtechnik mit abschließender IHK-Prüfung. Hier vermitteln interne und externe Referenten in 240 Stunden Theorie und Praxis ausgereiftes Wissen rund um die Herstellung von Präzisionswerkzeugen. Der externe Weiterbildungskatalog bietet Kunden bis zu sieben kostenfreie Seminare. Diese bilden unterschiedlichste Themen aus der Zerspanung ab.

In welchem Umfang profitieren Kunden von dem Akademieangebot?

Die Kunden profitieren doppelt: Zum einen, wenn sie selbst an den Kursen teilnehmen und so mit einem Mehrwert in ihr Unternehmen zurückkehren. Übrigens sind die Kurse nicht produktbezogen, sondern themenbezogen. Das heißt, dass es sich um keine Werbeveranstaltung handelt, sondern der fachliche Kontext im Bezug auf die Anwendung im Mittelpunkt steht. Darüber hinaus profitieren die Kunden durch die gut ausgebildeten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen bei HORN. Hierdurch können Prozesse beschleunigt und Fehler minimiert werden.

Welchen Stellenwert hat die Aus- und Weiterbildung bei HORN?

Die Aus- und Weiterbildung hat einen sehr hohen Stellenwert im Unternehmen und wird über alle Hierarchieebenen hinweg bis zur Geschäftsführung unterstützt und getragen.

Tübingen/Stuttgart ist ein starker Wirtschaftsraum. Wie begegnet HORN dem „Kampf um die besten Köpfe“?

HORN bietet nicht „nur“ einen guten Arbeitsplatz, nicht „nur“ sehr gute Aus- und Weiterbildung, nicht „nur“ ein hochmodernes Arbeitsumfeld. HORN bietet ein Gesamtpaket, in dem man Mensch und nicht Nummer ist, in dem es Herausforderung und Anerkennung gibt und vieles mehr.

Wird sich die Ausbildung durch die verstärkte Thematik „Industrie 4.0“ künftig verändern?

Die Thematik Industrie 4.0 ist ein aktuelles Thema – auch bei uns in der Ausbildung. Wenn man sieht, wie die Digitalisierung die letzten Jahre unseren Alltag geprägt hat, ist auch klar, dass diese Thematik das industrielle Arbeitsleben beeinflusst. Wie

genau sich die Ausbildung künftig verändert, kann ich heute nicht sagen. Dass sie sich ändern wird, da bin ich mir sicher und wir freuen uns darauf. Dennoch bin ich überzeugt, dass im Kern die heutige Ausbildung zukunftsfähig ist. Daher gehe ich von einer Weiterentwicklung des bisherigen Systems aus.

Was ist Ihr persönlicher Wunsch bzw. Ihre persönliche Erwartung im Bereich Aus- und Weiterbildung für die Zukunft?

Wir gehen jeden Tag einen oder mehrere Schritte Richtung Zukunft. Das geht nur gemeinsam. Deshalb wünsche ich mir weiterhin motivierte und interessierte junge, aber auch erfahrene Leute, mit denen man etwas bewegen kann.

Mehr zum Thema:
www.horn-akademie.de



Das Seminarangebot für Kunden und Mitarbeiter ist breit aufgestellt.





Der Spatenstich für die Halle 10 durch die Messe Stuttgart erfolgte am 14. Januar 2016.

BAU DER PAUL HORN HALLE BEGONNEN

Die Landesmesse Stuttgart erweitert ihre Fläche

Gesellschafter, Messegeschäftsführer und Bauträger machen symbolisch den ersten „Spatenstich“ für die Stuttgarter Messeerweiterung auf eigenem Gelände

Kraftvoll gräbt sich die Baggerschaufel ins Erdreich auf dem Baufeld für die neue Halle 10 der Messe Stuttgart. Was für die Mitarbeiter der Firma Gfrörer Schotterwerk aus Horb zur täglichen Arbeitsroutine gehört, ist für die prominenten „Baustellenhelfer“ beim Fototermin eine willkommene Abwechslung von der Schreibtischarbeit, die sichtlich Spaß macht. Kein Wunder, denn der Anlass ist die Komplettierung des Messeensembles um die letzte noch fehlende Halle und um einen aufgewerteten Eingang West. Peter Hofelich, Staatssekretär im Ministerium für Finanzen und Wirtschaft des Landes Baden-Württemberg und Aufsichtsratsvorsitzender der Landesmesse Stuttgart GmbH bringt es auf den Punkt: „Mit dieser Grundsteinlegung wird die Messe Stuttgart von ihrer Architektur her noch attraktiver und die Wirtschaft des Landes erhält ein noch größeres Schaufenster für ihre Produkte und Innovationen.“

Gerade einmal acht Jahre ist der Umzug der Messe Stuttgart an den neuen Standort neben dem Flughafen Stuttgart her. In dieser Zeit hat das Unternehmen satte Gewinne erwirtschaftet und kann nun die neue Halle mitsamt dem neuen Eingang West aus

eigener finanzieller Kraft realisieren. „Es ist fantastisch, welche Fortschritte die Messe Stuttgart in den letzten acht Jahren gemacht hat. Ich bin tief beeindruckt, mit welcher Geschwindigkeit dies geschehen ist“, so ein sichtlich begeisterter Michael Föll, Erster Bürgermeister der Landeshauptstadt Stuttgart und in Personalunion auch stellvertretender Aufsichtsratsvorsitzender der Landesmesse Stuttgart GmbH.

120.000 Bruttoquadratmeter

Ulrich Kromer von Baerle, Geschäftsführer und Sprecher der Geschäftsführung der Messe Stuttgart, sagt mit Blick auf die stetig gestiegene Nachfrage nach Ausstellungsflächen: „Ich freue mich, dass die neue Paul Horn Halle, unsere Halle 10, endlich Gestalt annimmt. Damit können wir unseren Ausstellern ab 2018 15 Prozent mehr Fläche zur Verfügung stellen. Für die Messe Stuttgart bedeutet dies einen weiteren Quantensprung mit positiven Auswirkungen auf unseren Umsatz.“

Mit dem Neubau erweitert die Messe Stuttgart ihre Gesamtausstellungsfläche von bisher 105.200 auf dann 120.000 Bruttoquadratmeter. Dies geschieht auf eigenem Gelände, auf einem bisher als Parkplatz genutzten Baufeld, das von Anfang an für diese Erweiterung vorgesehen war. „Die Vermietung für die

Halle 10 läuft bereits auf Hochtouren. Wir bearbeiten schon Anfragen bis ins Jahr 2024 hinein“, ergänzt Geschäftsführer Roland Bleinroth und freut sich zudem darüber, „dass wir mit der neuen Gesamtfläche auf Platz 8 der Messegesellschaften in Deutschland vorrücken werden.“

Paul Horn Halle

Einen Namen hat das jüngste Kind der Messe Stuttgart auch schon: Paul Horn Halle. Der Präzisionswerkzeughersteller aus Tübingen, Stammgast auf der AMB und auch auf der Moulding Expo vertreten, hat sich die Namensrechte an der Halle gesichert.

Die Arbeiten liegen im Zeitplan. Vergeben wurden die ausgeschriebenen Arbeiten an drei Unternehmen aus dem Land. Die Abbrucharbeiten gingen an die Firma Oettinger aus Malsch bei Karlsruhe, für den Erdaushub ist die Firma Gfrörer Schotterwerk aus Horb verantwortlich und den Rohbau übernimmt die Firma Moser aus Freiburg.

Die Fertigstellung der Paul Horn Halle soll Ende 2017 erfolgen. Der bis dahin weiterlaufende Messebetrieb wird durch die Bauarbeiten nur marginal beeinträchtigt. Der bisherige Eingang West musste weichen. Er wird vollumfänglich durch ein Provisorium ersetzt, das direkt neben dem bisherigen Standort als Interimszugang zum Messegelände errichtet wurde.



Lothar Horn (2. v. r.) bei der symbolischen Grundsteinlegung der Paul Horn Halle beim Neujahrsempfang der Messe Stuttgart.

Der Interimszugang bietet den Besuchern alle Annehmlichkeiten des bisherigen Zugangs. Zusätzlich musste ein kleiner Teil der Halle 9 für den Zugang auf das Messegelände abgesperrt werden. Ein Messerundgang durch alle Hallen wird trotzdem wie bisher auch problemlos möglich sein. Die Bus- und Taxihaltstellen am Eingang West bleiben bestehen.

Der Grundstein der neuen Paul Horn Halle (Halle 10) der Landesmesse Stuttgart.





Mehrkantfräser zum Einstechen oder Längsdrehen.

MEHRKANTSCHLAGEN

Wirtschaftliche Alternative zum Fräsen

Mehrkantschlagen ist die wirtschaftliche Alternative zum Fräsen, um in Serie schmale ebene Flächen am Umfang von runden Werkstücken zu erzeugen. Dabei spielt es keine Rolle, ob nur eine, vier, fünf oder zwölf Flächen geschlagen werden. Standardwerkzeuge dafür bietet das Programm von HORN schon seit Jahrzehnten. Sie wurden bisher fast ausschließlich zur Bearbeitung von NE-Metallen und Kunststoffen eingesetzt – und nur selten zur Stahlbearbeitung. Die Werkzeuge selbst hatten mit dem Werkstoff Stahl nie ein Problem, nur die Maschinen stießen dabei meist schnell an ihre Grenzen.“

Der ständig steigende Druck zur Kostenreduzierung in der Industrie, vor allem bei der Herstellung von Serien und Massenteilen zwingt zur permanenten Überprüfung von eingefahrenen Verfahren – zum Beispiel dem Fräsen mehrerer ebener Flächen an der Mantelfläche von runden Werkstücken aus Stahl. Schon kleine Zeiteinsparungen bei der Fertigung eines Teiles multiplizieren sich bei größeren Serien zu einem beträchtlichen Potenzial an eingesparten Kosten und gewonnener Maschinenkapazität. Mehrkantschlagen statt Fräsen eröffnet zum Beispiel solche Einsparpotenziale.

Beim Mehrkantschlagen auf Drehmaschinen mit angetriebenen Werkzeugen im Revolver erzeugt ein Schlagmesser wie zum Beispiel Typ 381 von HORN ebene Flächen auf der runden Mantelfläche des Drehteils. Das Werkstück in der Hauptspindel und das rotierende Schlagwerkzeug im Revolver laufen dabei in einem synchronen Übersetzungsverhältnis. Die Anzahl der erzeugten Flächen am Werkstück ist abhängig vom Übersetzungsverhältnis von Werkstück zu Werkzeug sowie der Anzahl der Schneiden am Werkzeug. Bei einem Übersetzungsverhältnis von 2:1 wird eine leicht konvexe Oberfläche erzeugt. Diese geringe Formabweichung ist für Flächen zweiter Ordnung wie zum Beispiel Schlüsselflächen völlig ausreichend. Andere Übersetzungsverhältnisse erzeugen stärker konkave oder konvexe Flächen. Demzufolge wird in den meisten Fällen das gängige Übersetzungsverhältnis 2:1 angewendet. Dabei erzeugt ein Schlagmesser mit 2 Schneiden 4 Flächen und ein Schlagmesser mit 3 Schneiden 6 Flächen. Die Anzahl der möglichen Flächen reicht dabei von 1 bis unbegrenzt.

Mehrkantschlagen deutlich schneller als fräsen

Zur Berechnung der Konvexität der erzeugten Flächen sind folgende Parameter wichtig: Schneidkreisdurchmesser des Schlagmessers, die zum Beispiel zu erzeugende Schlüsselweite, der vorgedrehte Werkstückdurchmesser, die Anzahl der Flächen sowie das Übersetzungsverhältnis von Werkstück zu Werkzeug. Die Flächen werden im Längsdrehverfahren (auch Längsfräsverfahren) oder Stechdrehverfahren (auch Einstechfräsverfahren) erzeugt. Auch Fasen können kopiert werden. Mehrkantschlagen erfolgt grundsätzlich im Gegenlauf.

Man könnte auf der gleichen Maschine ebene Flächen auf der Mantelfläche auch fräsend erzeugen, das würde aber deutlich länger dauern als das Mehrkantschlagen mit Standardwerkzeugen wie zum Beispiel dem Typ 381 von HORN. Und bei größeren Stückzahlen spielt ein deutlicher Zeitvorteil, multipliziert mit der Losgröße, auch eine große wirtschaftliche Rolle. Dadurch gewonnene höhere Produktivität bei hoher Prozesssicherheit schafft neue freie Maschinenkapazität. Bei der Kostenbetrachtung der Werkzeuge zum Mehrkantschlagen punkten diese Werkzeuge

mit einem weiteren Vorteil: Mit dem gleichen Schlagwerkzeug und nur unterschiedlichen Parametereinstellungen können zum Beispiel auch andere Schlüsselweiten geschlagen werden.

Maschinelle Grenzbereiche

Mehrkantschlagen ist ein Verfahren, das seit Jahrzehnten bei der Fertigung von Mehrkantflächen bei Werkstoffen wie Alu, Messing oder Kunststoffen angewendet wird. Auch HORN hat seit Jahrzehnten die dafür nötigen Werkzeuge im Programm. Aber: Das Verfahren überforderte bei der Bearbeitung von Stahl in vielen Fällen die Stabilität und die Antriebsleistung der Antriebe für die Schlagwerkzeuge im Revolver. Wichtig für das Mehrkantschlagen von Stahlwerkstoffen sind eine steife und robuste Maschinenbasis mit erhöhter Antriebsleistung und großem Antriebsdrehmoment für die speziellen Werkzeuge zum Mehrkantschlagen. Wer also solch eine robuste Drehmaschine mit diesen Kriterien besitzt, der sollte bei der Bearbeitung von Stahlwerkstoffen über das vorteilhafte Mehrkantschlagen mit seinen kostensparenden Vorteilen nachdenken.



Mit Mehrkantschlagen erzeugt man effizient polygone Flächen am Umfang von Drehteilen.

SCHLAGDREHEN VON SECHSKANTMUTTERN

Produktivitätssteigerung bei Großserienteilen

Sechskantmuttern müssen als Fixierelemente von Steckverbindungen in kürzester Zeit und in hohen Stückzahlen gefertigt werden. Bei dieser Aufgabe leistet ein Mehrkantschlagwerkzeug von HORN einen entscheidenden Beitrag.

Mit dem ersten Drahtfederkontakt, einem „federnden Steckerstift“ begann 1942 in Berlin eine erfolgreiche Firmengeschichte: Otto Dunkel ließ sich seine „Verbindungs-Idee“ patentieren und legte damit den Grundstein für ein Unternehmen, das aktuell weltweit rund 1.650 Mitarbeiter beschäftigt, davon 950 am Hauptstandort in Mühldorf am Inn. Heute sorgen Steckverbindungen der Firma ODU für eine zuverlässige Übertragung von Leistung, Signalen, Daten und Medien in der Medizin-, Militär- und Sicherheitstechnik, der Elektromobilität, der Energietechnik, der Industrieelektronik, der Mess- und Prüftechnik und in anderen Branchen.

Das Schlagmesser erzeugt in einem Arbeitsgang den Sechskant für fünf Muttern.



Fertig fallende Sechskantmuttern SW 17.

Bauteile mit hohen Qualitätsanforderungen

Kunden- und marktorientiertes Handeln lautet eines der ODU-Erfolgsrezepte. Um diese Stärken zu sichern, investiert man kontinuierlich in neue Maschinen und Technologien, um mit einer sehr hohen Fertigungstiefe rasch reagieren zu können. Der damit verbundene Zeit- und Kostendruck stellt auch die Verantwortlichen der Dreherei ständig vor neue Herausforderungen, beispielsweise beim Herstellen von Sechskantmuttern aus Messing Ms 58. Die bisherige Bearbeitung – speziell der Schlüsselweiten – musste aus Gründen der Stückzahlen, der Varianten und auch der Genauigkeit dringend verbessert werden. Hans Hartinger, Leiter Dreherei, diskutierte dieses Vorhaben auch mit Michael Götze, Technische Beratung und Verkauf Firma HORN. Der Zerspanungsspezialist, der bei ODU schon zahlreiche Bearbeitungsprobleme gelöst hatte, empfahl für die bisher hauptzeitbestimmende Sechskantherstellung das Mehrkantschlagen mit Werkzeugen von HORN.

Fertigungsalternative Mehrkantschlagen

Beim Herstellen von Mehrkanten auf Drehmaschinen erzeugen mehrere Hartmetallschneiden die Flächen an den Drehteilen. Deren Zahl ist abhängig vom Übersetzungsverhältnis i zwi-

schen dem sich gegenläufig drehenden Werkstück und Werkzeug sowie der Schneidenzahl. Bei $i = 2:1$ entstehen leicht konvexe Mehrkantflächen, die aber für Schlüsselflächen völlig ausreichend sind. Bei $i = 1:1$ oder $3:1$ entstehen stark konkave, für Schlüsselflächen nicht nutzbare Flächen. Empfehlenswert ist deshalb die Herstellung von 3, 4, 5, 6 und 8 Kanten mit 1- bis 4-schneidigen Schlagmessern bei $i = 2:1$. Die Flächen können im Einstech- oder Längsdrehverfahren erzeugt werden, gleichzeitiges entgraten ist möglich.

Gemeinsam konzipierter Fertigungsablauf

Basierend auf den Planungen von Josef Schmid, Leiter Dreherei Produktion, Peter Ortmaier, Rüstoptimierung, und Georg Steiglechner, Teamleiter, definierte man die Bearbeitung der Sechskantmuttern mit Innengewinden M7 bis M18: Mehrkantschlagen, Innenbohren, Aus- und Langdrehen, Gewindestrehlen und Abstechen. Aus dem Lieferprogramm von HORN empfahlen sich dafür Schlagmesser des Typs 381, Schneidplatten Typ 111 zum Ausdrehen und Fasen der Innenbohrung sowie Gewindedreh-Schneidplatten des Typs 111 zum Herstellen der Innengewinde. Beim Abstechen der Muttern sollte weiterhin ein Abstecherschwert „Fabrikat ODU“ zum Einsatz kommen.



(Von li.) Josef Schmid, Leiter Dreherei Produktion, Georg Steiglechner, Teamleiter, Peter Ostermaier, Rüstoptimierung, Michael Götze, Fa. HORN und Peter Ortmaier, Rüstoptimierung freuen sich über eine weitere, erfolgreich gelöste Zerspanungsaufgabe.

Bearbeitungszeit und Standmenge überzeugen

Beispielhaft für die neue Strategie ist die Herstellung einer Sechskantmutter aus Ms58 mit Schlüsselweite SW17. „Unser Ziel war ein fertig fallendes Teil in 6 bis 10 Sekunden zu produzieren“, umreißt Peter Ortmaier die fertigungstechnischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Jahresbedarf von bis zu einer Million Muttern je Sorte. Diese Stückzahlen waren auch ausschlaggebend für eine Produktion im „5er-Pack“, ab Stange 19 mm Ø, 3 m lang. Damit verbunden war allerdings ein Kompromiss zwischen hoher Produktivität, Standzeit und dem beim Abstechen entstehenden leichten Grat, der dann bei den weiteren Langdreharbeiten entfernt wurde. Die maschinellen Voraussetzungen sollte eine Tornos Deco 20 erfüllen, werkzeugeitig setzte man bei den entscheidenden Arbeitsgängen auf HORN.



Nach einigen Testläufen mit Anpassungen der Schnittparameter wählte man für das Mehrkantschlagen im Längsverfahren folgende Schnittdaten:

	Werkstück	Werkzeug
Drehzahl n (1/min)	3.600	7.200
Vorschub f (mm/U)		0,1
Schnittgeschwindigkeit v_c (m/min)		2.002

Bemerkenswert ist die bei diesen Parametern erzielte Standzeit. „Mit einer Werkzeugschneide – ein Schlagmesser Typ 381 verfügt über drei Wendeschneidplatten Typ 314 – produzieren wir über 500.000 Muttern“, erklärt Josef Schmid. Im Hinblick auf noch kürzere Bearbeitungszeiten ergänzt Georg Steiglechner: „Dies wäre möglich, aber die angetriebenen Werkzeuge setzen uns Grenzen“.

Mehrkantschlagen bewährt sich

Gegenüber dem früher eingesetzten Wettbewerbsfabrikat läuft die Produktion der Muttern jetzt schneller und prozesssicherer. „Dank der Zuverlässigkeit der Maschine, der HORN-Schlagmesser und -Schneidplatten Typ 111 haben sich die Maßkontrollen an den Muttern einschließlich Personalaufwand reduziert. Dadurch ist der Langdrehautomat mit anteilig geringerer Investition gegenüber der Mehrspindeltechnik konkurrenzfähig“, resümiert Josef Schmid. Da die Mitarbeiter der Firma ODU sehr viel Know-how in die Optimierung der Fertigungsabläufe einbringen, konzipieren und schleifen sie bei speziellen Mutterausführungen die benötigten Werkzeuge selbst. In enger Zusammenarbeit mit den Fachleuten der Firma HORN entstehen dabei Werkzeugkonzepte und Bearbeitungsstrategien, die nicht nur die Herstellung unterschiedlicher Teile und Losgrößen wirtschaftlich lösen, sondern durch die kurzen Kommunikationswege eine sehr schnelle Reaktion ermöglichen.



Zur Hochglanzbearbeitung von (bleifreiem) Messing kommen Werkzeuge mit monokristallinem Diamant zum Einsatz.

BLEIFREIES MESSING

Ein Werkstoff rückt ins Rampenlicht

Die Forderungen nach geometrisch exakten Oberflächen von Messingbauteilen bis zum Hochglanz bei hochwertigen Armaturen, bei Lifestyle-Produkten, in der Automobil- und Elektroindustrie und bis hin zu exakten Spiegeloberflächen zum Beispiel in der Astrophysik nehmen spürbar zu. Ebenso gewinnt der Einsatz bleifreier Kupferwerkstoffe, insbesondere als antibakterielle Werkstoff-Alternative mit höherer Festigkeit und höherer Oxidationsbeständigkeit für den Lebensmittel-, Trinkwasser- und Sanitärbereich wegen der neuen EU-Trinkwasser-Richtlinie, immer mehr an Bedeutung.

Erhöhter Werkzeugverschleiß

Zur Verbesserung der Zerspanbarkeit wird Kupferwerkstoffen wie Messing seit jeher Blei dazu legiert. Durch veränderte Gesetzgebung zeichnet sich jedoch ein Verbot von Blei auf breiter Linie an. Durch den Verzicht auf Blei wird aber die Zerspanbarkeit dieser Werkstoffe signifikant verschlechtert. Erhöhter Werkzeugverschleiß durch Adhäsion und Materialaufschmierungen, die Bildung langer Band- und Wirrspäne und im Verbund geringere

Prozesssicherheit und Produktivität sind die Folge. Eine Reihe bleifreier oder bleiarmer Kupferwerkstoffe wurde in den letzten Jahren entwickelt, um den neuen gesetzlichen Auflagen zu genügen. Bekannter Vertreter ist die unter dem Markennamen „Eco brass“ oder „Cuphin“ geführte Messingsorte CuZn21Si3P oder weitere Sondermessinge wie zum Beispiel die Knetlegierung CuZn10Si4, die Gussvariante CuZn10Si4-C und viele andere.

Allgemein gilt, dass bei den bleifreien Messingwerkstoffen höhere spezifische Schnittkräfte und Werkzeugtemperaturen festzustellen sind. Sie liegen im Durchschnitt beim Doppelten oder Dreifachen des bekannten Automatenmessings CuZn39Pb3. Starke Werkstoff-Aufschmierungen auf der Spanfläche sowie auf der Freifläche vor allem bei der Bearbeitung von CuCr1Zn führen zum Herausreißen von TiAlN-Schichten und legen das Hartmetallsubstrat frei. Scharfkantige beschichtete Schneiden unterliegen dabei ebenso, bedingt durch die hohe Adhäsionsneigung der bleifreien Cu-Werkstoffe und die hohen Zerspankräfte, den Verschleißarten wie Initialverschleiß infolge von Mikroausbrüchen.

Diamant als Lösung

Im Vergleich zu TiAlN-Beschichtungen weisen eingesetzte Diamantschichten oder Diamantschneidstoffe eine wesentlich glattere Oberfläche, einen geringeren Reibwert, geringste Adhäsionsneigung und eine signifikant höhere Wärmeleitfähigkeit auf. Darüber hinaus besitzen Diamantbeschichtungen oder Diamantschneiden aufgrund ihrer hohen Härte einen hervorragenden abrasiven Verschleißwiderstand, sodass sie bestens auch für die Trockenbearbeitung geeignet sind. Die Schnittgeschwindigkeiten liegen beim Mehrfachen von TiAlN-beschichteten Schneiden.

Mit ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit verringern sie auch den Wärmeeintrag ins Werkstück, was gerade bei kleinen und geometrisch anspruchsvollen Bauteilen die Maß- und Formgenauigkeit verbessert. Erhöhten Wärmeeintrag ins Bauteil, zum Beispiel bei der Bearbeitung von CuZn39Pb3, verhinderte früher dessen reibungsmindernder Bleifilm und muss heute durch andere Schneidstoffe mit anderen Eigenschaften verhindert werden.

Während keramische Schneidstoffe wegen ihrer hohen Adhäsionsneigung und geringen Wärmeleitfähigkeit ungeeignet sind, bewähren sich diamantbeschichtete Schneiden und Schneidstoffe wie PKD, CVD-Diamant und MKD mit noch höherem Leistungsprofil. Letzterer unübertroffen bei der Erzeugung von hochpräzisen Spiegelglanzoberflächen. Je nach Cu-Werkstoff oder Bearbeitungsart erweisen sich PKD oder CVD-Diamant als Schneidstoffe der Wahl. Die unterschiedlichen PKD-Sorten mit individuell zu schleifenden Schneidengeometrien erfüllen dabei maßgeschneidert die jeweiligen Anforderungsprofile. CVD-Diamant-Schneiden mit höchster Härte, präzisionsgelaserten hochscharfen Schneiden und gelaserten Spanleitstufen sorgen auch bei Trockenbearbeitung für sicheren Spanbruch, auch bei geringer Spandicke, hochgenaue Oberflächen und geringe Gratbildung.

Umfassendes Schneidstoffprogramm

Mit diesen an die Bearbeitungsaufgabe optimal angepassten Schneidstoffen wird eine signifikante Steigerung der Werkzeugstandzeit, der geometrischen Genauigkeit, der Oberflächenqualität, des Zeitspanvolumens, der Produktivität und vor allem der Prozesssicherheit erzielt. Der Werkzeugspezialist HORN in Tübingen hat längst auf die Anforderungen der Bearbeiter von bleifreien Kupferlegierungen reagiert und bietet ihnen mit seinem umfassenden Schneidstoffprogramm die individuelle, produktive, sichere und wirtschaftliche Lösung.



Schrappfräsen (Bild 1), Nutzirkularfräsen (Bild 2) und Schlichtfräsen (Bild 3): Bleifreies Messing hält, wie fast jeder Werkstoff, ein breites Spektrum an Zerspanoperationen bereit.

HORN in über 70 Ländern der Welt zu Hause

EINSTECHEN • ABSTECHEN • NUTFRÄSEN • NUTSTOSSEN • KOPIERFRÄSEN • REIBEN



**Hartmetall-Werkzeugfabrik
Paul Horn GmbH**

Postfach 1720
72007 Tübingen
Tel.: +49 7071 7004-0
Fax: +49 7071 72893
E-Mail: info@phorn.de
www.phorn.de

○ Niederlassungen oder Vertretungen



HORN S.A.S.

665, Av. Blaise Pascal
Bat Anagonda III
F-77127 Lieusaint
Tel.: +33 1 64885958
Fax: +33 1 64886049
E-Mail: infos@horn.fr
www.horn.fr

FEBAMETAL S.p.a.

Via Grandi, 15
I-10095 Grugliasco
Tel.: +39 011 7701412
Fax: +39 011 7701524
E-Mail: febametal@febametal.com
www.febametal.com

HORN CUTTING TOOLS LTD.

32 New Street
Ringwood, Hampshire
GB-BH24 3AD, England
Tel.: +44 1425 481800
Fax: +44 1425 481890
E-Mail: info@phorn.co.uk
www.phorn.co.uk

SK Technik spol. s.r.o.

Jarni 1052/44k
CZ-614 00 Brno
Tel.: +420 545 429 512
Fax: +420 545 211 275
E-Mail: info@sktechnik.cz
www.sktechnik.cz

HORN USA, Inc.

Suite 205
320, Premier Court
USA - Franklin, TN 37067
Tel.: +1 615 771-4100
Fax: +1 615 771-4101
E-Mail: sales@hornusa.com
www.hornusa.com

HORN Trading Co. Ltd

Room 905, No. 518 Anyuan Rd.
CN-200060 Shanghai
Tel.: +86 21 52833505
Fax: +86 21 52832562
E-Mail: info@phorn.cn
www.phorn.com/chn

HORN Magyarország Kft.

Gesztenyefa u. 4
HU-9027 Győr
Tel.: +36 96 550531
Fax: +36 96 550532
E-Mail: technik@phorn.hu
www.phorn.hu