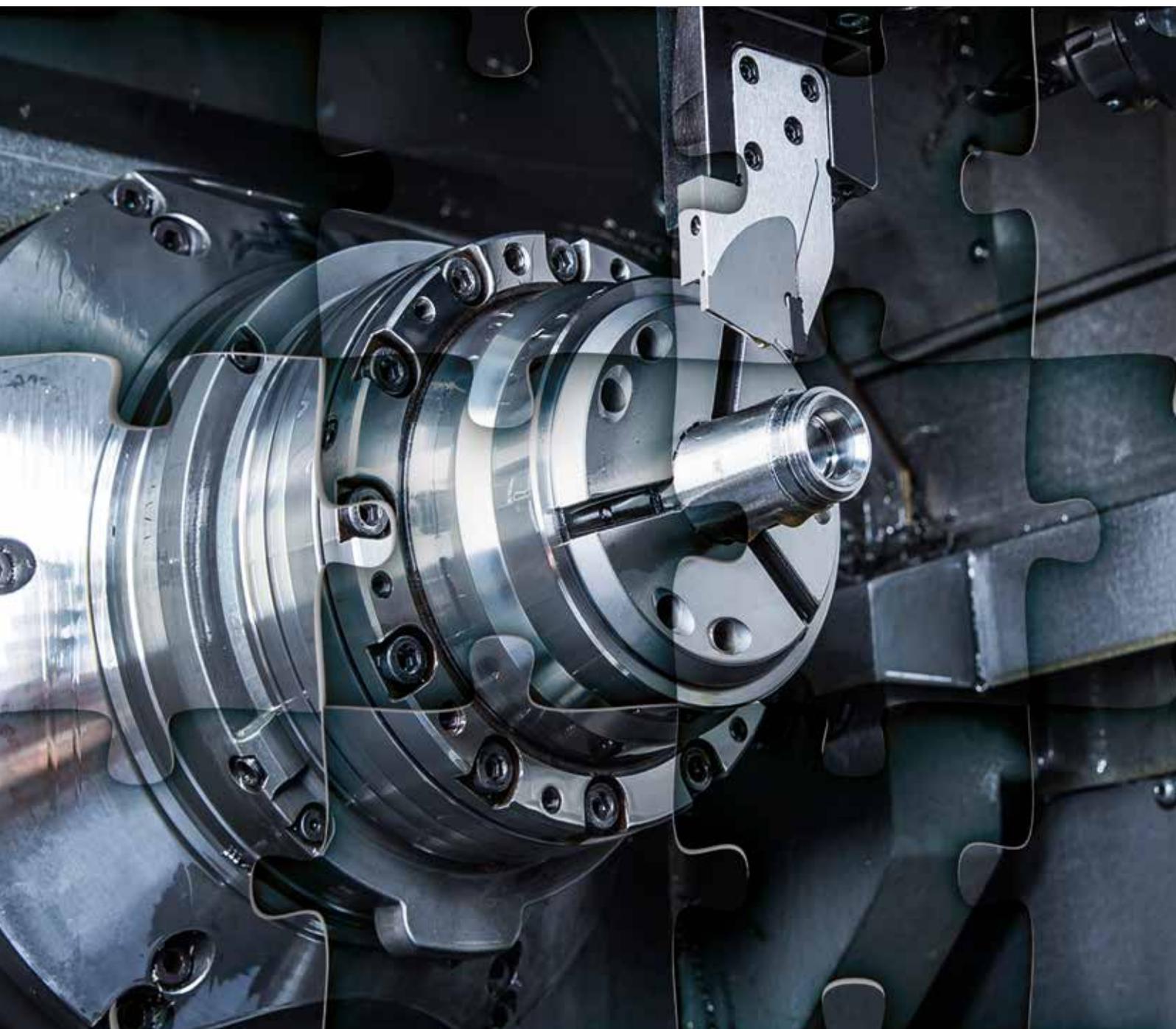


# world<sup>of</sup> tools **ph HORN ph**

**DAS KUNDENMAGAZIN VON HORN**



**THEMEN:**

- Sonderteil modulare Werkzeugsysteme
- Tangentialfräsen
- AMB 2016
- Werkstoff Automatenstahl



**Sehr geehrte Damen und Herren,**

Modular. Das Stichwort unseres Schwerpunkts in der aktuellen Ausgabe der world of tools. Der Begriff „Modular“ taucht in den unterschiedlichsten Bereichen auf. Egal ob es sich um modulare Baukästen in der Automobilindustrie handelt, Wohnmöbel, Raumelemente für Gebäude, Computer oder eben auch Werkzeugsysteme. Aber warum gestaltet man etwas überhaupt modular? Es geht darum, Flexibilität zu schaffen und Dinge zu vereinfachen. Eine Vereinfachung entsteht beispielsweise durch standardisierte Schnittstellen; Flexibilität durch deren Nutzung. Aber auch andere Themen spielen eine Rolle. So ist man bei Werkzeugen durch die modulare Bauweise auch in der Lage, die Stabilität und die Steifigkeit zu erhöhen, was zu einer besseren Genauigkeit und Oberflächengüte führt.

Darüber hinaus sind die vor drei Jahren vorgestellten Tangentialfrässysteme 409 und 406 fester Bestandteil unseres Portfolios und kommen vielseitig zum Einsatz. Dieses Mal zeigen wir Ihnen einen Einsatz im Bereich Medizintechnik. Die Anforderungen an Werkzeug und Werkstück in dieser Branche sind generell sehr hoch. Die Branche selbst verzeichnet ein Wachstum von jährlich rund fünf Prozent und zählt neben der Automobil- und deren Zulieferindustrien zu unseren stärksten Kundenbranchen.

Mit Vorfreude blicke ich auf die kommende AMB in Stuttgart. Was Sie auf den folgenden Seiten unter der Rubrik „Produkte“ finden, befindet sich auch als Produkt auf dem HORN-Messestand in Stuttgart. Zum einen als Ausstellungsstück „zum Anfassen“ und zum anderen direkt auf der Maschine unter Span. Hervorzuheben ist vor allem das neue Supermini-Programm. Dadurch, dass alles, neu ist, vom Substrat über die Mikrogeometrie bis hin zur Beschichtung, haben wir es geschafft, eine deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit zu erreichen. Frei nach dem Motto: Technologievorsprung ist HORN.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen.

Lothar Horn  
Geschäftsführer  
Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH  
Tübingen



# world<sup>of</sup> tools

## DAS KUNDENMAGAZIN VON HORN

### Modulare Werkzeugsysteme

Eine modulare Welt	4
Modulares Stechsystem hilft Sparen	6
Neues Abstechsystem im Praxistest	9
Modulare Produkte	12



### Produkte

Fünf Fragen an Christoph Schlaginhausen zum Thema „Wirbeln“	14
HORN-Turbowirbeln® – Vor- und Fertigwirbeln in einem Prozess	15
Neuer Sechsschneider mit neuer Hochleistungsbeschichtung	15
Der neue Supermini	16
Trochoidal produktiver	18
DR small, kleinstes modulares Schnellwechsel-Reibsystem	19
Tangentialfrässystem 406 und 409	19
Stärken gebündelt	20
HORN-Titanfräser	22



### Technologie

Tangentiale Schwerarbeiter	24
Leichtschneidend und Leistungsstark	26



### Über uns

HORN-Veranstaltungen	30
HORN auf der AMB in Stuttgart	32

### Werkstoffe

Werkstoff Automatenstahl	34
--------------------------	----

**Impressum:** world of tools®, das Kundenmagazin von HORN, erscheint zweimal jährlich und wird an Kunden und Interessenten versandt. Erscheinungstermin: August 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, Martin Droysen S. 18 fertigung, Fa. SSH S. 8, fotolia, graphicriver.net

**Auflage:** 25.500 in Deutsch, 6.300 in Englisch, 2.900 in Französisch

**Redaktion/Texte:** Christian Thiele, Hubert Winkler, Wolfgang Dieter Schenk, Martin Droysen

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

Modulbaukästen im Bereich Automotive liegen im Trend.

# EINE MODULARE WELT

## Flexibilität durch modulare Bauweise

**Modulare Systeme begegnen uns täglich. Ein bekanntes und einleuchtendes Beispiel ist wohl unser Auto. Zusammengestellt am jeweiligen Konfigurator des Herstellers, bekommen wir genau die Ausstattungsvariante geliefert, die wir ein paar Wochen vorher am Bildschirm aus einzelnen Modulen zusammengesetzt haben. Und sollten, durch Verschleiß oder durch Verformung verursacht, Teile ersetzt werden müssen, so holt sich die Werkstatt diese aus dem großen „Modulbaukasten“ des Herstellers.**

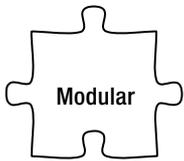
Schon als Kind beflügelten Modulbaukästen unsere Fantasie. Aus den standardisierten Einzelteilen eines Märklin- oder Trix-Baukastens zauberten wir Autos, Häuser, Kräne und Windmühlen. Eine Generation später hießen die Marken Lego oder Fischertechnik. Die heutige Smartphone-Generation spielt auch mit Modulen – mit Softwaremodulen – Apps genannt. Auch dieser Text besteht aus Modulen – 26 Grundbuchstaben und 10 Zahlen. Jede Schriftsprache, es gibt Tausende unterschiedliche Sprachen und Dialekte, setzt sich aus genormten Buchstaben oder Zeichen zusammen.

### Flexibler und wirtschaftlicher

Auch die moderne Zerspanungstechnik bedient sich vieler unterschiedlicher Module. Werkzeugmaschinen zum Beispiel, mit ihren

Antriebssystemen, Steuerungen, Messsystemen, KSS-Anlagen, Späneentsorgern und den Schnittstellen zu den jeweiligen Werkzeugsystemen. Aus der einfachen Klemmung von Drehstäben aus Werkzeugstahl und den Morsekegeln für Fräser ist diese Technik längst erwachsen. Zwischen unterschiedlichen maschinenseitigen Schnittstellen und der Hartmetallschneide liegen oft mehrere weitere Schnittstellen, um die jeweilige individuelle Zerspanungsaufgabe zu lösen. Hier sind modulare Lösungen mit standardisierten Schnittstellen gefragt. Sie vereinfachen und flexibilisieren anwendungsbezogene Werkzeuglösungen. Sie erhöhen Stabilität und Steifigkeit und führen zu höherer Präzision und Oberflächenqualität und im Endeffekt zur Steigerung von Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit.

Ein signifikantes Beispiel für flexible Modularisierung ist der seit über 25 Jahren von HORN angebotene „Supermini“ Typ 105. Mit einem standardisierten Haltersystem löst der Typ 105 bei Bohrungsdurchmessern zwischen 0,2 mm und 6,8 mm mit weit über 1.500 Varianten von Schneidplatten viele unterschiedliche Zerspanungsaufgaben. Er beweist seine Stärken beim Ausdrehen, Einstechen, Fasen, Gewindedrehen, Axialeinstechen, Ausspindeln, Plandrehen und Nutstoßen kleiner und kleinster Durchmesser bei allen Metall- und Stahlsorten und anderen modernen Werkstoffen.



Ein anderes Beispiel, bei dem standardisierte Module gleich mehrere Schnittstellen überbrücken, ist das modulare Stechsystem 842/845 von HORN. Es besteht aus:

- › Grundhalter für Revolver mit BMT-/MAZ-Anschluss oder VDI-Halter für Scheiben- und Sternrevolver
- › Grundhalter für Dreh- und Fräszentren sowie für zum Beispiel Mehrspindler der MS-Baureihe von INDEX
- › Stechhaltestücken
- › passendem Kassettenprogramm mit verschiedenen Stechbreiten und Stechtiefen

## Modularer Systembaukasten

Der modulare Systembaukasten verfügt über eine Auswahl an Grundhaltern für Revolver mit BMT-Anschluss auf Basis der gängigen Maschinentypen. Alternativ sind VDI-Grundhalter in verschiedenen Größen und Grundhalter für Dreh- und Fräszentren verfügbar. Die passenden Stechhaltestücke mit integrierter Kühlmittelführung erlauben die Höhenverstellung der Kassetten und deren Befestigungen in Normallage oder in Überkopflage, links oder rechts am Stechhaltestück. Für Mehrspindler stehen

Grundträger der neuen Baureihe 968 zur Verfügung, auf welche die Kassetten direkt verschraubt werden. Die Kassetten mit Schnittstellen 845 und 842 dienen als Aufnahme für das Stechplattensystem S100 mit unterschiedlichen Geometrien und Substraten. Verfügbar sind Stechbreiten von 1,2 bis 4 mm mit Stechtiefen von 22 bis 105 mm. Die Kassetten sind ausgestattet mit integrierter Kühlmittelzufuhr in Ausführungen für Spannfinger- und Unterstützungskühlung. Zusätzlich sind Kassetten mit innerer Kühlmittelzufuhr für ISO- Schneidplatten VC11 und DC07 erhältlich.

Diese zwei Beispiele stehen stellvertretend für eine große Anzahl von Werkzeugsystemen, die in den letzten Jahren mit dem Grundgedanken der Modularität bei HORN entwickelt wurden. Nehmen wir als weitere Beispiele die Fräsplatte Typ 311, die mit der gleichen Schnittstelle an unterschiedlichen Haltern zu unterschiedlichsten Zerspanungsaufgaben eingesetzt wird – oder die Stechplatte Typ S100 mit und ohne Innenkühlung für verschiedene Haltersysteme – oder die Modularität der Tangentialfrässysteme und viele mehr. Modularität erhöht die Wirtschaftlichkeit, verringert die Lagervielfalt und ist als flexibel einsetzbare Standardlösung schnell verfügbar.



Auszug aus dem modularen Stechsystem 960 mit Innenkühlung und Systemschnittstelle 845.



Letzter Arbeitsgang am Zwischenstück: Abstechen mit dem System 960. Innerhalb der Komplettbearbeitung stellen weitere HORN-Werkzeuge ihre Leistung unter Beweis.

# MODULARES STECHSYSTEM HILFT SPAREN

## Hohe Standzeit und Prozesssicherheit bei rostfreiem Stahl

Lohnbetriebe benötigen in der Regel ein breites Spektrum spanender Werkzeuge, das aber die Kostenseite nicht zu sehr belasten darf. Eine wirtschaftliche Lösung zur Werkzeugreduzierung, speziell beim Abstechen, bietet das modulare Stechsystem 960 von HORN.

Betriebe des Schwarzwalds sind seit jeher für ihre Zuverlässigkeit und Präzision bekannt. Diesen Merkmalen fühlten sich auch Sylvester Harter, Johannes Schmalz und Thomas Schmalz verpflichtet, als sie 1991 einen Betrieb zur Lohnfertigung von Dreh- und Frästeilen gründeten. Heute beschäftigt die SSH GmbH Präzisionsdrehteile in Haslach im Kinzigtal rund 20 Mitarbeiter. Das Bearbeitungsspektrum umfasst Werkstücke von 10 bis 300 mm Durchmesser und bis 800 mm Länge. Etwa 95 Prozent der Teile werden aus Edelstahl hergestellt, schwerpunktmäßig V2A und V4A. Aber auch NE-Metalle, Kunststoffe und Titan sind für die Kunden zu bearbeiten.

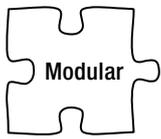
### Zwischenstücke wettbewerbsfähig produzieren

Geschäftsführer Thomas Schmalz und sein Team erwarben sich bei der Bearbeitung schwer zerspanbarer Edelstähle einen reichen

Erfahrungsschatz. Dennoch nutzen sie gerne das Wissen externer Fachleute wie das von Karl Schonhardt, Technische Beratung und Verkauf Firma HORN. Seine Kompetenz war besonders bei dem Bearbeiten von Zwischenstücken aus V4A gefragt. Die Werkstücke sollten ab Stange,  $40^{+0,2}$  mm Durchmesser auf einem Dreh-Fräszentrum Traub/Index TNX 65/42 fertig fallend produziert werden. Zu den funktions- und kostenentscheidenden Arbeitsgängen zählten dabei das Herstellen eines Inneneinstichs, zweier Außeneinstiche, eines Freistichs sowie das Abstechen des fertigen Zwischenstücks. Für das Abstechen lagen bereits die Standzeiten eines Wettbewerbers vor. Diese galt es im Hinblick auf die Kalkulation deutlich zu verbessern, da die Zwischenstücke in Losen von 800 Stück in unregelmäßigen Zeitabständen wiederholt in Auftrag gegeben werden.

### Modulares Stechsystem erhöht Fertigungsflexibilität

Karl Schonhardt empfahl zum Abstechen der Zwischenstücke das modulare Stechsystem 960. Dessen Vielseitigkeit zeigt sich unter anderem in den Kombinationsmöglichkeiten seiner



verschiedenen, maschinenbezogenen Module. Dadurch benötigt der Anwender weniger Werkzeuge, der Platzbedarf wird geringer und die Lagerhaltungskosten sinken.

Die markanten Bestandteile des Systems sind der höhenverstellbare Grundhalter mit BMT-/MAZ-Anschluss oder VDI-Halter für Scheiben- und Sternrevolver sowie das Stechhaltestück. Mit der Systemschnittstelle 845 ist es für die Aufnahme unterschiedlicher Kassetten ausgelegt, in denen die Wendeschneidplatten des Systems 100 gespannt werden. Diese sind mit unterschiedlichen Geometrien und Beschichtungen für Stechbreiten von 1,2 – 4 mm und Stechtiefen von 17 – 55 mm lieferbar.

Die Kassetten in linker oder rechter Ausführung verfügen über eine innere Kühlmittelzufuhr über den Spannfinger und über die Unterstützung. Die Kühlung durch den Spannfinger kühlt den Span und beeinflusst dadurch den Spanbruch positiv, was sich in einer höheren Prozesssicherheit auswirkt. Die Kühlung durch die Unterstützung vermindert den Freiflächenverschleiß und bewirkt einen Schmiereffekt an den Flanken der Stechplatte. Es entsteht eine Oberfläche mit geringerer Rauheit. Die Kassetten sind mit Stechhaltestücken unterschiedlicher Länge kombinierbar. So lassen sich, angepasst an die Größe der Gegenspindel oder den Schwenkdurchmesser der Drehmaschine, die bestmöglichen Werkzeugkombinationen zusammenstellen.

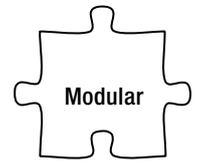
Gegenüber Stechschwertern überzeugt das System 960 durch eine höhere Steifigkeit, da die Abstützung der Schneide am Grundhalter die Schnittkräfte direkt in das Stechhaltestück leitet. Dadurch werden plane Abstechflächen auch bei größeren Werkstückdurchmessern erreicht.

### **Zuverlässiges Abstechen schwieriger Werkstoffe**

V4A-Stähle zeichnen sich durch hohe Korrosionsbeständigkeit aus. Bei der Zerspanung hat ihre Neigung zur Aufhärtung einen starken Werkzeugverschleiß zur Folge. Außerdem reduzieren die Cr- und Ni-Anteile die Wärmeleitfähigkeit, weshalb die Werkzeuge hohe Spantemperaturen ableiten müssen. Unter Berücksichtigung dieser Werkstoffeigenschaften wählte man zum Abstechen der Zwischenstücke folgende Schnittdaten: Drehzahl  $n = 1.200$  1/min, konstante Schnittgeschwindigkeit  $v_c = 150$  m/min bis zur Drehzahlbegrenzung 3.500 1/min und einem Vorschub  $f = 0,06$  mm/U, der bei zunehmender Stechtiefe auf etwa 0,04 mm/U reduziert wurde. Die Zerspanungsspezialisten entschieden sich bewusst für eine höhere Drehzahl und einen geringeren Vorschub. So bildet sich ein gut rollender Span, der sich einfach aus dem Arbeitsraum entfernen lässt.

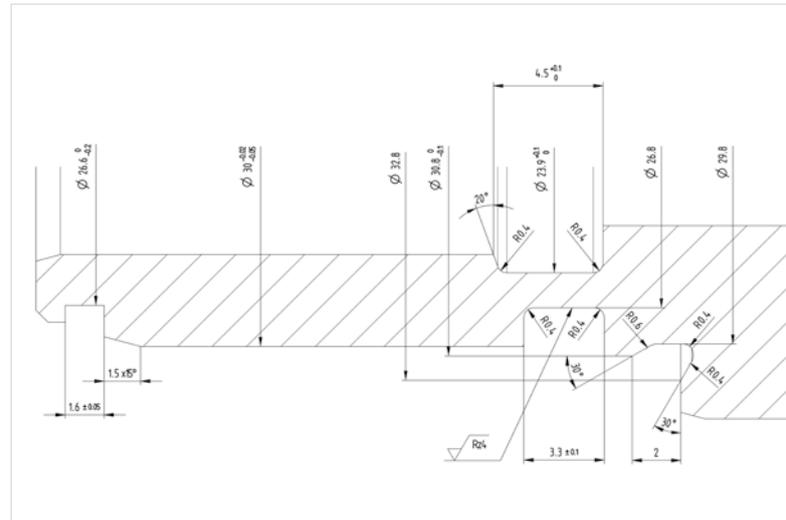
Über die erfolgreiche Bearbeitungsstrategie mit einer Standzeiterhöhung von 130 Prozent beim Abstechen freuen sich Thomas Schmalz/ Geschäftsführer Firma SSH, Karl Schonhardt/Außendienstmitarbeiter bei HORN und Josef Hummel/Einrichter Fa. SSH (v. l. n. r.).





## Innen- und Außeneinstiche mit Standard- und Sonderschneidplatten

Vor dem Abstechen mussten andere HORN-Werkzeuge ihre Leistungsfähigkeit beim Einstechen unter Beweis stellen. Für den Inneneinstich mit Durchmesser  $26,8_{-0,1}$  mm und der Breite  $4,5^{+0,1}$  mm empfahl Karl Schonhardt die einschneidige Schneidplatte Typ 114. Für den Außeneinstich mit Durchmesser  $22,6_{-0,2}$  mm und  $1,6^{+0,05}$  mm Breite kam eine dreischneidige Stechplatte Typ 312 zum Einsatz. Bei einer Stechbreite von 1,5 mm ist sie für Stechtiefen bis 6 mm einsetzbar. Für den zweiten Einstich mit  $3,3^{+0,1}$  mm Breite und Radius  $r = 0,4$  mm am Durchmesser  $26,8_{-0,1}$  mm wurde eine weitere Schneidplatte des Typs 312 mit gesinterter Spanformgeometrie ausgewählt. Den Eckenfreistich am Bund erzeugt eine Sonderausführung des Typs 312. Ihre Form erlaubt das Fertigstechen des 2,5 mm breiten Freistichs mit den Radien  $r = 0,6$  mm und  $2 \times r = 0,4$  mm einschließlich Ein- und Auslauf mit jeweils  $30^\circ$  an dem Durchmesser 29,8 mm.



Die vereinfachte Fertigungszeichnung zeigt den Inneneinstich und die drei Außeneinstiche am Zwischenstück.

## Modularität erfolgreich genutzt

Die bisherigen fertigungstechnischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten beim Abstechen sind dank des Systems 960 Vergangenheit. Dazu Geschäftsführer Thomas Schmalz: „Das Zwischenstück wird jetzt nach einer Laufzeit von 180 Sekunden fertig fallend produziert. Dabei erreicht das System 960 gegenüber dem zuvor eingesetzten Wettbewerbssystem eine um 130 Prozent höhere Standzeit. Diese deutliche Steigerung resultiert unter anderem aus der hohen Steifigkeit und der Doppelkühlung über den Spannfinger und die Unterstüzung. Dank des modularen Systems können wir die verschiedenen Kassetten

mit den voreingestellten Schneidplatten sehr schnell und einfach in der Maschine wechseln. Dadurch verringern sich auch die Rüstzeiten und der Werkzeugbedarf. Deshalb setzen wir das modulare System 960 künftig auch zum Abstechen von Hastelloy, Titan und Aluminium ein. Wenn wir dann noch bei einer ganzheitlichen Lieferantenbetrachtung die Beratungskompetenz, die kurzen Kommunikationswege und die schnellen Lieferzeiten, speziell bei Sonderwerkzeugen, berücksichtigen, so fühlen wir uns von HORN bestens betreut. Vor allem, da wir als Lohnfertiger unter extremem Zeit- und Kostendruck stehen.“

## System 960



Die wesentlichen Komponenten des modularen Stechsystems 960 sind Grundhalter, Stechhaltestück, Kassetten mit Schneidplatte.



Die kompakte Bauweise des Abstechsystems 968 erleichtert den Einbau und den Werkzeugwechsel im beengten Arbeitsraum eines Mehrspindlers.

# NEUES ABSTECHSYSTEM IM PRAXISTEST

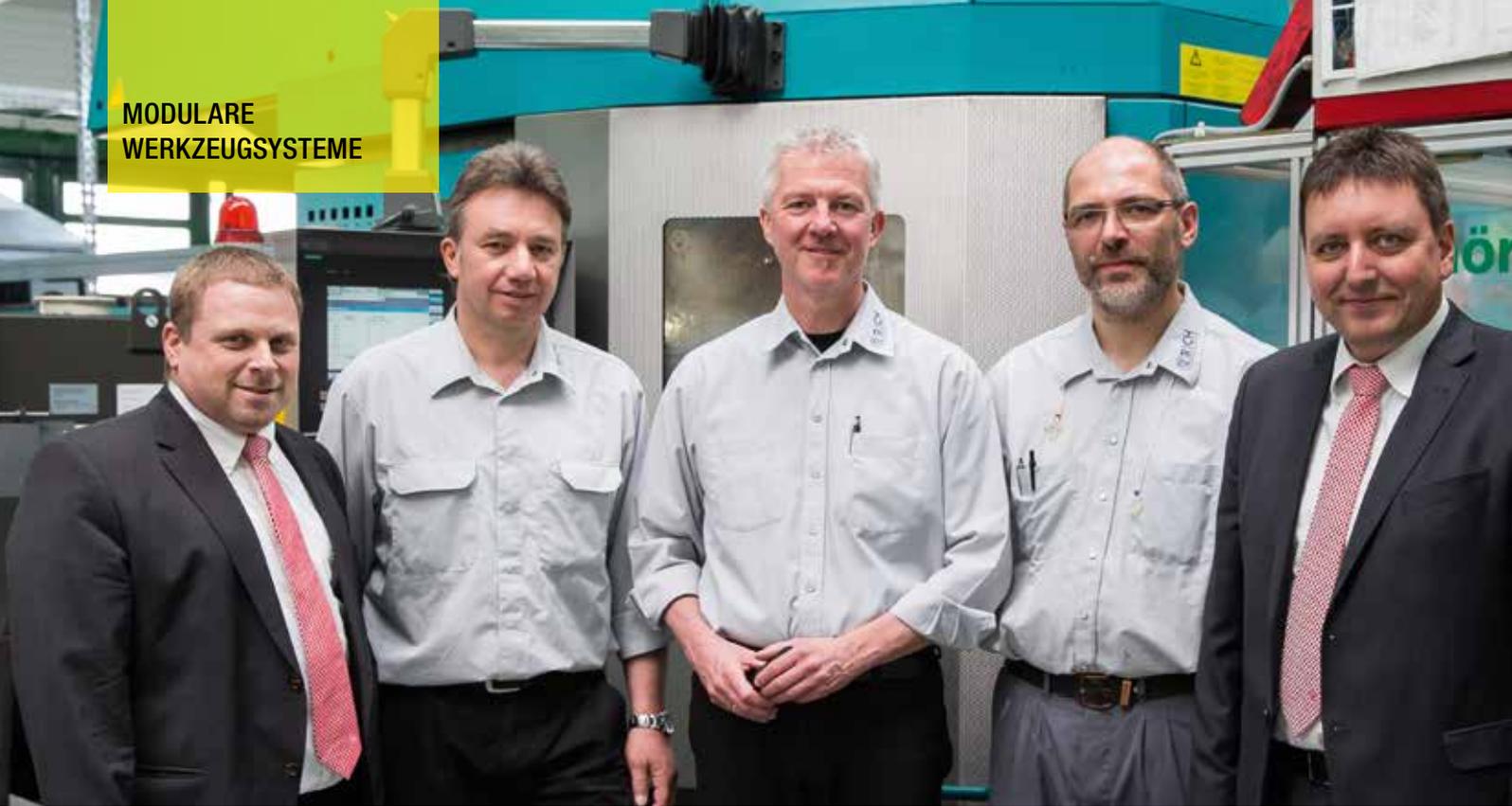
## Handhabung und Standzeiten überzeugen

Bei Werkstücken für die Automotive-Industrie stärkt jede kleine Verbesserung des Arbeitsablaufes die Wettbewerbskraft. Unter diesem Gesichtspunkt optimierte ein Lohnfertiger das Abstechen von Großserienteilen. Dabei eröffnete das Abstechsystem 968 von HORN einen erfolgversprechenden Weg zur zukunftssicheren Fertigung.

Für einen Lohnfertiger bedarf es herausragender technischer und wirtschaftlicher Leistungen, um sich wie die Rich Praezision GmbH zu einem gefragten Lieferanten für unterschiedliche Branchen zu entwickeln. Das 1949 von Wilhelm Rich gegründete und heute von den Enkeln Gottfried und Wolfgang Rich geleitete Unternehmen beschäftigt 40 Mitarbeiter und hat sich mit zwei Produktionsstätten in Riederich, etwa 30 km südlich von Stuttgart, auf Losgrößen von 250 bis 5.000 Stück bei Durchmessern von 10 – 65 mm und auf Großserien ab 10.000 Stück mit Durchmessern von 8 – 30 mm spezialisiert. Aber auch Prototypen und Kleinserien werden gedreht oder gefräst. So vielfältig wie das Leistungsangebot ist auch der Kundenkreis mit dem Schwerpunkt Automotive. Unabhängig von den Anforderungen der verschiedenen Branchen, fühlen sich die beiden geschäftsführenden Gesellschafter bei allen Kundenkontakten der Unternehmensphilosophie des Gründers verpflichtet: Kunden- und Lieferantentreue, Qualität und Integrität.

## Spezialist für Großserien der Automotive-Industrie

Viele Kunden nutzen das Know-how des Unternehmens Rich schon in der Produktentstehungsphase um ihre Entwicklungen der neuesten Fertigungstechnik anzupassen und um die Werkstücke oder Baugruppen effizient produzieren und montieren zu können. Damit sich diese Kundenwünsche vom ersten Span bis zur dokumentierten Qualität realisieren lassen, investiert die Unternehmensleitung kontinuierlich in die Qualifizierung ihrer Mitarbeiter, in den Maschinenpark, in die Logistik und die datentechnische Ausstattung. In solch einem hochmodernen Umfeld entstehen so anspruchsvolle Serienteile wie das Werkstück aus Werkstoff 11SMn30 (Werkstoff-Nr. 1.0715). Es wird ab Stange, 26 mm Durchmesser, auf einem Mehrspindelautomaten Index MS32 fertig fallend produziert, danach vollautomatisch gereinigt, gemessen, geprüft und versandbereit gelagert. Von der jährlichen Produktionsmenge, die sich innerhalb mehrerer Millionen Stück bewegt, ruft der Kunde kontinuierlich den Bedarf für zwei bis drei Wochen ab.



Beim Abstechen in der Großserie erfüllte das System 968 die Erwartungen von Dr.- Ing. Matthias Luik, Leiter F & E von HORN; Wolfram Stiefel, Fertigungsleiter von Rich; Wolfgang Rich, Geschäftsführender Gesellschafter von Rich; Andreas Jud, CNC-Einrichter von Rich, Frank Blocher, Außendienstmitarbeiter bei HORN.

## Komplettbearbeitung mit hoher Prozesssicherheit

Die äußere Form des Werkstücks ähnelt einem „H“ an dessen einer Außenseite sich ein kegelförmiger Ansatz befindet, an der anderen bietet ein Freistich Platz für einen kleinen Bund mit Rändelung. An der Herstellung des Drehteils sind verschiedene HORN-Werkzeuge beteiligt: Stechplatte S224 zum Vorstechen der Außenkonturen, Schneidplatte 312 zum Vorstechen der äußeren Nut, Formschneidplatte 315 zum Fertigstechen der äußeren Nut, Stechplatte S224 in Sonderausführung für den Schrägeinstich an einer Stirnseite und zum Fertigdrehen der Kontur für den Rändelbund sowie zwei Werkzeuge aus dem System Supermini zum Innenausdrehen von zwei Bohrungen mit 1 mm Durchmesser.

Nach diesen und weiteren Arbeitsgängen wird das Werkstück abgestochen. Zwecks Optimierung des letzten Arbeitsganges informierte sich der geschäftsführende Gesellschafter Wolfgang Rich unter der Maxime „prozesssichere Gesamtbearbeitung“ auch bei HORN über den neuesten Stand der Abstechsysteme. Frank Blocher, Technische Beratung und Verkauf, übermittelte dazu die generellen Informationen und empfahl darauf aufbauend für den aktuellen Bedarfsfall das Stechsystem 968.

## Abstechsysteme für Mehrspindler

Speziell für die Index-Mehrspindler MS16 bis MS52 entwickelte HORN das modulare Stechsystem 968. Der Grundträger Typ 968 in rechter oder linker Ausführung lässt sich mit verschiedenen

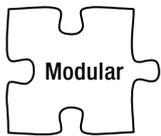
Kassetten über seine Schnittstelle 842 bestücken. Die ebenfalls in linker und rechter Ausführung lieferbaren Kassetten nehmen die Wendeschneidplatten des Typs S100 zum Ein- und Abstechen auf. Mit diesen Systemkombinationen lassen sich 2/2,5/3 und 4 mm breite und 17 – 34 mm tiefe Ein- oder Abstiche erzeugen.

Die Grundträger und die Kassetten verfügen über eine Innenkühlung. Die Zuführung der Kühlflüssigkeit erfolgt wahlweise über die maschinenseitige Schnittstelle oder von außen. Alle Grundträger sind höhenverstellbar, zudem ermöglicht eine verdrehsichere Anschlagplatte die Längeneinstellung der Werkstücke. Das Befestigen der Grundträger erfolgt mittels Prisma und Spannpratze.

## Abstechen im Rahmen der Ablaufoptimierung

Das Abstechsystem 968 fand bereits während der Entwicklungsphase seinen Einsatz bei Rich. Zuvor präziserte Wolfgang Rich seine wichtigsten Anforderungen: „Das ist zum einen die Qualität der abgestochenen Fläche und zum anderen der sichere und zuverlässige Arbeitsablauf. Deshalb testeten wir das System 968 auch unter der Maxime „Gesamtbearbeitung“, um zeitgleich alle für das Rotationsteil benötigten Werkzeuge zu optimieren. Unsere Zeitvorstellungen, speziell beim Abstechen, basierten dabei unter anderem auf den Ergebnissen eines Wettbewerbsfabrikates.“

Angepasst an die Form und den Werkstoff des Großserienteils folgte man den Empfehlungen von Frank Blocher und testete verschiedene Wendeschneidplatten Typ S100 mit den Hartmetall-



Für die Mehrspindler der MS-Reihe von Index entwickelte HORN in Kooperation mit der Fa. Ernst Graf GmbH das modulare Abstechsystem 968.



Kassette und Wendeschneidplatte des modularen Abstechsystems 968.

sorten AS45, Ti25 und HP65 und den Spanformgeometrien .3V. und .FY. Beide Spanformgeometrien gewährleisten durch den kontrollierten Spanablauf eine hohe Produktionssicherheit. Nach diversen Versuchen entschieden sich die Zerspanungsspezialisten für Wendeschneidplatten mit der Hartmetallsorte HP65 und der Geometrie .3V.

Schon beim Einrichten punktete das System 968 durch seine einfache Handhabung. Danach wählte man zum Abstechen einen variablen, vom Durchmesser abhängigen Vorschub bei konstanter Drehzahl  $n = 4.500$  1/min. Im praktischen Einsatz bedeutete dies Vorschubwerte von  $f = 0,03$  mm/U bis  $f = 0,07$  mm/U in Abhängigkeit von den Stechtiefen 10 auf 0 mm. Mit diesen Parametern wurden bei vier Wechselzyklen etwa 10.000 Teile prozesssicher produziert. Danach wechselte man die Werkzeuge, obwohl die Standzeit einer Stechplatte für einen weiteren Wechselzyklus ausgereicht hätte.

Wolfgang Rich stellte mit Genugtuung fest: „Meine Mitarbeiter registrierten einen deutlich stabileren Prozess und eine höhere Standzeit. Mit der erzielten Taktzeit für alle Dreharbeiten erreichten wir auch die kalkulierten Vorgaben. Aber genauso wichtig waren für mich die subjektiven Eindrücke der Maschinenbediener. Sie konnten dank der prozesssicheren Arbeitsabläufe wesentlich entspannter arbeiten und noch mit anderen Aufgaben betraut werden.“

## Abstechen beeinflusst Wettbewerbsstärke

Wolfgang Rich bringt eines seiner Fertigungsziele auf den Punkt: „Entscheidend ist die Zahl der Gutteile nach Arbeitsschluss. Um hier das Optimum zu erreichen, arbeiten mein Team und ich an verschiedenen Strategien, um speziell die Werkzeugwechselzeiten zu reduzieren.“ Diese Bemühungen setzen wiederum voraus, dem Einrichter bei den beengten Platzverhältnissen in einem von Kühlschmierstoff tropfenden Arbeitsraum den Werkzeugtausch so einfach wie möglich zu gestalten oder durch eine geeignete Werkzeugwahl diesen oder jenen Wechsel zu ersparen. Damit zusammenhängend formulierte er weitere Wünsche: „Das A und O sind für mich einfache Werkzeugwechsel, speziell beim Abstechen nach dem Motto Grundhalter raus, Schneidplatte wechseln, Halter einführen und spannen. Diesen Wunsch erfüllt das HORN-Abstechsystem. Allerdings habe ich noch eine Anregung für die Konstruktion: Eine noch schmalere Bauweise würde meine guten Eindrücke von diesem System weiter verstärken. Aber nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen habe ich ein gutes Gefühl, wenn die Werkzeugbestückung unserer drei weiteren Index MS32 zur Diskussion steht.“

## Kleinere Schneidbreiten bei Kassetten 842 und 845

Um den Materialverlust beim Abstechen teurer Werkstoffe zu minimieren, entwickelte HORN Schneidplatten mit extraschmalen Stechbreiten. Die Schneidplatten des Typs S101 mit Schneidbreiten von 1,2 mm und 1,6 mm erweitern den Einsatz des Kassettensystems 842 und 845 um kleinere Stechbreiten. Die maximale Stechtiefe von  $T_{max}$  beträgt 17 mm bei einem maximalen Bearbeitungsdurchmesser von  $D_{max}$  von 34 mm. Sie sind einsetzbar in linken wie rechten Kassetten. Die Kassetten sind ausgestattet mit integrierter Kühlmittelzufuhr in der Ausführung für Unterstützungskühlung.



Extraschmale Schneidplatte Typ S101 für die Kasette 842.

## Kassetten Typ 842 und 845 jetzt auch mit Schneidplatten S224

HORN erweitert das Produktprogramm der Kassetten Typ 842 und 845. Sie können jetzt auch mit zweischneidigen Wendeschneidplatten des Typs S224 bestückt werden. Die Schneidbreiten betragen  $w = 2$  mm,  $w = 2,5$  mm und  $w = 3$  mm. Bei allen drei Schneidplatten reicht die maximale Stechtiefe bis  $t_{max} = 18$  mm. Der maximale Drehdurchmesser beträgt 54 mm. Bei größeren Werkstücken reduziert sich die Stechtiefe entsprechend. Geliefert werden die Kassetten in linker oder rechter Ausführung. Die integrierte Kühlmittelzufuhr ist bei den Stechbreiten  $w = 2,5$  mm und  $w = 3$  mm ausgelegt als Unterstützungskühlung und Kühlung über den Spannfinger, bei  $w = 2$  mm ist sie beschränkt auf Unterstützungskühlung.



Kassette des Typs 845 mit zweischneidiger Wendescheidplatte S224.

## Kühlung durch die Schneidplatte auch bei Kassetten 842 und 845

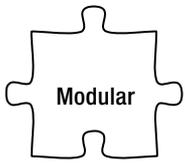
Die Schneidplatten S100 mit Innenkühlung durch die Schneidplatte sind erhältlich in den Schneidbreiten  $w = 2,5$  mm,  $w = 3$  mm und  $w = 4$  mm. Bei der Schneidplatte mit 2,5 mm Breite liegen die maximalen Stechtiefen bei 22 mm (845) bzw. 23 mm (842) und der maximale Durchmesser bei 46 mm. Die entsprechenden Werte für 3 mm Schneidbreite sind 34 mm Stechtiefe bei Durchmesser 68 mm und bei 4 mm Schneidbreite bei 42 mm Stechtiefe und 84 mm Maximaldurchmesser.

Die Kassetten sind ausgestattet mit integrierter Kühlmittelzufuhr durch die Schneidplatte. Der Kühlmittelstrahl wirkt dabei direkt an der Schnittzone und sichert so optimale Zerspanungsbedingungen an der Wirkstelle. Die trichterförmige Düse formt einen Kühlmittelstrahl, der die Spanformung unterstützt und damit die Gefahr eines Spänestaus verringert. Außerdem verhindert diese Art der Innenkühlung weitgehend die Bildung von Aufbauschneiden und Ausbrüchen an der Schneidkante. Gegenüber

herkömmlichen Kühlungen sind dadurch höhere Schnittparameter zu erzielen, welche einen wirtschaftlich effizienteren Einsatz des Werkzeugs ermöglichen.



S100 mit Innenkühlung für Quadratschäfte sowie für Kassetten 842 und 845.



## Modulares Gewindewirbel-System

Mit der Gewindewirbeltechnologie von HORN werden mit sechs- oder neunschneidigen Werkzeugen des Typs M271 ein- und mehrgängige Außengewinde und Profile effizient und wirtschaftlich gefertigt. Durch sehr kurze Bearbeitungszeiten bietet das Gewindewirbeln auf Langdrehmaschinen signifikante Vorteile gegenüber dem Gewindedrehen. Das neu entwickelte modulare Werkzeug-System bietet dem Kunden über Grundträger und Ringkassetten eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten, passend für die verschiedenen im Markt vorhandenen Langdrehmaschinen und Antriebseinheiten. Es kann mit dem hochpräzisen System S271 konventionell mit sechs oder neun Wendeschneidplatten pro Ringkassette oder mit dem ebenfalls neu entwickelten HORN Turbowirbel-Verfahren mit neun Wendeschneidplatten pro Ringkassette (davon drei Vorschneider und sechs Fertigschneider) gearbeitet werden. Über den Werkzeugkonfigurator auf der Website von HORN können die passenden Maschinen-Antriebseinheiten sowie Werkzeugkombinationen einfach gefunden werden. Die richtigen Schnittdaten stellt das System über den neuen HCT Schnittdatenkalkulator zur Verfügung, der ebenfalls über die HORN-Website abrufbar ist.



Flexibilität durch modulare Bauweise beim Gewindewirbeln.

## Modulares Schneideisen

Das zum Patent angemeldete Schneideisen für Rohrgewinde in den Größen G $\frac{3}{4}$  und G1 Zoll von HORN ist als Wechselsystem aufgebaut, bestehend aus einem Grundhalter und fünf einzelnen Schneidplatten. Bei Verschleiß tauscht man lediglich die Schneidplatten im Grundhalter aus, daher entfällt das sonst übliche Nachschleifen. Bisherige zum Rohrgewindeschneiden eingesetzten Vollhartmetallschneidringe wiegen bei der Baugröße R  $\frac{3}{4}$  Zoll etwa 275 g. Das Hartmetallgewicht der fünf Schneideinsätze dagegen nur 23 g. Dadurch ist auch ein besonders schonender Umgang mit teuren Rohstoffen realisiert. Der Grundhalter hat die gleichen Abmessungen wie die Vollhartmetallschneidringe und passt daher in die vorhandenen Aufnahmen.



Nachhaltig und benutzerfreundlich – das modulare Schneideisen in verschiedenen Größen.

Die sichere Keilklemmung der Schneidplatten sowie der in sich geschlossene Halter aus Werkzeugstahl mit hervorragenden Festigkeits- und Dämpfungseigenschaften führte bei Kunden zu beachtlichen Standmengen- und Produktivitätssteigerungen. Wenn die Standzeit erreicht ist, wechselt man nur die Schneiden beziehungsweise die Schneidplatten anstatt wie vorher das gesamte Schneideisen.

Bei Beschädigung einer oder mehrerer Schneiden können alle Teile einzeln ausgetauscht werden. Dies bewirkt eine erhebliche Kosteneinsparung. Die Bearbeitung von neuen Messingsorten mit wenig oder ohne Blei, laut EU-Richtlinie 98/83-EG, stellt höhere Anforderungen an die Werkzeugschneide. Alle bisher getesteten Sorten lassen sich mit dem modularen Schneideisen sehr gut bearbeiten.

## Fünf Fragen an Christoph Schlaginhaufen zum Thema „Wirbeln“



**Christoph Schlaginhaufen arbeitet seit über 19 Jahren bei DIHAWAG, der schweizerischen Vertretung von HORN. Er ist seit 2009 als Leiter Technik in der Geschäftsleitung.**

**Turbowirbeln und modulares Wirbeln sind die neuen Produktbezeichnungen. Was steckt dahinter und welche Vorteile bietet es dem Anwender?**

Turbowirbeln ist der Name für eine neue Technologie im Gewindewirbeln. Nachdem vor über 10 Jahren die ersten Wirbelwerkzeuge auf Basis der Wendeschneidplatten eingeführt wurden, kam es bisher zu keiner signifikanten Weiterentwicklung. Das Kundenbedürfnis nach wirtschaftlicheren Werkzeugen haben wir, die DIHAWAG und HORN, aufgenommen und dazu eine komplett neue Wirbeltechnologie entwickelt.

Turbowirbeln bedeutet für den Kunden im Detail: höhere Schnittdaten dank Schnittaufteilung. Dies führt zu einer spürbaren Zeiteinsparung. Durch optimale Schnittbedingungen erhält man höhere Standzeiten sowie bessere Oberflächen und Gratfreiheit. Unterstützt wird der Anwender durch den Online-Schnittdatenrechner, welcher die Programmierung vereinfacht. Die Stillstandzeit reduziert sich durch ein hochpräzises, modulares und einfach zu bedienendes System.

**Wann ist Wirbeln die richtige Lösung?**

Wirbeln ist grundsätzlich dann einzusetzen, wenn ein Werkstück in einer Bearbeitung ab Stange komplett bearbeitet werden muss. Das sind in der Regel Schrauben für die Medizintechnik, es können aber auch Antriebswellen oder Achsen mit speziellen Profilen, z. B. Schmiernuten, sein. Immer wichtiger wird das Wirbeln bzw. auch Glockenfräsen als prozesssichere Alternative zum Drehen bei langspanenden Werkstoffen.

**Werkzeug, Wirbelgerät oder Maschine – wo hat das Wirbeln seine technischen Grenzen?**

Das ist durchaus ein wichtiger Aspekt, denn bis dato waren es die Werkzeuge, welche die Limits gesetzt hatten. Dank dem HORN-Turbowirbeln können wir weit höhere Schnittdaten und Vorschübe fahren. Und hier sehen wir nun, dass immer öfter Maschinensteuerungen oder Wirbelapparate an ihre Grenzen geraten.

Grundsätzlich bin ich davon überzeugt, dass wir mit den neuen Hartmetall- und Beschichtungstechnologien noch weiteres Potenzial für Verbesserungen haben. Es muss aber immer im Einzelfall geprüft werden, ob es auch wirtschaftlich bleibt, da immer öfter die Gegenoperationen länger dauern und die reine Wirbelzeit keinen Einfluss auf die Gesamtbearbeitungszeit hat.

Um wirklich die technisch machbare Grenze zu erreichen, muss es eine engere Kooperation aller Beteiligten von der Maschine über den Wirbelapparat bis zum Werkzeug geben. Ideen, Konzepte und fundierte Erfahrungswerte dazu liegen aber bereits vor.

**Welche Werkstoffe werden beim Wirbeln zerspannt?**

Grundsätzlich gibt es hier keine Grenzen des Zerspanbaren. Für das Turbowirbeln wurde ein komplett neues Plattensystem entwickelt und wir passen die Werkzeuge einzeln auf die Bearbeitung und den zu zerspannenden Werkstoff an. Ich bin gespannt, welche Herausforderungen uns hierzu noch erwarten.

**Was erwarten Sie von den beiden Produkterweiterungen?**

Wir wollen mit dem Turbowirbeln die Technologieführerschaft übernehmen und neue Maßstäbe setzen. Die Faktoren Vertrauen und Wirtschaftlichkeit sind gerade in der Medizintechnik sehr zentrale Aspekte, und daher bieten wir unseren Kunden an, die Werkzeuge unter gemeinsam definierten Zielen zu testen und den Kunden so zu überzeugen.



## HORN-Turbowirbeln® – Vor- und Fertigwirbeln in einem Prozess

Der neu entwickelte Prozess des HORN-Turbowirbels optimiert das Zerspanen beim Gewindewirbeln und erhöht die Wirtschaftlichkeit. Speziell zur Bearbeitung von Gewinden mit größerem Aufmaß entwickelte HORN Schneidwerkzeuge für das Wirbeln mit neuer Schnittaufteilung.

Einzelne Schneiden arbeiten dazu als Vorschneider und zerspanen das Werkstück bis zum definierten Außendurchmesser. Bei neunschneidigen Werkzeugen wird über Schnittaufteilung die Zerspanungsarbeit so aufgeteilt, dass jede Schneide gleichmäßig belastet wird und dadurch die einzelnen Schneiden signifikant höhere Standzeiten erzielen. Die Schlichtschneiden erzeugen im optimierten Arbeitsbereich die fertigen Gewindeflanken. Unabhängig vom Werkstückaußendurchmesser entsteht durch die Kombination unterschiedlicher Schneidenprofile so ein optimales Gewinde mit reproduzierbaren Standmengen.

Das HORN-Turbowirbeln ist anwendbar bei ein- und mehrgängigen Gewinden und Profilen. Die präzisionsgeschliffenen zweischneidigen Wendeschneidplatten vom Typ S271 werden dabei individuell auf das jeweilige Gewindeprofil und den zu zerspanenden Werkstoff abgestimmt. Gespannt werden die Wendeschneidplatten in formschlüssigen sehr stabilen Plattensitzen, entweder in den neuen modularen Wirbelköpfen mit optimiertem Handling beim Plattenwechsel, oder konventionell in den Monoblock-Werkzeugen.



Beim Turbowirbeln mit dem neunschneidigen Wirbelwerkzeug von HORN zerspanen die Vorschneider-Schneiden das Werkstück bis zum definierten Außendurchmesser. Die Schlichtschneiden sorgen für geometrisch einwandfreie Gewindeflanken.

## Neuer Sechsschneider mit neuer Hochleistungsbeschichtung

Die sechsschneidige Stechplatte vom Typ 64T erweitert das HORN-Stechprogramm. Typ 64T ist präzisionsgecentert und aktuell mit Stechbreiten bis 3,29 mm und Geometrieform .00. lieferbar. Als neutrale Stechplatte ausgelegt, kann sie sowohl links als auch rechts in Quadratschafthaltern mit Innenkühlung eingesetzt werden. Die Abmessungen der Halter betragen 16 x 16, 20 x 20 oder 25 x 25 mm. Eine ausreichend dimensionierte Spannschraube fixiert die Stechplatte präzise und prozesssicher zentral im Plattensitz. Typ 64T ermöglicht Stechtiefen bis 3,5 mm bei einem Werkstückdurchmesser bis zu 65 mm. Die neue Hochleistungssorte EG55 mit deutlich gesteigerten Standzeitwerten kennzeichnet die Stechplatte als Allroundplatte zur Bearbeitung aller Stahlwerkstoffe und darüber hinaus zur Bearbeitung einer breiten Werkstoffpalette.



Im ersten Schritt werden folgende Anwendungsbereiche abgedeckt:

- Ein- und Abstechen in den Stechbreiten 1,0 und 1,5 mm
- Seegeringnuten nach DIN 471/472 in den Nutbreiten 0,57 bis 3,29 mm
- Einstechen mit Vollradiusplatten mit Radien von 0,5/0,6/0,8/1,25/1,5 mm



Die neue Stechplatte 64T.

Alles neu: neues Substrat, neue Mikrogeometrie, neue Beschichtung.

# DER NEUE SUPERMINI

## Oft kopiert, nie erreicht

Der Supermini Typ 105 von HORN erhält zur AMB 2016 neue Hochleistungsvarianten. Mit neuer Beschichtung, neuem Substrat und neuer Mikrogeometrie setzt er beim Ausdrehen von Bohrungen zwischen 0,2 mm und 6,8 mm neue Maßstäbe. HORN folgt damit dem Wunsch der Kunden, die bei steigendem Anteil von rostfreien und hochlegierten sowie bei inhomogenen Stahlqualitäten ihren Fertigungsdurchsatz beschleunigen wollen.

Bei Bohrdurchmessern zwischen 0,2 mm und 6,8 mm löst das Werkzeugsystem Supermini Typ105 mit weit über 1.500 Schneidplattenvarianten viele unterschiedliche Zerspanungsaufgaben.

Es beweist seine Stärken in einem breiten Anwendungsspektrum beim Ausdrehen, Einstechen, Fasen, Gewindedrehen, Axialeinstechen, Ausspindeln, Plandrehen und Nutstoßen kleiner und kleinster Durchmesser. Das bisherige Einsatzspektrum, das Bearbeiten von Stählen, Guss, NE-Metallen, exotischen Werkstoffen mit hoher Härte sowie das Bearbeiten von Klein- und Kleinstteilen mit spezieller Mikrogeometrie, wird nun ergänzt durch Hochleistungsvarianten zur Beschleunigung der Bearbeitung von anspruchsvollen Stahlqualitäten wie rostfrei, hochlegiert oder schwankend inhomogen.

### Hochhomogenes zähes Substrat

Um bei dem hochentwickelten System 105 weitere Leistungssteigerungen zu erzielen, musste nacheinander in logischer Reihenfolge an mehreren Stellschrauben gedreht werden: Am Substrat, der Mikrogeometrie und der Beschichtung. In den ersten Testreihen änderte man nur das Substrat, alle anderen Parameter blieben unverändert. Im Optimierungsprozess erzielte man nur durch Änderung des Substrats bereits Leistungssteigerungen zwischen 20 und 40 Prozent. Allerdings erwies sich das Herstellen eines hochhomogenen Substrats als sehr anspruchsvoll aufgrund der engen Führung der schmalen Prozessfenster.



Supermini ganz groß bei der Bohrungsbearbeitung.

## Höhere Schnittigkeit bei geringerem Schnittdruck

Des Weiteren erforschte man den Zusammenhang von Mikrogeometrie und Beschichtung in Bezug auf Schichthaftung und Eigenspannung. In den Tests zeigte sich eine höhere Schneidkantenbelastung durch geänderte Mikrogeometrie, die aber durch das zähere Substrat aufgefangen werden konnte. Die schärfere Schneidengeometrie sorgte für höhere Schnittigkeit bei verringertem Schnittdruck – allerdings mit höherer Belastung der direkten Schneidkante.

## Sehr dichte Beschichtung

Um dieser höheren Belastung zu begegnen, entwickelten die Beschichtungsspezialisten bei HORN, aufbauend auf einer speziellen Substratvorbereitung, ein abgestimmtes Schichtsystem für die Kombination aus neuem zähem Substrat und schnittiger Schneidkante. Sie entwickelten eine komplett neue Technologie zur Abscheidung einer dichteren Schicht mit einem homogenen Schichtaufbau. Diese glattere neue Schicht verbesserte die Gleiteigenschaften erheblich. Weniger Reibung erzeugt weniger Wärmeeintrag ins Werkzeug und damit weniger Wärmestress an der direkten Schneidkante. Als Schichtabschluss sorgt eine goldene Verschleißschicht der besseren Verschleißerkennung. Dieser aufwendige Optimierungsprozess verdeutlichte eindrucksvoll den Zusammenhang zwischen der Schichthaftung auf dem Substrat, dem Schichtaufbau und den Eigenspannungen. Wobei die Haftung der ersten Schicht durch Verklammerung mit dem Substrat entscheidend ist für ein ausgewogenes Verhältnis von Schichthaftung zu Eigenspannung.

## Deutliche Standzeiterhöhung

Ausgiebige Versuchsreihen mit Vergleichen zu bisherigen Substraten und Beschichtungen zeigten eine deutliche Standzeiterhöhung auf das Mehrfache. Mit dieser Sicherheit im Hintergrund stellte man den „Hochleistungs-Supermini“ Kunden zu Testzwecken zur Verfügung. Die dokumentierten Ergebnisse von Kundenversuchen zeigen, dass die neue Sorte EG35 den bisherigen Sorten mit Abstand überlegen ist: Beim Werkstoff Co28Cr6Mo0,2C mit 1.000 N/mm<sup>2</sup> erhöhte sich die Standzeit um 60 Prozent. Beim Werkstoff 11SMN30+C stieg die Standzeit auf über 100 Prozent und beim Werkstoff 40CrMoV13-9 sogar noch deutlicher.

## Startschuss auf der AMB in Stuttgart

Ab der AMB 2016 steht der neue Supermini in der Ausdrehversion als Hochleistungsvariante mit neuem Substrat, neuer Mikrogeometrie und neuer Beschichtung. Dieser neue Typ 105 zeichnet sich durch eine neue TiAlN-Beschichtung mit goldfarbenem Toplayer zur Verschleißerkennung, herausragender Härte, extrem dichtem Schichtaufbau und hervorragender Schichthaftung aus. Inhouse-Beschichtung ermöglicht kurze Lieferzeiten und sogar „GreenLine“-Abwicklung. Verfügbar ist der Supermini als Standardprodukt in den Durchmesservarianten von 0,2 mm bis 6 mm in Längen von 5 x D bei 0,2 mm Durchmesser, bis 35 mm bei 6 mm Durchmesser. Wie alle anderen Supermini-Varianten passen auch die Hochleistungsschneidplatten mit rechter oder linker Ausführung in das bewährte Haltersystem mit und ohne Innenkühlung.

Der Supermini gehört zu den Kernprodukten und zur Kernkompetenz von HORN.



## Trochoidal produktiver

Der enorme Kostendruck zwingt die Hersteller, konventionelle Bearbeitungsstrategien, insbesondere das Schruppen von schwer zerspanbaren Materialien, zu überdenken. Das ProfitMilling, wie die zusammen mit HORN entwickelte trochoidale Bearbeitungsweise des Softwareanbieters DP Technology genannt wird, zeigt dabei neue Wege beim Schruppfräsen.

Begonnen hat die Thematik vor etwa drei Jahren durch Kontakt zwischen HORN und Esprit. Esprit ist die CAM-Software, die DP Technology anbietet. Das trochoidale Fräsen, ursprünglich entwickelt für die Bearbeitung schwer zerspanbarer Materialien, kann aber auch bei anderen Werkstoffen, wie zum Beispiel bei Gehäusedeckeln aus Aluminium, genutzt werden. Diese Strategie erlaubt eine Schruppbearbeitung, die intelligentere und effizientere Werkzeugwege erstellt. Sie entfernt mehr Material in kürzerer Zeit ohne jeglichen Qualitätsverlust. Trochoidales Fräsen erzielt Zeiteinsparungen bis zu 75 Prozent und erhöht die Werkzeugstandzeit erheblich. Die ProfitMilling-Strategie kombiniert Eingriffswinkel, Zerspanungsvolumen, seitlichen Schnittdruck und Maschinenbeschleunigung zu einer fortschrittlichen Technologie für ein optimales Ergebnis.



**Vorteile des trochoidalen Fräsen gegenüber traditionellem Taschenfräsen durch:**

- › reduzieren der Zykluszeit um bis zu 75 Prozent
- › erhöhen der Werkzeugstandzeit um bis zu 500 Prozent
- › verkürzte Programmierzeit
- › weniger Energieverbrauch aufgrund kürzerer Maschinenzykluszeit
- › Produktivitätsverbesserung auch für Maschinen mit geringer bis mittlerer Spindelleistung
- › verfügbar für 2/2,5/3/4/5-Achsen-Schruppbearbeitungen
- › größere Tiefenzustellung bei gleichzeitig erhöhtem Vorschub
- › dynamische Vorschubgeschwindigkeit



Bei der trochoidalen Bearbeitung im Beispiel wird ein Alublock mit 20 mm Eingriffstiefe zerspannt.



Das fertige Gehäusebauteil wird zum Großteil trochoidal geschruppt.

Statt nur einen Bearbeitungsparameter zu kontrollieren, überwacht das Verfahren verschiedene wichtige Schnitt- und Maschineneigenschaften. Der Werkzeugweg errechnet sich aus Zerspanungsvolumen und seitlichem Schnittdruck, hält aber den Werkzeugeingriffswinkel und den Materialabtrag in einer definierten Bandbreite. Die Vorschubgeschwindigkeit passt sich dynamisch an den Werkzeugweg an und wird entsprechend der Maschinenfähigkeiten optimiert. Dadurch entstehen niedrigere Temperaturen, die vielfach auch Minimalmengenschmierung oder auch Trockenbearbeitung ermöglichen.

ProfitMilling erzeugt gleichmäßige Werkzeugwege. Das beinhaltet ebenso gleichmäßige Übergänge und Zustellungen. Besonderheiten sind ein konstanter Werkzeugeingriffswinkel und eine hohe Prozesssicherheit. Zudem ist die gesamte Werkzeugschneide nutzbar, woraus sich höhere Werkzeugstandzeiten ergeben.

## DR small, kleinstes modulares Schnellwechsel-Reibsystem



Hochgenaues Reiben in Systemgröße 7,600 mm bis 13,100 mm.

Mit dem System DR small führt HORN das weltweit kleinste patentierte Schnellwechsel-Reibsystem im Programm. Die Durchmesserbereiche der vier Systemgrößen reichen von 7,600 mm bis 13,100 mm.

Es ermöglicht schnelles und unkompliziertes Wechseln der Reibschneiden in der Maschine mit höchster Wiederholgenauigkeit. Die hohe Flexibilität bei Schneidstoffen, Schneiden- und Schaftsystemen deckt ein breites Anwendungsfeld ab. DR small reduziert die Kosten pro Bohrung wesentlich, steigert die Produktivität und verringert den Logistikaufwand dank Wechselsystem durch Wegfall von Nachschleifaufwand. Die hochpräzise Trennstelle zwischen Schaft und Wechselkopf ist geprägt von Nuten und Federn mit einem Ausgleich von Überbestimmung. Sie ermöglicht hohe Kraftübertragung mit einer Wechselpräzision von unter 5 µm. Das Fixieren der Wechselschneiden erfolgt über eine zentrale Spanschraube. Schäfte in Stahl- oder Hartmetallausführung sind in den Versionen für Durchgangsbohrungen oder Sacklöcher verfügbar. Sie unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Art der inneren Kühlmittelzufuhr. DR small, das revolutionäre System zum Reiben kleiner Durchmesser, ist somit die wirtschaftlichste Alternative zu VHM-Reibahlen.

## Tangentialfrässystem 406 und 409

**Optimale Systemlösung für leistungsstarkes Fräsen: Das patentierte, sehr erfolgreiche tangentiale HORN-Fräsprogramm der Systeme 406 und 409 wird in den Bereichen Plan-, Eck-, Einschraub- und Schaftfräser umfassend ergänzt.**

Die Plan- und Eckfräser werden in gängigen Abmessungen von Durchmesser 40 mm bis Durchmesser 250 mm in weiter und enger Zahnteilung verfügbar sein und bieten maximale



Breit aufgestellt: Die HORN-Tangentialfrässysteme 406 und 409.

Leistungsfähigkeit für die hohen Anforderungen an Maschine und Werkstück. Ergänzend zu den bisherigen Einschraub- und Schaftfräsern des Systems 406 werden, speziell für angetriebene Werkzeuge entwickelte Lösungen, Abmessungen von Durchmesser 16 mm bis Durchmesser 40 mm verfügbar sein. Dies bietet umfangreiche, effiziente Möglichkeiten zur Erfüllung der herausfordernden Zerspanungsaufgaben.

Alle Trägerwerkzeuge besitzen eine innere Kühlmittelzufuhr für ein Optimum an Kühlung und Späneabtransport.

Die Wendeschneidplatte aus der Hartmetallsorte AS4B, einem zähen Grundsubstrat, ist TiAlN-beschichtet und findet in den Zerspanhauptgruppen P, M, K vielseitige Anwendungen.

Positive Span- und Axialwinkel ermöglichen einen weichen Schnitt und wirken sich sehr vorteilhaft auf Laufruhe und Leistungsbedarf der Maschine aus.

Prozesssicherheit bei einem breiten Anwendungsspektrum, maximale Leistungsfähigkeit und wirtschaftlichen Nutzen werden durch den Einsatz dieser Systemschneiden gewährleistet.



Boehlerit-Fräser ergänzen künftig das HORN-Programm.

# STÄRKEN GEBÜNDELT

## Vertriebskooperation von HORN und Boehlerit

Auf der AMB 2016 in Stuttgart, nach der EMO die wichtigste Messe in Europa für Metallbearbeitung, präsentiert HORN eine strategische Neuheit. Die zwei unabhängigen Hartmetall- und Werkzeughersteller – HORN in Tübingen und Boehlerit in Kapfenberg in der Steiermark (Österreich) – gehen eine gemeinsame Vertriebskooperation im Bereich ISO-Drehen und Fräsen ein. In Deutschland, Frankreich, Großbritannien, USA und China übernimmt die Firma HORN den Vertrieb von ISO Dreh- sowie Fräswerkzeugen unter der Marke Boehlerit.

Ziel dieser Vertriebskooperation ist es, sowohl die Produk- als auch die Vertriebssynergien von zwei mittelständischen Unternehmen zu bündeln und als familiengeführte Unternehmen gemeinsam in gezielten Märkten zu wachsen. Für HORN ist das Boehlerit ISO-Drehprogramm eine ideale Produktergänzung zum eigenen weltweit führenden Stechprogramm. Ebenso bereichert HORN mit dem neuen Boehlerit-Fräsprogramm sein leistungsstarkes eigenes Produktportfolio um eine breite Palette leistungsstarker und produktiver Fräswerkzeuge. HORN erweitert somit seine führende Werkzeugposition bei technisch anspruchsvollen Anwendungen, auch auf die allgemeine Zerspaltung.

Für Boehlerit ist diese Vertriebskooperation ein erfolgreicher Türöffner zu den definierten Märkten. Im Übrigen besteht schon seit Jahren eine Vertriebskooperation in Brasilien, wo Boehlerit

den Vertrieb von HORN-Werkzeugen übernommen und erfolgreich ausgebaut hat.

Mit der vereinbarten Vertriebskooperation folgt HORN den Wünschen seiner Kunden, die immer wieder ein breiteres Programm angefragt und angemahnt haben. Bei Ausrüstungen aus einer Hand musste HORN zur Abdeckung eines breiten Werkzeugspektrums bisher immer mit anderen Partnern zusammenarbeiten – nicht immer zur eigenen Zufriedenheit. Denn Kompromisse sind nicht die Maxime von HORN. HORN strebt immer die beste Lösung für seine Kunden an. Und die leistungsstarken Hartmetallwerkzeuge von Boehlerit gehören zu dem Konzept „beste Lösungen“. Denn Boehlerit nutzt die Entwicklungspotenziale, die ihm sein Nachbar Böhler Edelstahl in Kapfenberg bietet: Das Hartmetalllabor von Boehlerit und das Stahllabor von Böhler, dem Weltmarktführer bei Edelstählen, arbeiten bei dem Thema „wirtschaftliches Zerspaltung hochfester und anspruchsvoller Stahlqualitäten“ engstens zusammen. Die Ergänzung der Werkzeugsysteme von HORN und Boehlerit führt zu keiner Überlappung, weder bei den Produkten, noch im vereinbarten geografischen Vertriebsbereich. Die Investitionen der letzten Jahre in deutlich erweiterte Außendienstkapazitäten machen sich für HORN jetzt auch in dieser Hinsicht bezahlt: An kompetenter Beratungsleistung für das neue umfassende Produktprogramm wird es nicht mangeln.

## Universelle Stahlzerspanung

### Das ISO-Drehprogramm von Boehlerit

Neben Hartmetall und Beschichtung tragen die im „Spankanal“ bei Boehlerit neu entwickelten Geometrien maßgeblich zur verbesserten Wirtschaftlichkeit bei. Mittels Highspeedkamera wurde für jede Drehanwendung der Spanbruch genau analysiert und so der bestmögliche Spanfluss entwickelt. Das Ergebnis sind optimale Drehgeometrien für die Bearbeitung von Stahl bis hin zu Problemlösern für besondere Stahlqualitäten und Superlegierungen. Ein neues härteres Gradientenhartmetall sorgt für hohe Bearbeitungssicherheit und eine wesentlich verschleißfestere MT-CVD-Hartstoffschicht garantiert höhere Schnittgeschwindigkeiten. Dies wird vor allem durch die Steigerung des Anteils der Schicht TiCN erreicht. Die patentierte Nanolock TiCN Anbindungsschicht verbindet sicher die wesentlich härtere und besser isolierende Alpha-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Schicht (HV2700) und steigert die Standzeit um 60 Prozent bei hoher Universalität in der Stahlbearbeitung.

Die neue Wendeschneidplatten-Drehsorte LCM20T ermöglicht Schnittgeschwindigkeiten von über 200 m/min beim Drehen von rostfreien Stählen. Das sichere, warmfeste Hartmetall der neuen Drehsorte zeigt eine hohe Stabilität gegen plastische Verformung, ebenso die Titansorte BCS20T. Die umfanggeschliffene CNGG 120408-BCU der Steeltec Sorten LCP15T und LCP25T bieten hohe Bearbeitungssicherheit in einem extrem breiten Stahlwerkstoffspektrum und ebenso die Supertec Sorte LC415Z, die sich bestens bewährt bei Superlegierungen und rostfreiem Stahl.

## Das Fräsprogramm von Boehlerit

Basis für das Fräsprogramm von Boehlerit auf High-End-Level sind 8 innovative Werkzeugsysteme. Dazu gehören unter anderem auch 2 multifunktionale Werkzeugsysteme, die mit einem Grundkörper zwei Bearbeitungen ermöglichen und damit Trägerkörper sowie Lagerkosten einsparen. Darüber hinaus reicht die Palette über hoch wirtschaftliche High-Feed-Werkzeuge bis zu Planfräsern mit Wendeschneidplatten, welche 16 Schneidkanten in Drehrichtung als technisches Merkmal besitzen. Insgesamt 12 neue Fräsorten decken die vielen Fräsaufgaben beim Plan- oder Eckfräsen in allen aktuellen Werkstoffen ideal ab. Sie paaren Bearbeitungssicherheit mit Wirtschaftlichkeit. Ein besonderes Augenmerk im neuen Fräsprogramm gilt der patentierten, neuartigen TERAspeed 2.0 AlTiN Schicht. Aufgrund des hohen Aluminiumgehalts dieser Schicht und ihrer neuartigen Nanostruktur konnten erstmals so gegenläufige Eigenschaften wie eine hohe Zähigkeit mit gleichzeitiger extremer Schichtstärke und Verschleißbeständigkeit kombiniert werden. Eine weitere innovative Hartstoffschicht, speziell beim Fräsen, ist die dicke PVD AlTiN Goldlox Schicht; ihre hohe Verschleißbeständigkeit bei hohen Temperaturen erhöht die Standzeit bei unterschiedlichen Stählen erheblich. Verschleißfeste und zähe Sorten mit herausragenden Stärken im Bereich Rostfrei und bei Superlegierungen sind weitere positive Eigenschaften.

Übrigens: Boehlerit produziert seine Hartmetalle ausschließlich mit konfliktfreien Rohstoffen.

Boehlerit-ISO-Platten erweitern die Stechprodukte von HORN.



# HORN-TITANFRÄSER

## Ein umfangreiches Werkzeugprogramm

**Titan spanend zu bearbeiten ist nicht unproblematisch. Seine geringe Wärmeleitfähigkeit verhindert effektive Wärmeabfuhr. Zerspanungswärme konzentriert sich auf der Schnittkante und auf der Werkzeugoberfläche. Der Span muss also schnell aus der Bearbeitungszone entfernt werden. Titanspäne sind schlecht zu formen, gleich nach der Schneide springen sie beim Erkalten wieder auf. Ein weiteres Problem erzeugt die Duktilität von Titan. Unter dem Schnittdruck weicht Titan zurück und drückt und reibt an der Freifläche. Darüber hinaus neigt Titan zum Verkleben und Schmieren. Spezielle Bearbeitungslösungen sind also gefragt.**

Titan besitzt hohe mechanische Festigkeit und ist ein guter Leiter, allerdings nicht für Wärme. Es verfügt auch über eine geringe thermische Ausdehnung. Seine Festigkeitseigenschaften erreichen die von vergüteten Stählen und behalten diese bis in Temperaturbereiche von zirka 200 – 635 °C bei. Je nach Legierung beträgt die Zugfestigkeit zwischen 300 und 1.150 N/mm<sup>2</sup>. Mit einem spezifischen Gewicht von 4,51 g/cm<sup>3</sup> ist Titan jedoch fast um die Hälfte leichter als Stahl. Seine Schmelztemperatur von 1.660 °C liegt über der von Stahl. Die Korrosionsbeständigkeit von Titan ist außerordentlich hoch, insbesondere gegenüber Chlorid-

lösungen, Seewasser und organischen Säuren. Titan und seine Legierungen werden wegen ihren besonderen Eigenschaften in vielen Bereichen verwendet, dazu gehören: Luft- und Raumfahrt, die Verkehrs-, Medizin- und Energietechnik, der Rennsport, die chemische Industrie und die Schmuckindustrie.

## Besondere Werkzeuglösungen

Zur Bearbeitung von Titanwerkstoffen wie Ti6Al4V hat HORN eine überzeugende Palette von speziellen Werkzeugen entwickelt, die mit scharfen Schneiden, positivem Spanwinkel, großem Freiwinkel und polierten Schneiden den wichtigsten Problemen der Titanbearbeitung entgegenwirken. Speziell zur Titanbearbeitung in der Luft- und Raumfahrt und für die Medizintechnik entwickelte HORN für seine VHM-Fräser die Schneidstoffsorte TSTK mit guten tribologischen Eigenschaften, hoher Temperaturbeständigkeit und geringer Wärmeeinleitung ins Substrat – ein Hitzeschild sozusagen. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt, der bei der Entwicklung der VHM-Schafffräser zu berücksichtigen



Umfangreich aufgestellt für die Titanbearbeitung.

war: Die Schafffräser erhielten unterschiedliche Drallwinkel und unterschiedliche Teilung. Das führt zu weichem ruhigem Schnitt und vermeidet Vibrationen. Eine ausreichende KSS-Menge ist bei der Titanbearbeitung Voraussetzung. Das Titan-Programm von HORN umfasst eine komplett neue Fräserlinie von VHM-Fräsern mit Durchmessern von 2 mm bis 20 mm als Vier- und Fünfschneider in den Ausführungen mit 2 x D und 3 x D.

## Strukturbauteile für Aerospace

Inzwischen erreicht der Gewichtsanteil von Strukturbauteilen aus Titan und Titanlegierungen im Flugzeugbau mit 15 bis 20 Prozent das Doppelte der letzten Flugzeuggeneration. Etwa 80 Prozent der Titananwendungen können dem Bereich Luft- und Raumfahrt zugeordnet werden. Titanbauteile geben dem Rumpf die Struktur, ebenso dem Flügelprofil. Sie sind verbaut im Leitwerk, im Fahrgestell, in den Brems- und Landeklappen, in Türrahmen, Querträgern und Sitzen. Diese Strukturbauteile werden mit einer Zerspanungsrate von teilweise über 95 Prozent der Rohteile – oft sind es Schmiederohlinge – bearbeitet. Durch den Schmiedevorgang entstehen Eigenspannungen im Bauteil. Während der Fräsbearbeitung dieser Strukturbauteile wird durch die hohe Zerspanungsrate der Eigenspannungszustand maßgeblich verändert, sodass sich das lange und schlanke Bauteil verformt. Nach dem Lösen der Werkstücke vom Spanntisch können Verzüge bis zu einigen Millimetern entstehen. Die Probleme bei der Bearbeitung und die steigende Menge an Titanbauteilen sind dabei nur die eine Seite; die andere ist die Einführung moderner Legierungen. Neben der klassischen Flugzeugbaulegierung Ti6Al4V gewinnt das neue Material Ti5553 (Ti5Al5V5Mo3Cr) mit einer Festigkeit von 1.400 N/mm<sup>2</sup> und noch höheren Anforderungen an die Bearbeitung an Bedeutung.



Neue Fräser für Hightech-Zerspanung im Bereich Aerospace.

## Die gesamte Prozesskette muss stimmen

Für eine erfolgreiche Titanbearbeitung muss die komplette Prozesskette stimmen. Das beginnt mit der richtigen Werkzeugauswahl in Bezug auf Substrat, Geometrie und Beschichtung, bis hin zu Werkzeugaufnahmen mit präzisiertem Formschluss, hoher Rundlaufgenauigkeit und hohem Dämpfungsvermögen. Von der Maschinenseite seien für eine hohe Zerspanungsleistung drehmomentstarke Werkzeugspindeln und moderne, dynamische Fünf-Achs-Bearbeitungszentren gefragt.

## Weitere Werkstoffe für Aerospace

Aber nicht nur für die Titanbauteile im Aerospace-Bereich, auch für Bauteile aus Aluminium und CFK bietet HORN überzeugende

Werkzeuflösungen. Für Titan eignen sich bei großen Strukturteilen die Hochvorschubfräser des Systems DAH 25, 37 und 62. Mittels Plan- und Helixinterpolation sind sie bestens geeignet zum Taschenfräsen. Bei geschmiedeten Titanelementen bewähren sich die Aufsteckfräser des Systems DAH, die auch bestens geeignet sind andere Aerospace-Werkstoffe wie Hastelloy, Inconel oder Astroloy zu bearbeiten. Zum Fräsen hochfester Stähle bietet HORN ein umfangreiches Programm an VHM-Fräsern des Systems DS. Für die Aluminiumteile enthält das HORN-Alu-Programm eine Fülle spezieller VHM- und Wendepaltenfräser. Zum Bearbeiten von großen und kleinen CFK-Bauteilen eignen sich CVD-D- oder PKD-bestückte VHM-Fräser. Nicht selten erhält man das beste Ergebnis durch Sonderwerkzeuge. Vor allem hier kommt der Dialog zwischen HORN-Außendienst und dem Kunden zu tragen.



Stabilität, Laufruhe und hohe Schnitttiefen bei der Schwerzerspannung durch Tangentialfräsen.

# TANGENTIALE SCHWERARBEITER

## Höher, schneller, weiter

Die immer schärferen Zeit- und Kostenbetrachtungen, auch beim Fräsen, erfordern Verfahren mit höherer Effizienz: Höhere Schnittgeschwindigkeiten, höhere Vorschübe, größere Spandicken, kürzere Taktzeiten, höhere Standmengen – zusammengefasst: geringe Stückkosten. Ein Verfahren, das eigentlich schon lange beim Fräsen zum Einsatz kommt, schickt sich an, bei der Volumenerspannung das herkömmliche Fräsen mit radial angeordneten Schneiden am Markt zu überrunden, das Tangentialfräsen.

Tangentiale Frässysteme entwickelten sich in den letzten Jahren zu den Schwerarbeitern in der Zerspanung. Die Schnittkräfte wirken beim tangentialen Fräsen in Richtung der größten Stabilität der Schneide. Durch die großen möglichen Zustellungen erzielt dieses Verfahren beachtliche Zeitspannvolumen und hohe Produktivität bei guten Oberflächen. Anders als beim Fräsen mit radial angeordneten Schneiden sind die Tangential-



Auszug aus dem Tangentialfrässystem 409.



Die Fräser sind mit rhombischen, tangential verschraubten Wendeschneidplatten bestückt.



Schaftfräser 406 für Schnitttiefen bis 6,3 mm.

schneidkörper am Umfang angeordnet. Durch diese tangentielle Bauweise weist der Fräsergrundkörper im Vergleich zu radialen Varianten einen wesentlich größeren wirksamen Querschnitt auf. Diese Eigenschaft sorgt für zusätzliches Potenzial hinsichtlich Stabilität und Laufruhe gerade bei der Schwerzerspannung mit hohen Schnitttiefen. Eine hohe Anzahl an effektiven Schneiden ergibt eine gute Schnittkraftaufteilung. Günstige Verhältnisse von Auflage und Einspannkraft sowie die hohe Stabilität der massiven Schneiden ermöglichen hohe Schnittgeschwindigkeiten und große Spandicken bei hohen Standmengen. Vorteile, die in ganzheitlicher Kostenbetrachtung die preislichen Vorteile universeller Schneidplattentypen wie DIN/ISO-Wendeschneidplatten mit ihren bis zu acht oder sogar zehn Schneidkanten übertreffen.

## 60 Prozent höhere Standzeit

Das patentierte Tangentialfrässystem 409/406 von HORN überzeugt durch seine Wendeschneidplatten in rhombischer Form. Schaftfräser mit Schneidkreisdurchmessern von 32 mm und 40 mm sowie Aufsteckfräser mit Schneidkreisdurchmessern von 40 mm, 50 mm, 63 mm und 80 mm sind mit dem Schneidplattentyp 409 bestückt. 45°-Planfräser,

60°-Fräser, Messerköpfe sowie Walzenstirnfräser und Scheibenfräser ergänzen das System. Die präzisionsgeschliffenen rhombischen Wendeschneidplatten erzielen hohe Genauigkeiten bei sehr guten Oberflächengüten. Ein positiver Spanwinkel und ein positiver Axialwinkel sorgen für einen weichen Schnitt. Die Nebenschneide mit integrierter Schleppfase erzeugt optimale Planoberflächen. Eine zusätzliche Freiflächenfase sorgt für einen stabilen Keilwinkel und einen besonders ruhigen Fräsprozess. Die Fräser mit einem Eckenradius von  $r = 0,8$  mm erzielen Schnitttiefen bis  $a_p = 9,3$  mm und sind zum Fräsen von 90°-Schultern geeignet. Die Wendeschneidplatten aus der neuen Hartmetallsorte AS4B, einem zähen Grundsubstrat, beschichtet mit TiAlN, erzielen hohe Standzeiten sowohl beim Schruppen als auch beim Schlichten. Unterstützt wird dies durch eine effektive Innenkühlung durch den Halter mit KSS-Austritt in Richtung Wirkstelle der Schneiden.

Eine über Spanformsimulation entwickelte Schneidengeometrie ermöglicht einen optimalen Spanablauf, zusätzlich angebrachte „Vorsprünge“ am Schneidplattenumfang ergeben einen verbesserten Freiwinkel der einzelnen Nebenschneiden und zudem einen zusätzlichen planseitigen Schutz der dadurch zurückversetzten Hauptschneide. Der speziell oberflächenbehandelte Fräsergrundkörper ist mit seiner hohen Härte und Festigkeit langzeitgeschützt gegen den abrasiven Angriff der Späne. In vergütetem 42CrMo4 erzielte ein Tangentialfräser vom Typ 409 mit rhombischen Wendeschneidplatten eine um 60 Prozent höhere Standzeit als vergleichbare Werkzeuge auf dem Markt. Das erfolgreiche Frässystem Typ 409 mit präzisionsgeschliffenen Wendeschneidplatten wurde jetzt um direktgepresste und präzisionsgesinterte Wendeschneidplatten ergänzt. Sie besitzen wie die präzisionsgeschliffenen Schneidplatten die gleiche rhombische Form und sind in allen 90°-Eckfräsern und 45°-Planfräsern des Systems 409 sowie in allen Walzenstirnfräsern verwendbar.

## Richtiges Zusammenspiel

Die sechs Fräserarten des Systems M409 in etlichen Durchmesservarianten werden einheitlich mit einem Wendeschneidplattentyp R409 bestückt. Lediglich der Scheibenfräser benötigt zusätzlich die linke Ausführung L409. Für geringere Aufmaße empfiehlt sich das kleiner dimensionierte System M406 mit ebenfalls hohen Zeitspanvolumen. Weil das System M409/406 in der Volumenerspannung und der Großserie hohe Kosteneffizienz bietet, werden natürlich auch Sonderlösungen einbezogen. Diese bedürfen aber einer detaillierten Betrachtung hinsichtlich des Zusammenspiels von Werkstück, Werkstückspannung, Werkstoff, Drehzahl und Vorschub unter Berücksichtigung der maschinenseitigen Spindelleistung.

Der Tangentialfräser 409 im spanenden Einsatz.

# LEICHTSCHNEIDEND UND LEISTUNGSSTARK

Die Armbruster GmbH in Steinach im Kinzigtal fertigt eine große Vielfalt an Präzisionsteilen: medizinische Instrumentarien und Implantate sowie Komponenten für die Messtechnik und die Luft- und Raumfahrt. Komplexe Produkte eben, wer auf sie angewiesen ist, braucht einen Partner, auf den man sich verlassen kann. Das Gleiche gilt ebenso für den Hersteller selbst. Für ihn ist HORN ein wichtiger Werkzeug-Partner.

Vor erst 20 Jahren gegründet, weist das Unternehmen Armbruster mit heute 65 Vollbeschäftigten und 20 Teilzeitkräften ein beachtliches Wachstum vor. Jedes Jahr wurden größere Summen in neue leistungsfähige Maschinen und Gebäude investiert. Mehrere Standortwechsel wegen ständig neuem Platzbedarf führten zu dem jetzigen Industriegebäude mit genügend Expansionsflächen. Der Maschinenpark ist bestechend modern, leistungsfähig und spiegelt die hohe Wertschöpfung im eigenen Haus sowie die Präzision der gefertigten Produkte wider. Er beinhaltet alle Bearbeitungstechnologien, die bei Armbruster benötigt werden. Die Werkstoffpalette mit 80 hochwertigen Materialsorten, darunter viele hochlegierte Edelstahlsorten, mehrere Sorten Titan, 24 Sorten Kunststoff und Verbundwerkstoffe, von CFK bis faserverstärktem PEEK, spricht für sich.



Gehäuse aus X155CrVMo 12-1, auch der äußerst zähe und abrasive Werkstoff kann mit flacher Aufspannung problemlos an fünf Seiten bearbeitet werden.

## Schwerpunkt Medizintechnik

Schwerpunkt, mit einem Anteil von 60 bis 70 Prozent, sind Produkte und Teile für die Medizintechnik. Tobias Armbruster, der zusammen mit seinem Bruder Florian das Unternehmen als Geschäftsführer leitet, ist stolz auf seine außergewöhnliche Produktpalette. „Wir fertigen chirurgische Instrumentarien zur Behandlung von Knochenbrüchen, Hilfsmittel für Implantationen von Kniegelenken, Hüften, Schultern und Wirbelsäulen, dazu die Implantate selbst, für Knie, Hüfte, Schulter und Wirbelsäule. Eine anspruchsvolle Produktpalette, wie sie sehen. Nicht weniger aufwendig und präzise sind aber auch die Vorgaben für spezielle Industrieprodukte, Komponenten für die Messtechnik und die Luft- und Raumfahrt.“ Die Losgrößen bewegen sich zwischen 1 und 2.000, gängig sind Losgrößen von 100 bis 500 Stück. Etwa 5.000 ständig wiederkehrende Teile zeigt die Auftragsstatistik.

### „Wir brauchen leichtschneidende Fräser“

„Wir arbeiten mit hohem Automatisierungsgrad und äußerst flexibel“, so der Zerspanungstechnologe Hubert Griesbaum, „mit Nachtschicht und auch am Wochenende. Allein in den letzten sechs Wochen haben wir auf unseren Integrex Maschinen 180 verschiedene Teile durchgeschleust.“ Fünf-Seiten-Bearbeitung zieht sich durch die gesamte Fertigungspalette. „Wir haben dazu schon vor 20 Jahren eigens ein spezielles und sicheres Spann-

system entwickelt, das mit geringster Spannhöhe auskommt“, so Griesbaum. „Aber wir benötigen deswegen bei Teilen mit hoher Bauhöhe und großem Kippmoment besonders leicht schneidende Fräser. Ich kann ihnen das an zwei Industrieteilen, einem Gehäuse und an einem Halter demonstrieren.“ Das erste Teil, das Gehäuse aus der zähen Stahlsorte X155CrVMo 12-1, ist äußerst schwierig zu zerspanen und der Zerspanungsklasse 2 zuzuordnen (1 = schlecht/10 = gut). Das heißt, der Werkstoff ist extrem abrasiv und Freiflächen verschleißend. Auch hatten wir wegen den hohen Zerspanungskräften und der eigentlich filigranen Aufspannung immer wieder Probleme. Das zweite Teil, der Halter aus dem Werkstoff 90MnCrV8, ist mit seiner Zerspanungsklasse 5 weniger verschleißend, aber wegen seiner großen Bauhöhe und der flachen Einspannung mit großem Kippmoment schwierig zu bearbeiten.

### „Schrupzeit halbiert, Standzeit verdreifacht“

Hubert Griesbaum: „Wir haben viele Versuche gemacht und haben jetzt für das Schrumpfen den Fräser unserer Wahl gefunden: Einen Fräser von HORN, Typ 409 mit 50 mm Durchmesser und mit sieben Schneiden bestückt. Dieser leichtschneidende Tangentialfräser erzeugt mit seinen geringen Schnittkräften nur wenig Kippmoment auf das Werkstück. Gleichzeitig konnten wir die Schrumpzeit bei 2,5- bis 3-facher Standzeit der Fräuserschneiden halbieren. Eine erhebliche Zeit- und Kosteneinsparung.“

Und er fährt fort: „Da wir in der Regel nur kleine Stückzahlen fertigen, haben wir wenig Erfahrung mit sicheren Schnittwerten für jedes einzelne Teil. Und da die Spannsituation überall gleich ist, fahren wir in den jeweiligen Werkstoffgruppen mit den gleichen Schnittwerten. Wir konnten damit unsere Prozesssicherheit erheblich anheben.“

## Die Vorteile des HORN Typ 409

Karl Schonhardt, der zuständige Außendienstmitarbeiter bei HORN, erklärt die Vorzüge des Tangentialfrässystems Typ 409 gern und ausführlich: „Das patentierte Tangentialfräsystem M409 von HORN überzeugt durch seine Wendeschneidplatten in rhombischer Form. Die präzisionsgeschliffenen rhombischen Wendeschneidplatten erzielen höchste Genauigkeiten bei besten Oberflächengüten. Positiver Spanwinkel und positiver

Axialwinkel sorgen für weichen Schnitt, die Nebenschneide mit integrierter Schleppfase erzeugt beste Planoberflächen. Eine zusätzliche Freiflächenfase sorgt für einen stabilen Keilwinkel und einen besonders ruhigen Fräsprozess. Die Fräser mit einem Eckenradius von  $r = 0,4 \text{ mm}$ ,  $0,8 \text{ mm}$  oder  $1,2 \text{ mm}$  erzielen Schnitttiefen bis  $a_p = 9,3 \text{ mm}$  und sind zum Fräsen von  $45^\circ$ -,  $60^\circ$ - und  $90^\circ$ -Schultern geeignet. Die Wendeschneidplatten aus der Hartmetallsorte AS4B, einem zähen Grundsubstrat, beschichtet mit TiAlN, erzielen hohe Standzeiten sowohl beim Schruppen als auch beim Schlichten. Unterstützt wird dies durch eine effektive Innenkühlung durch den Halter mit KSS-Austritt in Richtung Wirkstelle der Schneiden. Eine über Spanformsimulation entwickelte Schneidengeometrie ermöglicht einen optimalen Spanablauf, zusätzlich angebrachte Vorsprünge am Schneidplattenumfang ergeben einen verbesserten Freiwinkel der einzelnen Nebenschneiden und zudem einen zusätzlichen planseitigen Schutz der dadurch zurückversetzten Hauptschneide.“



V. l.: Claus Dold (Fertigungsleiter), Waldemar Zeiger (CNC-Fräser), Florian Armbruster (Geschäftsführer) und Karl Schonhardt (Außendienstmitarbeiter bei HORN): „Erhebliche Kosteneinsparungen durch den Fräser Typ 409 von HORN.“



Stefanie Heindel arbeitet seit 2011 bei HORN.  
Seit 2014 ist sie im Bereich Veranstaltungsmanagement tätig.

# HORN-VERANSTALTUNGEN

## Ein Blick hinter die Kulissen

### **Frau Heindel, was macht für Sie eine gelungene Veranstaltung aus?**

Eine gelungene Veranstaltung beginnt für mich bereits bei der Planung. Hier ist mir das Miteinander sehr wichtig, wenn alle Beteiligten ihre Ideen und Vorschläge miteinbringen und mit Freude dabei sind, sehen das auch unsere Gäste. Wenn sie am Ende des Tages zufrieden nach Hause gehen, ist es für mich eine gelungene Veranstaltung gewesen.

### **Was sind Ihre Aufgaben im Hinblick auf Veranstaltungen?**

Es fängt an bei der Terminfindung, geht über die Abstimmung mit allen involvierten Abteilungen, Verwaltung der Anmeldungen, Erstellen von Schulungsunterlagen, Buchen von Hotels und Catering bis zur Betreuung während der Veranstaltung sowie der Nachbereitung. Hier kommt es ganz auf die Art der Veranstaltung an: Ist es ein Seminar, eine Betriebsbesichtigung, eine interne Veranstaltung etc.

### **Sie sind direkte Ansprechpartnerin für die Teilnehmer. Wann wenden sich diese an Sie bzw. was können diese bei Ihnen erfahren?**

Der erste Kontakt entsteht bereits bei der Anmeldung zu einer Veranstaltung bzw. wenn sich die Interessenten vorab informieren

möchten. Hier erhalten die Teilnehmer alle wichtigen Informationen bezüglich Ablauf und Dauer der Veranstaltung, Hotелеmpfehlungen, Parkinformation u. v. m. Eine persönliche Begrüßung zu Beginn der Veranstaltung ermöglicht es den Teilnehmern auch, Ihre Fragen und Anliegen direkt an mich zu richten.

### **Was sind die größten Herausforderungen im Vorfeld?**

Das ist für mich die Terminfindung. Oft sind mehrere Abteilungen involviert, das macht es nicht immer leicht, alles unter einen Hut zu bekommen. Je kurzfristiger der Termin, umso schwieriger die Umsetzung. Ich weiß es sehr zu schätzen, dass diese Abstimmung und zielorientierte Arbeitsweise bei uns im Haus vorherrscht.

### **Bei wie vielen Veranstaltungen sind Sie jährlich eingebunden?**

Wenn man die Messen mitzählt, dann komme ich auf zirka 30 Veranstaltungen pro Jahr. Hierzu zählen auch interne Schulungen, Kundenseminare und größere Betriebsbesichtigungen. Weltweit bespielt HORN jährlich rund 50 Messen. Das zeigt, dass trotz der steigenden Digitalisierung der persönliche Kontakt nicht überflüssig, sondern ein geschätzter Mehrwert ist.

**Wodurch unterscheiden sich HORN-Veranstaltungen von anderen Veranstaltungen?**

Was uns die Teilnehmer immer wieder positiv rückmelden, ist der durchweg angenehme Umgang untereinander. Auch die Mischung aus Theorie und Praxisteilen, bei denen die Teilnehmer ihre persönlichen Anliegen und Interessen miteinbringen können, macht unsere Seminare aus. Außerdem achten wir darauf, dass es keine Werbeveranstaltungen für einzelne Produkte sind, sondern dass die Anwendung bzw. die Technologie vermittelt wird.

**Werden Veranstaltungen auch an die Tochtergesellschaften weitergegeben?**

Die Technologieseminare der HORN Akademie sind teilweise auch in den Tochtergesellschaften verfügbar.

**Was ist Ihre persönliche Lieblingsveranstaltung?**

Das sind die eben genannten Technologieseminare, welche zwei Mal im Jahr stattfinden. Diese sind zwar mit einer großen Vorbereitungszeit und mit Aufwand verbunden, aber gerade diese Herausforderung macht meinen Job so interessant. Der direkte Kontakt zu unseren Kunden vor, während und nach der Veranstaltung macht mir einfach Spaß.



Bei den Seminaren stehen die verschiedenen Technologien bzw. Anwendungen im Mittelpunkt und nicht die Produkte an sich.



Informationen zu den HORN Akademie Technologie-Seminaren finden Sie unter

[www.horn-akademie.de](http://www.horn-akademie.de)

**Praktische Anwendungsbeispiele im Vorführzentrum ergänzen die Vorträge bei den Technologieseminaren.**



ÜBER UNS



Der HORN-Messestand auf der AMB erstreckt sich über drei Ebenen.

# HORN AUF DER AMB IN STUTTGART

## Menschen, Produkte, Lösungen und Dialog

Die Paul Horn GmbH stellte zum ersten Mal 1982 auf der AMB in Stuttgart aus und zählt damit zu den Ausstellern der ersten Stunde.

Dort konnten stets Kontakte geknüpft und gepflegt, Projekte vorbesprochen und Probleme sowie Herausforderungen angesprochen werden. Diese Entwicklung ist auch anhand des Messeauftritts nachvollziehbar. Vom gut besuchten, überschaubaren Stand entwickelte sich der Auftritt in Stuttgart zu einem dreistöckigen Komplex. Das dreistöckige Standkonzept entstand allerdings aus der Not heraus. Da die AMB seit vielen Jahren überbucht ist, bestand keine Möglichkeit, sich in Fläche auszudehnen. Daher trat man die „Flucht nach oben“ an. Geblieben sind allerdings die Prinzipien: Eigenes Personal am Stand, direkter Kontakt

mit den Kunden und Besuchern, Produkte zum Anfassen und eine kompetente und authentische Beratung. Weiterentwickelt haben sich die Werkzeugtechnologie, die Maschinen sowie die Präsentationsmöglichkeiten.

HORN auf der AMB 2016 – eine Erfolgsgeschichte geht in die nächste Runde.

**AMB**  
Internationale Ausstellung  
für Metallbearbeitung  
**13. - 17.09.2016**  
**Messe Stuttgart**



Der HORN-Messestand: Eine Plattform für Begegnung und Austausch in Dialog.

## AMB Historie

- 1982: Gründung der AMB als Fachmesse für Werkzeugmaschinen und Präzisionswerkzeuge. Die Ausstellungsfläche auf dem Killesberg bot über 35.000 Quadratmeter.
- 1988: Erweiterung der Messehallen auf dem Killesberg auf nun 50.000 Quadratmeter.
- Seit 2008 findet die AMB auf der neuen Messe am Flughafen Stuttgart statt. Stellten im Jahr 2006 noch 800 Unternehmen auf der AMB aus, waren es zwei Jahre später schon 1.306. Auch die Besucherzahlen machten einen enormen Sprung von 50.000 auf über 85.000.
- 2010 konnte die Messe ihre Ausstellerzahlen weiter steigern und auch die Anzahl der Besucher nahm mit mehr als 86.000 Besuchern weiter zu. Gleichzeitig stiegen auch die Zahlen der internationalen Besucher und Aussteller.
- 2014 stieg die Zahl der Besucher erstmals auf über 90.000 und die Zahl der Aussteller auf über 1.300, verteilt auf 105.200 Quadratmeter.
- 2016 fand zum ersten Mal die AMB Iran in Teheran statt.
- Im Jahr 2018 eröffnet die Messe Stuttgart die neue Halle 10, die Paul Horn Halle. Damit steigt die neue Gesamtfläche ab 2018 auf 120.000 Bruttoquadratmeter.



HORN-Messeauftritt 1982.



HORN auf der AMB 1986.

Automatenstahl kommt größtenteils bei Drehanwendungen zum Einsatz.

# WERKSTOFF AUTOMATENSTAHL

## Interessant und weit verbreitet

Automatenstähle werden auf Drehautomaten oder Dreh-Bearbeitungszentren in großen Serien zu Drehteilen verarbeitet und erzeugen dabei kurzbrechende Späne für einen störungsfreien Betrieb der meist mannlosen Bearbeitung. Die Hauptanwendung von Automatenstählen liegt in der Massenfertigung von gering belasteten Kleinteilen mit hoher Zerspannungsrate wie Verbindungs- und Befestigungselemente, kleinere Wellen, Hydraulikteile, Fittings und ähnliche Produkte.

Automatenstähle sind unlegierte oder niedrig legierte Qualitätsstähle mit erhöhtem Schwefel- und Phosphorgehalt. Sie enthalten 0,07 – 0,65 Prozent Kohlenstoff, 0,18 – 0,4 Prozent Schwefel, 0,06 – 0,11 Prozent Phosphor, 0,6 – 1,5 Prozent Mangan, 0,05 – 0,4 Prozent Silicium und, wenn ein besonders guter Spanbruch und eine glatte Oberfläche verlangt werden, 0,15 – 0,3 Prozent Blei.

Durch Legieren mit Phosphor oder Schwefel bilden sich spröde Einschlüsse, an denen die Späne leichter brechen können. Blei sorgt für heterogene feinverteilte Bleieinschlüsse im Stahl, die den Spanbruch erleichtern und die Oberflächenqualität verbessern. Schwefel, in Verbindung mit Mangan, sorgt für weiche, zeilenförmige Mangansulfiteinschlüsse im Stahlgefüge und fördert ebenfalls den Spanbruch.

Die wichtigsten Automatenstähle sind in der DIN 1651/EN 10087 bzw. EN 10277-3 aufgeführt. Stahlsorten im unlegierten Bereich sind zum Beispiel 9S20, 11SMn30, 11SMnPb30 oder 11SMnPbBiTe37. Die relativ niedrige Zugfestigkeit reicht von 380 – 570 N/mm<sup>2</sup>.

## Die Werkstoffauswahl

Die in Großserie gefertigten Drehteile unterliegen teils hohen Anforderungen an Maßgenauigkeit und Oberflächengüte. Sie werden in mehreren Operationen bearbeitet. Oft laufen mehrere Bearbeitungsoperationen parallel zueinander – mit durchmesserbedingt unterschiedlichen Schnittgeschwindigkeiten.

Beim Optimieren der Bearbeitungsprozesse gewinnt die Auswahl des am besten geeigneten Werkstoffs an Bedeutung. Denn dieser kann erheblich zu einer Senkung der Fertigungskosten beitragen. Der Grund liegt weniger im Werkstoffpreis sondern mehr in der Bearbeitungsgeschwindigkeit. Ein Automatenstahl mit etwa 0,15 – 0,30 Prozent Blei ermöglicht bis zu 75 Prozent höhere Schnittgeschwindigkeiten bei doppelter Standzeit der Werkzeuge. Blei wirkt dabei wie ein werkzeugschonendes Schmiermittel.



Unterschiedliche Qualitäten lassen den Automatenstahl nicht generell über einen Kamm scheren.

Je komplizierter die Drehteile, desto wichtiger ist die optimale Zerspanbarkeit des eingesetzten Stahls. Dieses Verhältnis gilt unabhängig vom Bearbeitungsschritt. In den meisten Fällen wird also ein Stahl mit einem möglichst großen Zerspanbarkeitsspektrum erforderlich sein, der sowohl die Anforderungen hinsichtlich schneller und komplizierter als auch langsamer und einfacher Schnittbedingungen erfüllt.

Der Werkstoff selbst ist bei der spanenden Bearbeitung relativ unproblematisch. Da aber bei der Massenfertigung von großen Stückzahlen um jeden Sekundenbruchteil und jeden Hundertstel Cent gekämpft wird, fahren die Bearbeitungsmaschinen an der Grenze der Kinematik und die Werkzeuge an der Grenze der Belastung. Mehrmaschinenbedienung und bis zu 18 Schichten pro Woche erfordern höchste Prozesssicherheit. Hohe Zerspanungsraten fordern von den Werkzeugschneidern und der Kühlung Höchstleistung – die manchmal nur mit den Kniffen erfahrener Zerspaner und Werkzeugspezialisten zu erbringen ist. Große, aber dennoch unterschiedliche Standmengen bei den Werkzeugschneidern erfordern häufige Wechseleingriffe.

## Werkzeuganforderungen

Hohe Schnittgeschwindigkeiten und große Zustellung erzeugen Spanschlag und hohe Schneideckenbelastung an den Schneidplatten. Eng tolerierte Nenndurchmesser bei geforderter anspruchsvoller Oberflächengüte erfordern eine gute Schneidkantenqualität und Schneidkantenstabilität, teilweise sogar unterschiedliche Schneidkantenverrundung. Profilplatten erzeugen unterschiedlich tiefe Einstiche mit unterschiedlichen Spanraten und Schnittgeschwindigkeiten. Diese Formplatten erhalten daher im Profilverlauf unterschiedliche Mikrogeometrien, um die unterschiedlichen Eingriffsverhältnisse auszugleichen. Schneidplatten zum Ein- und Abstechen benötigen Geometrien zur Spankontrolle, um Flanken und Planflächen nicht zu beschädigen. Alle Geometrien müssen gratfrei bearbeitet werden.

Wenn die Bearbeitung für die Großserie optimiert ist, alle Parameter richtig gesetzt, die Leistungsreserven ausgereizt sind und alles funktioniert, wird die Charge gewechselt oder Stahl von einem anderen Hersteller bearbeitet. Stahlsorte und Werkstoffnummer sind identisch, doch das Zerspanungsverhalten hat sich mehr oder weniger verändert. Zerspaner von Automatenstahl klagen in den letzten Jahren immer häufiger über schwankende Qualitäten bei identischen Stahlsorten. Wo liegen die Gründe dafür?

## Schwankende Chargen

Automatenstahl ist am Markt äußerst preissensibel. Die Händler kaufen ihn dort, wo die Konditionen am günstigsten sind. DIN und EN schützen vor schlechter Qualität und geben die Legierungsinhalte vor. Wo liegt also das Problem? Woher kommt der billige Stahl? Oft aus China, Osteuropa, Russland, Brasilien, etc.; dort wird in die Hochöfen und Schmelzen gekippt, was der lokale, wenig auf Sortenreinheit achtende Schrottmarkt bietet. Obwohl die in der jeweiligen Stahlsorte einzuhaltenden Laborierungen eingehalten werden, kommt es zum Beispiel durch das Verwenden von Automobilschrott zu Beimengungen von Metallsorten, die zwar wegen ihrer Menge nicht ausgewiesen werden müssen, jedoch die Stahlqualitäten und ihre Bearbeitbarkeit beeinflussen. Dies sind zum Beispiel Mikrolegierungen mit Aluminium, Kupfer, Magnesium, Chrom, Nickel, Molybdän, Titan und Vanadium. Diese Beimengungen dürfen zwar einen in den Werkstoffnormen ausgewiesenen Höchstgehalt nicht überschreiten, können aber schon in extrem geringen Konzentrationen und Reaktionen untereinander durch eine nachteilige Ausbildung der Gefügemasse negative Auswirkungen auf die Stahleigenschaften und die Bearbeitbarkeit ausüben.

# 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](mailto:info@phorn.de)  
[www.phorn.de](http://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](mailto:infos@horn.fr)  
[www.horn.fr](http://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](mailto:febametal@febametal.com)  
[www.febametal.com](http://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](mailto:info@phorn.co.uk)  
[www.phorn.co.uk](http://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](mailto:info@sktechnik.cz)  
[www.sktechnik.cz](http://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](mailto:sales@hornusa.com)  
[www.hornusa.com](http://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](mailto:info@phorn.cn)  
[www.phorn.com/chn](http://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](mailto:technik@phorn.hu)  
[www.phorn.hu](http://www.phorn.hu)