

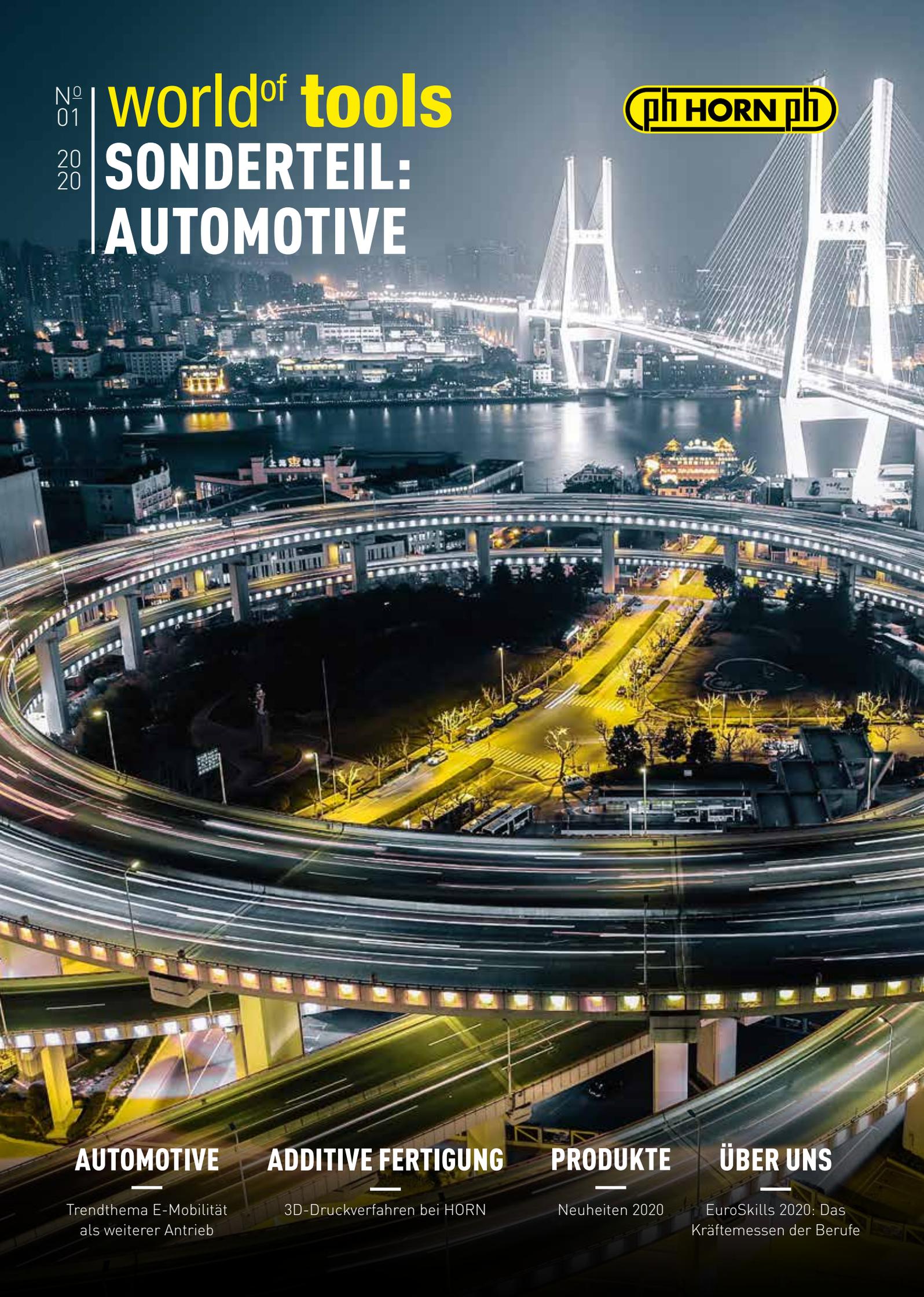
No  
01

20  
20

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



# SONDERTEIL: AUTOMOTIVE



## **AUTOMOTIVE**

Trendthema E-Mobilität  
als weiterer Antrieb

## **ADDITIVE FERTIGUNG**

3D-Druckverfahren bei HORN

## **PRODUKTE**

Neuheiten 2020

## **ÜBER UNS**

EuroSkills 2020: Das  
Kräftemessen der Berufe

## SEHR GEEHRTE DAMEN UND HERREN,



das Thema Automotive steht vor allem seit dem sogenannten „Diesel-skandal“ im Mittelpunkt vieler gesellschaftlicher und politischer Diskussionen. Trotzdem ist und bleibt die Branche eine Kernindustrie in Deutschland, in Europa und weltweit. Neue Antriebskonzepte drängen auf den Markt. Vorhandene Antriebsstränge werden überarbeitet und weiter optimiert. Es tut sich einiges in diesem Bereich. Dennoch sollte man auch hier ganzheitlich denken. Beispielsweise den Energiemix im jeweiligen Land berücksichtigen und sich nicht auf eine Lösung versteifen, sondern Technologien die Möglichkeit geben, sich zu beweisen und durchzusetzen.

Wie macht man heutzutage Ausbildungsberufe attraktiv? Indem man zeigt, was möglich ist und wie vielfältig ein Berufsbild sein kann. Genau hier setzt die Europameisterschaft der Berufe, EuroSkills 2020, an. Die Veranstaltung findet in diesem Jahr in Graz/Österreich statt. Als Silbersponsor investieren wir damit in die Nachwuchsförderung, in die Nachwuchsgewinnung und somit in unsere gemeinsame Zukunft. Wir sind stolz, unseren Teil dazu beitragen können.

Den Unterschied zeigen. Das ist vor allem bei der Bearbeitung von Composites schnell erkennbar. Es macht eben einen Unterschied, ob man beispielsweise CFK-Fasern mit PKD-Werkzeugen quetscht oder scharfen CVD-D-Schneidkanten schneidet. Als Präzisionswerkzeughersteller ist es unsere Aufgabe, nicht nur das Werkzeug, sondern auch die Rahmenbedingungen wie Maschine, Spannmittel, Steuerung und auch Material zu kennen und den richtigen Umgang damit zu beherrschen. Gerade beim Material ist es für uns wichtig, entsprechendes Know-how und Erfahrung im Unternehmen zu haben.

Wir wünschen Ihnen interessante Einblicke und Freude beim Lesen.

Three handwritten signatures in black ink, arranged horizontally. The first signature is 'Markus Horn', the second is 'Lothar Horn', and the third is 'M. Rommel'.

Markus Horn, Lothar Horn und Matthias Rommel

# world<sup>of</sup> tools

## N<sup>o</sup> 01 2020

### 04 **AUTOMOTIVE**

Trendthema E-Mobilität als weiterer Antrieb  
Neue Schicht – mehr Leistung  
Supersportler zeigen Zähne

---

### 16 **ADDITIVE FERTIGUNG**

3D-Druckverfahren bei HORN

---

### 20 **PRODUKTE**

Additive Fertigung  
System 224 Axial  
System Mini 108/114  
System 32T  
System 406  
System 304  
System 409  
Boehlerit Fräsen

---

### 28 **ÜBER UNS**

EuroSkills 2020: Das Kräfteressen der Berufe

---

### 30 **COMPOSITES**

Interview Markus Kannwischer  
Hochkarätig infiziert

**Impressum:** world of tools®, das Kundenmagazin von HORN, erscheint zweimal jährlich und wird an Kunden und Interessenten versandt. Erscheinungstermin: März 2020. 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@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 Text- & Bildnachweise: HORN, Sauermann, Getty, EuroSkills, Virus

**Auflage:** 23.200 in Deutsch, 5.750 in Englisch, 4.330 in Französisch

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

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

AUTOMOTIVE

# TRENDTHEMA E-MOBILITÄT ALS WEITERER ANTRIEB



Auch bei Elektromotoren spielt das Thema Verzahnen eine Rolle: Hier die Herstellung einer Verzahnung durch das Verfahren Wälzschälen.



## NEUE WERKZEUGKONZEPTE FÜR DIE AUTOMOBILINDUSTRIE

**Menschen, die heutzutage vor dem Autokauf stehen, müssen sich nicht wie früher die Frage stellen, ob Diesel oder Benziner. Sondern sie haben eine Vielzahl an Auswahlmöglichkeiten, was das Antriebskonzept betrifft. In Gesellschaft und Politik steht zurzeit vor allem die Elektromobilität im Fokus. Aber ist die Elektromobilität die Lösung der Probleme, die zum Teil Verbrennungsmotoren verursachen? Denn auch Elektroautos sind nicht frei von CO<sub>2</sub>. Neben dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Fertigung ergeben sich in fast allen EU-Ländern erhebliche CO<sub>2</sub>-Emissionen durch das Aufladen der Akkus mit Hilfe des Stroms aus dem jeweiligen nationalen Produktionsmix. „Da auch batteriebetriebene Elektromobilität deutliche Schwächen hat, ist dieses Antriebskonzept meiner Meinung nach nur eine Übergangslösung. Wasserstoff, Brennstoffzelle und synthetische Kraftstoffe, die CO<sub>2</sub>-neutral zum Einsatz kommen könnten, haben jedoch tatsächlich das Potenzial, eine langfristige Lösung zu sein.“ so Lothar Horn, Geschäftsführer der Paul Horn GmbH.**

### Erwarteter Werkzeugbedarf

In der Automobilindustrie ist neben der Stückzahlentwicklung der Wandel zu hocheffizienten Motoren und Hybridkonzepten ein wesentlicher Aspekt. Hierfür fragt die Automobilindustrie neue Werkzeugkonzepte nach. Da rein batterieelektrische Fahrzeuge aber andererseits weniger Werkzeuge in der Fertigung benötigen, steht fest, dass hier das Bearbeitungsverhältnis deutlich sinkt. Hintergrund ist die Komponentenvielfalt. Während bisherige Antriebskonzepte rund 4.000 Bauteile hatten, beschränkt sich ein rein elektrisches Antriebskonzept

auf etwa 320 Bauteile. Bei Hybridlösungen hingegen steigen die benötigten Bauteile mengenmäßig an. Hybridfahrzeuge werden in den nächsten Jahren einen wachsenden Anteil an der Summe aller Personenkraftwagen haben. Das Bearbeitungsvolumen wird dadurch mittelfristig entsprechend zunehmen. Es bleibt die Frage, wie sich der Komponentenwegfall durch den Elektromotor kompensieren lässt. Lothar Horn: „Es ergibt in erster Linie grundsätzlich Sinn, sich breiter und dadurch auch branchenunabhängiger

**„MODERNE DIESEL- UND BENZINMOTOREN HABEN AUCH KÜNFTIG NOCH GROSSES POTENTIAL.“**



Lothar Horn, Geschäftsführer der Paul Horn GmbH.



Die Automobilindustrie war und ist Impulsgeber für das HORN Werkzeugportfolio.

aufzustellen. Im Bereich Zerspaltung gibt es eine Vielzahl von Branchen wie beispielsweise die Luft- und Raumfahrt, Maschinenbau, Chemie, Medizintechnik, Werkzeug- und Formenbau. Daher ist es auch eine strategische Entscheidung, in welche Richtung man sich entwickelt bzw. entwickeln möchte. Hybride Lösungen führen zu mehr Zerspaltung, rein batteriebetriebene Antriebslösungen benötigen deutlich weniger Zerspaltung als bisher.“

#### **Werkzeuglösungen auch für Elektromotoren**

Oft kommen zur Effizienzsteigerung Turbolader zum Einsatz. Diese bestehen zumeist aus hochwarmfesten und schwer zu zerspanenden Materialien. Auch durch Hybridisierung erfolgt eine Effizienzsteigerung von Verbrennungsmotoren. Grundsätzlich ist es sinnvoll zu prüfen, ob man durch kundenspezifische Sonderwerkzeuge Leistungssprünge im Herstellungsprozess erreicht. Auch neue Möglichkeiten der Zerspaltung wie z. B. Wälzschalen kommen dabei zum Tra-

gen. Das Verfahren zur Herstellung von Verzahnungen ist seit über 100 Jahren bekannt. Eine breitere Anwendung findet es aber erst, seit Bearbeitungszentren und Universalmaschinen mit voll synchronisierten Spindeln und verfahrensoptimierter Software die Anwendung dieser hochkomplexen Technologie ermöglichen. Jedoch ist hierbei festzuhalten, dass dies keine reine Lösung für Elektromobilität ist, sondern eine breite Anwendung auch im Bereich Aerospace u. v. m. findet.

#### **E-Mobilität konkurriert um Rohstoffe**

Die batteriegestützte Elektromobilität mit ihren derzeitigen Lithium-Ionen-Akkumulatoren hat aber noch einen weiteren Effekt. Die Batterien benötigen, wie beispielsweise viele Werkzeuge auch, Kobalt. Das größte Wachstum bezüglich wieder aufladbarer Batterien entfällt mit Abstand auf Anwendungen in der E-Mobilität, aber auch die Speicherung regenerativer Energien sowie mobile Applikationen wirken sich steigend auf die zukünftige Nachfrage aus.

#### **Ausblick**

Aktuell gehen Prognosen des VDMA auf lange Sicht von einer steigenden weltweiten Jahresproduktion an PKW aus. Das Zerspaltungsvolumen ist dabei antriebsabhängig. Des Weiteren zeigen die VDMA-Studien auf, dass Hybridfahrzeuge (Mild-Hybrid und Plug-in-Hybrid) in Zukunft vermutlich einen größeren Anteil einnehmen als rein batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, was zu einem erhöhten Zerspaltungsvolumen führt. „Bis es zu einer langfristigen Lösung im Antriebsstrang kommt, bleiben dem Endkunden eine Vielzahl an Auswahlmöglichkeiten – einschließlich moderner Diesel- und Benzinmotoren,“ so Lothar Horn.

AUTOMOTIVE

# NEUE SCHICHT MEHR LEISTUNG

Über zwei Jahre optimierten und testeten die Verantwortlichen von GKN-Driveline in Offenbach und die Experten von der Paul Horn GmbH. Das Ziel: die Prozessoptimierung der Fräsbearbeitungen an homokinetischen Gelenken für die Automobilindustrie. Mit dem Wechsel auf die HORN-eigene Beschichtung AK6 für das Werkzeugsystem SX erreichten die Partner eine höhere Prozesssicherheit und konnten die Standzeit der Werkzeuge gegenüber der vorherigen Schicht bei einigen Bauteilen nahezu verdoppeln.



AUTOMOTIVE

# NEUE SCHICHT MEHR LEISTUNG

## GERINGE FERTIGUNGSTOLERANZ UND HOHE OBERFLÄCHENGÜTE



Fräsen des  
Gelenkstückes.

In jedem Automobil kommen sie zum Einsatz: homokinetische Gelenke, oder auch Gleichlaufgelenke genannt. Das Gelenk dient zur gleichmäßigen Übertragung des Drehmoments und der Winkelgeschwindigkeit von der Antriebswelle auf eine dazu im Winkel angebrachte zweite Welle. Gleichlaufgelenke übertragen die Drehbewegung gleichförmig auf die nächste Welle. Die größte Verbreitung haben die Gelenke im Fahrzeugbau bei der Kraftübertragung vom Getriebe zu den Antriebsrädern. Gleichlaufgelenke können Drehbewegungen bis zu einem Winkel von bis zu 50 Grad übertragen. Neben Kugel-Festgelenken kommen auch Gleichlauf-Verschiebegelenke zum Einsatz. Sie ermöglichen neben der Winkelbewegung auch eine Axialbewegung, damit die Kraftübertragung beim Einlenken oder Federbewegungen der Räder nicht unterbrochen wird.

Das Herzstück eines homokinetischen Gelenkes sind die Kugeln, welche sich in präzise gefrästen Kugellaufbahnen abrollen. Die Kugellaufbahnen weisen eine sehr geringe Fertigungstoleranz und eine hohe zu erreichende Oberflächengüte auf. „Die engen Toleranzen und die Fertigungsqualität bestimmen die hohe Lebensdauer unserer Gelenke“, sagt GKN-Werkzeugplaner Tobias Lotz. Und weiter: „Die Formtoleranzen der Parameter liegen im Mikrometerbereich“.



Bauteile eines homokinetischen Gelenkes im Überblick.

### **Ständige Prozessoptimierungen**

In einem Antriebsstrang kommen Kugel-Festgelenke und Kugel-Verschiebegelenke zum Einsatz. Die Kugelbahnen fräsen die Offenbacher in den Gelenkzapfen, das Gelenkstück und die Kugelnabe. „Aufgrund der hohen Stückzahlen arbeiten wir ständig an kontinuierlichen Verbesserungsprozessen“, so Lotz. Der erste Optimierungsschritt gelang den Verantwortlichen im Jahr 2011 mit dem Umstieg von einer zentral verschraubten Schneidplatte zum Wechselkopfsystem SX. Der Produktspezialist und Anwendungstech-

der Bauteile um ein Drittel erhöhen. Die Einsparung von einem Bearbeitungsschritt addierte sich mit den deutlich höheren Standzeiten der SX-Werkzeuge.“

Für die erneute Prozessoptimierung mit dem Ziel, die Werkzeugstandmengen zu erhöhen, kontaktierten die GKN-Verantwortlichen um Darius Kalesse und Tobias Lotz das Außendienst-Team von HORN. „Für den schon sehr gut laufenden Prozess des Kugelbahnfräsens mussten wir eine neue Stellschraube finden, an der wir justieren können“, sagt Kühn. Diese Stellschraube war der Einsatz einer neuen Werkzeugbeschichtung. In Zusammenarbeit mit den Technikern und der Forschung und Entwicklung für Beschichtungen bei HORN wurde an der Aufgabenstellung gearbeitet. Unterstützung bekamen die Tüftler von einem renommierten Hersteller von Beschichtungsanlagen und Beschichtungswerkstoffen.

## **AUSBRINGUNGSMENGE UM EIN DRITTEL ERHÖHT.**

niker von HORN, Thomas Kühn, erinnert sich: „Durch die Umstellung auf das SX-System konnten wir die Ausbringung

Bisher beschichtete HORN die SX-Werkzeuge mit einer Aluminium-Chrom-Nitrid-basierten Schicht (AlCrN). Die Schichtdicke lag bei der alten Beschichtung bei 4 Mikrometern. Durch die gemeinsame Entwicklungsarbeit entstand die neue Beschichtung AK6. Die hochwarmfeste Schicht hat eine sehr gute Schichthaftung. Durch die Sputtertechnologie entstehen zudem keine Beschichtungsdroplets. Das hat den Vorteil, dass die Werkzeugoberfläche eine sehr glatte Struktur aufweist, da Rauheiten und Fehlstellen der Werkzeugbeschichtung sich negativ auf die Standzeit auswirken.

#### **Standzeit nahezu verdoppelt**

„Wir testen neue Werkzeuge immer an Werkstücken, bei denen die Werkzeuge eine geringere Standmenge aufweisen. Sozusagen als Härte-test“, erzählt Darius

Kalesse. Bei den ersten Versuchen mit der neuen Beschichtung zeigten sich schon schnell deutliche Verbesserungen. „Die Umstellung dauerte mit

## **DAS ERGEBNIS INTENSIVER ZUSAMMENARBEIT.**

allen Entwicklungsstufen, Versuchen, Feinjustierungen und Tests auch an Kleinserien rund zwei Jahre“, erzählt der Außendienstmitarbeiter von HORN, Stefan Bachmann. Das Ergebnis der intensiven Zusammenarbeit stellte alle Beteiligten sehr zufrieden. Die neue AK6-Schicht mit einer Schichtdicke von knapp sechs Mikrometern ermöglicht je nach Werkstück Standzeiterhöhungen zwischen 30 und 70 Prozent.



Eine partnerschaftliche Zusammenarbeit seit fast 25 Jahren. Im Gespräch: von links Tobias Lotz (GKN Driveline), Thomas Kühn (HORN), Uli Schuppert und Eugen Kusmaul (GKN Driveline), Stefan Bachmann (HORN), und Darius Kalesse (GKN Driveline).



Fräsen der Kugelnabe.

Der Bearbeitungsprozess der Kugelbahnen gestaltet sich wie folgt: Jede Kugelbahn wird mit zwei Zustellungen gefertigt. Mit einer Schnittgeschwindigkeit von 200 bis 300 m/min schruppt und schlichtet das Werkzeug jede Kugelbahn. Die Werkzeuge sind vier- oder fünfschneidig ausgeführt. Die Bearbeitungszeit eines Bauteils mit sechs, acht oder zehn Kugellaufbahnen liegt zwischen 35 und 50 Sekunden, je nach Bauteilgröße.

Die Bahnen werden in das noch weiche Bauteil gefräst. Der Härteverzug der induktiv gehärteten Kugellaufbahnen ist in dem vorgehaltenen Profil des Werkzeugs verrechnet. Die geforderte µm-genaue Bahnkontur wird somit erst nach der Wärmebehandlung erreicht. „Wir schleifen das elliptische Schneidenprofil der Kugelbahnfräser mit einer Formtoleranz von unter 0,005 mm. Das ermöglicht die genaue Anpassung der Schneidenform an den zu erwartenden Härteverzug“, so Kühn.

#### Hohe Stabilität

Das HORN-Werkzeugsystem SX ist die Weiterentwicklung der HORN-Kugelbahnfräser der Typenfamilie 42X. Das System 42X war durch eine zentrische Spanschraube jedoch in der Frästiefe begrenzt. Durch die Weiterentwicklung entstand das Wechselkopfsystem SX. Der Schneidenkopf ist über ein stabiles, robustes, aber dennoch hochgenaues Gewinde mit der Anlagefläche des Werkzeuggrundkörpers verbunden. Diese Schnittstelle bringt mehrere Vorteile: hohe Stabilität durch das großzügige Passgewinde, eine breite Abstützung durch die große Anlagefläche sowie eine präzise Wechselgenauigkeit, welche sich immer in der Mitte des Toleranzfeldes einstellt. Darüber hinaus gestaltet sich der Wechsel des Schneidkopfes einfach und bedienerfreundlich.

## WERKZEUGLÖSUNGEN SETZEN NEUE BENCHMARKS.

Seit dem Jahr 1996 arbeitet GKN schon mit HORN zusammen. In dieser langen Zeit konnte HORN schon sehr viele kritische Zerspanungsaufgaben lösen. Auch für HORN neue Technologien, wie etwa das Profilräumen auf großen Räummaschinen, nimmt der Tübinger Werkzeughersteller an, analysiert sie und bietet Werkzeuglösungen, welche neue Benchmarks setzen. „Die Projektarbeiten mit HORN laufen jedes Mal zielführend. Sie sind sehr gut dokumentiert und die technische Beratung funktioniert schnell und partnerschaftlich“, so Lotz.



#### Global Player

GKN Driveline ist weltweit in über 30 Ländern mit rund 50.000 Mitarbeitern vertreten. Das Unternehmen ist mit einem Marktanteil von rund 40 Prozent einer der Marktführer in der Herstellung von Gelenkwellen und Seitenwellen. Als globaler Zulieferer der führenden Fahrzeughersteller entwickelt, fertigt und liefert GKN Driveline eine große Bandbreite an Antriebssystemen – angefangen vom kleinen, kostengünstigen PKW bis hin zum hochentwickelten Premiumfahrzeug mit anspruchsvollen Anforderungen an die Fahrdynamik.

AUTOMOTIVE

# SUPERSPORTLER ZEIGEN ZÄHNE

Millionen kosten sie – Supersportwagen. Sie stehen für technische Perfektion, hohe Geschwindigkeiten und atemberaubende Fahrdynamiken. Viele einzelne Hightech-Bauteile lassen solche Highend-Sportwagen als eine Art Gesamtkunstwerk entstehen. Eines dieser Bauteile fertigt das Unternehmen Beutlhauser aus dem bayerischen Salzweg. Für die Fertigung der Verzahnungen an einer Welle stellte der technische Geschäftsführer Michael Beutlhauser die Bearbeitungsstrategie um. Hohe Zeiteinsparungen, geringere Werkzeugkosten und höhere Genauigkeiten waren das Resultat. Einer der Erfolgsfaktoren stellen Verzahnungswerkzeuge der Paul Horn GmbH dar.

## STRATEGIEUMSTELLUNG BEIM VERZAHNEN.

Ein Sportwagen ist ein Traum vieler Autofahrer. Mit ihnen verbindet man Emotionen, Leidenschaften und Fahrspaß. Die Steigerung sind Supersportwagen und speziell die High-Performance Supercars. In diesen Modellen steckt das komplette Know-how der Autobauer. Sie stehen für das technisch Machbare und sind vom Design bis ins kleinste Detail perfekt durchdacht und gefertigt. Egal aus welcher Manufaktur sie stammen: Highspeed jenseits der 350-km/h-Marke und hohe Querbeschleunigungen lassen das Adrenalin beim Fahrer ins Blut schießen. Der Adrenalinstoß beginnt meist schon beim Zücken der Kreditkarte im Autohaus, wenn ein siebenstelliger Betrag auf dem Kartenlesegerät erscheint.

Stoßen der Verzahnung mit dem System S117.





## FERTIGE BEARBEITUNG IN EINER AUFSPANNUNG.

Keine vier Räder, aber eine hohe Geschwindigkeit erreichte Beutlhauser mit seinem Team beim Umstellen des Fertigungsprozesses einer Welle für eine Stellverzahnung. „Die Verzahnungen an der Welle verlangten vor der Umstellung des Prozesses vier Arbeitsschritte. Die Verzahnungen wurden mit veralteten Werkzeugen auf speziellen Verzahnmaschinen gefertigt. Wir hatten einen enormen Rüstaufwand und mussten die Werkstücke zu oft in die Hand nehmen“, beschreibt der Geschäftsführer. Für Lösungsvorschläge kontaktierte der stellvertretende Fertigungsleiter und Leiter der Werkzeugdisposition Marcel Kanzler seine Werkzeuglieferanten. „Wir haben einige Angebote erhalten und Versuche durchgeführt“, so Kanzler. Zusammen mit dem Fertigungsleiter beschloss er dann die Umstellung des Fertigungsverfahrens.

### **HORN brachte die Lösung**

Den Lösungsvorschlag brachte HORN mit den Werkzeugsystemen S117 zum Verzahnungsstoßen und 613 zum Verzahnungsfräsen. „Wir mussten beide Verfahren anwenden, da die Schulter an der vorderen Verzahnung kein Fräsen zulässt“, sagt HORN-Außendienstmitarbeiter Martin Weiss. Die Prozesslösung erfüllte die von Beutlhauser gewünschten Anforderungen: fertige Bearbeitung in einer Aufspannung, eine höhere Präzision, höhere Oberflächengüten der Verzahnung und die Zeiteinsparung. „Die Zeiteinsparung ist enorm. Wir kommen nun pro Bauteil auf eine Bearbeitungszeit von knapp vier Minuten“, sagt Kanzler. Von dem Bauteil aus einem Vergütungsstahl fertigt die Beutlhauser GmbH & Co. KG rund 25.000 Stück pro Jahr.



Eine erfolgreiche Umstellung des Verzahnprozesses ermöglichten Marcel Kanzler, Michael Beutlhauser, Martin Weiss und Johannes Weidner (HORN).

Der Stoßprozess gestaltet sich wie folgt: Auf einem Citizen M32 Langdrehautomaten wird der Kopfkreisdurchmesser der Verzahnung gedreht. Die Stoßplatte der Systems S117 ist eine Sonderform und mit vier Fertigschneidern ausgeführt. Im Prozess stellt die Maschine das Werkzeug vor dem Werkstück an und startet mit den axialen Hubbewegungen in der Länge der Verzahnung in den vorgeordneten Freilauf, hebt ab und fährt im Freien zurück auf die Startposition. Die Zustellung der Einzelhübe liegt bei 0,05 mm. Nach zwölf Hüben sind durch die Platte 4 der 28 Zähne gefertigt. Die programmierte Vorschubgeschwindigkeit liegt bei 3.000 - 5.000 mm/min. Die Standzeit pro Schneidplatte liegt bei 500 Werkstücken. Die geforderte Oberflächengüte wird eingehalten.

### Sechs Zähne trotzen dem Schnittdruck

„HORN war der einzige Werkzeughersteller, welcher uns die Fräswerkzeuge mit sechs Zähnen angeboten hat. Andere Hersteller haben uns aufgrund des hohen Schnittdrucks nur Werkzeuge mit drei Zähnen empfohlen“, erzählt Kanzler. Die Werkzeuge von HORN weisen, trotz des hohen Schnittdrucks durch die sechs Zähne, eine hohe Stabilität auf. „Die sechs Zähne bieten uns eine höhere Fräsleistung und die Möglichkeit, höhere Vorschubgeschwindigkeiten zu fahren“, sagt Weiss. Die Zirkular-Fräsplatte des Typs 613 erreicht eine Standzeit von 1.000 Werkstücken. Das Evolventenprofil der Schneiden ist präzisionsgeschliffen. Die Schnittgeschwindigkeit liegt bei  $v_c = 310$  m/min und die Vorschubgeschwindigkeit ist mit 600 mm/min programmiert. Das Werkzeug fräst jeden der acht Zähne der Verzahnung auf die volle Tiefe von 2,1 mm in einem Zug. Die Fräsrichtung erfolgt im Gegenlauf.

Das Produktportfolio von HORN umfasst ein breites Werkzeugprogramm zur Herstellung von unterschiedlichen Verzahnungsgeometrien mit Modul 0,5 bis Modul 30. Ob Verzahnungen an Stirnrädern, Welle-Nabe-Verbindungen, Schnecken-

## UNIVERSALMASCHINEN MIT VOLL SYNCHRONISIERTEN SPINDELN.

wellen, Kegelrädern, Ritzeln oder an kundenspezifischen Profilen, alle diese Zahnprofile lassen sich mit den Werkzeugen zum Fräsen oder Nutstoßen äußerst wirtschaftlich herstellen. Einen weiteren Beweis der Kompetenz beim Verzahnungen bietet das Produktprogramm Wälzschälen. Das Verfahren ist seit über 100 Jahren bekannt. Eine breitere Anwendung findet es aber erst, seit Bearbeitungszentren und Universalmaschinen mit voll synchronisierten Spindeln und verfahrensoptimierter Software die Anwendung dieser hochkomplexen Technologie ermöglichen.

Die Partnerschaft zwischen Beutlhauser und HORN besteht erst seit knapp zwei Jahren. Bisher kamen HORN-Werkzeuge eher in Standardanwendungen zum Einsatz. „Mit der Umsetzung des Verzahnungsprozesses stellte HORN mit seinen Anwendungstechnikern seine hohe Problemlösungskompetenz unter Beweis. Wir sind mit der Zusammenarbeit sehr zufrieden“, sagt Geschäftsführer Michael Beutlhauser.



Verzahnungsfräsen mit dem System 613.





Das Unternehmen Beutlhauser sieht sein Spezialgebiet in der Herstellung von metallischen Erzeugnissen: Dreh- und Frästeile, Umformungsteile, Kontakt- und Formstifte sowie Stanz- und Stanzbiegeteile. Seit dem Jahr 1993 setzen die Bayern Kundenkonzepte auf einem sehr hohen technischen Niveau um. Außer der Automotivebranche liefert Beutlhauser Bauteile und Komponenten für die Luft- und Raumfahrt, Sensortechnik, Elektrotechnik, Medizintechnik sowie für Kunden im Bereich der Schmuckherstellung. Darüber hinaus stellt das Unternehmen in vielen weiteren Industrien sein hohes Know-how unter Beweis.

ADDITIVE FERTIGUNG

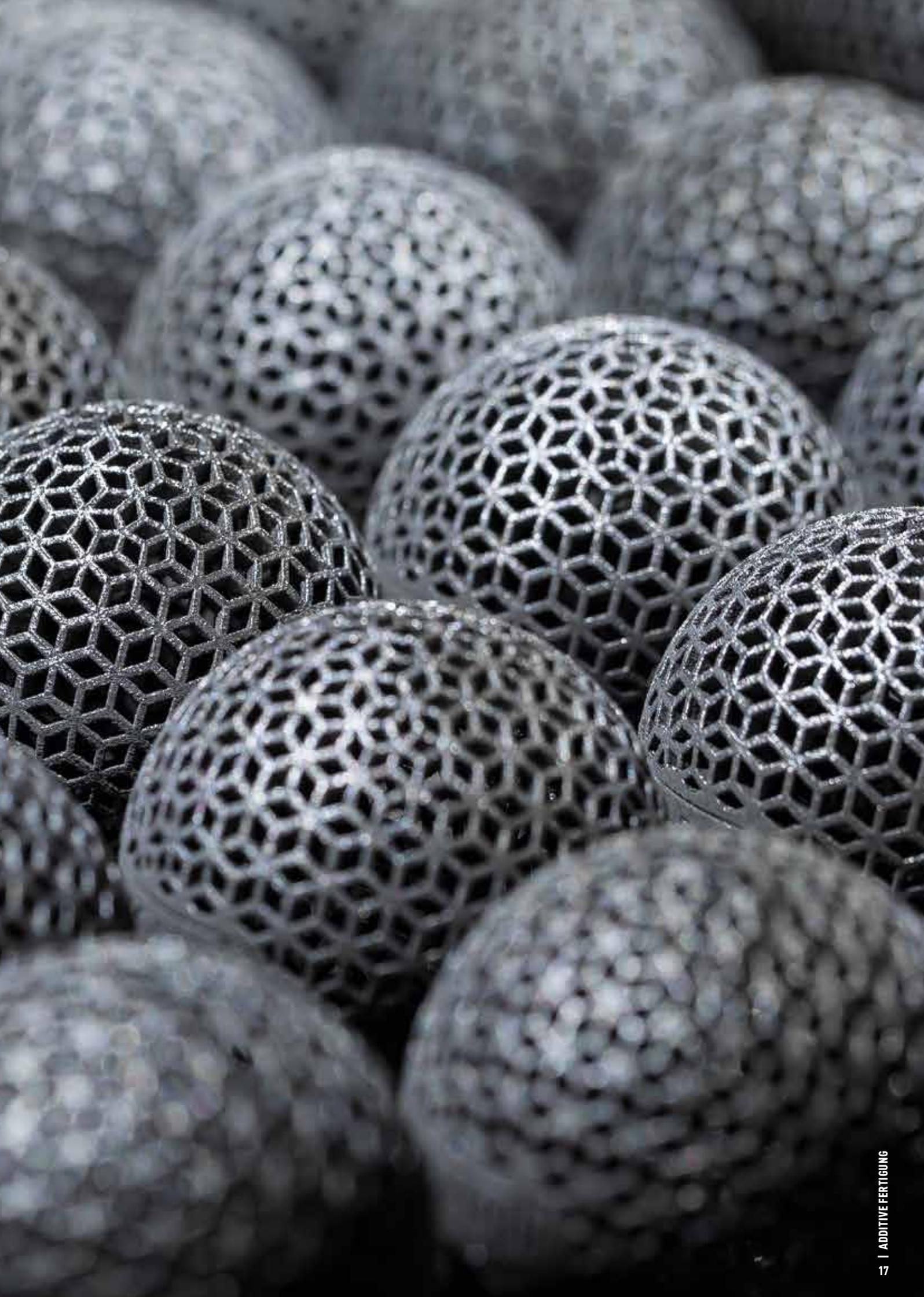
# DAS 3D-DRUCKVERFAHREN BEI HORN



„Die additive Fertigung hat uns von Beginn an gereizt. Von daher haben wir die Fortschritte beim 3D-Druck mit Metall genau beobachtet. Als dann die Maschinentechologie so weit war, dass wir als Präzisionswerkzeughersteller damit arbeiten konnten, haben wir uns die erste eigene Anlage zugelegt. Genauer gesagt eine DMG Mori Lasertec 30. Wir haben die Maschine ursprünglich für den F&E-Bereich erworben, um mit ihr Sonderwerkzeuge und Prototypen zu fertigen. In der Anfangszeit sind wir dann immer wieder mit unseren Kunden zum Thema 3D-Druck ins Gespräch gekommen. Aus den anfänglichen reinen Fachgesprächen haben sich dann mehr und mehr konkrete Anfragen nach 3D-gedruckten Bauteilen ergeben. Aufgrund des regen Kundeninteresses ist bei uns schließlich die Idee gereift, einen zusätzlichen Geschäftsbereich Lohnfertigung für additiv gefertigte Bauteile aufzubauen. Aktuell sind zwei DMG Mori Lasertec 30 (2nd Generation) im Einsatz.“



Matthias Rommel, Geschäftsführer der Paul Horn GmbH.



ADDITIVE FERTIGUNG

# DAS 3D-DRUCK- VERFAHREN BEI HORN



**HORN startete im Frühjahr 2018 mit dem Projekt additive Fertigung. Heute ist daraus ein eigener Fertigungsbereich mit zwei 3D-Druckverfahren (Selective Laser Melting) entstanden. Der Werkzeughersteller nutzt die additive Fertigung bei der eigenen Werkzeugherstellung, insbesondere bei der Herstellung von Prototypen, Sonder- und Trägerwerkzeugen sowie beim Optimieren von Kühlmittelaufsätzen. Die erweiterten Möglichkeiten, welche sich durch die additive Fertigung ergeben, stellt HORN auch seinen Kunden und Partnern zur Verfügung.**

Die additive Fertigung ist sinnvoll, wenn sich dadurch ein technologischer Vorteil ergibt. Ein bisher konventionell gefertigtes Bauteil additiv zu fertigen ergibt wirtschaftlich in vielen Fällen keinen Vorteil. Beispielsweise ein Drehteil, welches auf Langdrehautomaten relativ schnell herzustellen ist. Die additive Fertigung wäre auch im Hinblick auf eine spanende Nacharbeit zu teuer. Weitere Nachteile gegenüber der konventionellen Fertigung sind zudem die relativ schlechte Oberflächengüte ( $R_z30$ ) und die groben Genauigkeiten von  $\pm 0,1$  mm sowie das teure Pulver im Vergleich zu einem Stangenmaterial.

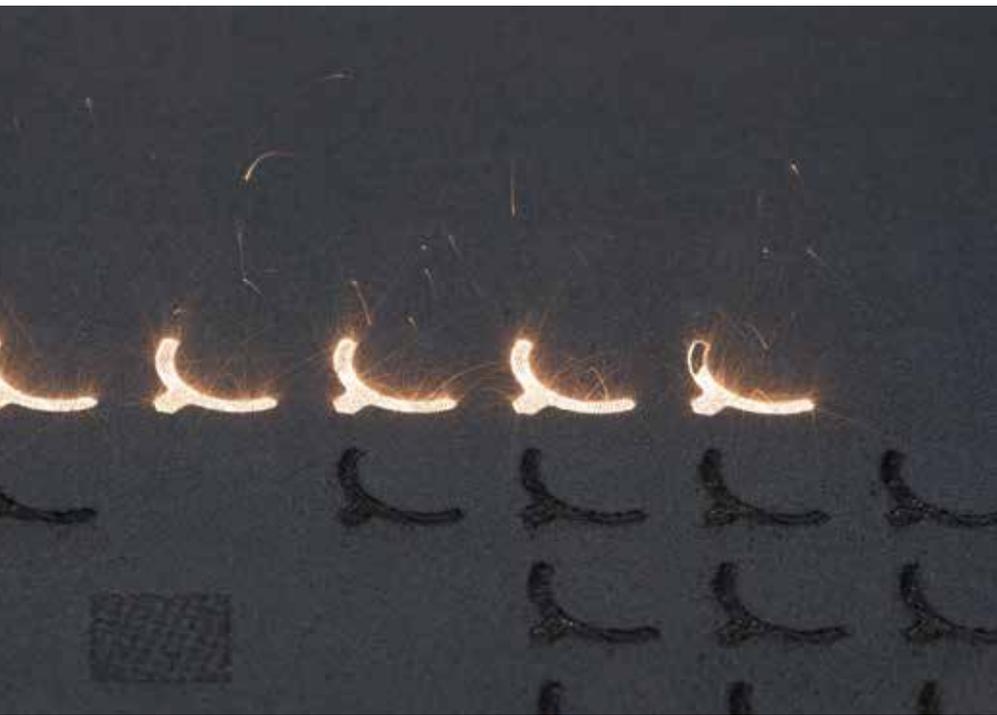
## **Mehr Gestaltungsfreiheit**

Nimmt die Komplexität der Bauteile zu, kommt die additive Fertigung ins Spiel. Sei es durch Leichtbau, spezielle Führung von Kühlkanälen sowie Kleinserien von geometrisch sehr anspruchsvollen Bauteilen. Somit stehen den Nachteilen auch die Vorteile der Gestaltungsfreiheit, der Leichtbau, die schnelle Anpassbarkeit und bei komplexen Teilen auch die schnelle Fertigung gegenüber. Folglich ist es in Zukunft sinnvoll, bei jeder Konstruktion diese Möglichkeit in die Vorüberlegungen miteinzubeziehen.

## **SCHNELLE FERTIGUNG KOMPLEXER TEILE.**

Auch komplizierte Formen lassen sich durch das 3D-Druckverfahren relativ einfach herstellen.





## ALLE FERTIGUNGSSCHRITTE IM HAUS.

Schicht für Schicht des Bauteils wird durch den Laser aufgeschmolzen.

Nach verschiedenen Gesichtspunkten analysieren die Spezialisten das Ausgangsmaterial. Hierbei nutzt HORN die weitreichenden Kompetenzen der Horn Hartstoffe GmbH, welche sich seit Jahren mit der Pulveranalytik für Hartmetallpulver befasst. Entsprechende Messgeräte sind dabei vorhanden. Sind die Eingangsparameter in Ordnung, werden entsprechende Probenkörper gedruckt. Im Anschluss kommen diese Probenkörper zur metallurgischen Analyse. Für die schnelle Ermittlung von Daten steht neben den Horn Hartstoffen auch das neue HORN Analysezentrum (HAZ) zur Verfügung. Hier erstellen die Mitarbeiter entsprechende Schlifffbilder zur Porenanalyse und führen weitere Materialprüfungen durch.

### Vom Rohteil bis zum fertig bearbeiteten Bauteil

Zum Einsatz kommt bei HORN das Selective Laser Melting-Verfahren, auch Pulverbettverfahren genannt. Bei diesem Verfahren wird das Metallpulver in Schichten auf eine absenkbare Plattform aufgetragen und danach im relevanten Bereich durch den Laser belichtet und aufgeschmolzen. Dies wird so lange wiederholt, bis die Bauteilhöhe erreicht ist. HORN setzt auf die Werkstoffe Aluminium (AlSi10Mg), Edelstahl (1.4404), Werkzeugstahl (1.2709) und Titan. Weitere Werkstoffe befinden sich zurzeit in der Erprobung. Die Bauraumgröße beträgt maximal 300 x 300 x 300 mm.

Da HORN alle Fertigungsschritte im Haus hat, können die Spezialisten des Fertigungsbereiches direkt auf die Kundenanforderungen eingehen. Die Herstellung der Teile erfolgt je nach Kundenwunsch in verschiedenen Ausführungsformen. HORN unterstützt dabei den Kunden auch bei der Konstruktion und der Auswahl geeigneter pulverbasierter Parameter. Die Herstellung erfolgt nach Kundenanforderung als Rohteile bis hin zum fertig bearbeiteten Bauteil. Ein weiterer Vorteil sind der vorhandene Maschinenpark und die entsprechenden Messmittel. Dies erspart Zeit und gibt direkten Einfluss auf alle Fertigungsprozesse.

**„WIR HABEN DEN TREND ERKANNT UND IN DIE ADDITIVE FERTIGUNG INVESTIERT, WEIL WIR DAS KNOW-HOW IN DER PULVERVERARBEITUNG HABEN UND AUCH FÜR DIE SPANENDE NACHBEARBEITUNG SEHR GUT AUFGESTELLT SIND. LAUFENDE ANFRAGEN UND AUFTRÄGE BESTÄTIGEN DAS NEUE GESCHÄFTSFELD,“ RESÜMIERT GESCHÄFTSFÜHRER MARKUS HORN.**



Markus Horn, Geschäftsführer der Paul Horn GmbH.

PRODUKTE

# ADDITIVE FERTIGUNG



## **Gedruckte Kühlmittel-Aufsätze**

Für die prozesssichere Spankontrolle beim Hochleistungsreiben bietet HORN additiv gefertigte Kühlmittelscheiben nach Kundenanforderungen. Beim Reiben von Durchgangsbohrungen oder tiefen Sacklöchern kommen Standardlösungen oft an technische Grenzen. Insbesondere langspanende und schwer zerspanbare Werkstoffe erfordern Modifikationen des Werkzeugsystems und der inneren Kühlmittelzufuhr. HORN zeigt mit der 3D-gedruckten Kühlmittelscheibe eine

ermöglicht eine freie Gestaltung der Kühlmittelaustritte. Die Form der Austritte verhindert ein Eindringen von Spänen. Des Weiteren können Querschnitt und Austrittswinkel des Kühlmittelkanals für die jeweilige Bearbeitung und den zu zerspanenden Werkstoff angepasst werden.

Der Werkzeugschaft unterstützt durch die polierten und beschichteten Spanräume die Spanabfuhr aus der Bearbeitungszone. Die Kühlmittelzufuhr verkleinert die Querschnitte von Übergabe zu Übergabe. Dadurch erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlschmierstoffes ohne einen Druckabfall. Das Werkzeugsystem lässt sich auf eine Sacklochkühlung, Schulterkühlung sowie eine gemeinsame Schulter- und Sacklochkühlung umbauen. Mit der Gesamtkombination aus der Vollhartmetall-

Reibschneide, dem Werkzeugschaft und den 3D-gedruckten Kühlmittelscheiben zeigt HORN sein Know-how in der Bohrungsbearbeitung und unterstreicht seine Stellung als Problemlöser und Technologieführer.

## **BEIM REIBEN VON DURCHGANGSBOHRUNGEN ODER TIEFEN SACKLÖCHERN KOMMEN STANDARDLÖSUNGEN OFT AN TECHNISCHE GRENZEN.**

Problemlösung, welche auf dem Werkzeugschaft aufgeschraubt wird. Die Folgen sind höhere Standzeiten durch die direkte, zielgerichtete Kühlung und vor allem eine prozesssichere Spanabfuhr. Die additive Fertigungstechnologie

## PRODUKTE

# SYSTEM 224 AXIAL

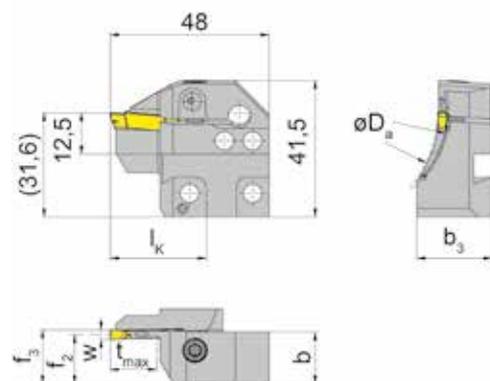


### Stechsystem S224 Axial

HORN erweitert sein Portfolio zum Axialstechen. Für axiale Stechoperationen der Durchmesserbereiche von 38 mm bis 1000 mm bietet HORN neue Haltervarianten des Stechsystems 224. Mit den Spann-Kassetten baut der Werkzeughersteller den Modul-Gedanken weiter aus. Damit lassen sich unterschiedliche Kassettenvarianten mit einem Grundhalter spannen. Die innere Kühlmittelzufuhr ermöglicht die direkte Kühlung der Kontaktzone und erhöht gleichzeitig die Standzeit. Darüber hinaus sorgt der hohe Kühlmitteldruck für einen verbesserten Spanabtransport aus der Nut. Durch hohe Vielfalt an Spanformgeometrien und Substraten des zweischneidigen Systems 224 lässt sich das Werkzeugsystem leicht auf die Bearbeitungsaufgabe sowie auf den zu zerspanenden Werkstoff anpassen.

HORN bietet die Axial-Halter in den folgenden Varianten an: LAK (links außen), RAK (rechts außen), LIK (links innen) sowie RIK (rechts innen). Die maximale Stechtiefe ( $t_{max}$ ) beträgt 14 mm. Die Schneidbreiten ( $w$ ) liegen bei 3 mm bis 6 mm. Die innere Kühlmittelzufuhr läuft über eine Übergabestelle am Grundhalter. Die Kassetten können jedoch auch an älteren HORN-Grundhaltern ohne KSS-Übergabe verwendet werden.

## MIT DEN SPANN-KASSETTEN BAUT DER WERKZEUGHERSTELLER DEN MODUL-GEDANKEN WEITER AUS.



## PRODUKTE

# SYSTEM MINI 108/114



### Gezielter Spanbruch

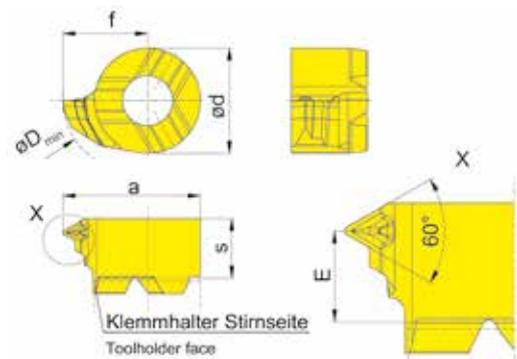
HORN erweitert die Systeme Mini 108 und Mini 114 mit einer neuen Geometrie GM zum Gewindedrehen. Sie eignet sich zum Drehen von metrischen ISO-Innengewinden im Teil- und Vollprofil. Die Spanformgeometrie ermöglicht kurze Späne auch bei schwer zerspanbaren sowie langspanenden Werkstoffen. Dies verringert die Gefahr eines Spänestaus, verhindert ein Aufwickeln der Späne um den Werkzeugträger und erhöht dadurch die Prozesssicherheit. Des Weiteren erleichtert der Spanbruch die Handhabung der Späne. Das System

Die stirnseitig verschraubten Schneidplatten des Typs Mini zählen zu den Kernprodukten von HORN. Das Werkzeugsystem eignet sich für Dreh- und Fräsanwendungen. Bewährt haben sich die Präzisionswerkzeuge insbesondere beim Innenausdrehen sowie beim Inneneinstecken. Mit den schwingungsarmen Hartmetall-Werkzeugträgern erzeugen die Schneidplatten auch bei längeren Auskragungen gute Oberflächen und gewährleisten eine hohe Prozesssicherheit. Das weite Portfolio des Mini-Systems bietet Schneidplatten in

verschiedenen Größen für unterschiedliche Innendurchmesser sowie, unterschiedliche Geometrien und Substrate sowie CBN- oder Diamantbestückungen.

## DIE STIRNSEITIG VERSCHRAUBTEN SCHNEIDPLATTEN DES TYP S MINI ZÄHLEN ZU DEN KERNPRODUKTEN VON HORN.

108 eignet sich für metrische Innengewinde ab dem Durchmesser M10 in den Steigungen von 0,5 bis 1,25 mm. Die Variante des Systems 114 eignet sich für Steigungen bis 2,5 mm. Die Schneidplatten sind in Teil- und Vollprofilausführung erhältlich. Als Werkzeugträger stehen die Standard-Drehhalter des Systems Mini zur Verfügung.



## PRODUKTE

# SYSTEM 32T



### System 32T

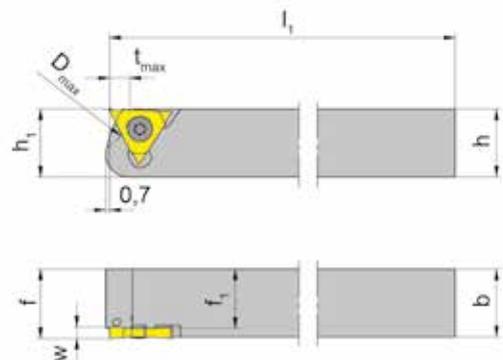
Für den Einsatz auf Langdrehmaschinen und zum Ein- und Abstechen auf kleineren Drehmaschinen entwickelte HORN das neue System 32T. Der Werkzeughersteller erweitert das Werkzeugsystem um Varianten zum Gewindedrehen, Einstechen und Längsdrehen sowie zum Einstechen mit Vollradius. Die zentrale Klemmschraube bietet eine hohe Wechselgenauigkeit der Schneidplatte und einen direkten Anzug in den Plattensitz des Werkzeugträgers. Zudem sind keine Spannelemente notwendig, die den Spanfluss negativ beeinträchtigen könnten. Der Schraubenkopf der Spannschraube erzeugt keine Störkontur, was das Einstechen an einem Bund sowie das Abstechen direkt an der Spindel ermöglicht. Die präzisionsgesinterte Stechplatte ist als neutrale Platte sowohl links als auch rechts einsetzbar. HORN rundet mit dem System 32T sein Dreischneider-Portfolio hin zu kleineren Maßen ab.

Die maximale Stechtiefe des Systems beträgt 4 mm, bei einer Stechbreite ( $w$ ) von 0,5 mm bis 2,5 mm. Für Einstechoperationen sind die Stechplatten mit gerader

Schneide sowie mit Vollradius verfügbar. Zum Abstechen bietet HORN die Wendeschneidplatte mit einer 15-Grad-Abstechschräge an. Für die prozesssichere Spanableitung sorgt eine rundgeschliffene Spanformgeometrie. Der Werkzeugträger ist als Quaderschaft, in 10 x 10 mm, 12 x 12 mm und 16 x 16 mm ausgelegt. Alle Versionen sind mit einer inneren Kühlmittelzufuhr ausgestattet und in linker und

## HORN RUNDET MIT DEM SYSTEM 32T SEIN DREISCHNEIDER-PORTFOLIO HIN ZU KLEINEREN MASSEN AB.

rechter Ausführung erhältlich. Bei den Substraten kann der Anwender zwischen EG35 (Materialgruppe P und M) oder der Sorte EG55 (Materialgruppe P) wählen.



# PRODUKTE

## SYSTEM 406



### Frässystem 406 mit Wiper-Geometrie

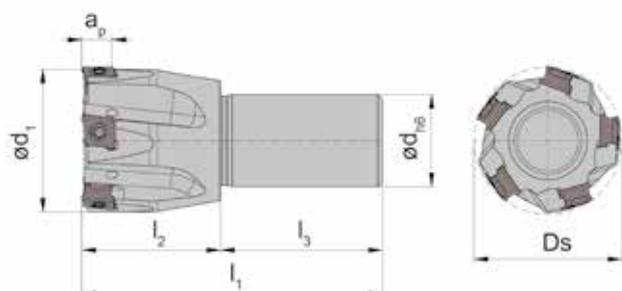
HORN erweitert das Tangentialfrässystem 406 um eine Schneidplatte mit Wiper-Geometrie zur Schlichtbearbeitung. HORN reagiert damit auf Kundenanforderungen, da die Ansprüche an die geforderten Oberflächenqualitäten ständig steigen. Die neue Geometrie erzeugt sehr hohe Oberflächengüten, auch bei höheren Vorschubgeschwindigkeiten. Somit verringern sich die Takt- und Bearbeitungszeiten je Bauteil. Darüber hinaus bietet die Geometrie die Möglichkeit, auch Schleifprozesse einzusparen.

Die einschneidige Breitschlichtplatte kommt in den 90-Grad-Eckfräsern des Systems 406 zum Einsatz. Pro Bestückung

eines Grundkörpers benötigt der Anwender nur eine Schneidplatte mit Wiper-Geometrie. Die restliche Bestückung erfolgt mit Standard Wendeschneidplatten des

## DIE EINSCHNEIDIGE BREITSCHLICHTPLATTE KOMMT IN DEN 90 GRAD ECKFRÄSERN DES SYSTEMS 406 ZUM EINSATZ.

Systems 406. Die Breitschlichtplatte ist in den Sorten AS4B für die Zerspanungshauptgruppen P und M sowie in der Sorte AS46 für die Zerspanungshauptgruppe K erhältlich.



# PRODUKTE

## SYSTEM 304



### Zirkularfrässystem 304

Für die produktive Bohrungsbearbeitung ab 8 mm Durchmesser erweitert HORN sein Portfolio zum Zirkularfräsen. Mit dem dreischneidigen Frässystem 304 bietet der Werkzeughersteller eine vielseitige Lösung für das Nutfräsen, Ausspindeln und Anfasen.

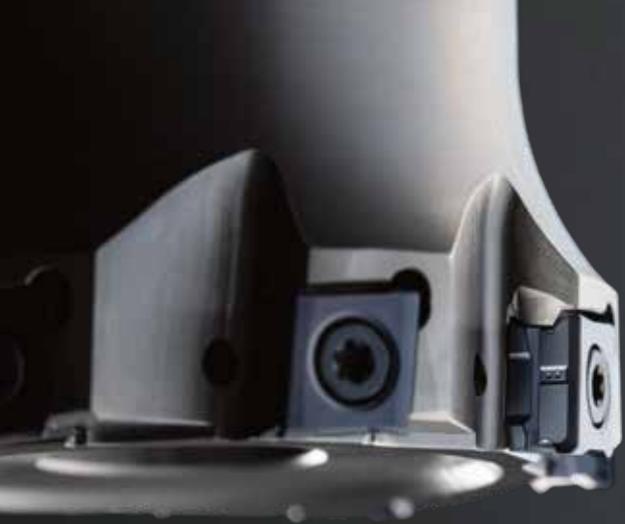
Die Schneidplatte mit einem Schneidkreis von 7,7 mm zeigt sich in Verbindung mit dem schwingungsdämpfenden Hartmetallschaft flexibler gegenüber dem Einsatz von Vollhartmetall-Nutfräsern. Das Substrat und die Geometrie lassen sich leicht auf den zu bearbeitenden Prozess abstimmen. Die innengekühlten Schäfte ermöglichen eine zielgerichtete Kühlung der Kontaktzone.

Die Schneidplatten zum Nutfräsen sind in den Schneidbreiten (w) 0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm und 2 mm erhältlich. Für das Fräsen von Sicherungsringnuten bietet HORN das System mit den Schneidbreiten 0,8 mm, 0,9 mm, 1,1 mm sowie 1,3 mm, die Variante mit Vollradius mit den Radien 0,4 mm, 0,6 mm und 0,8 mm. Für das Fräsen von Fasen sind die Winkel 45, 30 und 15 Grad erhältlich. Bei den Substraten setzt HORN für die allgemeine Stahlzerspanung auf die Sorte EG55 und für die Bearbeitung von rostfreien Stählen sowie Superlegierungen auf das Substrat IG35.

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 Sonderlegierungen. Die

## DAS SUBSTRAT UND DIE GEOMETRIE LÄSST SICH LEICHT AUF DEN ZU BEARBEITENDEN PROZESS ABSTIMMEN.

Präzisionswerkzeuge eignen sich besonders für die Prozesse Nutfräsen, Bohrzirkularfräsen, Gewindefräsen, T-Nutfräsen und Profilfräsen.



## PRODUKTE

# SYSTEM 409

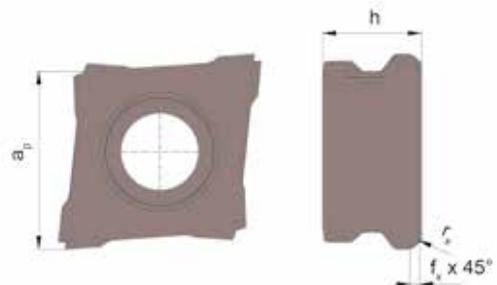
### Tangentialfrässystem 409

HORN erweitert das Tangentialfrässystem 409 um eine präzisionsgesinterte Wendeschneidplatte. Im Gegensatz zur geschliffenen Variante bietet die gesinterte Schneidplatte mit Schruppgeometrie eine kostengünstige Alternative. Die Geometrie mit umlaufender Schutzfase sorgt für hohe Standzeiten. Den ruhigen und vibrationsarmen Fräsprozess stellt der stabile Keilwinkel mit der eingearbeiteten Freiflächenfase sicher. Die positiven Span- und Axialwinkel sorgen für einen weichen Schnitt und die geschlossene Spanmulde bietet eine gute und prozesssichere Spanformung. Die Wendeschneidplatten sind mit allen Fräskörpervarianten kompatibel.

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, schiekt

sich an, bei der Volumenzerspanung 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 Zeitspanvolumen und hohe Produktivität bei guten Oberflächen.

**DURCH DIE GROSSEN MÖGLICHEN ZUSTELLUNGEN ERZIELT DIESES VERFAHREN BEACHTLICHE ZEITSPANVOLUMEN UND HOHE PRODUKTIVITÄT BEI GUTEN OBERFLÄCHEN.**



PRODUKTE

# BOEHLERIT FRÄSEN



## **Boehlerit erweitert 3D-Frässystem**

HORN präsentiert die Boehlerit Systemerweiterung zum 3D-Fräsen für den Werkzeug- und Formenbau. Die Systeme ISO 00P, RHOMBltec, BALLtec und TORROtec bieten die Abdeckung aller relevanten Bearbeitungen für das Marktsegment 3D-Fräsen. Das System ISO 00P ist ein universell einsetzbares Werkzeugsystem für den allgemeinen Maschinenbau und den Formenbau. Die neutrale Einbaulage der Schneidplatten im Trägerwerkzeug sorgt für eine hohe Konturgenauigkeit. Trotz der neutralen Lage ermöglicht die Schneidengeometrie einen weichen Schnitt. Mit dem System RHOMBltec zeigt Boehlerit ein universell einsetzbares Schlichtwerkzeug für alle gängigen Werkstoffe und Anwendungen.

Die Wendeschneidplatten weisen eine hohe Fertigungspräzision und hohe Standzeiten auf. Die axiale und radiale Wiper-Geometrie sorgt für eine hohe Produktivität, hohe Oberflächengüten und vibrationsfreies Schlichten auch bei großen Schnitttiefen.

Die Frässysteme BALLtec und TORROtec sind multifunktionale Werkzeuge für eine hohe Produktivität. Das System ermöglicht die Einsparung von Trägerwerkzeugen, da die Kugelmkopierwerkzeuge für Semi-

finish- und die Finishbearbeitung geeignet sind. Des Weiteren bietet Boehlerit eine hohe Variantenvielfalt bei der Auswahl von Wendeschneidplatten und Trägerwerkzeugen. Der Vollhartmetallschaft mit aufgelöteten Plattensitz sorgt für eine hohe Schwingungsdämpfung und daraus resultierende hohe Oberflächenqualitäten am Werkstück. Die Verwendung von Ultrafeinkorn-Hartmetallen bei den

## **DAS SYSTEM ISO 00P IST EIN UNIVERSELL EINSETZBARES WERKZEUGSYSTEM FÜR DEN ALLGEMEINEN MASCHINENBAU UND DEN FORMENBAU.**

Schneidplatten stellt die hohe Verschleißbeständigkeit bei gleichzeitig hoher Bruchbeständigkeit sicher, was die Prozesssicherheit erhöht. Alle Varianten sind mit einer inneren Kühlmittelzufuhr ausgestattet.

ÜBER UNS

# EUROSKILLS 2020: DAS KRÄFTEMESSEN DER BERUFE

**EuroSkills ist ein Berufswettbewerb, der alle zwei Jahre in Form einer Europameisterschaft ausgetragen wird. Im Mittelpunkt stehen die Spitzenleistungen von jungen, hoch talentierten Fachkräften, welche in rund 45 verschiedenen Berufen antreten. Die Teilnehmer sind entweder ausgebildete Nachwuchsfachkräfte, Absolventen einer berufsbildenden höheren Schule wie einer HTL oder einer FH im Alter von bis zu 25 Jahren. Die Wettbewerbe in den Berufsfeldern aus Industrie, Handwerk und Dienstleistung werden von rund 650 aktiven Teilnehmern bestritten. Diese Europameisterschaft findet vom 16. bis 20. September 2020 im österreichischen Graz statt.**



**#WE  
ARE  
SKILLS**

Die Berufs-EM EuroSkills ist das wichtigste Aushängeschild des Vereins „WorldSkills Europe“ – dessen erklärtes Ziel es ist, die Berufsausbildung aufzuwerten und auf die Wichtigkeit von bestens ausgebildeten Fachkräften aufmerksam zu machen. Die Organisation „WorldSkills

#### **Was passiert bei EuroSkills 2020?**

Die Teilnehmer stellen über drei Wettbewerbstage ihre Fertigkeiten und ihr Wissen in konkreten Arbeitssituationen in ihrem Fachbereich unter Beweis. Fachexperten stellen Aufgaben zusammen und bewerten anschließend die Ergebnisse. Besucher können die Arbeit der Teilnehmer live beobachten, sich zu dem jeweiligen Fachbereich informieren und die Unternehmen der Teilnehmer kennenlernen – und das völlig kostenlos. Zudem finden spannende Konferenzen und Kongresse sowie weitere Rahmenveranstaltungen statt. Am Abschlussstag werden alle Aufgaben bewertet und im Rahmen der Siegerehrung die Gewinner der einzelnen Fachbereiche sowie der Europameister „Best of Europe“ verkündet.

## **HORN UNTERSTÜTZT DIE SKILLS CNC-DREHEN UND CNC-FRÄSEN ALS SILBERSPONSOR.**

Europe“ wurde 2007 gegründet und hat inzwischen insgesamt 30 Mitgliedsländer, die regelmäßig Teilnehmer zu der Berufs-EM entsenden. Das Event EuroSkills selbst findet alle zwei Jahre in einem der 30 Mitgliedsländer statt – so trifft sich die „Nachwuchselite“ der Berufe 2020 in Österreich, und Graz wird sich an vier Tagen in einen Nachwuchsfachkräfte-Hotspot verwandeln. Erwartet werden nicht nur die rund 650 Teilnehmer, sondern auch mehrere zehntausend Besucher. Im Mittelpunkt stehen die Spitzenleistungen von jungen, hoch talentierten Fachkräften im Alter von bis zu 25 Jahren, die sie in ihren rund 45 europäischen Berufen erbringen.

#### **HORN ist Silbersponsor**

Die Paul Horn GmbH unterstützt als Silbersponsor ab sofort die Skills CNC-Drehen und CNC-Fräsen bei EuroSkills 2020. Deshalb dürfen sich die Teilnehmer dieser beiden Skills besonders auf die Unterstützung in Form von Werkzeug und Materialien von HORN freuen. Christian Thiele, Pressesprecher der Paul Horn GmbH, erklärt, wieso HORN sich für den Fachkräfte-Nachwuchs und das Event EuroSkills 2020 einsetzt:



„Wir von HORN sind davon überzeugt, dass wir mit unserem Sponsoring von EuroSkills 2020 dazu beitragen, junge Leute auf Ausbildungsberufe- und Möglichkeiten in unserem Bereich aufmerksam zu machen und sie dafür begeistern zu können. Die Veranstaltung zeigt, dass Berufe in dieser Branche herausfordernd und interessant sind sowie eine große Vielfältigkeit mit sich bringen.“

### **Try-a-Skill-Show**

Entdecke dein Talent und werde zum Hero: Das ist das Motto der Berufsorientierungskampagne „Try a Skill“. Die Kampagne richtet sich an Schüler, deren Eltern und Pädagogen mit dem Ziel, den Jugendlichen Unterstützung bei der Berufswahl zu geben – und zwar in einem spannenden und lehrreichen Setting. Die interaktiven „Probierstationen“ werden im Rahmen von EuroSkills 2020 direkt in das Wettbewerbssetting integriert und laden dazu ein, die unterschiedlichen Berufe, angefangen von Betonbau über CNC-Fräsen bis hin zum Bäcker, direkt vor Ort selbst auszuprobieren.

Ein erklärtes Ziel des Projekts ist es, den Schülern die eigenen Stärken vor Augen zu führen und sie dazu zu ermuntern, einen Beruf entsprechend ihren Talenten und Begabungen zu wählen.

Christian Thiele, Pressesprecher von HORN, und EuroSkills 2020 GmbH Aufsichtsratsvorsitzender Josef Herk bei der Unterzeichnung des Silbersponsorings.



COMPOSITES

# INTERVIEW MARKUS KANNWISCHER



## Was sind die Herausforderungen bei der spanenden Bearbeitung von Composites?

Composites bestehen in der Regel aus hochbelastbaren Fasern aus Kohlenstoff-, Aramid- oder Glasfasern und werden mit Elastomeren, mit thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoffen gebunden. Extrem harte und abrasive Fasern sind

für Kompressionsschnitte, Schnittunterteilungen zur Reduzierung des Schnittdrucks, Anritzen der Deckfasern mit Vorschneidern und abgestimmte Span- und Freiwinkel sind nur einige Parameter, mit denen das optimale Werkzeug definiert werden kann. Sind die makrogeometrischen Parameter bestimmt, kann die Auswahl des entsprechenden Schneidstoffs getroffen werden. Je nach Makrogeometrie fallen bestimmte Möglichkeiten weg: Bei sehr kleinen Werkzeugen bieten Vollhartmetallwerkzeuge deutlich mehr Gestaltungsmöglichkeiten als beispielsweise PKD- oder CVD-bestückte Fräser. Das Substrat sollte eine gewisse Zähigkeit aufweisen, um die dynamischen Schnittkräfte beim Durchtrennen der Fasern gut aufnehmen zu können. Zur Verbesserung der Standzeit werden diese Werkzeuge dann oft diamantbeschichtet. Damit kann eine zähe Schneide mit einer extrem harten Randschicht bei gleichzeitig guter Schärfe erzeugt werden. Dies gewährleistet Prozesssicherheit und eine gute Standmenge. Das Aufimpfen der Diamantkörner funktioniert aber nur, wenn der Kobaltgehalt im Hartmetall nicht zu hoch ist.

## UNTERSCHIEDLICHE AUSLEGUNG VON FASERGELEGEN.

kombiniert mit weicheren und vor allem wärmeempfindlichen Kunststoffen. Je nach Lage der Fasern haben Composites isotropische oder anisotropische Eigenschaften. Dazu kommt die große Vielfalt an Werkstoffen, bedingt durch die unterschiedliche Ausrichtung von Fasergelegen, unterschiedliche prozentuale Anteile der Kunststoffe und oft die Kombination mit Metallblechen. Die Anforderungen an die Zerspanung sind saubere und ausrissfreie Flächen ohne Faserüberstände oder Delaminationen. Für die Werkzeugschneide ergeben sich damit widersprüchliche Anforderungen: ein leichter, kühler Schnitt bei sehr stabilen Schneidkanten, einer langen Werkzeugstandzeit und glatte Werkzeugoberflächen, die ein Anhaften des Werkstoffs verhindern.

### Wie gehen Sie die Herausforderungen werkzeugseitig an?

Bei der Auslegung von Werkzeugen für die Composite-Bearbeitung gilt es, die verschiedenen Möglichkeiten der Werkzeuggestaltung clever zu kombinieren: Achskreuzwinkel der Schneiden an den Decklagen

### Stichwort Schneidstoff: Was unterscheidet PKD von CVD?

Bei PKD werden einzelne harte Diamantkörner mit zähem Kobalt oder anderen Elementen gebunden. Der Verbund ist elektrisch leitfähig und kann mittels Erodieren bearbeitet und in Form gebracht werden. CVD besteht ausschließlich aus Diamant und wird überwiegend gelasert oder geschliffen. Daher ist die Härte von CVD viel höher als die von PKD. Umgekehrt ist allerdings die Zähigkeit und damit der Schutz vor Ausbrüchen bei PKD höher als bei CVD. Da PKD aus einzelnen Diamantkörnern erzeugt wird, lassen sich

die Eigenschaften des PKD mittels unterschiedlicher Korngrößen in einer Schneide feiner auf die einzelne Anwendung abstimmen. Damit ist das Parameterfenster bei dem CVD funktioniert deutlich kleiner, als bei PKD. Wenn aber die richtigen Parameter getroffen wurden, ist die Standzeit bei CVD-Werkzeugen wesentlich höher als bei Werkzeugen mit PKD-Bestückung

#### **Wie testen Sie entsprechende Werkzeuglösungen?**

Bei Zerspanungstests steht an erster Stelle die Sicherheit: Ergänzend zu den üblichen Sicherheitsvorkehrungen bei Zerspanungstests sind die Aspekte der Staubabsaugung zu beachten. Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sind hier einzuhalten. Bei Zerspanungstests in unserem Versuchszentrum arbeiten wir mit speziellen Absaugeinrichtungen. Zum Einsatz kommen alle Messsysteme wie Schnittkraftmessung, Hochgeschwindigkeitskamera und Messsysteme für die Oberflächenmessung. Oft handelt es sich bei Kundenwerkstücken um flächige Teile, die eine entsprechende Spannvorrichtung voraussetzen. Dann führen wir die Funktionstests zunächst bei uns im Haus durch und die finalen Standzeittests erfolgen zusammen mit Kunden auf deren Maschinen. Bei Grundlagenuntersuchungen und weiterführenden Versuchsreihen arbeiten wir mit Instituten zusammen. Die Beurteilung des Ergebnisses erfolgt immer durch den Kunden, da die Anforderungen an eine Schnittkante oder eine gefräste Oberfläche unterschiedlich bewertet werden.

#### **Wie sehen Sie die Entwicklung: Kommen Composites in Zukunft vermehrt zum Einsatz und wenn ja wo?**

Über alle Branchen hinweg wird der Anteil an Composites weiter ansteigen. Studien sagen hier ein jährliches Wachstum von 10 bis 15 Prozent voraus. Allerdings wird der Einsatz von Composites in den Branchen unterschiedlich beurteilt. Im Bereich Aerospace sind bereits hohe Mengen an CFK-Werkstoffen verbaut und ihr Anteil steigt auch künftig weiter an. Selbst in den Triebwerken werden zukünftig Fanschaufeln mit Anteilen an Carbon und Gehäuse aus Composites zum Einsatz kommen. Im Bereich der PKW ist ein flächiger Einsatz aktuell eher weniger wahrscheinlich, da die heißumgeformten Stahlwerkstoffe hier deutlich aufgeholt haben. Bei den Nutzfahrzeugen und Wohnmobilen kommen allerdings vermehrt flächige GFK-Bauteile zum Tragen. Ein hochinteressanter Bereich sind die Carbon-Betone, die eine Reihe entscheidender Vorteile bieten: dünnere Bauweise, günstigere Montagearbeiten und die Vermeidung von Korrosion. Langzeitstudien zur Haltbarkeit gibt es allerdings noch nicht viele. Können die Kosten von Carbon-Beton weiter reduziert werden, erschließt sich hier ein riesiger Markt.

#### **Wo sehen Sie künftiges Werkzeugpotential im Themenfeld Composites?**

Im Bereich der Zerspanungswerkzeuge ist der größte Markt die Herstellung von Bohrungen. Wir bei HORN zielen hauptsächlich auf das Besäumen und das Erzeugen von Taschen und Durchbrüchen, also die Herstellung von Fräswerkzeugen. Im Bereich der Diamantschichten für VHM-Werkzeuge sorgen neue Multilayer-Diamantschichten für hohe Verschleißfestigkeit bei gleichzeitiger Schärfe der Schneide. Der Einsatz von zäheren Hartmetallen bei gleichzeitiger guter Schichthaftung erweitert das Einsatzgebiet der diamantbeschichteten Vollhartmetallwerkzeuge. Im Bereich der CVD-Schneiden ist das Wissen um die richtigen Einsatzparameter in den letzten Jahren deutlich gewachsen, so dass auch hier riesige Leistungssprünge erzielt werden konnten. Zusammen mit der neuesten Lasertechnik zur Herstellung präziser und scharfer Schneiden konnte der Einsatzbereich von CVD deutlich erweitert werden.

## **SCHNITTKRAFTMESSUNG, HOCHGESCHWINDIGKEITSKAMERA UND OBERFLÄCHENMESSUNG.**



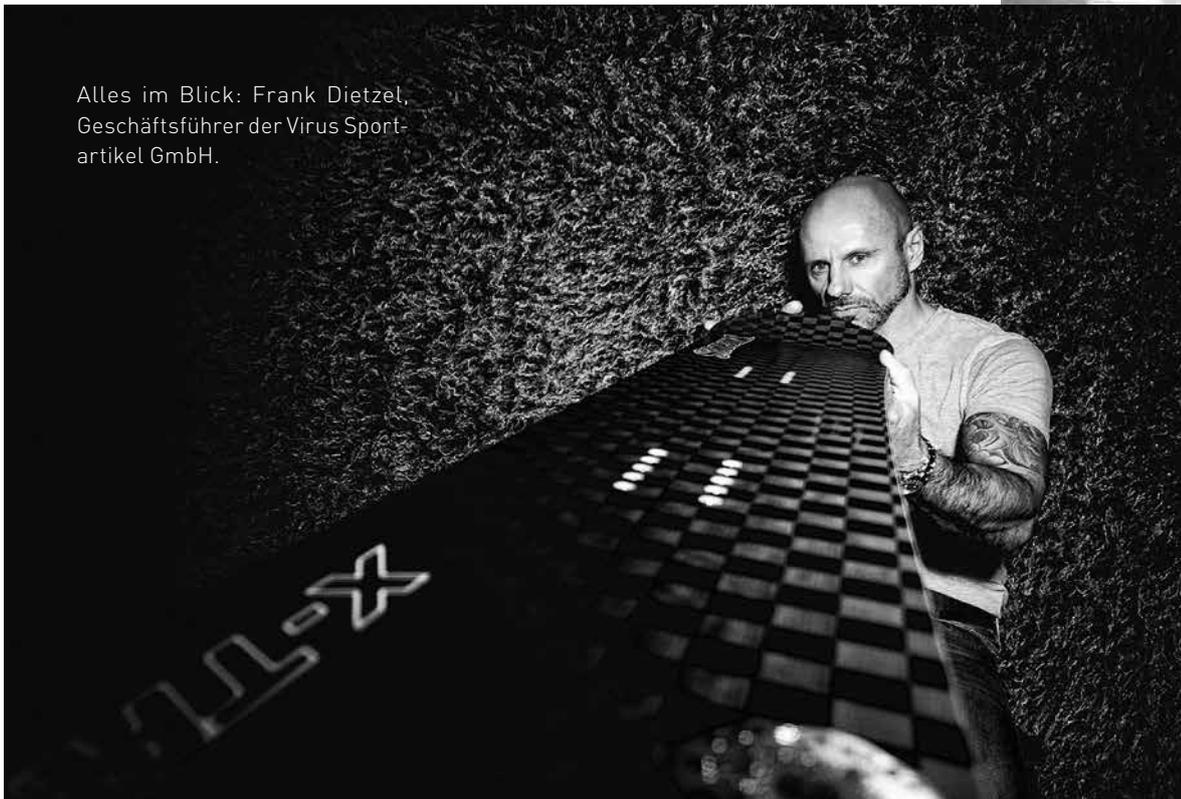
Der Aufsteckfräser DA mit CVD-D bestückten Schneidplatten eignet sich optimal für die Bearbeitung von Composites.

COMPOSITES

# HOCHKARÄTIGE WERKZEUGE FÜR HÖCHSTE ANSPRÜCHE

„Wer einmal auf einem Virus Brett stand - der weiß: diese Bretter machen süchtig“, scherzt Frank Dietzel. Der Geschäftsführer der Virus Sportartikel GmbH produziert in seiner Manufaktur seit über 30 Jahren Highend Snowboards und Skier für Wintersportler mit höchsten Ansprüchen. Zusammen mit seinem Team setzt Dietzel bei der Herstellung auf Hightech-Faserverbundwerkstoffe und heimische Hölzer. „In jedem unserer Bretter steckt ein flexibler Holzkern“, erklärt Dietzel. Neben viel Handarbeit kommt für die Zuschnitte der CFK-Matten und dem Fräsen von Holzkernen eine CNC-Fräsmaschine zum Einsatz. Hier setzen die Spezialisten auf Diamantwerkzeuge der Tübinger Paul Horn GmbH.

Alles im Blick: Frank Dietzel, Geschäftsführer der Virus Sportartikel GmbH.





**„WER SICH EINMAL MIT DEM VIRUS  
INFIZIERT HAT – DER WEISS: DIESE  
BRETTER MACHEN SÜCHTIG.“**

Als der Snowboardsport im Jahr 1984 noch in den Kinderschuhen steckte, begann Dietzel in Großwallstadt schon mit der professionellen Produktion dieser neuartigen Wintersportgeräte. Seither gilt die Marke Virus als feste Größe in der Branche. Profis und anspruchsvolle Wintersportler setzen auf die Performance der Snowboards und Ski. Virus Boards sind aus Hightech-Werkstoffen in Verbindung mit Vollholzkerne als Sandwich-Bauweise hergestellt. Die Holzkerne entstehen durch reine Handarbeit und sind je nach Modell mit zwei bis drei Carboneinlagen verstärkt. Dietzel setzt für seine Top-Modelle auch auf den Werkstoff Zylon. Hierbei handelt es sich um die stärkste Faser, die je von Menschenhand produziert wurde. „Zylon ist wie eine künstliche Spinnfaser, die eine viel höhere Reißfestigkeit als Carbon aufweist. Die Verarbeitung ist sehr aufwändig und erfordert besondere Werkzeuge und Technologien, um diese Faser überhaupt schneiden zu können“, so Dietzel.

Die einzelnen Schichten der Sandwich-Bauweise haben unterschiedliche Aufgaben. Der Kern bestimmt den Großteil der Eigenschaften des fertigen Bretts. Aufgrund der Allroundeigenschaften ist Holz ein sehr gutes Kernmaterial. Ein Holzkern besteht aus mehreren miteinander verklebten Streifen von laminierten Harthölzern. Sie bieten einen natürlichen Flex des Boards und verfügen über eine gute Vibrationsdämpfung. Um gewisse Bereiche des Bretts zu verstärken, sind Einlagen aus Karbon und Glasfaser in das Laminat eingebracht. Die Sportgeräte müssen sich in schnellen Kurvenfahrten dem Untergrund anpassen, aber beim Lastwechsel sich schnell wieder in Ausgangsform zurückbiegen. Wichtig ist hierbei, dass das Material nicht wie eine Sprungfeder reagiert, was die Kontrolle



Fräsbearbeitung der CFK-Matten. Die ausgefransten Kanten stammen von dem Schutzgewebe.

sehr beeinflussen würde. Dietzel laminiert CFK-Matten in den Kern und in die äußere Schicht, was das Handling und die Performance des Sportgeräts nochmal deutlich steigert.

#### **CVD-Diamant**

Für den Zuschnitt der CFK-Matten sowie beim Fräsen der Holzkerne setzt Dietzel auf CVD-Diamant-bestückte sowie CVD-Diamant-beschichtete Fräswerkzeuge von HORN und eine CNC-Portalfräsmaschine. „Die Werkstoffe wirken sehr abrasiv. Hartmetall würde bei der Bearbeitung zu schnell verschleissen“, sagt Außendienstmitarbeiter Stefan Bachmann, von HORN. Für das Fräsen der CFK-Matten und der 3D-Formen der Holzkerne kommen diamantbeschichtete Schaftfräser des Typs DSS zum Einsatz. Zum Besäumen von Flanken ein bestückter CVD-D Fräser mit fünf Schneiden.

**„DIE WERKSTOFFE WIRKEN SEHR ABRASIV. HARTMETALL WÜRD E BEI DER BEARBEITUNG ZU SCHNELL VERSCHLEISSEN.“**

„Sehr wichtig sind die Kanten der CFK-Matten. Wenn diese ausgefranste oder delaminierte Stellen aufweisen, sind sie unbrauchbar. Die Leistung der Fräswerkzeuge von HORN stellen uns voll zufrieden, denn Ausschuss ist bei CFK sehr teuer“, erklärt Dietzel. Auf den CFK-Matten ist für die Fräsbearbeitung noch ein zusätzliches Gewebe aufgeklebt, welches zum Schutz der Kanten dient. Dieses Gewebe wird nach der Bearbeitung abgezogen. Dietzel setzt für die Fräsbearbeitungen auf einer CNC-Portalfräsmaschine, welche normalerweise in der Holzindustrie Möbelteile bearbeitet. „Die Maschine mit dem Vakuumspanntisch bietet uns alle Voraussetzungen und Bearbeitungsmöglichkeiten, die wir für unsere Produkte benötigen“, erklärt der Geschäftsführer.



Die einzelnen Produktionsschritte im Überblick: Links der laminierte und besäumte Rohling. Rechts das fertig lackierte Snowboard.

Die Werkstückkanten weisen nach dem Entfernen des Schutzgewebes keine Schäden oder Delamination auf.



### Schneiden statt quetschen

CVD-Diamant-Schneiden unterscheiden sich mehrfach von PKD-Schneiden. Der CVD-Diamant ist zu 99,99 Prozent fast reiner Diamant im Gegensatz zum mit Binderanteilen von 10 bis 20 Prozent gemischten PKD. Obwohl beide Schneidstoffe polykristallin aufgebaut sind, ist die Struktur von CVD-Diamant homogener und fast ebenso hart und verschleißfest wie

µm mindestens zehnmal so scharf. Beim Schleifen von PKD werden Randkristalle an der Schneide herausgebrochen, beim Lasern von CVD-Diamanten aber durchschnitten. Dadurch erklärt sich auch die hohe Standmenge beim Bearbeiten von kohlefaser- und glasfaserverstärkten Kunststoffen. Mit einer Schneidkantenschärfe von 1 bis 2 µm durchschneiden die CVD-Diamant-Schneiden

## CVD-DIAMANT-SCHNEIDEN UNTERSCHIEDEN SICH MEHRFACH VON PKD-SCHNEIDEN.

monokristalliner Naturdiamant. Während PKD-Schneiden üblicherweise geschliffen oder erodiert werden, sind CVD-Schneiden präzisionsgelasert und damit mit einer Schneidverrundung zwischen einem und zwei

die 5 bis 8 µm dünnen Fasern, während die PKD-Schneiden mit ihrer zehnfachen Schneidkantenverrundung die Fasern lediglich abquetschen und durch Reibung schneller verschleifen.

Frank Dietzel (li) im Gespräch mit den HORN-Technikern Robert Braun (li) und Stefan Bachmann (re).





**DEUTSCHLAND, STAMMSITZ**

GERMANY, HEADQUARTERS

—

Hartmetall Werkzeugfabrik  
Paul Horn GmbH  
Horn-Straße 1  
D-72072 Tübingen

Tel +49 7071 / 70040

Fax +49 7071 / 72893

info@phorn.de

www.phorn.de

**Find your country:**  
**[www.phorn.com/countries](http://www.phorn.com/countries)**