

No  
01

20  
24

**world<sup>of</sup> tools**



**AUS DER PRAXIS:**

**PRÄZISIONSWERKZEUGE**



## SEHR GEEHRTE DAMEN UND HERREN,



derzeit sehen sich Unternehmen einem ganzen Sammelsurium an Herausforderungen gegenüber. Wir befinden uns in einem riesigen Veränderungsprozess sowohl in Deutschland, in Europa als auch auf der ganzen Welt. Dieser Prozess ist bisher einmalig hinsichtlich der Menge an unterschiedlichen Themen und der Geschwindigkeit. Eine Vorhersage ist im globalen Kontext heute praktisch unmöglich. Umso wichtiger ist es, dass wir für Sie als zuverlässiger Partner zur Verfügung stehen.

Neben Zuverlässigkeit bieten wir Ihnen in dieser Ausgabe einen breiten Einblick in unterschiedliche Lösungen und Praxisbeispiele. Unsere Anwenderberichte fokussieren die Themen PKD-Fräsen, Mikrobearbeitung, Werkzeugbau und Hochglanzfräsen. Einen genaueren Blick werfen wir auf das Thema Nut- und Trennfräsen. Neben einer Übersicht geben wir eine Einordnung, welches System wann zum Tragen kommt.

Darüber hinaus geben wir Einblicke in unsere internen Vorgänge. HORN wurde mit dem Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg Award 2023 ausgezeichnet. Mit dem Award wird die digitale Infrastruktur in der Produktion als herausragende Industrie-4.0-Lösung gewürdigt. Damit nimmt HORN eine Vorreiterrolle im Bereich Digitalisierung ein.

Wir freuen uns, Ihnen mit dieser world of tools einen Mehrwert an Informationen zu bieten.

Two handwritten signatures in black ink. The signature on the left is 'Markus Horn' and the one on the right is 'Matthias Rommel'. Both are written in a cursive, professional style.

Markus Horn und Matthias Rommel, Geschäftsführer Paul Horn GmbH

world<sup>of</sup> tools

N<sup>o</sup> 01 2024

## 04 PRÄZISIONSWERKZEUGE

PKD-Fräsen: Bis ins kleinste Detail  
Mikrobearbeitung: Mikroschrauben für die Uhrenindustrie

---

## 14 PRODUKTE

Geometrie für hohe Vorschübe  
Hochharter Schneidstoff für starke Bremsen  
Neue Klemmhalter für das System 224  
Für die harten Fälle  
Fräsen von Zapfwellen  
Schnell zur Sonderlösung

---

## 22 PRÄZISIONSWERKZEUGE

Fräsen mit Supermini: Präzisionswerkzeuge für präzise Werkzeuge

---

## 26 NUT- UND TRENNFRÄSEN

Prozesse beherrschen: Multitalente für Fräsprozesse  
Übersicht Nut- und Trennfräsen

---

## 30 WIR ÜBER UNS

Ausgezeichnete Industrie-4.0-Strategie

---

## 32 PRÄZISIONSWERKZEUGE

Monokristalline Diamanten im Einsatz: Hochglanzfräsen statt polieren

**Impressum:** world of tools<sup>®</sup>, das Kundenmagazin von HORN, erscheint zweimal jährlich und wird an Kunden und Interessenten versandt. Erscheinungstermin: März 2024. Printed in Germany.

**Herausgeber:** Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH • Horn-Straße 1 • D-72072 Tübingen • Tel.: 07071 7004-0  
Fax: 07071 72893 • E-Mail: info@de.horn-group.com • Internet: www.horn-group.com

**Rechte:** Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers sowie Text- und Bildhinweis „Paul Horn-Magazin world of tools<sup>®</sup>“. Weitere Text- & Bildnachweise: Christian Thiele, Nico Sauermann, Paul Horn, Midual/Eric Bieldermann, Midual/Bruno des Gayets, Max Kocher

**Auflage:** 20.400 in Deutsch, 4.500 in Englisch, 3.900 in Französisch

**Redaktion/Texte:** Nico Sauermann, Claudia Stelzer, Christian Thiele

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

PRÄZISIONSWERKZEUGE

# BIS INS KLEINSTE DETAIL





PRÄZISIONSWERKZEUGE

# BIS INS KLEINSTE DETAIL

**„Warum bauen wir in Frankreich eigentlich keine Motorräder?“ Dies dachte sich Olivier Midy, als er vor 30 Jahren mit der Entwicklung seines eigenen Motorrades begann. Seit dem Start sind rund 300.000 Stunden in die Entwicklung seiner Midual Type 1 geflossen. Zahlreiche technische Spezialitäten hat der Tüftler in dem Bike verbaut und achtet dabei auf die Perfektion bis ins kleinste Detail. Mit dem Blick genau auf diese Details unterstützt die Paul Horn GmbH Midy und sein Team mit Präzisionswerkzeugen, welche zum Bau dieses Motorrad-Kunstwerkes ihre Leistungen zeigen. „Wir setzen auf die Werkzeuge aus Deutschland, denn für unsere hohen Qualitätsanforderungen benötigen wir Lösungen, welche diese auch erreichen können“, so Midy.**

Die heiligen Hallen des Unternehmens Midual liegen in der westfranzösischen Stadt Angers. Hier baut Midy mit seinem kleinen Team die erstklassig verarbeiteten Highend-Motorräder. Die Leidenschaft zum Schrauben an Motorrädern hatte Midy schon als Jugendlicher. Im Jahr 1992 begann der Maschinenbauingenieur sein eigenes Motorrad zu entwickeln. Finanziert hat er das Projekt in der ersten Zeit mit seiner eigenen Firma, welche als Lohnfertiger Teile für die Automobilindustrie fertigte. Midy wollte beim Bau seiner Midual Type 1 alles Dagewesene ändern und mit technischer Perfektion in den Schatten stellen. Somit begann er mit der Entwicklung der Type 1 auf einem weißen Blatt Papier.

## **Alu-Sandguss-Monocoque-Rahmen**

Eine Besonderheit ist die Lage des Zweizylinder-Boxermotors. Bekannte Hersteller verbauen den Motor aus technischen Gründen nur quer. Midy hat es jedoch geschafft, den Boxermotor längs einzubauen. Um den Radstand des Motorrads nicht zu verlängern, kippte er den Boxer um 25 Grad nach vorne. Das Kippen ermöglichte somit auch den Einbau des Sechsganggetriebes unter dem hinteren Zylinder sowie die Lagerung für die hintere Schwinge. Ein weiteres Highlight ist der Rahmen. Während die meisten Motorrad-Hersteller einen Rohrrahmen mit einem aufgesetzten Blechtank verbauen, kommt die Midual Type 1 mit ei-

nem Alu-Sandguss-Monocoque-Rahmen mit integriertem 14-Liter-Benzintank. „Neben der Motorentwicklung nahm die Entwicklung des Rahmens die meiste Zeit in Anspruch. Der Guss, die anschließende CNC-Bearbeitung sowie das Finish per Handarbeit sind sehr aufwendig. Das Finish des Rahmens dauert rund 80 Stunden“, erklärt Midy. Für das komplette Bike sollte der Käufer das nötige Kleingeld parat haben. Der Einstiegspreis liegt bei rund 165.000 Euro.

„Was wir selbst machen können, machen wir auch selbst“, erzählt Midy. Für die CNC-Bearbeitung stehen in seiner Werkstatt zwei CNC-Fräszentren. Zu den Frästeilen zählen neben Motorkomponenten und Rahmen auch die Halterun-

## **DIE LEIDENSCHAFT ZUM SCHRAUBEN AN MOTORRÄDERN HATTE MIDY SCHON ALS JUGENDLICHER.**

gen, Fußrasten sowie weitere Anbauteile. Die meisten Kleinteile sind bei der Type 1 aus dem Vollen gefräst. Kunststoffteile



Rund 1.700 kg Sand und eine Woche Arbeitszeit benötigt der Zulieferer für die 15-teilige Sandform des Monocoque-Rahmens. Beim Guss fließen 80 kg Aluminium in die Form.





Nach dem Guss geschieht die spanende Bearbeitung auf einem CNC-Bearbeitungszentrum.



Das HORN-Frässystem DTM sorgt mit den PKD-Schneideinsätzen für hohe Oberflächengüten auf den Aluminium-Bauteilen.

findet man, außer den Blinkern und Steckern, an diesem Motorrad so gut wie keine. Für zahlreiche Fräsoperationen setzt Midy seit drei Jahren auf die Werkzeuglösungen aus Tübingen.

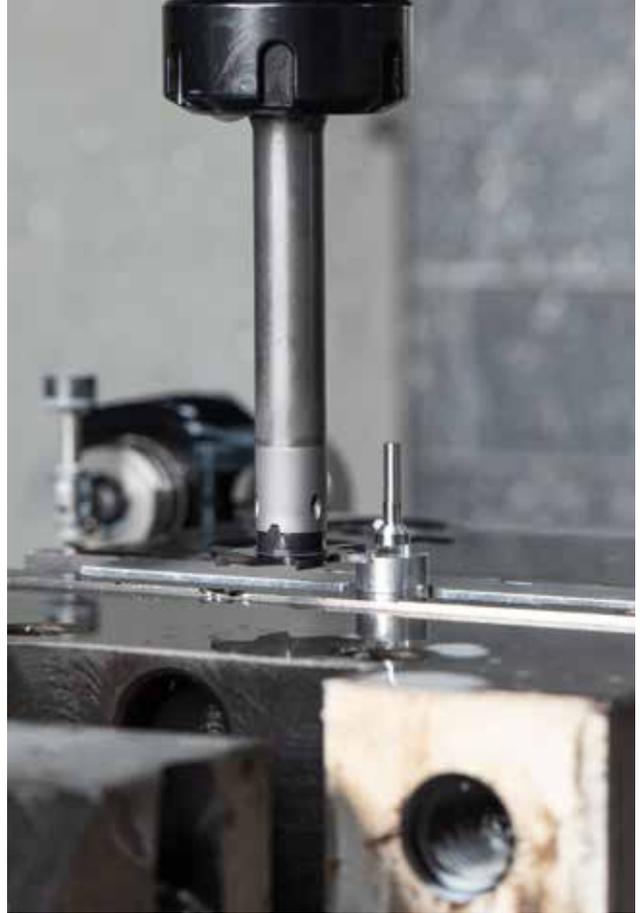
#### Hohe Oberflächengüten

Zum Planfräsen des Motorgehäuses suchte Midy nach einer passenden Werkzeuglösung. Das Motorgehäuse aus einer Aluminiumlegierung besteht aus zwei Hälften. Die Anforderung an das Fräsergebnis ist hoch. Die Flächen müssen nach dem Fräsvorgang in einem engen Toleranzfeld liegen. Des Weiteren dienen die Flächen später auch als Dichtflächen. „Neben der Ebenheit ist eine hohe Oberflächengüte ein wichtiges Kriterium“, so Midy. Über einen seiner Mitarbeiter kam Midy auf die Werkzeugsysteme von HORN. Er setzte diese schon bei seinem früheren Arbeitgeber ein.

Nach dem ersten Kontakt mit HORN France folgten kurz darauf die ersten Tests. Zum Einsatz brachten die HORN-Techniker das Frässystem DTM mit einem Durchmesser von 80 mm. Die Zähnezahl beträgt  $z = 7$ . Als Schneidstoff kommt zur Bearbeitung der Alu-Legierung polykristalliner Diamant (PKD) zum Einsatz. Der PKD-Schneidstoff setzt sich aus einer Mixtur unterschiedlicher Größen von Diamantkörnern zusammen. Der Volumenanteil von Diamant steigt, Wirkhärte, Zähigkeit und Schneidenqualität ebenso. Strenge Qualitätsstandards und deren



Für das Stoßen von Steckverzahnungen setzt Midy auf den Werkzeugtyp Supermini.



Beim Trennfräsen kommt das HORN-Zirkular-Frässystem zum Einsatz.

Kontrolle sind selbstverständlich und sorgen für eine starke Leistung. Die hohe Gleiteigenschaft der Diamantoberfläche in Kombination mit der internen Kühlmittelzufuhr beugt der Bildung von Aufbauschneiden vor. Im Einsatz fräst das Werkzeug mit einer Schnittgeschwindigkeit von  $v_c = 600$  m/min, einer Zustellung von  $a_p = 0,1$  mm und einem Vorschub pro Zahn von  $f_z = 0,01$  mm über das Werk-

stück. Die Oberfläche erreicht nahezu Spiegelglanz. „Für das Fräsen von hochglänzenden Oberflächen kommt normalerweise monokristalliner Diamant zum Einsatz. Mit der hohen Schneidenqualität der PKD-Schneidkanten lassen sich jedoch auch sehr gute Oberflächengüten erzeugen. Die Oberfläche ist immer das Spiegelbild der Schneidkantenqualität“, erklärt der HORN-Techniker Roger Kasper.

sitze des Trägerwerkzeugs sind mit einem Justiersystem ausgestattet. Der Planlauf lässt sich somit über ein Voreinstellgerät  $\mu$ -genau einstellen. Das Justiersystem der Schneideinsätze ist bedienerfreundlich gestaltet. Der Aluminiumgrundkörper der Trägerwerkzeuge bietet eine geringe Masse für einen geringen Energieaufwand bei Positiv- und Negativbeschleunigungen. Die verringerte Masse gegenüber dem Stahlfräser sorgt auch für schnellere Hochlauf- beziehungsweise Bremszeiten. Somit sind hochdynamische Fräsprozesse möglich. Um dem Verschleiß am Grundkörper durch Spanschlag vorzubeugen, ist er mit einer schützenden Hardcoat-Beschichtung versehen.

## DIE OBERFLÄCHE IST IMMER DAS SPIEGELBILD DER SCHNEIDKANTENQUALITÄT.

stück. Die Oberfläche erreicht nahezu Spiegelglanz. „Für das Fräsen von hochglänzenden Oberflächen kommt normalerweise monokristalliner Diamant zum Einsatz. Mit der hohen Schneidenqualität der PKD-Schneidkanten lassen sich jedoch auch sehr gute Oberflächengüten erzeugen. Die Oberfläche ist immer das Spiegelbild der Schneidkantenqualität“, erklärt der HORN-Techniker Roger Kasper.

### Haltersystem mit Aluminiumgrundkörper

Neben der Qualität der Schneideinsätze spielt das Haltersystem eine entscheidende Rolle. Die Platten-

„Die Qualität des Fräsergebnisses hat uns voll überzeugt. Je besser die Fertigungsqualität, desto besser die Qualität unserer Motorräder. Neben den Dichtflächen fräsen wir auch Dekorflächen mit dem Werkzeug“, sagt Midy. Er hat den Motor der Midual Type 1 komplett selbst entwickelt und fertigt die meisten Teile des Motors auch selbst. Das Aggregat hat einen Hubraum von  $1,036$  cm<sup>3</sup> und eine Leistung von 107 PS bei einer Umdrehung von 7.800 1/min. Das maximale Drehmoment von 98 Nm liegt bei 6000 1/min an. Bei der Entwicklung des Motors ging es Midy nicht um die maximale Leistung und brachiale Kraft. Er entwickelte einen komfortablen und langlebigen Antrieb für die Landstraße. „Ich fahre

meine Midual nahezu täglich und habe schon über 200.000 Kilometer auf dem Zähler“, so Midy. Das Sechsganggetriebe stammt ebenfalls aus der Feder des Franzosen. Für die Fertigung des Getriebes besitzt er in seinem Maschinenpark noch nicht die nötigen Maschinen. Er lässt es bei einem Zulieferer in Spanien fertigen.

### **Kleine Details**

Egal, wo das Auge hinschaut: Jedes einzelne Bauteil der Type 1 ist durchdacht, von hoher Qualität und wenn möglich aus dem Vollen gefräst. So fertigt Midy sogar die Schrauben zur Halterung der Lederapplikationen selbst. Da er in seinem Maschinenpark noch keine CNC-Drehmaschine besitzt, sind die Schrauben gefräst und mit dem Midual Logo graviert. Zum Trennfräsen setzt er hierzu auf das Zirkular-Frässystem von HORN. Neben dem Nut- und Zirkularfräsen zeigt das System auch beim Trennfräsen hohe Leistungen. Nach dem Fräsen ist vor dem Polieren: Die Schraubenköpfe erhalten wie jedes Teil einer Type 1 die entsprechende Nachbehandlung von Hand.

Für das Stoßen von Steckverzahnungen setzt Midy auf das HORN-Werkzeugsystem Supermini des Typs N105. Die Steckverzahnung wird beispielsweise bei dem Fußhebel für die Schaltung der Gänge benötigt. Die präzisionsgeschliffene Werkzeugschneide gleicht hierbei dem Profil der Verzahnung. Im Stoßprozess liegt die Zustellung der Einzelhübe bei 0,1 mm. Nach der Fertigstellung eines Zahns dreht die Spindel weiter, um mit dem nächsten Zahn fortzufahren.

### **Blick in die Zukunft**

Midy hat schon rund 40 seiner Midual Type 1 gebaut. Der Motorrad-Virtuose entwickelt bereits seine Type 2. Auch hierzu benötigt er die Unterstützung seiner Partner. „Wir freuen uns schon sehr auf die nächsten Projekte. Wir sind froh, starke Partner wie HORN an unserer Seite zu haben, die uns mit ihren Lösungen und ihrem Know-how unterstützen“, resümiert Midy.



Der Motorrad-Virtuose: Seit 30 Jahren fließt die Leidenschaft von Olivier Midy in die Entwicklung des „perfekten Motorrads“.



Bei der Endmontage achtet man bei Midual auf eine hohe Sorgfalt.



Eine erfolgreiche Zusammenarbeit: das Midual-Team mit den Experten von HORN.

PRÄZISIONSWERKZEUGE

# MIKROSCHRAUBEN FÜR DIE UHREN- INDUSTRIE



Dominik Läng im Gespräch  
mit Mattia Knecht.

**Damit das berühmte „Schweizer Uhrwerk“ rundläuft, sind neben zahlreichen Präzisionsbauteilen und Zahnrädern die eingesetzten Schrauben die Elemente, welche das feinmechanische Meisterwerk am Schluss zusammenhalten. Für die Produktion dieser Schrauben ist einiges an Know-how gefragt. Kein Wunder, dass die bekannten Schweizer Uhrenmanufakturen auch auf die Mikropräzisionsschrauben aus dem eigenen Land setzen. Ein Hersteller solcher Schrauben ist die Aeschlimann AG Décolletages aus Lüsslingen im Kanton Solothurn. Für die Mikrozerspannung setzen die Spezialisten um den ausgebildeten Mikromechaniker Mattia Knecht auf das  $\mu$ -Finish-System der Paul Horn GmbH. Die technische Beratung in Werkzeugfragen bekommt Knecht von der Schweizer HORN-Vertretung DIHAWAG mit dem zuständigen Außendienstmitarbeiter Dominik Läng.**



Von Mikro-Uhrenbauteilen über Bauteile der Medizintechnik bis hin zu Bagger-Hydraulikbauteilen: Die Aeschlimann AG Décolletages gilt als Spezialist für die Fertigung von präzisen rotationssymmetrischen Werkstücken. Gegründet als Schraubenmacher-Atelier im Jahr 1937, entwickelte sich das Unternehmen zu einem Hersteller von komplexen CNC-Bauteilen und bietet seinen Kunden spezielle Nachbearbeitungsverfahren wie Honen, Spitzen- und Centerless-Schleifen sowie Optionen für das Super-Finishing. Mit 165 Mitarbeitern fertigen die Schweizer vornehmlich Drehteile bis zu einem Durchmesser von 120 mm. Aber auch bei Frästeilen bis zu einer Kantenlänge von 300 mm zeigt Aeschlimann sein Know-how in der Zerspanung. Zu den Kunden zählen Unternehmen aus der Uhren-, Automobil-, Hydraulik-, Maschinen- und Elektronikindustrie. Darüber hinaus liefert Aeschlimann die schweizerische Präzision auch an die Medizinal-, Messtechnik- und Fahrradbranche.

#### Filigrane Bauteile

Ein Schweizer Uhrwerk besteht je nach Kaliber aus vielen einzelnen Baugruppen: beispielsweise Räderwerk, Aufzug, Antrieb, Unruh oder das Zeigerwerk.

Für das Langdrehen von Uhrenschrauben setzt man bei Aeschlimann auf das Werkzeug  $\mu$ -Finish und Maschinen von Tornos des Typs Swiss Nano.

Bei einem Uhrenkaliber mit vielen Komplikationen sind auf kleinstem Raum viele Bauteile zu einem Uhrwerk montiert. Für den Zusammenbau der einzelnen Bauteile kommen Schrauben zum Einsatz. Bei der Herstellung dieser Schrauben würde sich der „normale“ Zerspaner wohl die Zähne ausbeißen. Die Werkstücke sind mit bloßem Auge kaum von einem Span zu unterscheiden. „Das Handling und Messen der Schrauben ist eine große Herausforderung, welche einiges an Übung bedarf. Die Maßkontrolle erfolgt nicht mit einer Bügelmessschraube, sondern unter einem Mikroskop mit 50-facher Vergrößerung“, erzählt Knecht. Die Fingerfertigkeit beim Hantieren der Schrauben zeigt sich auch beim Prüfen der Gewinde mit einem Gewindelehrring. „Hierzu benötigt man viel Erfahrung, um Schrauben mit Durchmessern weit unter einem Millimeter von Hand in die Gewindelehre zu drehen“, so Knecht.

Für das Langdrehen der Uhrenschrauben setzt man bei Aeschlimann auf das HORN-Werkzeug  $\mu$ -Finish und Maschinen von Tornos des Typs Swiss Nano. Das Werkzeugsystem hat als Hauptzielgruppe Anwender in der Mikrobearbeitung. Die Basis für das Werkzeugsystem baut auf dem System S274 auf. Die Schneiden sind mit hoher Sorgfalt geschliffen. Jedes Werkzeug durchläuft in der Fertigung eine 100-Prozent-Kontrolle, um die hohe Schneidkantenqualität sicherzustellen. Der Plattensitz des

## EIN SCHWEIZER UHRWERK BESTEHT JE NACH KALIBER AUS VIELEN EINZELNEN BAUGRUPPEN.

Werkzeugträgers ermöglicht in Verbindung mit der zentralen Klemmschraube und dem präzisionsgeschliffenen Umfang der Wendeschneidplatte eine Wechselgenauigkeit im  $\mu\text{m}$ -Bereich. Dies ermöglicht das Drehen der Schneidplatte in der Maschine, ohne die Spitzenhöhe und die anderen Maße neu ausmessen zu müssen. „HORN bietet Highend-Werkzeuge für viele Anwendungen. Von der Uhrenschraube über das Medizintechnik-Bauteil bis hin zum Hydraulikteil gibt es Lösungen. Wir setzen HORN-Werkzeuge auf einigen unserer Maschinen ein“, sagt Knecht. Neben zahlreichen Standardprofilen sind auch Schneidplatten mit Sonderformen, gemäß Kundenwunsch, erhältlich.

### Vorschübe im $\mu$ -Bereich

„Die Qualität der Schneidkante spielt die entscheidende Rolle bei der Mikrobearbeitung. Man kann Vorschübe nur im  $\mu$ -Bereich fahren, wenn die Schneide auch im  $\mu$ -Bereich scharf ist“, sagt Dominik Läng. Für den Drehprozess einer Schraube kommen drei unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz. Zuerst wird die Planfläche des Schraubenkopfes gedreht.

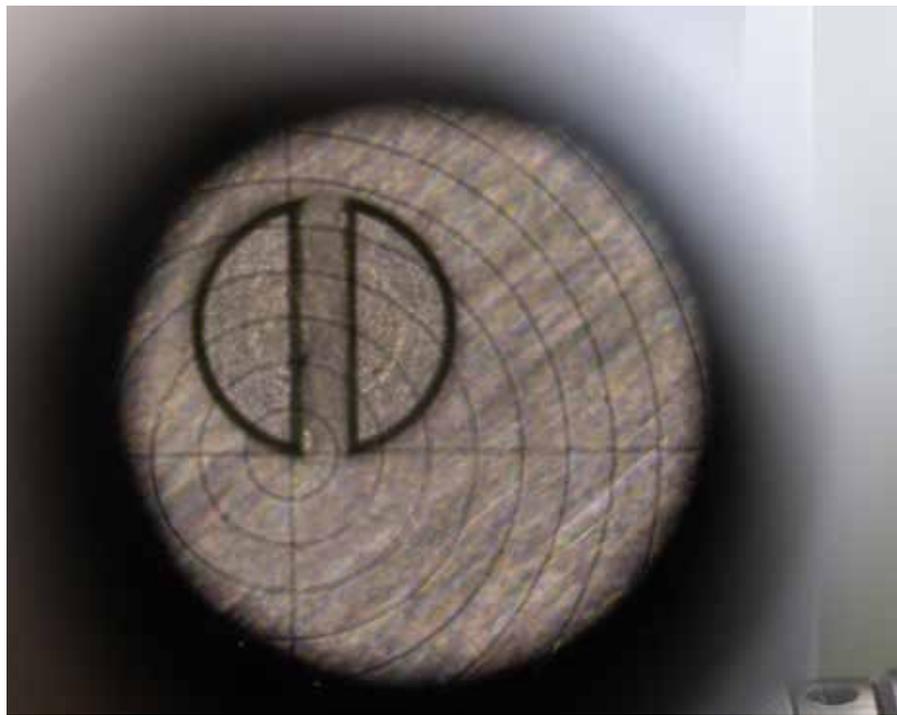
„Wir drehen den Kopf zuerst, da wir die Schraube nicht auf dem feinen Gewinde abgreifen und spannen können“, so Knecht. Die kleinste Schraubenvariante, die man bei Aeschlimann fertigt, hat einen Gewindedurchmesser von 0,2 mm. Nach der Bearbeitung der Planfläche wird der Schraubenkopf geschlitzt. Anschließend wird über das Rückwärtsdrehen der Durchmesser des späteren Gewindes gefertigt. Über eine Fräsbearbeitung geschieht die Herstellung des Gewindes. Dies bietet die Möglichkeit, das Gewinde ohne einen Freistich bis zum Schraubenkopf zu fräsen. Den Abstich der Schraube übernimmt wieder ein HORN-Werkzeug aus dem  $\mu$ -Finish-Programm.

Die Standzeit einer Schneide beim Rückwärtsdrehen liegt bei rund 17.000 gefertigten Schrauben. Beim Abstechen erreicht die Schneidkante eine Standmenge von 40.000 Schrauben. „Durch die neue HORN-Sorte ES15 konnten wir die Produktivität nochmal steigern“, sagt Knecht.

## DIE QUALITÄT DER SCHNEIDKANTE SPIELT DIE ENTSCHEIDENDE ROLLE BEI DER MIKROBEARBEITUNG.

Das Lehren mit dem Gewindelehring erfordert einiges an Fingerspitzengefühl.



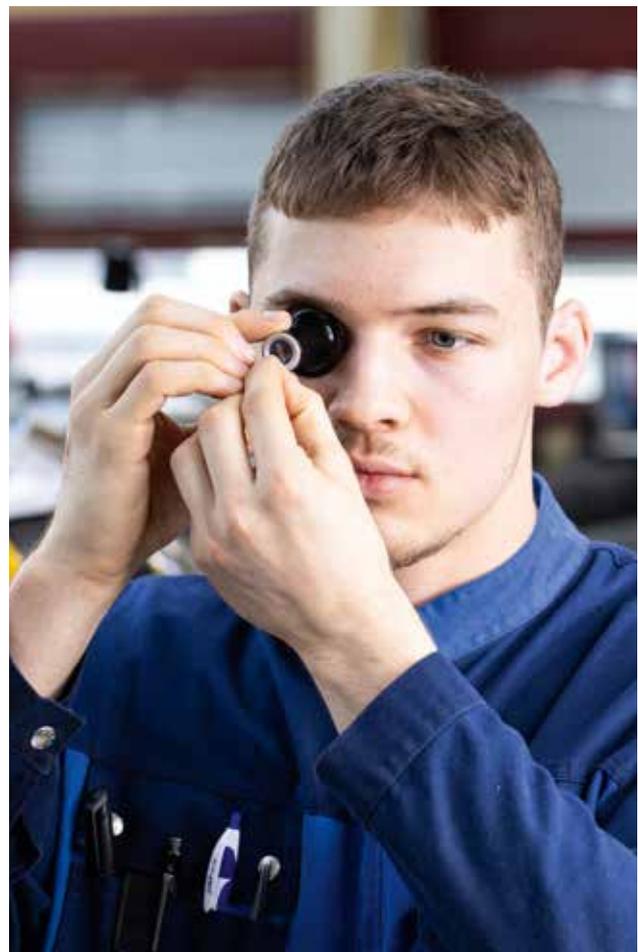


Das Messen der Uhrenschrauben geschieht unter einem Mikroskop mit angeschlossenem Messsystem.

Die neue Beschichtung ist eine HiPIMS-Schicht (Hochleistungsimpuls-Magnetronspütern). HiPIMS erzeugt eine noch homogenere und deutlich haltbarere Schicht, deren Härte und Zähigkeit besonders bei der Stahlzerspanung und beim Bearbeiten von Klein- und Kleinstteilen ihre Stärken zeigt. HORN setzt bei seinen Werkzeugschichten auf die PVD-Technik (physical vapor deposition). PVD ist ein Verfahren, bei dem das Beschichtungsmaterial durch Elektronen, Laserstrahlen oder Lichtbogenentladungen verdampft wird. Das verdampfte Material legt sich auf den zu beschichtenden Werkstücken ab, wo es zur Schichtbildung kommt. Unter der Zufuhr von Prozess-Reaktivgasen kann die Schichtzusammensetzung beeinflusst werden. So entstehen beim Beschichtungsprozess Nitride oder Carbide beziehungsweise Mischungen der beiden Schichten. PVD-Schichten erhöhen die Standzeiten von Zerspanungswerkzeugen sehr deutlich um ein Vielfaches.

#### Partnerschaft

In der Schweiz vertritt das Unternehmen Dihawag den deutschen Werkzeughersteller HORN. Die Partnerschaft zwischen Aeschlimann – HORN – Dihawag besteht schon seit über 20 Jahren. In dieser Zeit konnte HORN mit seinen Werkzeugen schon einige Zerspanaufgaben erfolgreich lösen. „Die Zusammenarbeit ist top. Die technischen Berater von Dihawag und HORN kümmern sich schnell und zuverlässig um unsere Zerspanaufgaben. Es besteht eine echte Partnerschaft und die Lieferzeiten der Werkzeuge sind sehr kurz“, so Knecht.



Durch die optische Kontrolle erkennt der erfahrene Mikro-Zerspaner Probleme während des Drehprozesses.

# PRODUKTE





PRODUKTE

# GEOMETRIE FÜR HOHE VORSCHÜBE



## Geometrie für hohe Vorschübe

Mit Vollradius voraus – mit der neuen Schneidkanten-geometrie KR stellt HORN eine Wendeschneidplatte für hohe Vorschübe vor. Die Geometrie zeigt ihre Stärken beim Einstech-, Längs- und Kopierdrehen. Insbesondere bei den hohen Belastungen beim Trochoidaldrehen demonstriert die Schneidkante ihre Leistung durch die stabile Ausführung. Des Weiteren sorgt die gute Spankontrolle der Geometrie für kurze Späne und steigert dadurch ihre Prozesssicherheit. Die Geometrie KR ermöglicht Vorschübe von über 0,25 mm/U und Zustellungen von  $a_p = 2-3$  mm.

HORN bietet die neue Geometrie KR für das Wendeschneidplattensystem S229. Als Standard kann der Anwender zwischen den Radien 2 mm, 2,5 mm sowie 3 mm wählen. Die Sorte IG66 sorgt

mit der hohen Warmfestigkeit von über 1.000 Grad Celsius für größtmögliche Leistungen im Drehprozess. Darüber hinaus trägt die Sorte zur Steigerung

## HORN BIETET DIE HALTERSYSTEME VOM EINFACHEN QUADRATSCHAFT BIS ZUM MODULAREN KASSETTENSYSTEM.

der Standzeit bei. Je nach Anwendung und Maschinenschnittstelle kann der Anwender aus einer breiten Auswahl an Trägerwerkzeugen wählen. HORN bietet hierzu die Haltersysteme vom einfachen Quadratschaft bis zum modularen Kassettensystem.

# HOCHHARTER SCHNEIDSTOFF FÜR STARKE BREMSSEN



## Hochharter Schneidstoff für starke Bremsen

„Mit der Performance des Schneidstoffes können wir eine Drehmaschine nahezu in die Knie zwingen“, so der HORN-Produktmanager für hochharte Schneidstoffe, Aribert Schroth. Die Rede ist von kubischem Bornitrid (CBN), genau genommen Voll-CBN. Der Schneidstoff besitzt keine metallische Bindephease und hat damit die höchste Warmhärte aller Schneidstoffe. Darüber hinaus steigt die Ab-rasionsbeständigkeit gegenüber CBN-Substraten. Den Einsatz findet Voll-CBN hauptsächlich in der Gusszerspanung. Für die wirtschaftliche Bearbeitung von Brems-scheiben legt HORN ein neues Produktprogramm auf. Dazu gehören solide Voll-CBN-ISO-Schneidplatten und Voll-CBN-bestückte Vollradius- sowie Formstechplatten. Neben den Schneideinsätzen runden die stabilen Werkzeug-träger das Produktprogramm ab.

Schnittgeschwindigkeiten von weit über 1.000 m/min, Schnitttiefen von mehreren Millimetern und Vorschübe von bis zu 0,7 mm/U sind bei der Bearbeitung von Brems-scheiben aus Gusswerkstoffen an der Tagesordnung. Hier muss das eingesetzte Werkzeugsystem mithalten und vor allem lange durchhalten. Die Anforderungen an die Standzeit sind aufgrund des Schneidenpreises von Voll-CBN hoch. Sie betragen, je nach Operation und Zerspanvolumen, weit über 1.000 Brems-scheiben pro Schneidecke. Für die Bearbeitung der Wärmeausgleichnut einer Brems-scheibe bietet HORN zwei verschiedene Werkzeuglösungen. Die bestückte Formstechplatte des Typs S117 zeigt in der Großserienfertigung ihre Stärken in der Schnelligkeit und der hohen Standmenge. Im Prozess ist die Nut

mit einem Einstich in knapp zwei Sekunden gefertigt. Für eine höhere Flexibilität stellt HORN die bestückte Vollradiusplatte des Typs S229 zur Verfügung. Die Schneidplatte bietet die Möglichkeit, die Wärmeausgleichnut zu kopieren. Die Nut ist durch das Kopieren in rund vier Sekunden gefertigt. Bei beiden Varianten sind Nachschliffe und eine Nachbestückung möglich.

Für die weiteren Zerspanaufgaben an einer Brems-scheibe bietet HORN eine solide Voll-CBN-ISO-Schneidplatte mit acht Schneidkanten. In Verbindung mit dem Trägerwerkzeug eignet sich das Werkzeugsystem für Schrupp- und Schlichtbearbeitungen. Die neutrale Ausführung der Schneidplatte schöpft die Anzahl der Schneidkanten voll aus. Somit stehen für die meisten Drehoperationen acht Schneidkanten pro ISO-Schneidplatte zur Verfügung. Für die Schlicht-

## DEN EINSATZ FINDET VOLL-CBN HAUPT-SÄCHLICH IN DER GUSSZERSPANUNG.

bearbeitung der Reibflächen sogar 16. Der Werkzeughalter vereint wichtige Kriterien: Der Kraftschluss zwischen dem Hartmetall-Druckstück und der Schneidplatte geschieht über eine definierte Ringfläche. Dies verhindert Druckspannungen auf den CBN-Schneideinsatz. Der Eingriff des Druckstücks in die Bohrung der Schneidplatte zieht diese mit einer Sekundärkraft in den Plattensitz des Halters. Dies verhindert Spannfehler und erhöht die Präzision.

# NEUER KLEMMHALTER FÜR DAS SYSTEM 224



## Neuer Klemmhalter für das System 224

Mit über 25.000 Standardartikeln besitzt HORN ein großes Werkzeugportfolio mit zahlreichen unterschiedlichen Varianten. Darunter fällt auch

das Stechsystem 224 mit verschiedenen Haltersystemen. Um für den Anwender eine bessere Übersicht zu verschaffen, fasst HORN die Eigenschaften von diversen Trägern zu einem zusammen. Der neue Klemmhalter vereint zwei Kühlmittelanbindungen. Der Anschluss erfolgt entweder über eine Übergabe an der Anlagefläche oder verschraubt über ein

seitliches Gewinde. Die innere Kühlmittelzufuhr gelangt über den Spannfinger direkt an die Schneide oder über eine Bohrung zielgerichtet auf die Freifläche.

**MIT ÜBER 25.000 STANDARDARTIKELN BESITZT HORN EIN GROSSES WERKZEUGPORTFOLIO MIT ZAHLREICHEN UNTERSCHIEDLICHEN VARIANTEN.**

HORN bietet den Werkzeughalter in kompakter Bauform als Quadratschaft in den Abmessungen 16 mm x 16 mm, 20 mm x 20 mm und 25 mm x 25 mm. Alle Haltergrößen sind für die Schneidbreiten 2,0 mm, 2,5 mm, 3,0 mm, 4,0 mm sowie 5,0 und 6,0 mm ab Lager lieferbar. Die Werkzeugschäfte sind aus einem hochfesten Stahl gefertigt, was eine hohe Präzision des Plattensitzes und eine Langlebigkeit des Systems ermöglicht.

PRODUKTE

# FÜR DIE HARTEN FÄLLE



## Für die harten Fälle

Harte Schale – weicher Kern: Für Drehprozesse von Werkstücken mit unterschiedlichen Härtezonen entwickelte HORN die neue Schneidstoffsorte SG66. Bei der Bearbeitung von randschichtgehärteten Drehteilen oder bei einem unterbrochenen Schnitt kommt der Anwender mit dem Schneidstoff CBN schnell an die Grenzen. Hier setzt die neue Schneidstoffsorte an. Die Aluminium-Titan-Silizium-Chromnitrid-Schicht zeigt in Verbindung mit dem Feinkorn-Hartmetall hohe Leistungen in gehärteten Stählen bis 58 HRC. Die maximale Einsatztemperatur liegt bei 1.200 Grad Celsius. Durch die hohe Biegebruchfestigkeit des Hartmetallsubstrates sind auch unterbrochene Schnitte in gehärteten Werkstoffen möglich. Neben der Hartbearbeitung eignet sich die Sorte auch für die prozesssichere Bearbeitung von hochwarmfesten und anderen schwer zerspanbaren Stahllegierungen.

Die Sorte SG66 ist für alle gängigen HORN-Schneidplattensysteme verfügbar. Die Inhouse-Beschichtung ermöglicht auch bei Sonderwerkzeugen eine kurze Lieferzeit. Die Sorte SG66 kann den Schneidstoff CBN nicht ablösen. HORN füllt damit die Lücke für die besonderen Härtefälle beim Stechdrehen. Im Vergleich fährt man mit dem Schneid-

## DIE INHOUSE-BESCHICHTUNG ERMÖGLICHT AUCH BEI SONDERWERKZEUGEN EINE KURZE LIEFERZEIT.

stoff CBN die doppelte Schnittgeschwindigkeit und mehr, wenn es um die Bearbeitung von durchgehärteten Werkstoffen geht.

# FRÄSEN VON ZAPFWELLEN



## Fräsen von Zapfwellen

HORN erweitert sein Werkzeugportfolio für Verzahnungen um Varianten zum Fräsen von Zapfwellen. Die Komplettbearbeitung der Antriebswellen rückt immer mehr in den Fokus der Hersteller. HORN hat hierfür ein eigenes Werkzeugprogramm standardisiert, welches in der Praxis hohe Fräsleistungen zeigt. Zum Einsatz kommt die zweischneidige Hartmetallplatte S274. Im Programm sind Werkzeuge für die Zapfwellengrößen 1 3/8" sowie 1 3/4". Dabei umfasst das Portfolio auch spezielle Fräser für eingeschränkte Ausläufe der Wellen. Für eine zielgerichtete Kühlung sind die Trägerwerkzeuge des Typs M274 mit einer inneren Kühlmittelzufuhr ausgestattet. Die Träger haben einen Durchmesser von 63 mm und zehn Zähne.

Traktoren-Anbaugeräte wie beispielsweise ein Mähwerk oder ein Ladewagen haben keinen eigenen Antrieb. Zum Betrieb muss die mechanische Antriebsenergie des Traktors an das Anbaugerät weitergeleitet werden. Dies geschieht über den Nebenantrieb oder auch Zapfwelle genannt. Diese meist zuschaltbare Antriebsquelle steht an einem Nebenausgang des Traktorgetriebes bereit. Die Energie kann direkt über eine Gelenkwelle genutzt werden. Der profilierte Wellenstummel, der aus dem Getriebe herausragt, dient mit einer Keilwellen- oder Evolventenprofil-Verzahnung zur Verbindung mit der Gelenkwelle des Anbaugerätes. Für den Betrieb steckt der Anwender die Gelenkwelle in axialer Richtung auf die Zapfwelle. Zur Sicherung der Verbindung kommen rotationssymmetrische Verschlüsse zum Einsatz, welche sich einfach und werkzeuglos lösen lassen.

**DAS PORTFOLIO UMFASST AUCH SPEZIELLE FRÄSER FÜR EINGESCHRÄNKTE AUSLÄUFE DER WELLEN.**

# SCHNELL ZUR SONDERLÖSUNG



## **Schnell zur Sonderlösung**

HORN bietet mit seinem Werkzeug-Konfigurator (HTC – Horn Tool Configurator) die Möglichkeit, Nutstoßwerkzeuge in kurzer Zeit zu liefern. HORN fokussiert hierbei das Stechplattensystem 117. Nach der Anfrage durch den Kunden bietet das HTC-System die Möglichkeit, alle Schneidplattenprofile automatisch als Werkzeug-Zeichnung zu generieren. Die längere Konstruktionsphase entfällt hierbei. Das System ermöglicht die Angebotserstellung mit der technischen Zeichnung innerhalb von 48 Stunden. Die Lieferzeit für Klemmhalter und Schneidplatten beträgt für Stoßwerkzeug ab Bestellung zehn Tage.

Für das Nutstoßsystem sind zahlreiche Schneidformen und -breiten möglich. Die Schneidplatten haben eine Rohlingsbreite von 8,5 mm bis 26 mm. Zum Einsatz kommt das Werkzeugsystem hauptsächlich beim Nut- und Verzahnungsstoßen. Durch das Greenline-Verfahren bietet HORN eine Lieferzeit innerhalb von fünf Arbeitstagen. Hierbei ist die Stückzahl auf eine Losgröße von 50 Stück begrenzt und die Zeichnungsfreigabe durch den Kunden vorausgesetzt.

**ZUM EINSATZ KOMMT DAS WERKZEUG-  
SYSTEM HAUPTSÄCHLICH BEIM NUT- UND  
VERZÄHNUNGSSTOßEN.**

PRÄZISIONSWERKZEUGE

# PRÄZISIONSWERKZEUGE FÜR PRÄZISE WERKZEUGE

**Auf der Suche nach dem berühmten  $\mu$  sind die Spezialisten für Biegewerkzeuge der Firma Wila schon lange nicht mehr. Sie haben es gefunden und in der Serienfertigung prozesssicher im Griff. Das niederländische Unternehmen gilt als einer der Weltmarktführer für Werkzeuge von Abkantpressen. Die Werkzeuge mit Fertigungstoleranzen von unter 0,003 mm sind überall im Einsatz, wo es beim Biegen und Abkanten von Blechen auf eine hohe Präzision ankommt. Um diese Genauigkeit zu erreichen, setzen die Holländer auf Werkzeuge der Paul Horn GmbH. Neben zahlreichen Standardwerkzeugen sind auch einige Sonderlösungen von HORN im Einsatz. So kommen bei Wila auch Drehwerkzeuge des Typs Supermini beim Fräsen zum Einsatz.**

Neben hohen Qualitätsstandards und einem schnellen Kundenservice gehört auch die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit festen Partnern zur Unternehmensphilosophie von Wila. „Wir waren schon immer sehr markentreu und arbeiten bevorzugt mit langjährigen Partnern zusammen. Dies gilt neben unserem Maschinenpark auch für Lieferanten von Präzisionswerkzeugen“, erzählt Frank Rouweler. Der Geschäftsführer verantwortet die Produktion sowie die Forschung und Entwicklung bei Wila.

## **Safety-Clicks für einfaches Rüsten**

Das Unternehmen besteht bereits seit über 90 Jahren und hat sich in dieser Zeit zu einem der Weltmarktführer für die Entwicklung und Produktion von hochpräzisen Abkantwerkzeugen entwickelt. Neben dem Headquarter im niederländischen Lochem betreibt das Unternehmen auch noch Standorte in den USA sowie in China. Neben den Abkantwerkzeugen in zahlreichen Varianten bietet Wila auch die dazu passenden Werkzeugträger in der vom Anwender gewünschten Länge. Das Zeitalter der Digitalisierung und Smart Manufacturing macht auch vor produktiven Biege- und Abkantpro-



Das HORN-Supermini-System lässt sich für zahlreiche Zerspanoperationen auslegen.



Trotz der langen Auskragung entstehen bei der Bearbeitung keine Vibrationen und daraus resultierende Rattermarken.

zessen nicht halt. Wila stattet seine Werkzeuge auf Wunsch mit einem Werkzeugerkennungssystem aus, bei dem ein Roboter beim automatisierten Werkzeugwechsel die Werkzeuge erkennt. Dies ermöglicht beispielsweise das Biegen kleiner Chargen unterschiedlicher Produkte in beliebiger Reihenfolge. Auch für den händischen Wechsel der Werkzeuge haben sich die Ingenieure bei Wila ein effizientes System ausgedacht. Bei herkömmlichen Abkantwerkzeugen müssen die Werkzeuge seitlich nacheinander in die Führung des Trägerwerkzeugs eingeschoben werden. Mit dem Wila-Safety-Clicks-System kann der Anwender die Werkzeugelemente von vorne in die Führungsleiste des Werkzeugträgers einklicken. „Mit diesem System haben wir das Rüsten von Abkantpressen sehr vereinfacht“, so Rouweler.

Das Schnellwechselsystem Safety-Clicks ist eine Arretierungsvorrichtung, welche über eine Feder gespannt und gelöst wird. Am Abkantwerkzeug wird hierzu eine Nut und auf der gegenüberliegenden

Seite eine Flachsenkung gefertigt. Genau diese Flachsenkung stellte die Mitarbeiter von Wila vor ein Problem bei der produktiven Bearbeitung der Werkzeuge. „Für das Fräsen der Flachsenkung mussten wir die Bauteile für eine zweite Aufspan-

## MIT DIESEM SYSTEM HABEN WIR DAS RÜSTEN VON ABKANTPRESSEN SEHR VEREINFACHT.

nung drehen. Da wir mehrere Bauteile auf einmal auf einen Spannturm spannen, war dies ein enormer Zeitaufwand“, erzählt der Wila-Werkzeugplaner Erik Klein Beekman.

### **Knifflige Aufgabenstellung**

Mit diesem Problem wandte sich Klein Beekman an Joop Nijland, den zuständigen technischen Berater der niederländischen HORN-Vertretung Harry Hersbach Tools. Die Aufgabenstellung von

Wila war klar: Komplettbearbeitung inklusive des rückseitigen Fräsens der Flachsenkung in einer Aufspannung. Zusammen mit dem HORN-Anwendungstechniker Roger Kasper suchte Nijland die passende Werkzeuglösung für einen produktiven Fräsprozess. „Die Aufgabenstellung hörte sich am

Im HORN-Werkzeugportfolio gibt es nur ein System für diese Aufgabenstellung. Hauptsächlich für das Ausdrehen von kleinen Durchmessern gedacht, eignet sich das Werkzeugsystem Supermini des Typs 110 auch für spezielle Fräsoperationen. Der Vollhartmetallrohling des Werkzeugs mit integrierter Kühlmittelbohrung bietet optimale Voraussetzungen für das Schleifen von Sonderformen. „Mit der ersten Version des Sonderwerkzeugs haben wir den Verantwortlichen bei Wila schon eine funktionierende Lösung präsentiert. Die aufgetretenen Schwingungen aufgrund der langen

## DAS WERKZEUG DURCHFÄHRT DIE BOHRUNG IM EILGANG UND POSITIONIERT SICH AUF DER RÜCKSEITE DES BAUTEILS.

Anfang recht einfach an, aber aufgrund der bauteilbedingten langen Auskragungen stellte sich die Bearbeitung als sehr filigran heraus“, erinnert sich Kasper und Nijland ergänzt: „Das Werkzeug muss durch eine 6-mm-Bohrung mit einer Länge von bis zu 70 mm positioniert werden, um auf der Rückseite die Flachsenkung zu fräsen. Darüber hinaus stellten das enge Toleranzfeld und die erforderliche Oberflächengüte große Herausforderungen dar.“

Auskragung führten jedoch zu leichten Rattermarken an der Oberfläche“, erzählt Kasper. Die Werkzeugkonstrukteure legten mit einer neuen Version des Werkzeugs nach. Verbessert wurden die Schneidengeometrie, die Werkzeugbeschichtung und die Form des Werkzeugschaftes. „Insbesondere die optimierte und gestärkte Form des Schaftes löste das Problem mit den Vibrationen“, sagt Nijland.



Ein erfolgreiches Team seit über 30 Jahren: Wila-Werkzeugeinsteller Erik Klein Beekman, Roger Kasper, Hans van der Zaag und Joop Nijland.



Setzt auf feste Partnerschaften: Joop Nijland im Gespräch mit dem Wila-Geschäftsführer Frank Rouweler und Roger Kasper.

#### **Aufgabe erfüllt**

Die Fräsoperation gestaltet sich wie folgt: Das Werkzeug durchfährt die Bohrung im Eilgang und positioniert sich auf der Rückseite des Bauteils. Mit einer Drehzahl von 1.200 U/min und einer seitlichen Zustellung von  $a_e = 0,5$  mm fräst der Supermini die Flachslenkung mit einer ziehenden zirkularen Bewegung in drei Zustellungen. Die Bearbeitungszeit liegt bei einer Minute. Die Standzeit pro Werkzeug liegt bei 180 Minuten. Die Maße sowie die Oberflächengüte liegen innerhalb der von Wila geforderten Toleranzen. „Nach weiteren Versuchen haben wir nun mehrere Varianten und Längen des HORN-Werkzeugs in unserer Fertigung implementiert. Wir sind sehr zufrieden mit der Umstellung und sparen eine Aufspannung und weitere unnötige Maschinenbewegungen ein“, so Hans van der Zaag.

In der Fertigung von Wila setzt man auf einen hohen Automatisierungsgrad. Im Schnitt kommen auf zwölf Fertigungszellen drei Maschinenbediener. Die Automatisierungen bei der Werkzeugfertigung entwickelt man bei Wila selbst mit Partnern wie

Schunk, Fastems und Kardex. Zum Einsatz bei der Abkantpressenwerkzeugfertigung kommen im Unternehmen hauptsächlich Fräszentren von Mazak. „Wir pflegen seit einigen Jahren eine sehr gute Partnerschaft mit diesem Maschinenhersteller. Die Maschinen sind sehr präzise und bedienerfreundlich. Wir haben zahlreiche Maschinentypen, aber alle sind von der Bedienung ähnlich. Dies erleichtert uns die Personaleinsatzplanung enorm“, sagt Rouweler.

Die Partnerschaft mit HORN und Harry Hersbach besteht bereits seit über 30 Jahren. Bei Wila kommen zahlreiche HORN-Werkzeugsysteme zum Einsatz. Dazu zählen beispielsweise das Zirkularfrässystem und die Messerköpfe des Typs 380. Neben dem beschriebenen Einsatz des Supermini-Werkzeugs löste HORN auch noch weitere knifflige Aufgaben mit Sonderlösungen. „Wir sind seit Jahren sehr zufrieden mit den Werkzeugen aus Tübingen und natürlich der Beratung und dem technischen Service von HORN und Harry Hersbach“, sagt van der Zaag.

NUT- UND TRENNFRÄSEN

# PROZESSE BEHERRSCHEN: MULTITALENTE FÜR FRÄSPROZESSE

**Nutfräsen, Trennfräsen oder Verzahnungsfräsen: Dies sind nur drei Fräsprozesse, welche das Zirkularfrässystem der Paul Horn GmbH produktiv meistert. Als echtes Multitalent einsetzbar, beherrscht das weitreichende Werkzeugportfolio dieses Werkzeugsystems noch einige weitere Fräsprozesse. Einsetzbar ab einem Innendurchmesser von 8 mm für die präzise Bohrungsbearbeitung, Schlitzfräsen von schmalen Nuten mit einer Breite von 0,2 mm oder das Fräsen von Passverzahnungen: Das System zeigt sich als Problemlöser in den zahlreichen Standardvarianten und auch in speziellen Sonderformen für einige andere Fräsprozesse.**

## DAS WERKZEUGSYSTEM ZEIGT SICH ALS PROBLEMLÖSER.

Das Zirkularfrässystem von HORN bietet dem Anwender eine Reihe von Verfahrensvorteilen: Es ist schnell, prozesssicher und erzielt gute Oberflächenergebnisse. Dabei taucht das auf einer Helixbahn geführte Werkzeug schräg oder sehr flach in das Material ein. Dadurch lassen sich beispielsweise Gewinde in reproduzierbar hoher Qualität herstellen. Im Vergleich zur Bearbeitung mit Wendeschneidplatten bei größeren Durchmessern oder VHM-Fräsern bei kleineren Durchmessern ist Zirkularfräsen in der Regel wirtschaftlicher. Zirkularfräser haben ein breites Einsatzgebiet. Sie bearbeiten Stahl, Sonderstähle, Titan oder Aluminium und Sonderlegierungen. Die Präzisionswerkzeuge eignen sich besonders für die Prozesse Nutfräsen, Bohrzirkularfräsen, Gewindefräsen, T-Nutfräsen, Profilfräsen sowie Verzahnungsfräsen. Sie überzeugen aber auch in Sonderanwendungen wie dem Fräsen von Dichtnuten oder bei der Pleuelbearbeitung.

### Fräsen von Passverzahnungen

Die Fertigung einer Passverzahnung einer Antriebswelle hatte das Potenzial zur Verbesserung. Den Einsatz findet die knapp 5.000 mm lange und rund 600 kg schwere Welle im Großmotorenbau. Der Durchmesser liegt bei 200 mm. Die Verzahnung ließ der Anwender extern fertigen. HORN schlug vor, die Verzahnung in der gleichen Aufspannung zu fräsen, in welcher auch die Drehbearbeitung geschieht. Zum Einsatz kommt das HORN-Zirkularfrässystem 635. Das Sonderprofil der sechs Zähne des Werkzeugs gleicht dem Soll-Profil der Zahnflanken des Werkstücks. Die Auskrägung des Werkzeugs ist aufgrund der Gegebenheiten lang. Durch den schwingungsdämpfenden Vollhartmetall-Werkzeugschaft treten keine Probleme mit



Auch bei langen Auskrägungen zeigt das HORN-Frässystem seine Stärken.



Eine große Auswahl an Durchmessern, unterschiedliche Zähnezahlen sowie Schneidbreiten zeichnen das Zirkularfrässystem von HORN aus.

Vibrationen des Werkzeugs auf. Alle HORN-Werkzeugträger für das Zirkularfräsen sind mit einer inneren Kühlmittelzufuhr ausgestattet. Die präzise Schnittstelle zwischen Träger und Schneidplatte ermöglichen einen  $\mu$ -genauen Rund- und Planlauf der Schneidplatte beim Wechsel. Das Schruppen und Schlichten geschieht mit demselben Werkzeug. Neben der deutlich schnelleren Fertigungszeit und dem Entfall der externen Fertigung erhöhte sich darüber hinaus auch die Qualität der gefertigten Verzahnung.

#### Schlitzfräsen in der Mikrobearbeitung

Ein weiteres Anwendungsbeispiel zeigt sich in der Bearbeitung eines Bauteils aus der Ventiltechnik. Das Werkstück hatte einen Durchmesser von 1,6 mm und eine Länge von rund 3 mm. Zur Ventileinstellung im späteren Einsatz musste an der Stirnseite des Bauteils ein 0,3 mm breiter und 0,5 mm tiefer Schlitz gefräst werden. Der Anwender fräste den Schlitz mit einem feinen HSS-Sägeblatt. Die unsichere Prozessstabilität bot jedoch das Potenzial einer Verbesserung. HORN löste dieses Problem mit dem Frässystem 606. Die sechsschneidige Schneidplatte mit einer Schneidbreite von 0,3 mm brachte dem Anwender die Sicherheit im Fräsprozess.

HORN erweiterte das Zirkularfrässystem um Werkzeuge zum Fräsen von schmalen Nuten. Die Abrundung des Werkzeugsystems bietet dem Anwender die Möglichkeit, kostenintensive Bearbeitungsprozesse zur Herstellung von schmalen Nuten

einzusparen. Die Werkzeuge sind bei HORN je nach Durchmesser in Schneidbreiten von 0,25 mm bis 1 mm als Standard erhältlich. Die maximale Frästiefe  $t_{max}$  liegt, abhängig vom Werkzeugdurchmesser,

## DAS ZIRKULARFRÄSSYSTEM IST SCHNELL, PROZESSSICHER UND ERZIELT GUTE OBERFLÄCHENERGEBNISSE.

zwischen 1,3 mm und 14 mm. Je nach zu bearbeitendem Werkstoff sind die Schneidplatten mit unterschiedlichen Beschichtungen verfügbar. Der Vollhartmetall-Werkzeugschaft stellt durch seine Masse die Schwingungsdämpfung im Fräsprozess sicher. Alle Varianten der Werkzeugschäfte sind mit einer inneren Kühlmittelzufuhr ausgestattet.

Dies sind nur zwei Anwendungsbeispiele von vielen Möglichkeiten, welche das HORN-Zirkularfrässystem bietet. Die Flexibilität bei der Gestaltung der Schneiden, die präzise Schnittstelle zwischen Schneidplatte und Schaft, die zahlreichen Durchmesservarianten sowie die unterschiedlich verfügbaren Zähnezahlen pro Schneidplatte zeichnen dieses Werkzeugsystem aus.

# NUT- UND TRENNFRÄSEN



## VHM SCHAFTFRÄSER

- Vielseitig einsetzbar
- Für jede Materialgruppe das passende Werkzeug
- Durchmesser von 0,1 mm bis 20 mm

## ZIRKULAR- NUTFRÄSEN

- Für Innen- und Außennuten
- Universell einsetzbar
- Hohe Wechselgenauigkeit
- Schneidbreiten 0,2 mm bis 10 mm
- Nuttiefen bis 14 mm

## SPEEDFORMING

- Für schmale und tiefe Nuten
- Für Formnuten einsetzbar



## NUTFRÄSEN

- Für tiefe Nuten bis 70 mm
- Ab Nutbreite 3 mm
- Für effektive Spanabfuhr mit innerer Kühlmittelzufuhr

## TRENNFRÄSEN

- Für das Abtrennen unterschiedlicher Werkstoffe
- Ab Schneidbreite 1,2 mm
- Hohe Trenntiefen

WIR ÜBER UNS

# AUSGEZEICHNETE INDUSTRIE-4.0- STRATEGIE

**„And the winner is HORN“ – Die Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg zeichnete die HORN-IT-Architektur in der Fertigung als „herausragende Industrie-4.0-Einzellösung“ aus. Die Paul Horn GmbH in Tübingen treibt kontinuierlich die Weiterentwicklung und Digitalisierung ihrer gesamten Wertschöpfungskette voran. Um die Digitalisierung im maschinennahen Umfeld zu beschleunigen, hat HORN eine skalierbare Standardlösung zur Anbindung von bestehenden und neuen Anlagen entwickelt. Durch die optimierte Vernetzung der Anlagen erhalten HORN-Kunden unter anderem eine noch bessere Lieferperformance.**

Im Jahr 2018 startete HORN ein Projekt zur Digitalisierung und Vernetzung von Bestandsanlagen (Retrofit). Die Ziele sind unter anderem die Einführung einer serviceorientierten Architektur (SOA) in der Produktion sowie die Standardisierung der Daten im Sinne der Verwaltungsschale. Das erarbeitete Konzept soll außerdem die Grundlage für die Anbindung von zukünftigen Anlagen bilden. In der Vorstudie des Projekts zeigte sich schnell, dass für eine nachhaltige Digitalisierung die gesamte IT-Architektur der Fertigung betrachtet werden muss. Das Konzept der sogenannten Produktionskapseln beschreibt sowohl die methodische Vorgehensweise für die Ablösung der Automatisierungspyramide als auch eine generische Industrie-4.0-Architektur, bestehend aus Infrastruktur (Hardware, Netzwerke, Standorte), Anwendungen, Schnittstellen, Technologien und Prozessen.

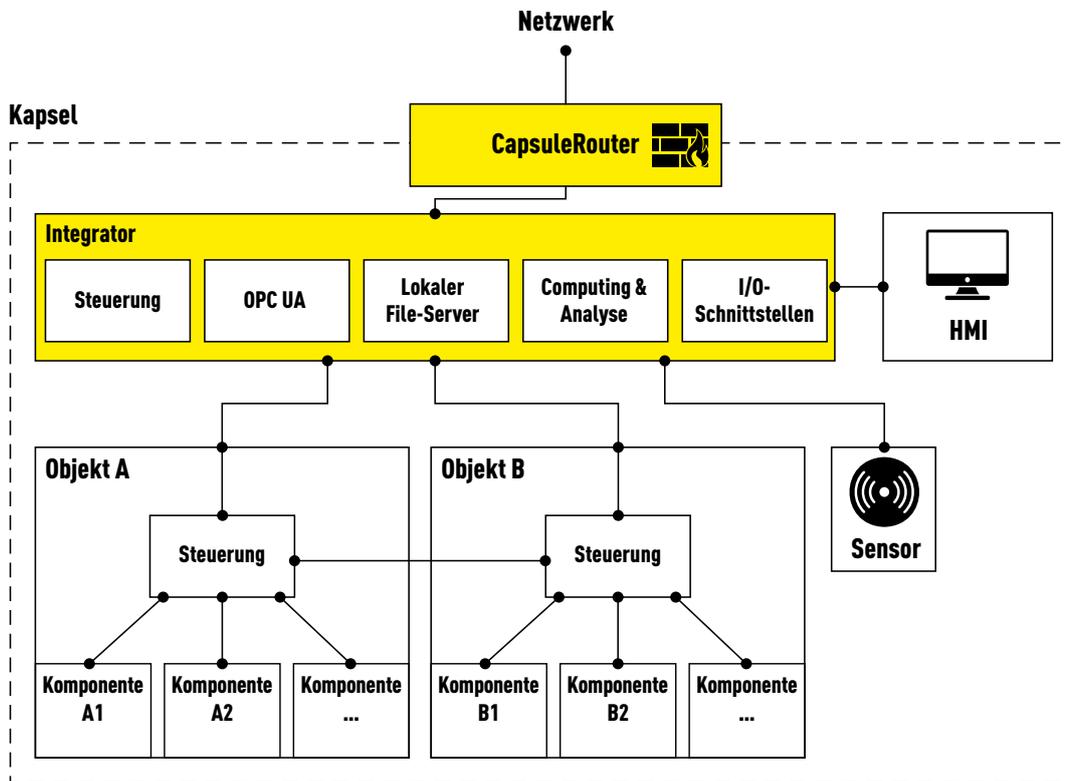
Die Produktionskapsel ist eine funktionelle Einheit von Komponenten, die zur Erfüllung eines bestimmten Zwecks notwendig ist. Beispielsweise besteht eine Produktionskapsel im Bereich Schleifen aus mindestens einer CNC-Maschine und wird bei Bedarf durch eine Automation, einen Rechner zum Edge-Computing oder mehr ergänzt. Das Konzept schränkt den Umfang einer Kapsel bewusst nicht ein, wodurch es sich generisch anwenden lässt. Dies reicht vom einzelnen smarten Sensor bis hin zu gesamten Fertigungsbereichen.

Neben der logischen Abgrenzung thematisiert das Industrie-4.0-Konzept auch die Kapselung der entstehenden Daten. Dabei geht es vor allem um das gezielte Verbergen von Informationen vor unberechtigtem Zugriff sowie um die Definition von Standard-



André Hoettgen, Industrie-4.0-Architekt bei HORN, erhielt den Preis für die herausragende Industrie-4.0-Einzellösung.

schnittstellen (Black-Box-Modell). Außenstehenden ist es nicht möglich, mit einzelnen Komponenten einer Kapsel zu kommunizieren. Sie sehen nur die Daten und Funktionen, die diese bewusst bereitstellt. Zusammen mit einem semantischen Datenmodell wird so die Grundlage für die Standardisierung und Serviceorientierung der Fertigung geschaffen. Mit dem Einsatz von OPC UA steht ein passender Standard zur Verfügung, um das Konzept unter Berücksichtigung der IT-Sicherheit zu realisieren.



Schematische Darstellung einer Produktionskapsel.

Technisch erfolgt die Kapselung bereits auf Netzwerkebene durch den Einsatz von physischen oder virtuellen Routern mit lokalen Firewalls. Der von außen erreichbare zentrale Kommunikationspartner einer Kapsel wird als Integrator bezeichnet. Die Aufgabe eines Integrators ist es, die Anbindung der Komponenten zu unterstützen – beispielsweise durch Übersetzung von proprietären Protokollen in OPC UA sowie durch Harmonisierung und Aggregation der Daten. Die (M2M-)Kommunikation der anderen Komponenten innerhalb einer Kapsel bleibt dabei unberührt. Außerdem stellt der Integrator lokale Dienste zur Vorverarbeitung der erfassten Daten oder zur Web-Visualisierung bereit.

HORN hat bereits den Großteil des Maschinenparks mit Produktionskapseln ausgerüstet. Die Flexibilität und Skalierbarkeit des Konzepts erlauben die schnelle Anbindung von unterschiedlichsten Anlagen. In der Produktion des Präzisionswerkzeugherstellers sind das weltweit rund 600 Maschinen und Anlagen. Hinzu kommen Geräte aus anderen Bereichen, zum Beispiel aus der Gebäudeleittechnik. Die Mehrwerte zeigen sich bei den vielfältigen Herausforderungen der unterschiedlichen Geschäftseinheiten: Für die IT sinkt der Administrationsaufwand, da die Fernwartung automatisiert ist und der Anlagenbediener diese selbst per Schlüsselschalter aktivieren kann. Die IT-Sicherheit erhöht sich durch die netzwerkseitige Isolation der Anlagen – die Kompromittierung einer einzelnen Maschine hat keine Auswirkung auf die restliche Produktion. Der hauseigene Maschinenbau und die Instandhaltung profitieren von einer überschaubaren Lagerhaltung und der Langzeitverfügbarkeit der verbauten und standardisierten Hardware. Die erfassten Daten lassen



Die ausgezeichnete Industrie-4.0-Strategie bei HORN findet u. a. Anwendung in der hochmodernen Schleiferei.

sich aufgrund der Standardisierung und semantischen Beschreibung automatisiert erfassen und auswerten. Über den Integrator werden die Energie- und Maschinendaten, wie beispielsweise Spindeldrehzahl oder Temperaturen, zentral erfasst und einheitlich per OPC UA bereitgestellt. Die Lösung ermöglicht die Visualisierung auf Basis der Datenmodelle. Dies ermöglicht beispielsweise die Übersicht auf den Status aller Maschinen einer Fertigungsstraße. André Hoettgen: „Die Vernetzung der Anlagen erlaubt es, die bestehenden Prozesse zu optimieren und zukünftige Fertigungstechnologien neu zu denken. Die kollektive Intelligenz verbessert die Lieferperformance und ebnet den Weg für noch vielfältigere Werkzeuge.“

PRÄZISIONSWERKZEUGE

# HOCHGLANZFRÄSEN STATT POLIEREN

**Dass man für das Fräsen von hochglänzenden Oberflächen von Kunststoffen keine Spezialmaschinen benötigt, zeigt ein Anwendungsfall aus dem bayrischen Germering. Das Unternehmen Enggruber beweist in Zusammenarbeit mit der Paul Horn GmbH glasklar, dass dies auch mit konventionellen Maschinen funktioniert. Zum Einsatz kommen hier werkzeugseitig monokristalline Diamanten, welche sonst in der Ultrapräzisionszerspanung für Oberflächengüten im Bereich von Nanometern sorgen. „Die Qualität der Werkzeugschneide ist der maßgebliche Faktor für die erreichbare Oberflächenqualität“, sagt der HORN-Werkzeugspezialist und Produktmanager für hochharte Schneidstoffe Aribert Schroth.**

Im westlich von München gelegenen Germering, in einem von außen unscheinbaren Industriegebäude, vermutet man nicht, dass hier hochqualitative Acrylglas-Displays für das „who's who“ verschiedenster Branchen entstehen. In der Displaybranche gilt Thomas Enggruber als „Red Adair“ – der berühmte Feuerwehrmann. Mit seinem langjährigen Know-how löscht er Brände und löst Aufgaben, bevor sie zum Problem werden. Zu seinem Portfolio gehören Kosmetik-Displays, Awards und Pokale, Möbel und weitere Produkte aus Acryl- und Plexiglas. Auch eigene Produkte fertigt Enggruber in seiner Manufaktur. So produziert er beispielsweise Bilderrahmen mit 3-D-Effekt und edle Schneidbretter aus dem glasklaren Kunststoff.

## Feuer und Flamme

„Auch in unserer Manufaktur schauen wir genau auf unsere Prozesse und suchen ständig nach dem Potenzial, diese weiter zu optimieren“ erzählt Enggruber. Ein großes Ziel war die Bearbeitung der Kanten von Acrylglas-Blöcken oder -Platten. „Das Rohmaterial bekommen wir in Form von Sägeszuschnitten. Im Produktionsprozess großer Platten sind zwei Seiten schon glasklar und werden mit Schutzfolien beklebt. Durch Zuschnitt der Platten sind jedoch die anderen vier Seiten im Anlieferungszustand sägerau“, erklärt Enggruber. Um diese rauen Kanten glasklar zu bearbeiten, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zum einen lässt sich Acrylglas mit einer Flamme „polieren“. Hierbei wird eine Flamme aus einem Acetylen-Brenner vorsichtig über die Kanten geführt. Dadurch entsteht eine klare Oberfläche, welche jedoch nicht „perfekt“ eben ist. Darüber hinaus können auch leichte Haarrisse an den Kanten entstehen. Zum anderen kön-



Die Schneideinsätze lassen sich leicht über eine Schraube spannen, ohne den Fräser ausbauen zu müssen.



Beim Hochglanzfräsen kommen monokristalline Diamanten zum Einsatz.

nen die Kanten von Hand an einer Poliermaschine, auch Schwabbeln genannt, zum Glänzen gebracht werden. Das Schwabbeln liefert ein glänzendes Ergebnis, bedarf aber gerade bei großen Stückzahlen eines hohen Zeitaufwands.

Ein weiterer Prozess zur Bearbeitung der Kanten ist das Fräsen mit monokristallinen Diamanten (MKD) bestückten Werkzeugen. Enggruber setzte schon seit Längerem auf dieses Verfahren, jedoch waren die Oberflächenergebnisse für ihn nicht komplett zufriedenstellend. Des Weiteren störte ihn das aufwendige Handling sowie die Einstellung der vorher eingesetzten Werkzeugsysteme. „Um die Schneidplatte zu wechseln, mussten wir das ganze Werkzeug ausbauen und danach wieder neu justieren. Dies war jedes Mal mit einem hohen Zeitaufwand verbunden“, so Enggruber. Um diesen Aufwand und das Ergebnis zu optimieren, machte sich Enggruber auf die Suche nach einer neuen Werkzeuglösung.

#### **Supermini im Einsatz**

Ein Hochglanz-Bearbeitungsvideo von HORN auf einer bekannten Online-Videoplattform weckte die Neugier von Enggruber, der daraufhin den zuständigen HORN-Außendienstmitarbeiter Helmut Hoffmann kontaktierte. Zusammen mit Aribert Schroth analysierte Hoffmann die Probleme von Enggruber und entwickelte eine neue und bedienerfreundlichere Lösung. „Mit unserem Know-how bei wechselbaren Schneideinsätzen lag die Lösung schnell auf der Hand“, so Hoffmann. Der schon vorhandene Frä-

sergrundkörper ist mit Posalux-Schnittstellen zur Aufnahme der Schneideinsätze ausgestattet. Die HORN-Techniker konstruierten somit eine Posalux-Kassette, in welcher der Plattensitz für die HORN-Schneidplatte gefräst ist. Die Wahl der Schneidplatte fiel auf das HORN-Werkzeugsystem Supermini in einer Sonderform, welches über eine Spannschraube in der Kassette einfach und präzise von vorne

## **EIN GROSSES ZIEL WAR DIE BEARBEITUNG DER KANTEN VON ACRYLGLASBLÖCKEN ODER -PLATTEN.**

gespannt werden kann. Somit entfiel der komplette Ausbau des Fräsergrundkörpers.

Die Fräswerkzeuge sind mehrschneidig mit bis zu fünf Zähnen und einem Durchmesser von 120 mm ausgeführt. Pro Werkzeug ist jedoch nur eine MKD-Schneide bestückt. Die anderen Schneiden dienen nur als Vorschneider und sind im Planlauf um rund 0,1 mm zurückgesetzt. „Zur Erzeugung der hochglänzenden Oberfläche kommt zwingend nur eine MKD-Schneide zum Einsatz, um die Oberfläche durch den Nachschnitt nicht wieder zu beschädigen“, erklärt Schroth.

Bei Enggruber kommen zum Hochglanzfräsen der Kanten zwei verschiedene Maschinen zum Einsatz, welche ursprünglich aus der Holzindustrie stammen.

„In unserer Branche setzt man seit Langem auf dieses Maschinenkonzept der Polierfräsmaschinen“, so Enggruber. Die Maschinen haben nur eine Achse, welche die Fräsoperation ausführt. Die Spannung der Acrylglas-Blöcke oder -Platten übernimmt ein mit Schaumstoff gepolsterter Niederhalter. Das andere Maschinenkonzept ähnelt einer Hobelmaschine. Hierbei wird das Werkstück zwischen zwei breiten Riemen gespannt und über den Fräser geführt.

#### Handwerkskunst

Um Oberflächengüten mit Spiegelglanz zu erzeugen, spielt die Qualität der Werkzeugschneidkante die entscheidende Rolle. Die Qualität der Schneidkante spiegelt sich in der zu bearbeitenden Oberfläche wider. Der finale Schliff beziehungsweise die Politur der MKD-Schneide gleicht einer Handwerkskunst. Ähnlich wie beim Schliff eines Schmuck-Brillanten geschieht das Finishing einer Werkzeugschneide für die Hochglanzspannung mit einer Schleifzange von Hand. Opti-

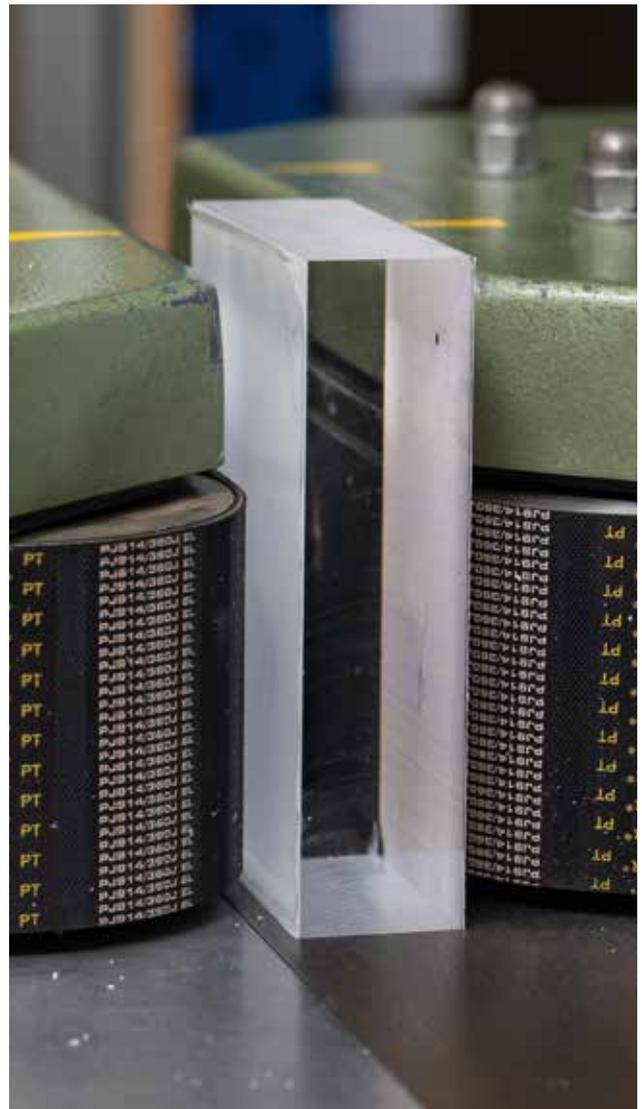
male Voraussetzungen zum Schleifen der Schneiden ermöglichen luftgelagerte Schleiftische mit einer Tischplatte aus massivem Granit. Für die optische Kontrolle wird ein Mikroskop mit 200-facher Vergrößerung genutzt. Unter dieser Vergrößerung muss die Schneidkante absolut schartenfrei sein. Die dabei entstehende Schneide hat einen Radius vom maximal 0,0002 mm.

## DIE QUALITÄT DER SCHNEIDKANTE SPIEGELT SICH IN DER ZU BEARBEITENDEN OBERFLÄCHE WIDER.

Bei der Hochglanzspannung kommen hauptsächlich synthetische Diamanten zum Einsatz. Zur Herstellung der synthetischen Steine kommen zwei unterschiedliche Verfahren in Betracht. Beim HPHT-Verfahren (High Pressure, High Temperature) entstehen die



Eine erfolgreiche Zusammenarbeit: Thomas Enggruber im Gespräch mit Helmut Hoffmann und Aribert Schroth.





Das zeitaufwendige „Schwabbeln“ von Hand kann durch das Hochglanzfräsen eingespart werden.

Diamanten unter hohem Druck und großer Hitze. Also auf fast natürlichem Wege, nur nicht über Millionen Jahre, sondern innerhalb einiger Stunden oder Tage, je nach gewünschter Größe. Hierbei wird reines Graphitpulver mit einem Druck von 60.000 Bar und einer Temperatur von 1.500 Grad Celsius zu einem Diamanten umgewandelt. Diamanten aus diesem Prozess kennzeichnen sich durch eine leichte gelbliche Färbung, die durch die Lichtbrechung von eingelagerten Stickstoffatomen entsteht. Die maximale Kantenlänge der synthetischen Steine liegt bei 10 mm. Dimensionen darüber hinaus sind theoretisch möglich, wären jedoch nicht wirtschaftlich.

HORN setzt bei der Bestückung der MKD-Werkzeuge auf die noch reineren MCC-Diamanten. Diese monokristallinen Steine entstehen durch das CVD-Verfahren. Als Kohlenstoffquelle dienen verschiedene Gase, hauptsächlich Methan, die sich im Prozess abscheiden und den Diamanten wachsen lassen. Die Diamanten kennzeichnen ihre glasklare bis, je nach Dicke, leicht bräunliche Farbe. Ein großer Vorteil dieses Verfahrens ist die mögliche Kantenlänge der Steine. So können auch lange Bestückungen mit beispielsweise 30 mm Schneidkantenlänge realisiert werden. Für solche Werkzeuge musste man davor auf natürliche Diamanten zurückgreifen, die durch den hohen Preis, die Verfügbarkeit und die natürlichen Einschlüsse nur schwer zu realisieren sind.

#### **Kunde zufrieden**

Die Aufgabenstellung von Enggruber erreichten Schroth und Hoffmann mit der gebotenen Lösung. „Wir sind sehr zufrieden mit der Lösung unseres Problems. Die Beratung, der Service und das technische Know-how von HORN haben uns überzeugt“, so Enggruber.



Das Schleifen und Polieren von MKD-Schneiden gleicht einer Handwerkskunst.



# PROZESSE BEHERRSCHEN BIS INS KLEINSTE DETAIL

**ERLEBEN SIE HORN**

Spitzenqualität entsteht immer durch die Verbindung aus dem optimalen Zerspanungsprozess und dem perfekten Werkzeug. Dafür kombiniert HORN Spitzentechnologie, Leistung und Zuverlässigkeit.



[horn-group.com](http://horn-group.com)