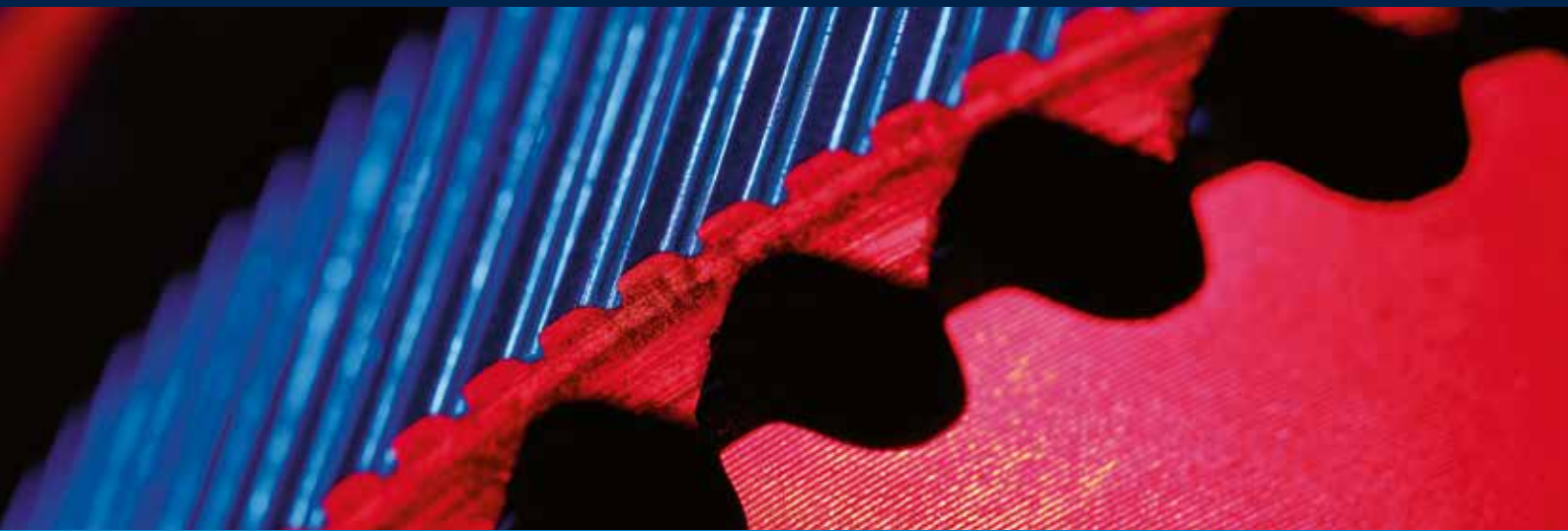


FUTURE MANUFACTURING

Magazin für intelligente Produktion



Präzisionswerkzeuge
Werkzeugmaschinen

VEREINT. KOMPETENT. ZERSPANEN.

Das neue Team Cutting Tools der CERATIZIT Gruppe.



Vier Experten, ein starkes Team! **Das ist die CERATIZIT Gruppe im Bereich Zerspantung.** Als Technologieführer sind wir Komplettanbieter in allen Sparten der Zerspantung und mit unserer Herstellerkompetenz erster Ansprechpartner für unsere Kunden. **Unsere Kompetenzmarken CUTTING SOLUTIONS BY CERATIZIT, KOMET, WNT und KLENK vereinen ein ganzheitliches Servicekonzept mit modernster Logistik.** So können wir eine breite Auswahl innovativer Produkte in kürzester Zeit liefern – wenn nötig sogar bis morgen.

Besuchen Sie uns auf der AMB 2018

18.–22. Sept./Messe Stuttgart/Halle 1 und Halle 3



CERATIZIT ist eine Hightech-Engineering-Gruppe, spezialisiert auf Werkzeug- und Hartstofftechnologien.

Tooling the Future

www.ceratizit.com

Elektromobilität beeinflusst die Zerspanung

Zahlen, Daten, Fakten



Der Wandel im Antriebsstrang für den Pkw hat enorme Auswirkungen auf die Produktionskonzepte. Der Verbrennungsmotor besteht aus geschätzt 1400 Komponenten. Für den E-Motor müssen lediglich 200 Komponenten hergestellt werden. Dafür steigen die Anforderungen an die Präzision aufgrund der Bauteile mit dünnen Wandungen und extremen Verhältnissen von Länge zu Durchmesser. Die Zerspanungsleistung für Elektroautos **sinkt um 70 %**.

Die Batteriefertigung ist für den Maschinenbau von großem Interesse. Der Markt für Batterien und Brennstoffzellen könnte von **5 auf 81 Milliarden Euro** im Jahr 2025 wachsen. Der Umsatz mit Getriebe wird von 61 auf 39 Milliarden Euro (im schlechtesten Fall) sinken.

Die **Automobilindustrie** ist mit 10 % (23 Milliarden Euro) für den Maschinenbau die wichtigste Abnehmerbranche. 224 Milliarden Euro hat der Maschinenbau 2017 insgesamt umgesetzt bei einem Produktionswert von 212 Milliarden Euro.



Editorial



Markus Heseding
Geschäftsführer
der VDMA-Fachverbände
Präzisionswerkzeuge
sowie Mess- und Prüftechnik

Präzisionswerkzeuge – Garant für Wettbewerbsfähigkeit

Getrieben vom internationalen Wettbewerb werden die Geometrien von Werkstücken immer komplexer, steigen die Anforderungen an die Oberflächenqualität und stehen die Herstellungskosten gleichzeitig unter hohem Druck. Die Präzisionswerkzeughersteller entwickeln zusammen mit ihren Kunden daher ständig neue technologische Lösungen, um gemeinsam den Vorsprung im weltweiten Wettbewerb auszubauen.

Von der Prozessoptimierung durch frei konfigurierbare Fertigungslinien oder visuelles Shopfloor Management und Augmented Reality im Werkzeugbau über die Erweiterung des Drehens um eine dritte Achse oder die Optimierung des Workflows zwischen den Standorten durch Maschinensimulationssoftware bis hin zur automatischen Beschaffung von Werkzeugen durch den Einsatz von Werkzeugausgabeautomaten reichen die Beispiele für das umfassende Produktions-Know-how der Mitgliedsunternehmen.

Viele dieser Lösungen sind während der AMB 2018 in Stuttgart vom 18. bis 22. September zu sehen. Das Angebot auf der größten AMB aller Zeiten wird allerdings so umfangreich sein, dass es für den Fachbesucher eine Herausforderung darstellt, sich einen Überblick über alle Fertigungstechnologien zu verschaffen, die für das eigene Unternehmen zukunftsrelevant sind.

Der VDMA Präzisionswerkzeuge hilft daher in doppelter Hinsicht. Zum einen finden die VDMA-Mitglieder einige Themen bereits in diesem Heft. Zum anderen bietet das VDMA-Technologieforum während der AMB die Gelegenheit, sich branchenspezifisch über innovative Lösungen aus den Bereichen Zerspanwerkzeuge, Spannzeuge sowie Mess- und Prüftechnik zu informieren.

Markus Heseding

INFORMATIONEN



VDMA Technologieforum

Ein Forum mit technischen Fachvorträgen bietet der VDMA während der AMB 2018 in Stuttgart an. In diesem Jahr stehen Lösungen für unterschiedliche Kundenbranchen im Fokus. Zunächst rückt Automotive in den Vordergrund. Es folgen Maschinenbau, Spanntechnik, Werkzeugbau und Medizintechnik sowie Aerospace. Behandelt werden aktuelle Technikrends der Zerspanung, der Spanntechnik sowie aus der Mess- und Prüftechnik. Dazu gehören unter anderem integrierte Prozesskontrolle, innovative Werkzeugkonzepte und zerstörende Prüftechnik. Die optische Messung von Zahnstangen, Deep Learning und Schnittstellen in der additiven Fertigung sind Themen aus Maschinenbau und Spanntechnik. Prozessoptimierte Spannlösungen, Flexibilität 4.0 und weitere spannende Themen mit Fokus auf die Luftfahrtindustrie runden das Programm ab. Das VDMA-Technologieforum findet an den drei mittleren Messtagen der AMB auf dem gemeinsamen Stand (Halle 1, B 50) der VDMA-Fachverbände Präzisionswerkzeuge sowie Mess- und Prüftechnik statt.

Inhalt

Editorial	4
Präzisionswerkzeuge	
Die vierte industrielle Revolution zeigt sich im Werkzeug- und Formenbau	6
Phoenix Contact: Augmented Reality und visuelles Shopfloor Management verbessern die Prozesse	
Ganzheitliches Qualitätsmanagement im Werkzeug- und Formenbau	8
Werkzeugbau Akademie: Steigerung der Effizienz durch ganzheitlichen Blick auf die Prozesse	
Berührungsloses Messen von Zahnstangen	10
Hexagon: Hybride Lösung mit taktilen und optischen Sensoren	
Prozesssicherer Werkzeugeinsatz durch Digitalisierung	12
Haimer: Reibungsloser Datenfluss bis zur Werkzeugaufnahme	
Nie mehr auf Werkzeug warten!	14
WNT: Automatisches Ausgabesystem zur Bereitstellung spart Kosten	
„Das Ziel ist es, die Maschine immer unter Span zu haben“	16
Hainbuch: Im Gespräch mit Stefan Nitsche / Königsdisziplin Werkstückspannung	
Trends beim Verzahnen: Wälzschälen mit hoher Produktivität und langer Standzeit	18
Horn: Für die Großserie auch bei kritischen Werkstoffen geeignet	
Neues aus der Industrie	20
Werkzeugmaschinen	
Präzise Verzahnung hilft beim Vorwärtkommen	22
Liebherr Verzahntechnik: Universelle Einsatzfähigkeit mit hoher Präzision	
Die frei konfigurierbare Fertigungslinie: Zahnradproduktion nach dem Baukastenprinzip	24
Felsomat: Auf der Suche das der optimalen Produktionsstrategie	
Mit der Hairpin-Technik schneller zum Elektromotor	26
Grob: Neue Verfahren in exakt getaktete Abläufe umsetzen	
Perfekte Kombination für Strukturbauteile – schneller, besser und weniger Schnittkräfte	28
LK Mechanik: Berührungslose Handhabung verbessert die Fertigung	
Mit NC-Simulation fehlerfrei fertigen und Rüstzeiten minimieren	30
Ncsimul: Maschinenspezifische Abläufe werden mit dem virtuellen Zwilling simulierbar	
Tempomacher für die Drehbearbeitung	32
EMAG: Prozessschritte in ganzheitlichem Ablauf zusammenfassen	



Quality Gates führen im Werkzeugbau zu fehlerfreien Prozessen.

8



Zur Herstellung von Statoren für Elektromotoren werden die einzelnen Segmente wie Haarnadeln geformt.

26



In elektromechanischen Systemen sorgt ein Schleifring für die ungehinderte Rotation von Leistungsringen.

30

FUTURE MANUFACTURING 2018

Die Themen der nächsten Ausgaben: Industrielle Bildverarbeitung, Automatisierung.

Die vierte industrielle Revolution zeigt sich im Werkzeug- und Formenbau

SVEN HOLSTEN

Disruptive Innovationen eröffnen signifikante Optimierungspotenziale – nicht nur im produktiven Umfeld. Wie visuelles Shopfloor Management und Augmented Reality die Prozesse verbessern können, zeigt das Beispiel des unternehmensinternen Werkzeugbaus von Phoenix Contact. Die Automatisierungsprojekte werden flankiert von Lean Management.

Fotos: Phoenix Contact



Im Werkzeugbau macht sich die digitale Transformation bemerkbar.

Lösungen, die der vierten industriellen Revolution gerecht werden, sind für den deutschen Werkzeug- und Formenbau besonders interessant. Der Werkzeugbau ist aufgrund des ständigen Produktwechsels durch hohe Aufwände gekennzeichnet. Der Industriezweig weist jedoch oftmals Defizite im Hinblick auf die Produktionslogistik auf.

Deshalb sind Prozesse vor der Automatisierung von Verschwendung zu befreien. In diesem Sinn werden Automatisierungsvorhaben bei Phoenix Contact durch Lean-Projekte flankiert, um nicht wertschöpfende Prozessanteile zu eliminieren. Nachdem unnötige Prozessschritte bereinigt wurden, schließen sich Vereinfachung, Zusammenfassung und Automatisierung der verbleibenden Prozessschritte an.

Der internationale Werkzeugbau der Phoenix-Contact-Gruppe umfasst vier Standorte, die den lokalen Bedarf an Spritzgieß-Equipment bedienen. Damit zukünftig eine automatisierte Zustandserfassung und -bewertung im Sinn von Industrie 4.0 möglich sind, wurde an allen Standorten ein globales Produktionssystem eingeführt. Die Lösung erlaubt eine einheitliche, standardisierte Aufnahme und Evaluierung von Prozessen auf Basis weltweit vereinbarter Key Performance Indicators (KPI).

Darüber hinaus sind wesentliche Aspekte der industriellen Produktionslogistik an sämtlichen Standorten in gleicher Art implementiert. Darunter fällt insbesondere die Trennung von Fertigungslinien nach Durchlaufzeiten. Dementsprechend ist das Service- und Reparaturgeschäft genauso durch autonome

Wertschöpfungsketten repräsentiert wie das Neuwerkzeuggeschäft. Die operative Steuerung des Wertstroms erfolgt durch ein visuelles Shopfloor Management auf Basis einer selbstpriorisierenden First-In-First-Out-Rangfolgezahl. Aktuelle Arbeitsvorräte werden vor Ort angezeigt.

Als eigentliches Steuerungsinstrument fungiert ein täglich stattfindender Gemba Walk, bei dem die Führungskräfte lokal durch die Produktion gehen und die Einlastung oder Fremdvergabe von Aufträgen sowie Mehrarbeit beschließen. Alle entscheidungsrelevanten Informationen müssen permanent vor Ort verfügbar sein. Dies wird durch passende Visualisierungsmethoden umgesetzt. Da auf diese Weise sämtliche notwendigen Daten am Ort der Entscheidung zugänglich sind, entfallen die sonst typischen Orientierungsaufwände.

Aufbereitung der Daten

Bei der Einführung der Entscheidungsprinzipien wurden gemäß der Lean-Methodik zunächst Pappkarten und Brown Paper verwendet. Sobald eine hinreichende Prozessqualität erreicht war, galt es, digitale Lösungen zu schaffen. Als verbindliche Datenbasis hat Phoenix Contact ein Datenbank-Frontend entwickelt, in dem wichtige ERP-, PLM- und Prozessdaten verknüpft und anwendungsgerecht aufbereitet werden. Das Global Tool Shop Information System (GTIS) bildet das Fundament für alle Entscheidungen und dient der Rückführung von Know-how. So konnten klassische Excel-Dokumente – wie Maßnahmenpläne oder Fehlerbeschreibungen – abgelöst und in die Datenbank überführt werden. Die Anwendung ist an jedem Arbeitsplatz per Desktop-PC, Laptop oder mobilem Rechner verfügbar.

Die GTIS-Datenbank entspricht der Idee eines digitalen Zwilings. In vielen Fällen benötigt der Nutzer jedoch eine anwendungsbezogene Verarbeitung und Verdichtung der vorhandenen Informationen. Dieser digitale Schatten wird durch anwendungsbezogene User Interfaces bereitgestellt. Dabei handelt es sich in der Regel um 90-Zoll-Touchpads, die an definierten Kommunikationspunkten installiert wurden. Die User Interfaces sind derart gestaltet, dass der Nutzer entscheidungsrelevante Informationen sofort erkennt. Außerdem kann er per Fingertipp weitergehende Details abrufen. Nicht systemisch erfasste Statusänderungen lassen sich ebenfalls direkt per Drag and Drop vornehmen.

Einsatz von Augmented Reality

Nachdem die Zustandserfassung erfolgt ist, müssen Entscheidungsprozesse automatisiert werden. Diese klassischen Vorgänge, die sich typischerweise auf Expertenwissen gründen, sollen zunehmend durch datengetriebene künstliche Intelligenzen ersetzt oder assistiert werden. Gemeinsam mit Hochschulinstituten sucht das Unternehmen nach entsprechenden Deep-Learning-Strategien, um die bestehende Datenbasis für Entscheidungsvorlagen nutzbar zu machen. Als Anwendungsfälle bieten sich die automatisierte CAM-Programmableitung oder die Steuerung im Try-Out-Prozess an.

Die Implementierung digitaler Assistenzsysteme hat Einfluss auf vorhandene Dokumentations- und Kommunikationsformen. Es ist durchaus vorstellbar, dass Mitarbeiter auf diese Weise vermeintliche Expertentätigkeiten eigenständig ausführen. Beispielsweise kann der Maschinenbediener ein Werkzeug mit Unterstützung von Assistenzsystemen auf Basis von Augmented Reality selbst umbauen. Dabei werden die Montage- oder Demontageanweisungen über eine Datenbrille oder ein mobiles Device dem Live-Videobild überlagert und der Mitarbeiter wird visuell entlang des Montagevorgangs geführt. Als weitere Anwendung zählt die Einführung von virtuellen Besprechungsräumen, um beispielsweise bei global verteilten Projektteams die Konstruktions-Meetings direkt erfahrbar zu machen.

Einer vierten industriellen Revolution stehen derzeit noch Hindernisse im Weg. Zentrale Fragen wie die Zustandserfassung, Datenaufbereitung oder die Anwendung von Assistenzsystemen lassen sich jedoch schon heute umsetzen. Im Zusammenspiel mit hochfunktionaler verfahrensgemischter Automation der dritten industriellen Revolution sowie ersten Anwendungen der künstlichen Intelligenz ist das Ziel in erreichbarer Nähe gerückt. Im Werkzeugbau der Phoenix-Contact-Gruppe sind bereits viele Ansätze im Produktivsystem implementiert. ●

Dr. Sven Holsten
Director Tool Shop Plastics
im Geschäftsbereich Tools and Parts
Phoenix Contact GmbH & Co. KG

25% Preisnachlass
Preisnachlass
Preisnachlass
Preisnachlass !

Die Wirtschaftsförderung für Firmen!

mehr Informationen finden Sie online
www.edelstahl24.com



**Rohrdoppelnippel
Sonderlänge V2A**

Artikel Nr. 054641 lagernd
z.B. 1/2", 0301-0399mm,
beidseitiges Außengewinde;
Benötigte Länge individuell
verfügbar.

nur Euro 24,72
inkl. MwSt.

HAMMER-PREIS!

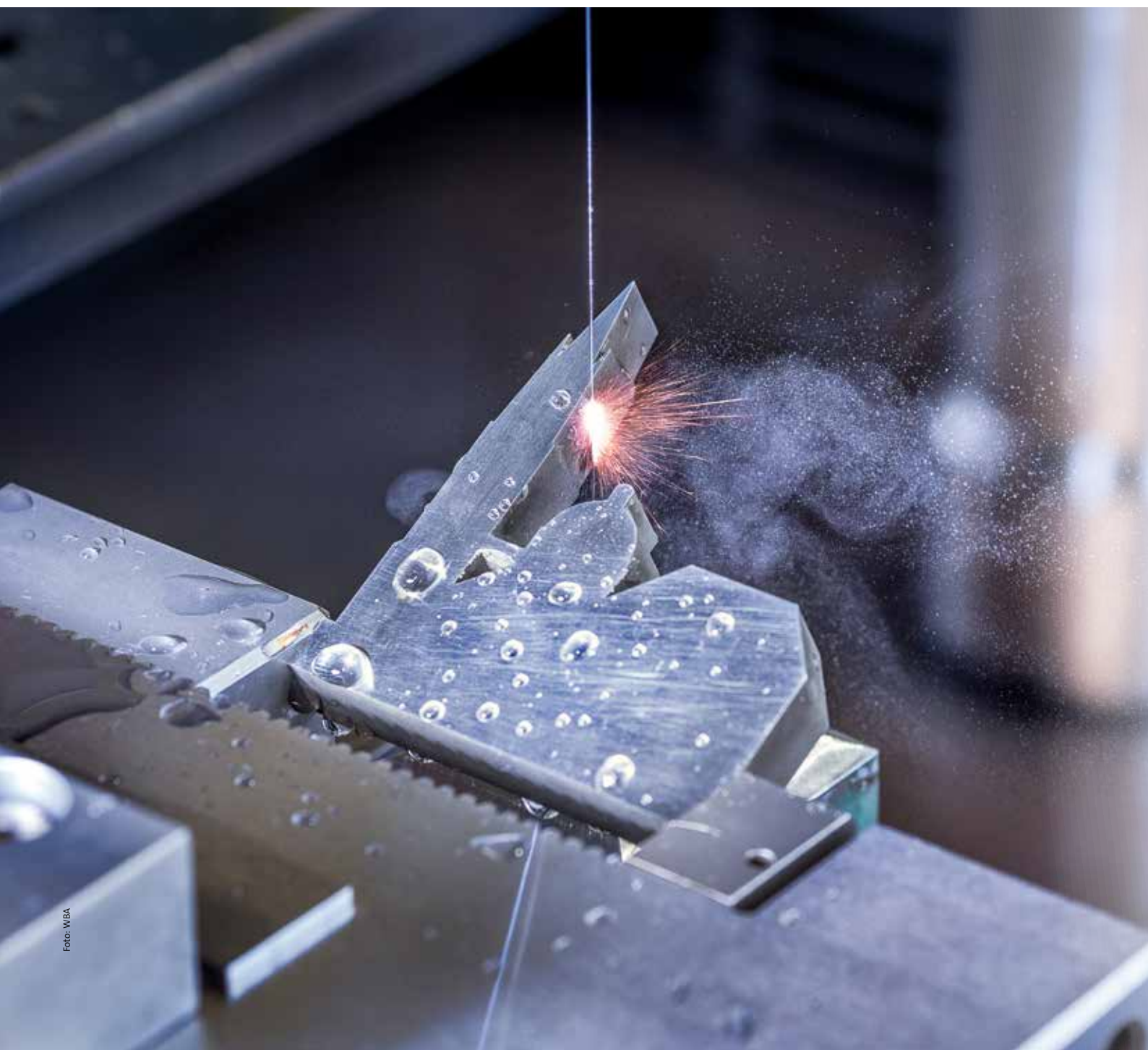
www.edelstahl24.com

EDELSTAHL24.COM
ZACK-BUMM!
TEURES WAR GESTERN!

Ganzheitliches Qualitätsmanagement im Werkzeug- und Formenbau

WOLFGANG BOOS, CHRISTOPH KELZENBERG, JOHAN DE LANGE UND MAX BUSCH

Um einen nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg zu erzielen, müssen sich deutsche Werkzeugbaubetriebe über die Beherrschung und Optimierung des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses vom Wettbewerb differenzieren. Die Betrachtung des Qualitätsmanagements mit ganzheitlichem Blick verspricht eine Steigerung der Effizienz.



Das Qualitätsmanagement ist bei einem Großteil der Werkzeugbaubetriebe durch ein traditionelles Verständnis charakterisiert. Oft stellt lediglich eine nachgelagerte Prüfung die Qualität der auszuliefernden Werkzeuge sicher. Ein modernes, ganzheitliches Verständnis des Qualitätsmanagements, wie es in anderen Branchen bereits etabliert ist, ist in Werkzeugbaubetrieben oftmals nicht vorhanden. Dabei ist die ganzheitliche Betrachtung des Qualitätsmanagements ein Stellhebel für eine Steigerung der Wertschöpfungseffizienz. Denn durch ein ganzheitliches Qualitätsmanagement können Fehler frühzeitig erkannt und Verbesserungspotenziale systematisch realisiert werden. Zudem können Kosten- und Zeiteinsparungen erzielt werden.

Zur Umsetzung eines ganzheitlichen Qualitätsmanagements im Werkzeugbau müssen vier Handlungsfelder adressiert werden. Aus strategischer Sicht sind die Handlungsfelder Planung und Lenkung umzusetzen. Im operativen Bereich sind Verbesserung und Sicherung die zentralen Handlungsfelder.

Ein Quality-Gate-Prozess

Die Basis einer systematischen Planung und Lenkung der Qualität bildet ein standardisierter und strukturierter Auftragsabwicklungsprozess. Speziell für die Qualitätsplanung und Qualitätslenkung im Werkzeugbau hat die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH einen generischen Quality-Gate-Prozess entwickelt, der für spezifische Unternehmensanforderungen angepasst werden kann. Der Quality-Gate-Prozess basiert auf einem

Die Anforderungen an die Qualität der Produkte im Werkzeug- und Formenbau steigen rapide. Im globalen Wettbewerb ist es wichtig, den gesamten Prozess vom Auftrag bis zur Auslieferung zu beherrschen.

Meilensteinprozess, der aus neun übergeordneten, relevanten Quality-Gates besteht. Der Quality-Gate-Prozess beginnt mit dem Erhalt einer Kundenanfrage und endet mit der Freigabe des Werkzeugs durch den Kunden. Quality-Gates stellen im Werkzeugentstehungsprozess inhaltliche Übergabepunkte dar, die für die Sicherstellung der Qualität von besonderer Bedeutung sind und maßgeblichen Einfluss auf Kosten und Durchlaufzeit haben.

Bei Erreichen eines Quality-Gates wird geprüft, ob alle Arbeitspakete, die zu diesem Zeitpunkt planmäßig abgeschlossen sein müssen, vollständig bearbeitet sind und die notwendige Qualität aufweisen. Bei Abweichungen und Nicht-Erfüllung werden Eskalationsprozesse initiiert. In diesen wird der Fehler, der zur Nicht-Erfüllung des Quality-Gates geführt hat, identifiziert und analysiert.

Darauf aufbauend wird eine Entscheidungsvorlage erarbeitet um festzulegen, in welcher Form das Projekt weitergeführt wird und welche Maßnahmen dazu notwendig sind. Dies bedeutet beispielsweise für das Erreichen des Quality-Gates 8, dass im Rahmen der internen Werkzeugeinarbeitung mithilfe einer Checkliste kontrolliert werden kann, ob die Werkzeugfunktion gegeben ist und die produzierten Teile den Qualitätsanforderungen entsprechen. Sollten dabei Abweichungen, zum Beispiel in der Oberflächenqualität oder der Form- und Lagetoleranz der hergestellten Teile erkannt werden, wird eine Korrekturstrategie abgeleitet, deren Maßnahmen die Erfüllung der Anforderungen der Checkliste sicherstellen sollen. In einfachen Fällen können diese Maßnahmen das Aufschweißen zur Folge haben, schwerwiegende Fehler können hingegen auch eine Anpassung der Werkzeugkonstruktion erfordern.

Nach Bearbeitung der Maßnahmen wird die Checkliste der internen Werkzeugfreigabe erneut durchlaufen. Erst wenn die enthaltenen Kriterien hinreichend erfüllt sind, kann zum nächsten Prozessschritt übergegangen und mit der Einarbeitung

des Werkzeugs auf Serienanlagen begonnen werden.

Digital unterstütztes Fehlermanagement

Aufbauend auf einem standardisierten Auftragsabwicklungsprozess zur Sicherstellung der Planung und Lenkung sind eine nachhaltige Sicherung und Verbesserung der Qualität notwendig. Gekennzeichnet sind diese vor allem durch einen standardisierten Umgang mit aufgedeckten Fehlern und dem Ziel der nachhaltigen Wissensgenerierung. Im traditionellen Verständnis von Qualitätsmanagement werden Fehler jedoch lediglich korrigiert, nachdem sie erkannt und dokumentiert wurden. Eine nachhaltige Wissensgenerierung erfolgt nicht.

Zur systematischen Fehlervermeidung ist es zusätzlich erforderlich, Fehler grundlegend zu analysieren und aus ihnen zu lernen. Abbildung 3 stellt den Wandel des Verständnisses des Fehlermanagements hin zum nachhaltigen und digital unterstütztem Fehlermanagement dar.

Ein modernes und ganzheitliches Qualitätsmanagement ist für die Unternehmen der deutschen Werkzeugbaubranche ein wesentliches Instrument zur Sicherung der eigenen Wettbewerbsposition darstellt. Daher sollten Unternehmen proaktiv hinterfragen, ob sie mit der aktuellen Gestaltung ihres Qualitätsmanagements die dargelegten Potenziale bereits heben. Wahrscheinlich sind Maßnahmen zur Optimierung erforderlich. ●

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos
Geschäftsführer der WBA Aachener
Werkzeugbau Akademie GmbH

Christoph Kelzenberg
Leiter Industrieberatung der WBA Aachener
Werkzeugbau Akademie GmbH

Johan de Lange
Unternehmensberater der WBA Aachener
Werkzeugbau Akademie GmbH

Max Busch
Unternehmensberater der WBA Aachener
Werkzeugbau Akademie GmbH

Berührungsloses Messen von Zahnstangen

TIMOTHY CUTTS

Das zentrale Element einer Lenkung ist die Zahnstange. Sie ist Teil einer Baugruppe, um eine Drehbewegung in eine lineare Bewegung umzuwandeln. Anwendung finden Zahnstangen typischerweise in Pkw und Lkw sowie Werkzeugmaschinenantrieben und weiteren Antrieben. Für die zuverlässige Steuerung der Serienproduktion von Hochleistungslenkkomponenten wie Zahnstangen ist eine schnelle und präzise messtechnische Lösung unbedingt erforderlich.

Der Treiber für Entwicklungen in der für Zahnstangen spezifischen Messtechnik ist der Fortschritt in der Fertigungstechnologie. Durch die Kombination eines hochpräzisen Koordinatenmessgeräts, interferometrischer Technologie und variablem Hochgeschwindigkeits-Sanning mit der passenden Mess-Software können Hersteller die Zykluszeit teils um 75 Prozent reduzieren. Variables High-Speed-Scanning sorgt für die optimale Messgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Toleranzen und Geometriebeschaffenheit. Während der Sensor bei Geraden und leichten Krümmungen schnell fährt, reduziert das System die Geschwindigkeit bei engen Toleranzen oder starken Krümmungen.

Die Zahnstange wird nach der DIN/ASME-Norm auf einer Skala von eins bis zwölf klassifiziert. Die Herstellung einer Zahn-

stange der Qualitätsklasse 1 erfolgt durch Schleifen. Einsatzgebiete sind Spitzenanwendungen wie Werkzeugmaschinenantriebe, bei denen eine präzise Positionierung ohne Spiel elementar ist. Im Gegensatz dazu wird eine Zahnstange der Qualitätsklasse 12 durch Fräsen hergestellt. Sie wird in Anwendungen eingesetzt, bei denen die Präzision eher sekundär ist.

Um die Geometrie einer Zahnstange zu bestimmen, müssen drei Hauptmerkmale erfasst werden: das Zahnprofil, das Flankenprofil und die Zahnteilung. Bei herkömmlicher Messung werden vier Zähne gescannt, um das Zahnprofil und die Flanke zu bestimmen. Für die Auswertung von Teilung und Rundlauf zum Bauteilbezug werden Einzelpunkte in den Zahnlücken erfasst. Die Zykluszeitverteilung beträgt 20 Prozent für die vier Scans und 80 Prozent für die Erfassung der Teilungspunkte.

Fotos: Hexagon



Kurze Messzeiten werden bei Verzahnungsgeometrien durch den optischen Sensor ermöglicht.



Die taktile Inspektion von Zahnstangen ist eine ausgereifte Technologie, basierend auf der konventionellen Verzahnungsmesstechnik. Da die Inspektionszeit jedoch wesentlich länger als der Fertigungszyklus ist, eignet sich die taktile Inspektion als Lösung zwar für Stichprobenmessungen, jedoch nicht für die Produktionskontrolle. Idealerweise sind für einen kontrollierten Produktionsprozess Fertigung und Inspektion miteinander synchronisiert.

Eine Messlösung mit taktilen und optischen Sensoren in einer Konfiguration ermöglicht es dem Messtechniker, die für die jeweilige Anwendung geeignete Technologie zu wählen. Sinnvoll ist der Gebrauch des optischen Sensors HP-O Hybrid immer dann, wenn Geschwindigkeit, Oberflächengüte und Genauigkeit von großer Bedeutung sind.

Bei schwer zugänglichen Merkmalen kommt der taktile Sensor zur Geltung. Die Zahn- und Flankenprofile beispielsweise werden mit dem Taster erfasst. Die Erfassung der Teilungspunkte unter Verwendung von taktiler Messtechnik ist allerdings sehr zeitaufwändig und verleiht dem optischen Sensor einen Vorteil.

Schneller Wechsel

Der Hybridsensor bietet eine Lösung, die das sofortige Umschalten zwischen taktilen und optischen Messungen innerhalb des Messprogramms ermöglicht. Es handelt sich um einen interferometrischen Abstandssensor mit einer Auflösung von 0,003 Mikrometern und einem Spotdurchmesser von 0,011 Millimetern. Hervorzuheben ist sowohl die Fähigkeit, glänzende Oberflächen zu messen als auch die Unempfindlichkeit gegenüber Änderungen des Umgebungslichts. Durch diese Qualitätsmerkmale ist der Hybridsensor geeignet für die Erfassung von Daten mit hoher Dichte in der Produktionsumgebung.

Anwendung findet der optische Sensor vor allem dann, wenn das axiale Profil durch eine einachsige Bewegung entlang der gesamten Länge des Racks erfasst werden soll. Die Teilungspunkte werden aus dem Scan extrahiert. Durch die Fähigkeit des optischen Systems, bis zu 1000 Punkte pro Sekunde zu messen, ist es gelungen, die Teilungsmessung als zeitaufwendigen Teil des Messprozesses signifikant zu beschleunigen.

Um das volle Potenzial des Hybridsensors auszunutzen, wird ein Koordinatenmessgerät mit entsprechender Genauigkeit und Dynamik benötigt. Ein entscheidender Vorteil gegenüber der taktilen Lösung ist, dass lediglich die Oberflächenpunkte im Fokusbereich des Sensors erfasst werden. Zudem wird eine Minimierung der Zykluszeit durch eine schnelle und simple Programmierung und Erfassung der Bauteilmerkmale ermöglicht.

Die richtige Kombination ebnet den Weg für eine präzisere Messtechnik. Durch den Einsatz von Multipositions-Spannvorrichtungen, Palettier- und Automatisierungssysteme kann diese im Fertigungsstakt der Produktion eingesetzt werden. ●

Timothy Cutts
Manager Application
Hexagon Metrology GmbH

Das Herz der Metallbearbeitung schlägt in Stuttgart!



AMB

Internationale Ausstellung
für Metallbearbeitung

18. - 22.09.2018
Messe Stuttgart

amb-messe.de

NEU:

DIGITAL
— WAY



AMB Sonderschau und Kongress
„Digitale Wege in der Produktion“

Prozesssicherer Werkzeugeinsatz durch Digitalisierung

TOBIAS VÖLKER

Wer die Vorteile der Digitalisierung im Produktionsumfeld nutzen will, muss für Durchgängigkeit sorgen und für reibungslosen Datenfluss. Wie solche Lösungen im Werkzeugmanagement aussehen können, ist beim prozesssicheren Werkzeugeinsatz erkennbar.



Das Schrumpfgerät ist mit einer benutzerfreundlichen Software ausgerüstet. Schnittstellen für die Datenkommunikation mit Fertigungsnetzwerken und optional verfügbare Scanner zum Auslesen der Schrumpfparameter machen die Baureihe der Schrumpfgeräte bereit für Industrie 4.0.

Der Digitalisierungsgedanke hat in der Spanntechnik Gestalt angenommen: Alle Produkte sind konstruktiv aufeinander abgestimmt und erfüllen die Voraussetzung für Netzwerkintegration sowie durchgängigen Datenfluss.

Um die Werkzeugaufnahmen in die digitale Kommunikation in der Fertigung einzubinden, bietet Haimer mehrere Varianten an. Eine der Möglichkeiten stellt der RFID-Datenchip dar, mit dem sich Werkzeugaufnahmen optional ausstatten lassen. Dieser kontaktlos les- und beschreibbare Datenspeicher sorgt für die sichere Identifikation des jeweiligen Werkzeugs und seines Spannftutters. Das Speichermedium ist in der Lage, die von Wucht- und Voreinstellgeräten oder Kombinationsgeräten ausgegebenen Ist-Daten (Geometrie, Wuchtgüte) zu speichern. Diese Daten können von der Werkzeugmaschine automatisch eingelesen werden. Die Werkzeugmaschine kann im Gegenzug ebenfalls Informationen, zum Beispiel die Rest-Standzeiten von Werkzeugen auf den RFID-Chip schreiben, sodass diese Informationen auch bei Auslagerung weiter bereitstehen und Werkzeuge nicht vorzeitig ersetzt werden müssen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung der auf dem Spannftutter aufgelaserten QR- oder Data-Matrix-Codes, die über einen Scanner von verschiedenen Systemen ausgelesen und ausgewertet werden können. Diese Codes enthalten die Seriennummer des Werkzeugs, wodurch eine übergreifende Softwarelösung eine Ver-

bindung mit dem Unternehmensnetzwerk herstellt, um eine eindeutige Identifikation des Werkzeugs zu ermöglichen und weitere Werkzeugdaten einzusehen (Zusammenbau, Artikelnummern, Lagerbestandsanpassung, 3-D Modelle). Auf dem Werkzeug selbst werden jedoch keine weiteren Informationen gespeichert.

Zwischen Schrumpf- und Wuchtgeräten

Um größtmöglichen Nutzen aus der Digitalisierung im Zerspanungsumfeld zu ziehen, ist die Netzwerkfähigkeit der Schrumpf-, Wucht- und Werkzeugvoreinstellgeräte von großer Bedeutung. Die Maschinen müssen nicht nur mit den Werkzeugen bzw. deren RFID-Chips kommunizieren, sie müssen auch mit externen Verwaltungssystemen im Kunden-Netzwerk oder in Clouds wichtige Daten austauschen können. Dazu gehört beispielsweise, dass sie in der Lage sind, die Soll-Daten für die Voreinstellung zu empfangen und nach dem Einstell- oder Wuchtvorgang die jeweiligen Ist-Daten an übergeordnete Systeme oder RFID-Technologie zu übertragen.

Für den bidirektionalen Austausch zwischen allen Haimer-Produkten, der Werkzeugmaschine und Datenspeichern sorgt eine einfach zu bedienende Softwarelösung, die den Anwender bei der Analyse der Produktionsdaten unterstützt und zur Prozessoptimierung beiträgt. Eine weitere Software übernimmt die Aufgabe, alle relevanten Werkzeugdaten so aufzubereiten, dass sie in gängige externe Softwarelösungen übertragen werden können.

Im Bemühen um die Datendurchgängigkeit hat Haimer bewährte Produkte wie die Schrumpfgeräte weiterentwickelt. Die neue Baureihe i4.0 verfügt über eine intuitive Software, welche die Bedienung vereinfacht, sowie ein werkstatttaugliches 7"-Touch-Display, das sich sogar mit dünnen Arbeitshandschuhen bedienen lässt. Auf Wunsch werden Geräte mit einem Scanner ausgerüstet, der Schrumpfparameter von Data-Matrix-Codes ausliest. So ist automatisiertes Schrumpfen gewährleistet.

Im Bereich der modularen Werkzeug-schnittstelle ermöglichen Spannzangen mit Duo-Lock-Gewinde, die Vorteile der Fräswerkzeuge auch in der Drehmaschine zu nutzen. Dabei liefern die modularen Werkzeuge durch ihr einzigartiges Gewindedesign mit Doppelkonus Stabilität und Belastbarkeit. Durch Längenwiederholgenauigkeit gewährleisten die Spannzangen zudem einen schnellen Werkzeugwechsel in der Maschine. Sie sind sowohl für herkömmliche ER-Spannfutter zum Fräsen

wie auch für angetriebene Werkzeuge und Rundtaktmaschinen bestens geeignet. Zum Sortiment gehören neben den Spannzangen auch Verlängerungen aus Hartmetall, Schwermetall oder Stahl sowie VHM-Rohlinge für maximale Flexibilität in der Geometrieauslegung auf Kundenseite. ●

Tobias Völker
Marketingleitung
Haimer GmbH

Werkzeug im Schnitt

Vibrationen und Oberflächengüte

Dampferemperatur

Wir betreten die Zukunft der Fertigung. Kommen Sie mit?

Optimieren Sie Ihre Zerspanungsprozesse und Entscheidungen mit CoroPlus® – unserer neuen Plattform für vernetzte Lösungen für die intelligente Fertigung.

+ CoroPlus®

Mehr Informationen erhalten Sie online auf coroplus.sandvikcoromant

SANDVIK
Coromant

Nie mehr auf Werkzeug warten!

NORBERT STATTLER

Bei Teilefertigern herrscht enormer Zeitdruck. Jede Sekunde zählt, wenn es darum geht, Aufträge wirtschaftlich zu erledigen. Neben Optimierungen beim Werkzeug oder bei der Bearbeitungsstrategie bietet gerade die Werkzeugbeschaffung sehr viel Potenzial, um Zeit einzusparen. MWG nutzt ein Tool des Kemptener Zerspanungsspezialisten WNT. Zeit- und kostenintensive Prozesse gehören seitdem der Vergangenheit an.

Die Messlatte liegt hoch bei der MWG CNC Zerspanungs GmbH & Co. KG aus Neustadt am Rübenberge bei Hannover. Der Zulieferer von Bauteilen und Baugruppen für Automotive, Luftfahrt, Bauindustrie, Bahntechnik, Energietechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau wurde 1994 von Michael Goede gegründet. Insgesamt 42 feste Mitarbeiter und fünf Auszubildende beschäftigt das Unternehmen. Alle Maschinen

werden regelmäßig erneuert, sodass keine älter als zehn Jahre ist. „Unsere Strategie ist es, möglichst viele Maschinen mit der gleichen Steuerung auszurüsten, um unsere Mitarbeiter flexibel einsetzen zu können.“

„Gerade bei Prototypen im Automotive-Bereich sind wir sehr stark gefordert. Wir haben oft Konstrukteure und Entwickler bei uns im Hause, um gemeinsam Projekte bis zum Serienstart zu begleiten“,

erklärt Mitinhaber Olaf Helmert, der für den Vertrieb zuständig ist.

„Unser Ziel ist es, jedes Jahr zehn Prozent besser, schneller und effektiver zu werden,“ betont Goede. Das Unternehmen setzt von Beginn an auf Automation in der Fertigung und war ein Vorreiter im Bereich der 5-Achs-Bearbeitung und der CAD/CAM-Programmierung. Mit der Werkzeugbereitstellung durch zwei Werkzeugautomaten von WNT geht MWG diesen

Fotos: WNT



Im Maschinenpark von MWG werden Werkzeugautomaten eingesetzt.

Weg konsequent weiter. „Der Automat bietet einen Wettbewerbsvorteil, weil die Verfügbarkeit des benötigten Werkzeugs jederzeit gegeben ist“, lobt Goede. Seit MWG zwei Werkzeugausgabesysteme einsetzt, hat sich die Werkzeugbeschaffung deutlich verbessert. War früher ein Mitarbeiter ständig damit beschäftigt, den Bedarf zu prüfen und Bestellungen abzusetzen, muss sich heutzutage niemand mehr darum kümmern. „Unser gesamter Werkzeugeinkauf hat sich verändert. Von der Bedarfsermittlung, Bestellung über den Wareneingang bis hin zur Einlagerung des Werkzeugs spart das jede Menge Zeit.“

Nie mehr fehlende Werkzeuge

WNT-Anwendungstechniker Stefan Kunz hatte diesen Bedarf bei MWG schon früh erkannt und den Inhabern vorgeschlagen, einen Tool-O-Mat in der Maschinenhalle aufzustellen. „Wenn die Werkzeuge verschleifen, können sich die Werker neue Werkzeuge aus dem Automaten holen und sofort weiterarbeiten“, so Kunz. Goede bestätigt: „Für ein Unternehmen ist es nicht effektiv, wenn aufgrund von Werkzeugmangel Schichten ausfallen oder die Mitarbeiter auf Neubestellungen warten müssen.“

Mit den Werkzeugautomaten wird seitdem sichergestellt, dass das Unternehmen werkzeugtechnisch niemals auf dem Trockenen sitzt. Die Software im System meldet sofort, wenn Werkzeuge zur Neige gehen und verständigt den Servicetechniker, der die Befüllung in die Wege leitet. Sollten durch unplanmäßig vermehrte Entnahmen kritische Füllstände entstehen, wird eine Expresslieferung an das Unternehmen geschickt. Alles automatisch, ohne jegliches Zutun des Kunden. Maschinenstillstände aufgrund fehlender Werkzeuge gehören mit dieser Lösung der Vergangenheit an.

Performance auch beim Werkzeug

Helmert sieht weitere Vorteile: „Der Automat ist ein Konsignationslager, das heißt, die Ware bleibt Eigentum von WNT, bis wir sie entnehmen. Dadurch entstehen uns keine Beschaffungs- beziehungsweise Lagerkosten. Außerdem können wir anhand der Entnahmen sehr übersichtliche Statistiken und Diagramme erstellen, die uns detaillierten Aufschluss über die Werkzeugkosten geben.“

„Seit wir die Werkzeugausgabeautomaten von WNT haben, hat sich praktisch unser gesamter Beschaffungsprozess zum Positiven verändert.“

MICHAEL GOEDE

Produktivität und Effizienz werden durch den Einsatz der beiden Tool-O-Maten nach vorn geschoben. „Wer sich als Dienstleister für Fertigungsteile im Markt bewegt, der muss auch

dem internationalen Wettbewerb standhalten können. Das geht nur mit Geschwindigkeit und Qualität“, ist sich Goede sicher. Für ihn sind zwei Faktoren entscheidend: eine unmittelbare Verfügbarkeit der Werkzeuge wie auch deren Performance.

Ein Werkzeug hat den Techniker nachhaltig beeindruckt: die Hochvorschubfräser. „Diese werden von uns schon seit mehr als zehn Jahren konsequent eingesetzt“, berichtet der Geschäftsführer.

MWG will sich überall dort, wo Zerspanung gefordert wird, engagieren. Durch Investitionen im 5-Achs-Bereich und mit der Anschaffung einer weiteren Großdrehmaschine mit einer Drehmöglichkeit bis zu drei Metern, will sich MWG in der Großzerspannung breiter aufstellen. ●

Norbert Stattler
PR Manager
WNT Deutschland



Die Halle für die Großzerspannung eröffnet neue Möglichkeiten.



Auf der Suche nach der optimalen Werkzeuglösung.

„Das Ziel ist es, die Maschine immer unter Span zu haben“

IM GESPRÄCH MIT STEFAN NITSCHKE

Die Spanntechnik spielt eine wichtige Rolle in vielen Branchen. Je diffiziler die Werkstücke werden, desto mehr muss die Spanntechnik zur optimalen Bearbeitung beitragen. Deshalb rückt Hainbuch den gesamten Prozess in den Mittelpunkt, wie Stefan Nitsche, Teamleiter Produktmanagement bei der Hainbuch GmbH in Marbach, im Gespräch mit Georg Dlugosch, Chefredakteur Future Manufacturing, erklärt.

Fotos: Hainbuch



Stefan Nitsche,
Teamleiter Produktmanagement,
Hainbuch

Die Werkstückspannung sieht sich als Königsdisziplin in der Prozessoptimierung. Eigentlich hat sie sich schon immer darum bemüht, die optimale Aufspannung zu erreichen. Was verändert sich?

Nitsche: Oftmals ist es relativ einfach, wenn der Kunde mit seinem Werkstück kommt und erklärt, wo er spannen, anschlagen oder bearbeiten möchte. Das ist der einfache Weg. Durch diese vielen Anfragen haben wir eine Menge Know-how gesammelt und die unterschiedlichen Prozesse kennengelernt. Daraus haben wir unsere Lehren gezogen und die Verfahren optimiert. Das Ziel ist es, die Maschine immer unter Span zu haben und möglichst wenig Zeit für Rüstvorgänge zu verschwenden.

Gilt dies für alle Branchen gleichermaßen?

Nitsche: Wir haben für jede Branche eine spezielle Spannmittel-Strategie entwickelt. Ein Beispiel aus der Medizintechnik:

Dort gibt es sehr unterschiedliche Werkstoffe, von Titan bis Keramik. Da tauchen die Fragen auf: Wie spanne ich diese Teile oder wie dürfen sie überhaupt berührt werden? Außerdem muss Verschmutzung vermieden werden. Bei der Keramikbearbeitung entsteht beispielsweise ein abrasiver Schlamm. Da dürfen keine Abdrücke durch das Spannen auf dem Werkstück entstehen.

Welche Beispiele aus der Fahrzeugbranche gibt es?

Nitsche: Da passt der Achszapfen im Auto. Dieses Gussteil wird hart gefräst. Um nah an der Bearbeitungsstelle zu spannen, war eine Sonderlösung nötig. Wir haben uns überlegt, wie wir diese zusätzliche Einspannung sparen können. Das Ergebnis war eine Spannkassette. Wir haben eine Gummischeibe entwickelt, die sich mit kleinen vulkanisierten Stahlplättchen um das Werkstück legt.

Wie verbinden sich Stahl und Gummi?

Nitsche: Sehr gut, da wir das Know-how für diese Technologie besitzen. Unter anderem nutzen wir den Gummi auch, um Vibrationen zu dämpfen. Der speziell entwickelte Gummi ist gegen Kühlmittel resistent und verhindert, dass Späne ins Futter gelangen.

Gibt es viele Sonderlösungen?

Nitsche: Hainbuch hat 40 Konstrukteure im Einsatz, die jährlich mehr als 1.000 neue Lösungen entwickeln. Auch für Werkstücke, die uns bisher noch nicht bekannt waren.

Wie stellen Sie sich auf neue Werkstücke ein?

Nitsche: Als Beispiel für eine neuere Branche kann die Elektromobilität stehen. Die Werkstücke werden weniger aus massivem Stahl hergestellt, sondern es werden Blechteile oder Faserverbundwerkstoffe verwendet. Dann kommen Anstöße aus unserer Entwicklungsabteilung mit Lösungen, die erst in zehn Jahren auf den Markt kommen.

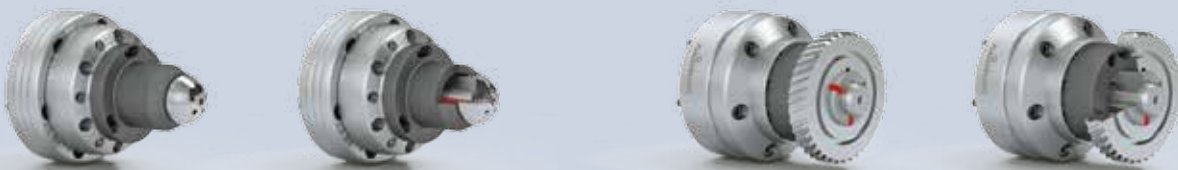
Was wird in zehn Jahren interessant sein?

Nitsche: Wir sind sehr stark im Bereich Industrie 4.0 unterwegs. Dazu zählt, dass sich unsere Spannmittel von Robotern ohne Einsatz eines Mitarbeiters für die Automatisierung nutzen lassen. Unsere Philosophie lautet, das Werkstück kommt zur Maschine, die sich selbst auf das Werkstück vorbereitet. Zudem ist es die Intelligenz des Spannmittels. Es kann Spannkraften direkt am Werkstück messen und hat eine integrierte elektrische Anlagekontrolle. Es wird überprüft, ob das Werkstück sauber am Anschlag anliegt. Ebenso messen wir auch den Spanndurchmesser. Beispielsweise erfahren wir beim Drehen nach der Übergabe auf die Gegenspindel, ob der Spanndurchmesser abweicht. Das intelligente Spannmittel soll viele Informationen an die Maschine liefern.

Wie wird das Spannmittel für Industrie 4.0 vorbereitet?

Nitsche: Eigentlich machen wir Spanntechnik, also Hardware. Wir wollen mit

Die Haltekraft der Spanndorne wird unterschätzt.



den Maschinenherstellern immer enger zusammenarbeiten. Dazu sind Daten notwendig. Aktuell suchen wir nach einer Lösung, dass nicht nur neue Maschinen, sondern auch Bestandsmaschinen einen Weg finden, um miteinander zu kommunizieren. Spannmittel werden künftig digital.

Wie sehen besondere Spannlösungen aus?

Nitsche: Im Bereich Automatisierung werden besondere Lösungen benötigt. Das wird oft unterschätzt. Schon in den 90er

Jahren haben Kunden unsere Spannköpfe mit einem Roboter benutzt. Inzwischen ist erkannt worden, dass zum Wechsel des Spannkopfs auch die Einspanntiefe gehört. Dafür gibt es ein Futter, das der Roboter mit einem Griff tauschen kann. Die Maschinen rüsten sich komplett selbstständig. Diese Lösung ist derzeit stark gefragt. Bei manchen Bauteilen mit dünnen Wänden geht es darum, mit niedriger Spannung zu arbeiten oder Vibrationen zu minimieren. Spannmittel in CFK-Ausführung haben ganz andere Dämpfungsei-

genschaften. Damit verlängert sich auch die Standzeit der Schneiden.

Benötigt Hainbuch auch selbst Spannmittel?

Nitsche: Viele Spannmittel entstehen aus eigenen Anforderungen. Unsere Kunden haben ja die gleichen Herausforderungen. Insbesondere bei Lösungen in niedriger Stückzahl.

*Georg Dlugosch
Fachjournalist aus Oberndorf am Neckar*



Automatisierung ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu Industrie 4.0.



Mit dem richtigen Futter lassen sich Spannköpfe automatisch wechseln.

Trends beim Verzahnen: Wälzschälen mit hoher Produktivität und langer Standzeit

MARKUS KANNWISCHER

„Die Anzahl der Bauteile mit Verzahnungen erhöht sich“. Diese Rückmeldung erhielt die Paul Horn GmbH von den großen Herstellern von Drehteilen auf die Frage, welche Trends sich in der Zerspanung abzeichnen. Ein Grund mehr, im Bereich der Verzahnungen nachzulegen und das Wälzschälen genau zu analysieren.

Fotos: Paul Horn



Späne sind beim Wälzschälen der kritische Punkt.

Das Verzahnungsstoßen erreicht in Kombination mit einem Nutstoßaggregat relativ kurze Zykluszeiten. Werkzeug, Aggregat und Maschine müssen sorgfältig aufeinander abgestimmt sein in Bezug auf Schnittkräfte, Zustellungen und Schnittgeschwindigkeiten. Das Verfahren kommt auch dort zum Einsatz, wo aufgrund der geometrischen Ausle-

gung des Bauteils das Räumen nicht eingesetzt werden kann.

Die Alternative zum Räumen und Stoßen bei der Verzahnungsherstellung innen ist das Wälzschälen. Dabei stellt sich die Frage, wie sich dieses Verfahren in der Praxis bewährt. Nahezu alle Hersteller von Dreh-Fräszentren bieten Zyklen mit entsprechenden Eingabemasken an. Die neu-

este Entwicklung von Index beispielsweise bietet die Möglichkeit auch auf Mehrspindlern das Verfahren Wälzschälen einzusetzen. Ein spezieller Zyklus gestattet die Eingabe der Parameter inklusive der Definition eines Auslaufs am Ende der Verzahnung.

Damit können die Parameter, die vom Werkzeughersteller für die Auslegung ver-

wendet wurden, direkt in der Eingabemaske der Steuerung eingegeben werden. Prozessparameter wie Zustellungen und Schnittgeschwindigkeiten sind werkstoffabhängig zu definieren. Aufwändiges Einfahren des Werkzeugs und Anpassungen der einzelnen Prozessparameter sind damit nicht notwendig.

Die Erfahrungen von Horn zeigen, dass man bereits beim ersten produzierten Teil Aussagen zur Qualität der Verzahnung machen kann. In der Regel wird das Zweirollenmaß einmalig auf den Zielwert korrigiert, dann liegt die Verzahnung innerhalb der erforderlichen Genauigkeit. Dabei werden die Profilgenauigkeit hauptsächlich vom Werkzeug und die Genauigkeit der Flanken von der Maschine mit der exakten Synchronisierung der Spindeln bestimmt. Wichtig ist außerdem die Spanntechnik: Eine flächige Verbindung von Spannbacken zum Werkstück erhöht die Genauigkeit und das Oberflächenbild der geschälten Verzahnung.

Prozessstabilität

Ein weiterer wichtiger Faktor zur Bewertung eines Verfahrens ist die Prozessstabilität über die Standzeit eines Werkzeugs.

Beim Wälzschälen mit Hartmetall erreicht das Werkzeug nach einer Einlaufphase von fünf bis zehn Bauteilen einen stabilen Zustand mit entsprechender Maßstabilität. Mannarmes Produzieren ist somit möglich.

Sehr wichtig ist allerdings, das Werkzeug nicht über das Standzeitende zu fahren, da sonst der Verschleiß sehr stark ansteigt und ein Ausbrechen von kompletten Zahnsitzen erfolgt. Einwegwerkzeuge von Horn, bei denen der teure Schneidstoff Hartmetall nur im Schneidbereich zum Einsatz kommt und die mit einer Präzisionsschnittstelle für einen guten Rundlauf konstruiert wurden, sind eine Alternative zum Nachschleifen mit entsprechendem logistischem Aufwand.

Späne sind beim Wälzschälen der kritische Punkt: Bedingt durch das Verfahren und die schnelle Rotation des Werkstücks werden die Späne bei der Bearbeitung von Innenverzahnungen an die Umfangsflächen geschleudert. Bei Bauteilen mit Durchgangsbohrung und ohne Querschnittsverjüngungen können Druckluft oder Kühlschmierstoff die Späne gut abführen. Bei Bauteilen mit Sackloch kann eine zentrale Zuführung von Kühlschmierstoff durch das Werkzeug eine Rückspü-

lung an den Zahnflanken mit entsprechendem Spantransport erreichen. Kritisch in Bezug auf Späne sind alle Bauteile mit sich verjüngenden Querschnitten. Nuten und Freistriche wirken wie ein Spänesammler mit entsprechender Gefahr der Schneidenausbruchs durch ein Verklemmen der Schneiden mit Spänen.

Einsatz von Zyklen

Obwohl das Verfahren Wälzschälen aus Sicht der Spanbildung und der Auslegung der Werkzeuge hochkomplex ist, ermöglicht der Einsatz von Zyklen auf den Werkzeugmaschinen die einfache Eingabe der entsprechenden Parameter. Während des Prozesses überzeugen Wälzschälwerkzeuge aus Hartmetall durch Prozessstabilität mit wenigen Korrekturen über den gesamten Standweg, sodass das Verfahren sehr gut für die Großserie auch bei kritischen Werkstoffen geeignet ist. ●

Markus Kannwischer
Leiter Technik und Mitglied
der Geschäftsleitung
Paul Horn GmbH



Wälzschälwerkzeuge:
Zum Verzahn
mittlerer bis großer
Lose konzipiert.

FUNKSENSORIK

AMF

Eine drahtlose Kommunikationstechnologie für Fertigungsumgebungen bietet die Andreas Maier GmbH & Co. KG (AMF) mit der AMF-Funksensorik. Das Set aus Gateway, Sender-Units und Mikroschaltern überträgt abgefragte Positionen drahtlos über Bluetooth Low Energy 4.0 Technologie an die Maschinensteuerung. Die platzsparende Lösung schafft die Basis für vollautomatisierte, mannlose Fertigungsprozesse, mit Schaltern bis Schutzart IP67 für raue Umgebungen. Die Reichweite beträgt mindestens zehn Meter, Antennenverlängerungen erweitern die Übertragungstrecke. Die Sender-Units gibt es mit Batterien bis zu 1,5 oder fünf Jahren Laufzeit.

www.amf.de



NUTENFRÄSER

Sandvik Coromant

Beim Einsatz des CoroMill 331 von Sandvik Coromant profitieren Fertigungsunternehmen von störungsfreien und präzisen Nutzenfräsoperationen. Zu den neuen Funktionen des Wendeschneidplattenfräasers gehören die innere Kühlmittelzufuhr sowie leicht schneidende Geometrien für stabile und sichere Bearbeitungen. Bei den Werkstoffen ISO M und ISO S ersetzen die neuen Geometrien L30 und L50 das bestehende Sortiment für günstige Bedingungen und leichte Anwendungen beziehungsweise für schwierige Bedingungen und schwere Anwendungen. Bei den Werkstoffen ISO P (Stahl) und ISO K (Gusseisen) ergänzt die M30-Geometrie die bestehende Auswahl – diese wurde speziell für die sichere Bearbeitung bei schwachen Aufspannungen und großen Überhängen konzipiert. Ein weiterer, die Prozesssicherheit beeinflussende Aspekt ist die erhöhte Steifigkeit des Fräasers: In Anwendungen, bei denen ein großer Überhang oder erhöhte Vibrationen zu erwarten sind, kann CoroMill 331 mit gedämpften Silent Tools Adaptern eingesetzt werden. Dank der kürzeren Aufsteckfräskörper ist die Schneidkante näher am Silent Tools Dämpfungsmechanismus.

www.sandvik.coromant.com



SPINDELN

GMN

Mit der UHC 120-75000/10 präsentiert der Spindelbauer GMN erstmals eine komplett überarbeitete Version aus der Spindelreihe UHC für die Mikrozerspannung. Die Spindel zeichnet sich durch eine innovative Bauweise aus, um Gewicht, Länge und Schwingungsverhalten zu optimieren. Sie basiert auf optimierten Hochgeschwindigkeitsspindeln der HCS-Serie. Die neuartige Bauweise sorgt für ein äußerst günstiges Schwingungsverhalten auch bei sehr hohen Drehzahlen. Davon profitieren die Oberflächengüte des Werkstücks und die Lebensdauer der Spindel. Außerdem wurden Länge und Gewicht reduziert. Das wirkt sich auf Dynamik und Bearbeitungsgenauigkeit aus. Die Leistungswerte sind vergleichbar mit den Spindeln der Vorgängerreihe. Die ausgestellte Spindel mit einem Hülsendurchmesser von 120 Millimetern erzielt bei einer Drehzahl von 75 000 Umdrehungen pro Minute bis zu 13,5 Kilowatt Leistung.

www.gmn.de



TORQUE-RUNDTISCHE

Sauter

Der Systemanbieter für Werkzeugmaschinen Sauter baut sein Leistungsportfolio mit direktangetriebenen Rundtisch-Baureihen aus. Die Rundtische zeichnen sich durch Präzision, hohe Steifigkeit und anwenderfreundliche Konstruktion aus. Aufgrund des Gleichteilekonzepts und der Eigenfertigung am Unternehmenssitz in Metzingen lassen sich die Werkstückträger an die individuellen Anforderungen der Maschinenhersteller anpassen. Die Rundtische sind in zwei Baureihen erhältlich, RT Torque für hohe Drehmomente und RT Speed für hohe Drehzahlen. Beide werden direkt angetrieben und können eine Drehdurchführung aufnehmen.

www.sauter-feinmechanik.com



RFID

EVO und Bilz Werkzeugfabrik

Der Softwarehersteller EVO Informationssysteme GmbH und die Bilz Werkzeugfabrik GmbH & Co. KG haben eine strategische Zusammenarbeit beschlossen, um die Möglichkeiten der Digitalisierung in der Zerspanung insbesondere für den Mittelstand zu erschließen. Ziel der Partnerschaft ist es, die RFID-Technologie (Radio-Frequency Identification) in das softwaregestützte Werkzeugmanagement als Nachrüstpaket zu integrieren. In vorhandene Werkzeugaufnahmen werden sehr kleine und leichte Datenträger von Bilz Werkzeugfabrik nachgerüstet. Diese Nachrüstung erfolgt mechanisch und direkt beim Anwender ohne zusätzliche Verwendung von Klebstoffen. Das Werkzeug kann sofort nach Einsatz des Datenträgers wieder dem Produktionskreislauf zugeführt werden. Die Werkzeugdatenbank EVOtools von EVO Informationssysteme bildet die Basis des Werkzeugdatenmanagements.

www.evo-solutions.com



STECHDREHWERKZEUGE

Iscar

Mit den neuen Varianten der Groove Turn JHP-Werkzeuge von Iscar erzielt der Anwender einen wirtschaftlicheren Prozess beim Stechdrehen. Die Werkzeuge mit innerer Kühlmittelzufuhr wurden zusätzlich zum vorhandenen Kühlkanal mit einem zweiten Kühlmittelaustritt ausgestattet, der direkt auf die vordere Freifläche führt. Damit ergeben sich bei der Bearbeitung von rostbeständigem Stahl deutliche Standzeitverbesserungen. Die Variante mit zwei Kühlmittelaustritten und modifizierten Adaptern überzeugt durch kürzere Bearbeitungszeiten und mehr Leistung beim Ein- und Abstechen sowie seitlichem Stechdrehen. Bevorzugt lassen sich Werkstoffe aus hoch hitzebeständigen Legierungen und rostbeständige Stähle bearbeiten. Prozessverbesserungen werden sowohl bei niedrigen wie hohen Kühlmitteldrücken erzielt.

www.iscar.de



Präzise Verzahnung hilft beim Vorwärtskommen

THOMAS WEBER

Zwei neue Wälzfräsmaschinen produzieren in der Slowakei Verzahnungsteile für Bauer Gear Motor. Sie zeichnen sich durch ihre universelle Einsatzfähigkeit aus: Rund 180 verschiedene Teile in unterschiedlichsten Größen werden auf ihnen produziert.

BaUER Gear Motor aus Esslingen hat eine lange Tradition. Das heute zur US-amerikanischen Altra Industrial Motion Corp. zugehörige Unternehmen wurde bereits 1927 von Wilhelm Bauer gegründet, dem Erfinder des Getriebemotors. Dieser ist bis heute das Kerngeschäftsfeld des Unternehmens. „Unsere Antriebe werden in unzähligen Anwendungen verwendet“, berichtet Raghavendar Kuberan, Director Gear Technology bei Bauer. „Wir bieten applikationsspezifische Lösungen für viele Branchen an. Unsere Getriebemotoren finden sich in allen Industriefeldern, wo Material bewegt wird.“ In diesem Spezialgeschäft wird Bauer als Hidden Champion angesehen.

Gefragt nach dem Erfolgsrezept, antwortet der Vertreter des Getriebespezialisten: „Wir konzentrieren uns auf Spitzenleistungen bei den elektromechanischen Komponenten wie Kupplun-

gen und Getriebe.“ Typische Anwender kommen aus dem Eisenhüttenwesen, der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, der Krantechnik, der Schüttgutfördertechnik, der Wasser- und Abwassertechnik, dem Bereich Textilmaschinen oder der chemischen Industrie. Auf der Grundlage eines Baukastensystems kann das Unternehmen weitaus mehr als eine Million Varianten an Getriebemotoren kreieren.

Die mechanische Fertigung

Große Getriebemotoren fertigt Bauer in Esslingen, die kleineren Antriebe im slowakischen Zlaté Moravce. Eine Besonderheit an diesem Produktionsstandort ist die eigene Wickelei für Elektromotoren. „Das macht uns gegenüber dem Wettbewerb deutlich

Fotos: Liebherr



Wälzfräsmaschinen produzieren Schneckenräder, Räder und Wellen.

flexibler“, erklärt Marketingleiter Philip Crowe. Flexibilität ist eine der weiteren Zutaten im Erfolgsrezept. Die Elektromotoren werden mit Stirnrad-, Flach-, Kegelrad- oder Schneckengetrieben kombiniert. Je nach Einsatzbereich kommen sehr unterschiedliche Materialien wie Aluminium oder Grauguss zum Einsatz. Aber: Alle Varianten werden auf einer Linie produziert.

Durch das Bauer-Produktionskonzept ist es dem Unternehmen gelungen, seit 2012 die durchschnittliche Produktionszeit pro Werkstück auf fünf Tage zu halbieren. Lagerbestände, Umrüstzeiten und „Work in Progress“ wurden deutlich reduziert – bei gleichzeitiger Verbesserung der Liefertreue zum Kunden. In der Produktion legt Bauer höchsten Wert auf Qualität. Bei dem Ausbau des Maschinenparks in Zlaté Moravce entschieden drei Aspekte über den Hersteller: Qualität, Flexibilität und Verfügbarkeit.

Kuberan entschied sich für zwei Wälzfräsmaschinen LC 180 von Liebherr, die für Schneckenräder und Vor- und Fertigbearbeitung von Rädern und Wellen eingesetzt werden können. „Wir klären bei großen Investitionen im Vorfeld unsere Anforderungen mit den Lieferanten ab. Der Lieferant muss über das Know-how verfügen und die Fähigkeit besitzen, exzellente Produkte herzustellen.“

Die erste Liebherr-Maschine kaufte Bauer bereits im Jahr 1986. Die LC 255 stand damals noch im Werk München, das längst umgezogen ist. Auf den beiden neuen Maschinen werden 180 unterschiedliche Teile hergestellt, bei einer relativ kleinen Losgröße von im Schnitt 50 bis 200 Stück.

Rüstzeiten entscheiden

„Da wir mehrfach pro Schicht umrüsten, waren uns kurze Rüstzeiten sehr wichtig. Zeitverluste können wir an dieser Stelle nicht hinnehmen“, betont Kuberan. Die Ritzel und Zahnräder liegen im Modulbereich 0,5 bis 3. Teile von 5,4 bis 180 Millimetern können automatisch geladen werden. „Wir produzieren auch Teile bis 210 Millimeter, indem wir den Tisch verändern und manuell laden.“

Die Gegenstände sind mit einem Ringlader ausgestattet, der eine schnelle Be- und Entladung ermöglicht. Je nach Bauteil liegt die Ladezeit unter drei Sekunden. Greiferwechsel erfolgen werkzeuglos. Ringlader können Werkstücke mit einem Gewicht bis zu 15 Kilogramm beladen. Für die kleinsten Stücke stattete Liebherr die Maschinen bei Bauer Gear Motor mit einem speziell angepassten Sensor aus. Beide werden für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt: Eine bearbeitet gehärtete, die andere weiche Teile.

Durch visuelle Darstellungen und Animationen der neuen Bedienoberfläche wird der Maschinenbediener unterstützend durch die Menüs geführt. Auch komplexe Vorgänge werden bei der Eingabe durch eine grafische Darstellung vereinfacht. Zudem kontrolliert die intelligente Steuerung alle nötigen Eingaben auf

Plausibilität. Durch eine Online-Konformitätsprüfung mit Visualisierung werden Eingabefehler vermieden.

„Wir wollten von vornherein mit einer zukunftsfähigen Software arbeiten“, erläutert Verzahnungsexperte Kuberan. Die neue Software steuert die Bedienerführung für Prozess- und Umrüstzyklen und funktioniert mit einer Multi-Touch-Bedienung mit grafischer Eingabeunterstützung. Zusatzdokumentationen wie Zeichnungen, Messdiagramme, Anleitungen und Arbeitspläne können einfach integriert werden. Die intelligent gestaltete Steuerung kontrolliert die Eingaben der Anwender. Mithilfe von Kontrollschaltflächen können Funktionen leicht dazu- oder abgeschaltet werden. Sie funktionieren ähnlich wie Apps auf einem Smartphone und ermöglichen eine Vielzahl benutzerdefinierter Einstellungen. Im Hintergrund laufende Applikationen unterstützen den Bediener bei der Dateneingabe. ●

Thomas Weber
Leiter Marketing
Liebherr-Verzahntechnik GmbH



Spezialkabel für den Maschinen- und Anlagenbau

E&E Kabeltechnik entwickelt, fertigt und liefert seit Jahrzehnten bedarfsgerechte Spezialkabel für den modernen Maschinen- und Anlagenbau.

- Motor-Anschlusskabel
- Steuer- und Messkabel
- Langlebige Schleppkettenkabel
- UL/CSA-approbiert

Und das seit mehr als 60 Jahren.

Wir stellen aus:
electronica 2018
Halle B2 Stand 461
Halle 2 Stand 368

Ernst & Engbring GmbH · 45739 Oer-Erkenschwick
Tel.: +49 2368 6901-0 · www.eue-kabel.de



Die frei konfigurierbare Fertigungslinie: Zahnradproduktion nach dem Baukastenprinzip

STEFAN FROMMER

Zu den größten Herausforderungen bei der Fertigung von Automobilen zählt neben den wachsenden Ansprüchen an Präzision und Qualität der Bauteile auch die Kostensenkung. Um konkurrenzfähig zu sein, versuchen Automobilhersteller und Zulieferer ihre Prozesse zu verbessern. Felsomat kümmert sich um die Prozessoptimierung und entwickelt Werkzeugmaschinen und Automation, die ein Maximum an Ausbringung sicherstellen.

Die Lösungen können je nach Kundenbedarf als Stand-Alone-Anlage, Fertigungsinsel oder komplettes Produktionssystem kombiniert werden, beispielsweise mit einer Hochleistungs-Hohnmaschine, einer Stapelzelle mit Siemens-Robotersteuerung sowie einer Laserschweißmaschine für Hairpins im Bereich der Statorfertigung für Elektromotoren.

„Getriebehersteller und Zulieferer sehen sich einem ständigen Konkurrenzdruck ausgesetzt: sie müssen höchste Qualität liefern, aber gleichzeitig sparsam sein im Umgang mit Raum sowie Ressourcen“, erklärt Uwe Kling, Geschäftsführer der Felsomat GmbH & Co. KG in Königsbach-Stein, „deshalb erarbeiten wir gemeinsam mit unseren Kunden die beste Produk-

tionsstrategie – von der Prozess- und Maschinenplanung bis hin zum Materialfluss sowie Layout – und liefern darauf abgestimmte Fertigungs- und E-Montageanlagen.“ Bei der Entwicklung der Bearbeitungsmaschinen und Automationskomponenten konzentriert sich Felsomat auf die prozessoptimierte Fertigung von bestimmten Werkstücken und Bauteilen des

Eine Stapelzelle in Verbindung mit einer Hochleistungs-Hohnmaschine und einem Laserschweißgerät ermöglicht die effiziente Produktion von Zahnradern.



Antriebsstrangs. So können selbst komplexe Werkstücke wie Doppelzahnräder mit minimalem Zeiteinsatz auf einem Fertigungssystem produziert werden. Dafür muss jede Maschine einzeln bestmöglich auf den jeweiligen Prozess angepasst sein.

Für jede Maschine

Mit den Drehmaschinen der FTC-Serie, die speziell für den Hochleistungsbetrieb entwickelt wurden, können Teile in Schleifqualität hergestellt werden. Dabei lässt sich je nach Anforderung zusätzlich die Oberflächenstruktur im Trockenschleifverfahren oder über drallfreies Drehen in einer Aufspannung kostengünstig fertigen. Ermöglicht wird dies durch eine extrem steife und eigenschwingungsarme Maschinenkonzeption. Um dabei kürzeste Boden-zu-Bodenzeiten zu erreichen, laufen sie mit hochdynamischen Achsantrieben und machen sich das Pendelprinzip zu Nutze. Bei Bedarf besteht die Möglichkeit, seitlich am Revolver steife und optimal auf die Anforderung ausgelegte Spindeln anzuf lanschen und so weitere Bearbeitungsaufgaben wie Fräsen oder Bohren zu integrieren.

Auch die Wälzfräsmaschinen der Serie FHC verfügen über dieses Pendelprinzip, mit dem sich ein hauptzeitparalleler Werkstückwechsel ohne Nebenzeiten realisieren lässt. Auf der zweiten Spindel erfolgt ebenfalls hauptzeitparallel das Anfasen mittels Drück-Wälzentgraten oder spannendem Anfasen. Mit den Arbeitsgängen Schruppen-Anfasen-Schlichten lassen sich Verzahnungen in Endqualität IT4 bis IT5 fertigen wobei der Sekundärgrat im Bereich der Verzahnung komplett eliminiert wird. So hat das Werkstück die optimale Eingangsqualität für die nachfolgenden Prozesse – Verzahnungshonen oder Verzahnungsschleifen. Dadurch lassen sich kürzere Bearbeitungszeiten und höhere Werkzeugstandzeiten erreichen.

Bei den Laserschweißanlagen der FLW-Serie steht Vielseitigkeit im Vordergrund. Durch den modularen Aufbau lässt sich von der einfachen handbeladenen Zwei-Stationen-Maschine bis zum kompletten

Fertigungssystem die gewünschte Produktlösung realisieren. Dabei können zusätzliche Automationskomponenten und Zusatzprozesse wie Laserreinigen, Erwärmen, Fügen, Bürsten und Prüfen integriert werden. Scheibenförmige Bauteile lassen sich durch Radial- und Axial-Schweißen bearbeiten. Damit Schweißspritzer vermieden und die erforderliche Laserleistung reduziert werden kann, erfolgt die Bearbeitung unter Niederdruck. Handelt es sich um auslaufbegrenzte Werkstücke, kann das Verzahnungshonen mithilfe der Hochleistungs-Honmaschine erfolgen. Wahlweise kann ein Bandumlauf oder eine Stapelzelle als Bedienerentkopplung gewählt werden. Durch maßgeschneiderte Konzepte des Honring- sowie des Werkstückantriebs kann mit einer bis zu 50 Prozent höheren Schnittgeschwindigkeit und Abtragleistung gearbeitet werden.

Intelligente Verkettung

Da die Bearbeitungsmaschinen und Automationskomponenten ein frei konfigurierbares Baukastensystem bilden, lassen sich beliebig viele Arbeitsschritte in einem einheitlich getakteten Liniensystem zusammenfassen. Das eliminiert Durchlaufzeiten und reduziert drastisch Bestände. Diese Verkettung gewährleistet die Zahnradfertigung ohne Schnittstellen komplett aus einer Hand, wobei auch das Werkstückhandling berücksichtigt wird.

„Unsere 360-Grad-Turn-Key-Lösung umfasst die gesamte Prozessauslegung und Logistikkonzeption sowie die Integration von externer Peripherie“, sagt Kling. Damit die Maschinen im Zusammenspiel jederzeit gut zugänglich und effizient bleiben, arbeitet Felsomat mit Simulationstools sowie einem modularen Automationsbaukasten aus dem kundenspezifisch die optimale Konfiguration zusammengestellt wird. Auf diese Weise lassen sich jegliche Produkte und Maschinen automatisieren, die in einem Werkstückbereich zwischen 0,5 und 300 Kilogramm liegen. So werden beispielsweise täglich 25 000 Kurbelwellen weltweit auf selbstständig laufenden Fertigungslinien produziert.

INFORMATIONEN



Über Felsomat

Die Felsomat GmbH wurde 1981 gegründet und hat ihren Sitz in Königsbach-Stein, Enzkreis in Baden-Württemberg. Angefangen mit der Entwicklung von Teilezufuhr- und Einlegegeräten hat sich das Unternehmen vom Automationspezialisten zum Systemlieferanten komplexer Fertigungseinrichtungen in der Massenproduktion gewandelt. 2010 wurde Felsomat von der Reishauer-Gruppe übernommen, was eine Stärkung ihrer Stellung in der Zahnradfertigung zur Folge hatte. Durch die Bündelung der Kompetenzen beider Unternehmen wurde ein komplettes Fertigungssystem inklusive Werkzeughandling für die Zahnradfertigung am Markt eingeführt. Dabei wird auf eine kontinuierliche Prozessweiterentwicklung geachtet, sodass neue Verfahren wie das Power-Honen möglich werden. Im Bereich der E-Mobilität möchte Felsomat seine Engineering-Kompetenz und langjährige Erfahrung in der Automation nutzen, um eine Komplettlösung für die Statorfertigung bei Elektromotoren zu entwickeln: Eine Biegemaschine ist bereits projektiert. Das Unternehmen beschäftigt derzeit 572 Mitarbeiter.

www.felsomat.de

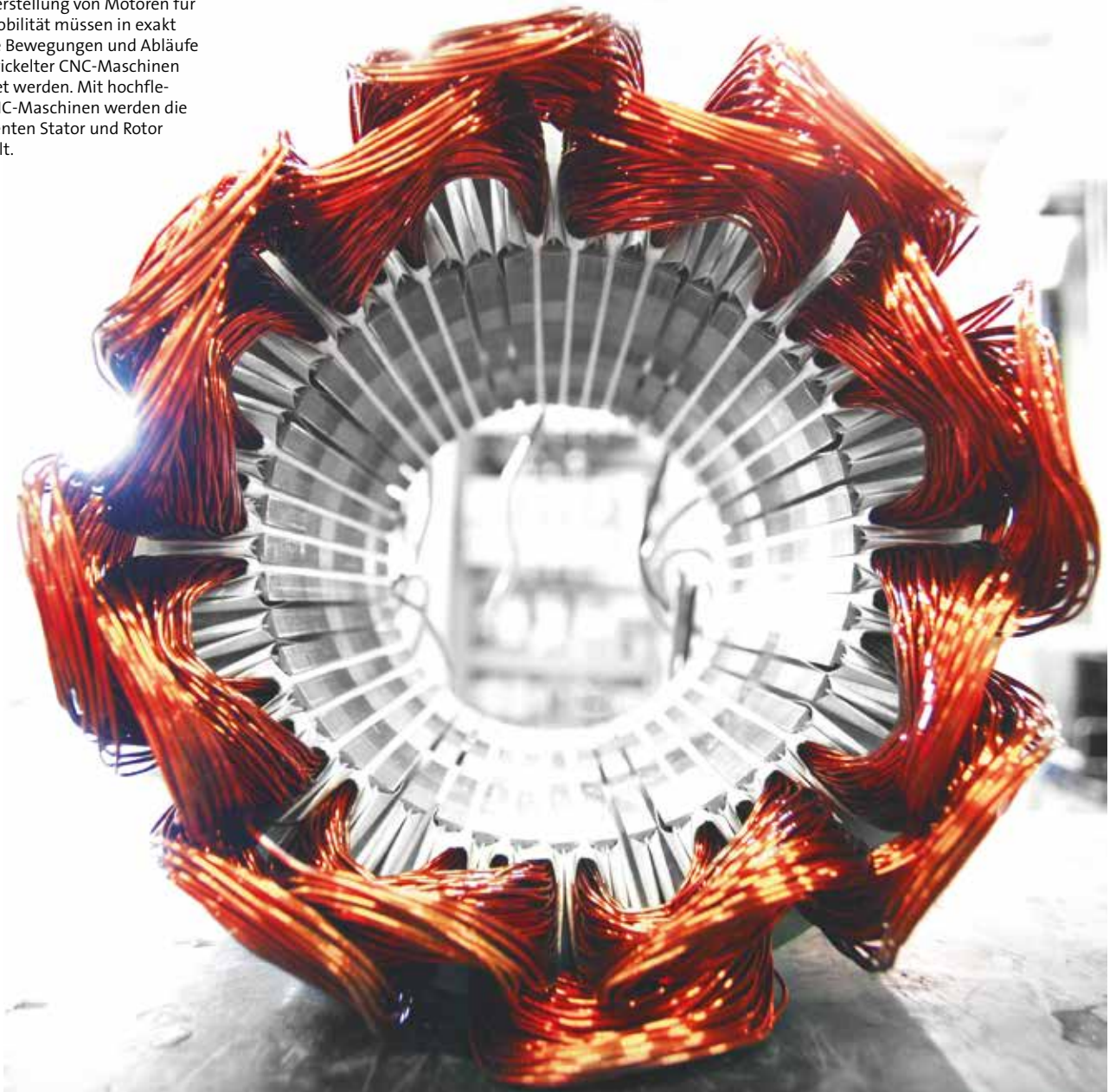
Um dem wachsenden Trend hin zur E-Mobilität zu folgen, hat das Unternehmen einen Baukasten für die Hairpin-Statorfertigung entwickelt. Über das vollautomatisierte System lassen sich alle wesentlichen Schritte bedarfsgerecht konfigurieren: Dazu zählen neben der Drahtverarbeitung mit Abisolieren und Biegen auch das Falzen und Einschließen des Isolationspapiers, das Setzen der Hairpins in das Blechpaket, das Spreizen und Twisten der Drähte, das Verschweißen der Drahtenden, Imprägnierprozesse wie Einbringen des Harzes oder Pulverbeschichten sowie der abschließende E-Test für den Stator. ●

Stefan Frommer
Vertriebsleiter
Felsomat GmbH & Co. KG

Mit der Hairpin-Technik schneller zum Elektromotor

Das Herzstück eines jeden Hybrid-, Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeuges bildet der Elektromotor. Nur durch die Kombination aus jahrzehntelanger Erfahrung in der Belieferung von Automobilherstellern mit hochkomplexen Montagelinien und dem entsprechendem Know-how in der Fertigung von Elektromotoren lässt sich der Anforderung nach hohen Stückzahlen in gleichbleibend hoher Qualität gerecht werden.

Innovative Prozesse und Verfahren für die Herstellung von Motoren für Elektromobilität müssen in exakt getaktete Bewegungen und Abläufe neu entwickelter CNC-Maschinen abgebildet werden. Mit hochflexiblen CNC-Maschinen werden die Komponenten Stator und Rotor hergestellt.



Vor dem Hintergrund des Paradigmenwechsels im Antriebsstrang des Automobils wurde bei Grob bereits vor drei Jahren ein Forschungs- und Entwicklungsteam gegründet, das sich ausnahmslos mit dem Thema Elektromobilität auseinandersetzt. Im engen Austausch mit Vertretern der Automobilindustrie wurde schnell klar, dass es einen hohen Bedarf an Produktionsanlagen in der Automobilindustrie gibt, mit Fokus auf die zwei wesentlichen Komponenten Elektromotor und Batterie.

Mit dem Erwerb der DMG meccanica (mittlerweile Grob Italy S.r.l.) hat sich Grob das Know-how in der Wickel- und Einzugstechnologie gesichert. Parallel dazu wurde am Standort Mindelheim ein eigenes Entwicklungs- und Anwendungszentrum für die Elektromobilität aufgebaut. Auf mehr als 2500 Quadratmetern werden in Zusammenarbeit mit der Automobilindustrie Prozesse und Verfahren in Maschinen und Anlagen für die Massenproduktion von technologisch völlig neuen, hocheffektiven Elektromotoren und äußerst kompakten Batteriemodulen mit hoher Leistungsdichte entwickelt und erprobt.

Die Herausforderung besteht in der Aufgabe, diese unbekannteren Prozesse und Verfahren in exakt getaktete Bewegungen und Abläufe völlig neu entwickelter CNC-Maschinen abzubilden. Die neuen, hochflexiblen und servogesteuerten Maschinen werden für die Massenproduktion von den Elektromotorkomponenten Stator und Rotor eingesetzt. Speziell bei der Stator-Produktion gibt es verschiedene Herstellungsverfahren für das Einbringen der Kupferdrähte in die Nuten des Stators.

Grob beschäftigt sich mit dem gesamten Herstellungsprozess eines Elektromotors von verschiedenen Wickel- und Formungsverfahren der Drähte über die Montage bis zur Kontaktierung. Ein Kern-

prozess zur Herstellung des Elektromotors ist das Verfahren zur Einbringung der Kupferdrähte in den Stator. Alle bekannten Verfahren von der Wellenwickeltechnologie über das Hairpin-Verfahren bis zur Fächerspulen-Technologie werden genutzt. Mit Grob Italy werden auch die Einzugstechnologie und das Nadelwickeln abgedeckt.

Elektromobilität fordert das ganze Unternehmen

Als vor über zehn Jahren mit der Einführung der Universalmaschinen der dritte Geschäftsbereich geschaffen wurde, konnte auf den Bekanntheitsgrad der G-Module direkt aufgebaut werden. Anders im Bereich Elektromobilität: Sie erfordert eine neue Arbeitsweise und damit andere Ansätze. Die Prozesse bestehender Geschäftsbereiche sind zwar Grundlage und Vorbild, doch ist zu berücksichtigen, dass das Thema E-Mobilität auch für die Automobil-

industrie noch relativ neu ist. Alle Marktbegleiter müssen sich neu aufstellen.

Projekte werden derzeit nur im engen Kontakt mit der Automobilindustrie aufgesetzt und erarbeitet. Es sind viele Abstimmungsrunden innerhalb des Projektteams beider Parteien notwendig. Kundenanfragen werden in einem internen Vertriebstermin abgestimmt und je nach Technologie zugeteilt. Anschließend wird ein Projektteam – bestehend aus Projektierung, Innovationsmanagement und Vertrieb – gebildet.

Europa – allen voran Deutschland – und China sind Vorreiter in Sachen Elektromobilität. Da in China in den nächsten Jahren der Anteil an E-Antrieben per Gesetz geregelt wird, wird dort konsequenterweise stark investiert. Erste Projekte sind bereits in der Abwicklung. Schon heute lässt sich zusammenfassend feststellen, dass sich die ganzheitliche Vorbereitung auf das Thema Elektromobilität empfiehlt. ●

Fotos: Grob



Zur Herstellung von Statorsegmenten für Elektromotoren werden die einzelnen Segmente wie Haarnadeln geformt. Die manuellen Prozessschritte entfallen. Deshalb wird diese Technologie den Anforderungen einer Großserienproduktion besonders gerecht.

Perfekte Kombination für Strukturbauteile – schneller, besser und weniger Schnittkräfte

PATRICIA HUBERT

Die optimale Bearbeitungsmaschine plus das optimale Werkzeug ergibt die perfekte Kombination. So werden wirtschaftliche Prozesse und überzeugende Bearbeitungsergebnisse möglich. Ein Beispiel dafür ist die Kooperation zwischen dem Maschinenhersteller Zimmermann und dem Hersteller von Präzisionswerkzeugen Mapal. Für Vorführungen und Maschinenabnahmen stattet Zimmermann sein neues Horizontal-Bearbeitungszentrum mit Fräsern aus Aalen aus.



Fotos: Mapal

Wie füreinander geschaffen: Das Horizontalbearbeitungszentrum, der 3-Achs-Fräskopf und der ISO-Eckfräser erreichen im Zusammenspiel beste Ergebnisse.

Speziell für die Bearbeitung von Strukturbauteilen in der Luftfahrtindustrie hat die F. Zimmermann GmbH ihr erstes Horizontalbearbeitungszentrum entwickelt. Die Strukturbauteile aus Aluminium, beispielsweise Flügelteile und Spante, werden meist aus dem Vollen gefräst – mit teils 95 Prozent Materialabtrag. Die fehlerfreie Bearbeitung in Bezug auf Maßhaltigkeit und Oberflächenbeschaffenheit ist entscheidend.

Zusätzlich stellt die Bauteilstruktur, die mit zunehmendem Materialabtrag immer empfindlicher wird, eine Herausforderung dar. Um den Fräsprozess auch in diesen Bereichen hocheffizient zu gestalten, bietet das neue Bearbeitungszentrum FZH maximale Steifigkeit. Denn: Die Kerntechnologie des neuen 5- beziehungsweise 6-Achs-Horizontalbearbeitungszentrums ist ein robuster, wassergekühlter Fahrständer. Wo gängige Maschinenkonzepte an

hebelbedingten Abweichungen bei zunehmend ausgefahrenem Schlitten leiden, nimmt bei der neuen Zimmermann-Maschine der Führungswagenabstand bei zunehmender Eintauchtiefe in das Material zu. Dadurch wird die Steifigkeit sogar erhöht. Um maximale Effizienz zu erreichen, setzt Zimmermann einen eigenen 3-Achs-Fräskopf im Bearbeitungszentrum ein. Insbesondere in den Taschenecken eines Werkstücks muss dieser Fräskopf



Geeignet für die Bearbeitung von Metallen und Composite-Materialien: Die Fräser im Zusammenspiel mit dem Horizontalbearbeitungszentrum.



Analyse der Bearbeitung direkt im Horizontalbearbeitungszentrum.

nur geringe Schwenkbewegungen ausführen – dadurch kann der Vorschub weitestgehend konstant gehalten, und somit kann die Bearbeitungszeit signifikant verkürzt werden.

Die Fräser

„Unser Ziel war es, die optimalen Werkzeuge aus unserem Portfolio für die Bearbeitungen auf der Zimmermann-Maschi-

ne auszuwählen“, erklärt Dietmar Maichel, Project Manager 3D-Milling bei Mapal. Das Portfolio des Werkzeugherstellers umfasst verschiedene Fräser für die unterschiedlichen Aufgaben bei der Hochvolumenbearbeitung von Strukturbauteilen aus Aluminium. Die Werkzeuge sind genau für den Einsatz auf solchen Hochleistungsmaschinen konzipiert. Die SPM-Fräser sind als VHM-Ausführung sowie mit PKD- und ISO-Schneiden verfügbar. Insgesamt vier Werkzeuge kommen für Schrupp- und Schlichtbearbeitungen mit unterschiedlichen Anforderungen bei Zimmermann zum Einsatz.

Das Zusammenspiel

„Die perfekte Kombination – die Maschine, der 3-Achs-Fräskopf und die Werkzeuge sorgen für einen Performanceboost für den Nutzer“, freut sich Steffen Nüssle, Verkaufsleiter Export sowie Leiter Anwendungstechnik bei Zimmermann, direkt nach den ersten Tests. „Mit dem ISO-Eckfräser SPM Rough haben wir die besten Ergebnisse erreicht, die wir je mit einem Werkzeug mit Wendeschneidplatten erzielen haben.“ Auch der Eckfräser mit Wellenprofil übertraf die Anforderungen an den Materialabtrag bei exzellenter Laufruhe. „Die Komplettbearbeitung einer Tasche von 190 x 190 x 40 Millimetern ist nun umgerechnet in unter einer Minute möglich“, erläutert Nüssle.

Die Praktiker bei F. Zimmermann sind überzeugt von den Werkzeugen. „Der Einsatz der SPM-Fräser hat uns bei der Alumi-

niumbearbeitung einen Quantensprung beschert. Und uns gezeigt, was die perfekte Kombination aus Werkzeug und Maschine hinsichtlich der Leistungsfähigkeit bedeutet“, sagt Nüssle.

Die Maschinen von Zimmermann eignen sich nicht nur für die Bearbeitung von Metallen. „Viele unserer Kunden fertigen Bauteile aus Composite-Materialien“, verrät Nüssle. Auch in diesem Bereich möchte Zimmermann Versuchsbauteile mit Mapal-Werkzeugen fräsen.

Patricia Hubert
Corporate Communications
MAPAL Dr. Kress KG



Für vollen Erfolg: Oft wird aus dem Vollen gefräst mit feinen Ergebnissen.

Mit NC-Simulation fehlerfrei fertigen und Rüstzeiten minimieren

NICOLA HAUPTMANN

In der kundenspezifischen Fertigung erhöht NC-Simulation die Effizienz. Denn wo das Tausendstel entscheidet, kommt es auf eine Lösung mit System an. Einem Pionier der Einspritztechnologie mit kundenspezifisch ausgerichteter Produktion verschafft der Einsatz einer leistungsfähigen Maschinensimulationssoftware den optimierten Workflow zwischen den Standorten.

Foto: L'Orange



Effizientes Rüsten und kollisionsfreie Bearbeitung sind wesentliche Produktivitätsfaktoren.

Flexibilisierung, schnelle Lieferung von Prototypen, Kleinserien, Losgröße 1 sind die Hauptanforderungen, denen sich Industriefertiger stellen müssen. Hersteller, die von jeher kundenspezifisch fertigen, konnten sich hier in vielen Fällen einen Wettbewerbsvorsprung erarbeiten.

Die Geschichte der L'Orange GmbH mit Hauptsitz in Stuttgart geht zurück auf den Erfinder des Vorkammerprinzips für Dieselmotoren, Prosper L'Orange. 1933 als „Gebrüder L'Orange Motorzubehör GmbH“

gegründet, ist das Unternehmen mit Standorten in Deutschland, USA und China heute innerhalb des Geschäftsbereichs Power Systems der britischen Rolls-Royce-Unternehmensgruppe Anbieter mit Spezialisierung auf Komponenten und komplette Einspritzsysteme.

Schwerpunkt ist die Realisierung auf die Kundenerfordernisse ausgerichteter Systemlösungen. Bedient werden Off-Highway-Anwendungen in Schiffsantrieben, Spezialfahrzeugen und Kraftwerken

sowie Großmotoren mit unterschiedlichen Kraftstoffen und Additiven. Die Kunden werden mit Produktionstechnologie von der Konzeptphase bis zur Serienproduktion begleitet.

„Wir sind mit einer großen Vielfalt an unterschiedlichen Systemen und der Herausforderung konfrontiert, unsere Bearbeitung optimal über die Maschine abzuwickeln“, erläutert Hans Jürgen Brede, Consultant Produktionssysteme bei L'Orange.

Die Anforderungen sind im Lauf der Jahre gewachsen: Ging es früher um Druckbelastungen bis 1000 Bar, so sind es heutzutage bis zu 2500 Bar, denen die Komponenten standhalten müssen. Entsprechend stiegen die Anforderungen an das Material und die Qualität für die optimierten Systeme. Die Bearbeitungsprozesse wurden komplexer, die Toleranzen in der Bearbeitung immer geringer.

Der virtuelle Zwilling

Dementsprechend sollte auch die CNC-Fertigung bei L'Orange ausgerichtet werden. Bisher konnten nur auf neutralem Code Werkzeugbewegungen dargestellt werden, maschinenspezifische Abläufe waren nicht simulierbar. Das Ziel umfasste daher einen einheitlichen und durchgängigen Prozess zwischen Konstruktion, Programmierung und Produktion, der auf einem transparenten NC-Code und dessen maschinenspezifischer Simulation basiert.

Die ehemals langen Einfahrzeiten und Rüstprozesse an der Maschine, sobald neue Werkstücke gefertigt und dafür neue Programme eingesetzt werden sollten, sowie die entstehenden Schleifen im Produktionslauf, wenn das NC-Programm berichtigt werden musste, galt es zu reduzieren. Zudem arbeitet L'Orange im Schichtbetrieb. Fand nun die Umrüstung der Maschine während der Spät- oder Nachtschichten statt, so konnten zum Beispiel mögliche Syntaxfehler erst am nächsten Morgen behoben werden, wenn die Programmierer wieder am Platz waren. Die dadurch entstehenden Stillstandzeiten oder das Risiko von Kollisionen und Werkzeugcrashes sollten der Vergangenheit angehören, entschied man bei L'Orange.

Als wesentliche Anforderung an eine neue Simulations- und Programmierlösung wurde definiert, dass sie die Durchgängigkeit von der Entwicklung bis zur Fertigung sicherstellen musste. Das heißt, die Programmierung sollte direkt auf den Daten der Konstruktion aufsetzen und der NC-Code daraus abgeleitet werden. Voraussetzung war eine gute Anbindung an die CAD/CAM-Software von PTC und die bereits bei L'Orange eingesetzte Werkzeugverwaltung. Mit Ncsimul Machine

von Spring Technologies war dies gegeben. Funktionalität, Bedienbarkeit, sowie die 3D-Darstellung der Software kamen als wesentliche Entscheidungsgründe hinzu und führten schließlich zur ersten Bestellung einer virtuellen Maschine.

Ein durchgängiger Prozess

Seither haben die Werkshallen am Standort Glatten Änderungen durchlaufen. Innerhalb des über 28.000 Quadratmeter großen Maschinenparks mit Bohr-, Fräs-, Dreh- und Schleifmaschinen verschiedener Hersteller werden mittlerweile sechs unterschiedliche Maschinentypen durch Ncsimul unterstützt.

Konstruktion und Produktion sind nun durchgängig verknüpft. Die Konstruktionsdaten aus der Stuttgarter Entwicklungsabteilung können direkt im System bearbeitet werden. Dies ist nötig, weil für gehärtete, äußerst präzise herzustellende Teile ein Aufmaß in der Weichbearbeitung zu berücksichtigen ist.

Deshalb erstellt man aus den Konstruktionszeichnungen zunächst Fertigungsmodelle. Da die Anpassung im gleichen System vorgenommen wird, ist der Aufwand gering und Übertragungsfehler werden ausgeschlossen. Sowohl PTC Creo als auch die Werkzeugdatenverwaltung sind über Schnittstellen in Ncsimul Machine integriert.

Bis zu 70 Prozent schneller rüsten

Brede sieht es als bedeutenden Vorteil an, dass im neuen System direkt der NC-Code simuliert wird. Die Anwender können den gesamten Bearbeitungsablauf in der 3D-Darstellung verfolgen und auf der virtuellen Maschine optimieren; Fehler werden dabei automatisch erkannt und zur Berichtigung angezeigt. Im Anschluss kann augenblicklich mit der Bearbeitung begonnen werden – schichtunabhängig sowie ohne aufwändiges manuelles Einfahren. Je nach Programm lassen sich so 50 bis 70 Prozent der früher benötigten Zeit einsparen. Außerdem können auch manuell erstellte und angepasste Programme, die früher bereits auf der Maschine gelaufen sind, in NCSIMUL geladen und weitergehend optimiert werden.

Bei den zunehmend komplexen Bearbeitungsprogrammen mit Mehrkanalsteuerung und zur Kontrolle von Schrägbohrungen ist die NC-Simulation inzwischen unerlässlich; zu groß wäre sonst das Risiko von Kollisionen. Dies bestätigt auch Tobias Mangold, Fertigungsplaner, der zu den ersten Anwendern des Programms gehörte: „Die Qualität der Programme, die an die Maschine gehen, ist für uns enorm gestiegen, da wir etwaige Fehler oder Kollisionen, zum Beispiel mit dem Spannmittel, von vornherein ausschließen können. Vor allem bei komplexen Maschinen mit Überkopfbearbeitung ist das für uns wichtig.“

Beide betonen die herausragende 3D-Qualität der grafischen Simulation: „Ich kann beim Gewindefräser nicht nur genau sehen, wo durchgeschnitten und wo gefräst wurde, sondern es werden mit dem NC-Code auch Übergangsbewegungen berücksichtigt. Früher hieß es nach bestem Wissen und Gewissen programmieren, mit Ncsimul wird unser NC-Programm perfekt“, sagt Mangold. Er hebt außerdem die farbige Darstellung des Materialabtrags hervor: „Mit dem NC-Programm lässt sich das abgetragene Material mit dem Referenzmodell vergleichen. Man sieht sofort, ob es mit dem Originalmodul übereinstimmt und ob es keine Konturverletzung gibt.“

Derzeit arbeiten Brede und seine Kollegen an der Einführung einer hochmodernen neuen Drehfräszelle, die „zwei Maschinen in einer“ darstellt, wie der Consultant für Produktionssysteme pragmatisch zusammenfasst. Die virtuelle Maschine stellt Spring Technologies bereit.

Auf ihre Vision einer intelligenten CNC-Fertigung angesprochen, nennen Mangold und Brede In-Prozess-Messungen und Nullpunkteanpassung mit Messtaster, sowie durchgängige Werkzeuggeometrien. Diese Daten sollen direkt in das System einfließen und in die Maschinensimulation integriert werden. ●

Nicola Hauptmann
Wordfinder PR
www.lorange.com
www.ncsimul.de

Tempomacher für die Drehbearbeitung

MARKUS ISGRO

Der Wettbewerb im Automobilbau verändert die Produktionstechnik. Selbst klassische Verfahren wie das Drehen stehen auf dem Prüfstand. Der Grund: Viele Bauteile werden in ihrer Geometrie komplexer und die Anforderungen an die Oberflächenqualität steigen an. Gleichzeitig müssen die Herstellungskosten kontinuierlich sinken.

Für das Verfahren zum erweiterten Drehen wird die Maschine mit dem Aggregat erweitert, das sich auf einem Revolver als angetriebenes Werkzeug anbringen lässt.



Fotos: Emag

Eine außergewöhnliche Lösung zeigt das Rollfeed-Turning der Vandurit GmbH Germany, Leverkusen. Es kann exklusiv auf allen Emag-Vertikal-Drehmaschinen bis Futterdurchmesser 500 Millimeter zum Einsatz kommen und erweitert das Drehen dabei um die dritte Achse – auch per Nachrüstung. Das Verfahren sorgt für radikal kürzere Taktzeiten,

minimierte Werkzeugkosten und erzielt eine höhere Oberflächenqualität bei größeren Schnitttiefen. Selbst komplexe Bauteilgeometrien entstehen per ganzheitlicher Bewegung mit nur einem Werkzeug. Die deutschen Werkzeugspezialisten ermöglichen einen enormen Leistungssprung bei der Drehbearbeitung von anspruchsvollen Bauteilen.

Hohe Komplexität in der Metallbearbeitung ist häufig gleichbedeutend mit Zeitverlust und steigenden Kosten. Wenn Kugelgelenke, Schalmuffen, Zahnräder, Lagerringe oder Wellen mit hoher Oberflächenanforderung zu viele Bearbeitungsschritte durchlaufen, bevor die gewünschte Geometrie erreicht wird, kostet das Zeit und Geld. Ein Ansatz für die Produktionsplaner liegt deshalb immer nahe: Lassen sich verschiedene Prozessschritte in einem ganzheitlichen Ablauf zusammenfassen? „Eine solche Frage stand auch am Anfang des Verfahrens“, erklärt Maurice van den Hoonaard, Vandurit-Geschäftsführer, „einer unserer Kunden wollte den Bearbeitungsprozess für ein komplexes Bauteil optimieren, das an drei angrenzenden Bauteilseiten einen Drehprozess durchläuft. Der bislang eingesetzte Ablauf mit verschiedenen Drehwerkzeugen war kompliziert und langwierig. Wir haben den ganzen Prozess unter die Lupe genommen und dabei einen neuen Ansatz entwickelt. Hier wird das klassische Drehen mithilfe einer dritten Achse intelligent erweitert – und so die Bewegung der Schneidplatte im Zerspanungsprozess ermöglicht. Jetzt fährt die speziell geformte, aus Radien-Segmenten bestehende Schneidplatte die verschiedenen Seiten des Bauteils hintereinander ab.“ Entscheidende technologische Basis ist dabei eine Erweiterung der



Das Verfahren ist frei programmierbar. Es entstehen komplexe Konturen wie Planflächen, Schrägen sowie konvexe und konkave Flächen.

Drehmaschine mit dem Aggregat, das als angetriebenes Werkzeug zum Beispiel auf dem Revolver oder Werkzeugschlitten zum Einsatz kommt – auch per Nachrüstung. Das Aggregat fungiert als dritte Achse, mit der das Werkzeug während des Drehens geschwenkt wird. Den dabei entstehenden Mittenversatz kompensieren die vorhandene X- und Z-Achse der Maschine.

Gleichbedeutend sind außerdem die speziell geformten Schneidplatten. Diese rollen während der 3-Achs-Bewegung auf der Werkstückoberfläche ab. Der Eingriff wandert gewissermaßen über die Schneide des Werkzeugs. „Aufgrund der gleichmäßig oder variabel großen Arbeitsradien-Segmente kann mit vielfach größeren Vorschüben gearbeitet werden, zudem entsteht eine hohe Oberflächenqualität präzise bis in die Ecken hinein. Von dort aus wird die Bearbeitung in einer Bewegung an der angrenzenden Bauteilseite fortgesetzt“, erklärt van den Hoonard.

Hohe Oberflächenqualität

Dass diese Technologie exklusiv in jeder Emag-Drehmaschine zum Einsatz kommen kann, macht eine neue Kooperation mit Vandurit möglich. Wie kam es zu dieser Zusammenarbeit? „Wir sind überzeugt davon, dass dieser Ansatz vielen Kunden in der Drehbearbeitung neue Potenziale er-

öffnet – insbesondere, wenn sie bei komplexen Bauteilen eine hohe Oberflächenqualität anstreben oder insgesamt die Taktzeit beim Drehen deutlich verkürzen wollen“, erklärt Philipp Ruckwied, Leiter Technologie definierte Schneide, „außerdem sind unsere Pick-up-Maschinen häufig darauf ausgelegt, komplexe Bauteile im Rahmen eines ganzheitlichen Ablaufs zu bearbeiten. Es laufen verschiedene Bearbeitungsschritte in einer Aufspannung hintereinander ab. Die Philosophien von Emag und Vandurit passen perfekt zusammen.“

Im Endergebnis profitieren Anwender von einem Leistungssprung: Der unterbrechungsfreie Prozess vollzieht sich um teils 90 Prozent schneller als ein mehrteiliger Drehprozess mit verschiedenen Werkzeugen. Dazu kommt, dass die Komplettbearbeitung von drei Bauteilseiten mit nur noch einem Schneidplattentyp möglich ist. Somit verringert sich die Zahl der in der Produktion eingesetzten Werkzeugvarianten und viele Werkzeugwechsel entfallen – ein echter Kostenkiller.

„Außerdem erreicht das Verfahren eine extrem hohe Oberflächenqualität, die den Ergebnissen beim Schälendrehen oder Schleifen gleichkommt“, ergänzt Ruckwied, „wir haben das bereits bei Pilotprojekten erfolgreich überprüft. Dabei wird das Verfahren bei der Hartbearbeitung von

Achszapfen, Kugelkäfigen, Kugellagerringen, Zahnrädern und Schiebemuffen eingesetzt – genau jene komplexen Bauteile, die wir zuvor im Blick hatten. Ihre Bearbeitungszeit hat sich deutlich verringert, die Oberflächengüte ist sehr hoch.“ Aktuell geht die Entwicklung weiter. Die Experten arbeiten an einer „zweiten Ausbaustufe“: Das Verfahren kann zukünftig auch bei der Weichbearbeitung in Pick-up-Drehmaschinen zum Einsatz kommen.

Großes Marktpotenzial

Grundsätzlich sehen beide Partner ein großes Marktpotenzial für diesen neuen Ansatz, denn er lässt sich bei allen relevanten Werkstoffen einsetzen und ist dabei per CAD/CAM-System frei programmierbar. Anschließend entstehen Konturen wie Planflächen, Zylinderflächen, Schrägen sowie konvexe und konkave Flächen bei der Innen- und Außenbearbeitung. „Komplexe Bauteile werden extrem schnell, präzise und ohne Werkzeugwechsel fertiggestellt“, fasst Ruckwied zusammen. ●

.....
Markus Isgro
 Kommunikationsreferent
 EMAG GmbH & Co.KG

Impressum

Herausgeber und Verlag

VDMA Verlag GmbH
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt
www.vdma-verlag.com

Geschäftsführung

Stefan Prasse, Holger Breiderhoff

Verlagsleitung Zeitschriften

Manfred Ottawa
manfred.otawa@vdma.org

Redaktion

Georg Dlugosch
Telefon +49 7423 8499477
info@dlugosch.org

Anzeigen

Verlagsvertretung
Baden-Württemberg und Hessen
Armin Schaum
Telefon +49 69 95408775
verlagsbuero.schaum@t-online.de

Verlagsvertretung
Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen
Gabriele Schneider
Telefon +49 5206 91500
g.schneider@gs-media-service.de

Druckauflage

7650 Exemplare

Titelbild

Riemenantrieb
Fotografiert von Manfred Zimmermann,
Euromediahouse.

Layout und Design

VDMA Verlag GmbH

Produktion

designedes, Frankfurt

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock
GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main

Copyright

Veröffentlichungen in jeder Form, auch
auszugsweise, nur mit Genehmigung der
VDMA Verlag GmbH und unter ausführ-
licher Quellenangabe gestattet.

Hinweis

Gezeichnete Artikel geben nicht unbe-
dingt die Meinung des Herausgebers
wieder. Für unverlangt eingesandte
Manuskripte haftet der Verlag nicht.

ISSN 2366-777X

DAS NETZWERK
FÜR
INTELLIGENTE
PRODUKTION

www.future-manufacturing.eu



UNTERSCHIEDET ZIEMLICH EINGEGRENZT VON TOTAL FLEXIBEL.

DAS WERKZEUG

HORN steht für bahnbrechende Spitzentechnologie, Leistung und Zuverlässigkeit. Nehmen Sie sich die Freiheit, das Beste zu erreichen – denn unsere Präzisionswerkzeuge machen den Unterschied.

www.phorn.de

Besuchen Sie uns
auf der AMB 2018
und überzeugen
Sie sich selbst.

AMB
Internationale Ausstellung
für Metallbearbeitung
18. - 22.09.2018
Messe Stuttgart
Halle 1, Stand 1J18