

WERKZEUGMASCHINEN

Antriebssystem steigert Leistungsfähigkeit neuer Fräs-Dreh-Zentren

FERTIGUNGSTECHNIK

Automatische Vorschubanpassung berücksichtigt Werkzeugverschleiß

SOFTWARE

Die Grenzen zwischen IT und OT überwinden



Starten Sie durch – auf INGENIEUR.de!

Das TechnikKarriereNews-Portal für Ingenieure und IT-Ingenieure.

Was immer Sie für Ihre Karriere brauchen – Sie finden es auf ingenieur.de:
Auf Sie zugeschnittene Infos und Services, Stellenangebote in der Jobbörse, Firmenprofile, Fachartikel,
Gehaltstest, Bewerbungstipps, Newsletter und alles zu den VDI nachrichten Recruiting Tagen.

Digitalisierung im Werkzeugmaschinenbau

ie aktuellen Nachrichten über Konjunkturschwäche, Handelsstreit und Technologiewandel in der Mobilität verunsichern den Käufermarkt und werden durch den schmerzhaften Rückgang der Auftragsvolumen für die Hersteller von Werkzeugmaschinen spürbar. Im engeren Markt wird um jedes Projekt hart gekämpft. Der für seine Innovationen bekannte deutsche Maschinenbau wird sich Wettbewerbsvorteile durch eine beschleunigte Umsetzung der auf der "EMO" 2019 gezeigten Trends und Digitalisierungsstrategien verschaffen.

Der Kampf um den Auftrag wird heute nicht mehr allein durch den "Span an der Schneide" gewonnen. Mit der Zielsetzung der geringsten Teilekosten bei höchster Qualität kommen neben der Maschine und der Technologie auch Produktivität (Verfügbarkeit und Bediener) sowie Betriebskosten (Instandhaltung und Medien/Energie) ins Spiel. Dazu werden unter dem Oberbegriff "Industrie 4.0" bereits heute schon zahlreiche Applikationen angeboten, welche teilweise herstellerunabhängig einsetzbar sind. Bei MAG/Boehringer ist das App-Angebotsportfolio in die Segmente "Unterstützung des Menschen am Produktionsprozess", "Applikationen rund um die Technologie", "Tools für die Produktionsanlage" (Maschine / Peripherie) sowie "Betreiben und Instandhalten" gegliedert.

Die immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen und externe Vergabe von Produktionsvolumen an mehrere Zulieferer führen zu einer weiteren Dynamik am Markt, die Phase vor der Produktion betreffend

- dem Planungs- und Produktherstellungsprozess. In der FFG-Gruppe sind die Aktivitäten der Digitalisierung und Industrie 4.0 in der neuen Marke "Digital Friends" zusammengefasst. Erstmalig hat ein Werkzeugmaschinenbauer komplett durchgängige Planungs-, Engineering-, Inbetriebnahme- und Service-Dienstleistungen für eine beispielhafte Anlage Schritt für Schritt "erlebbar" gemacht sowie das Ergebnis in der realen Welt greifbar und

"Der Strukturwandel im Markt wird die Digitalisierungsstrategien beschleunigen."

funktionsfähig gezeigt. Es ist eine Demonstration der "Digitalen Fabrik" aus heute verfügbaren Komponenten, welche in der virtuellen Welt mit den unterschiedlichsten Digitalen Zwillingen der realen Produkte entstanden sind.

Aus einem 2D-Anlagenplan folgt bei der "Digitalen Visualisierung" die Modellerstellung für die Digitale Fabrik. Für die mechanische Umsetzung vom Rohteil ins Fertigteil wird die Technologie erstellt und die passende Maschine ermittelt. Am digitalen Prozess-Zwilling werden die Abläufe optimiert und stehen als fertiges NC-Programm der Inbetriebnahme zur Verfügung. Aus den erforderlichen Anlagenbestandteilen wird das Layout sowie die Logistik am virtuellen Modell festgelegt und in einem letzten Schritt, mit dem digitalen Anlagen-Zwilling, der Materialfluss simuliert und der Nachweis für die Ausbringung erbracht.

Am digitalen Produkt-Zwilling setzt sich die virtuelle Inbetriebnahme fort. Die Steuerungssoftware wird vor der realen Maschinenmontage vom Kunden vorabgenommen. Eine Kombination aus realer Arbeitsstation und virtueller Peripherie (Mixed/Augmented Reality) ist ebenfalls möglich. Neben der Verkürzung der Inbetriebnahmezeiten erhöht sich die Produktqualität und die Modelle können dauerhaft zur Schulung eingesetzt werden.

Das "neue Gold" sind die Daten aus der Produktion, welche ihren Wert jedoch erst durch die Datenanalyse und die damit gewonnenen Erkenntnisse erhalten. Die gesammelten "Rohdiamanten" werden verarbeitet und stehen für Auswertungen zur Verfügung. Ein Megatrend dazu sind KI-Programme (neuronale Netze), welche einen großen Hype erfahren werden. Die Fernwartung mit AR-Brille verbindet ein erhebliches Qualitätspotential mit Kosteneffizienz.

Mit dieser Durchgängigkeit hat MAG einen echten und heute schon erlebbaren Mehrwert für den Kunden und den eigenen Produktherstellungsprozess erzielt. Die Nutzer der Digitalen Fabrik werden den Strukturwandel in der Werkzeugmaschinenindustrie am schnellsten kompensieren und können mit digitalen sowie assoziierten Produkten zur Werkzeugmaschine neue Geschäftsfelder erschließen.



Gerald Mies ist Geschäftsführer der MAG IAS GmbH in Eislingen/Fils.



Eine Schnecke ist ein Zahnrad mit wenig Zähnen – nun steht eine Fräsmaschine bereit, mit der sich diese Bauteile wirtschaftlich bearbeiten lassen.



Die moderne Kommunikationsplattform sorgt für den schnellen und sicheren Werkzeugdatentransfer über den gesamten Fertigungsprozess.

Aktuelles

- **6** Weiter auf Erfolgskurs
- **8** 5-Achs-BAZ fliegen in die USA
- **9** Erstes Praxisforum Werkzeugbau in Zwickau
- **10** Unternehmer mit Mut, Weitblick und Geschick
- **11** Beim Schleifwettbewerb flogen die Funken
- **12** Transportsystem ausgezeichnet / Kurz notiert
- **13** Precision Factory eröffnet
- **14** Branchenführer Sensorik und Messtechnik 2019/20
- **15** Kooperation für die vernetzte adaptive Produktion
- **16** Produktion im Umbruch von IoT-Plattformen bis zu Industriestandards / Impressum
- **17** Workshop zur Produktivitätssteigerung

Werkzeugmaschinen

- **18** Erfolgreiche Technologiepartner *Volker Sprenger*
- 22 Wirtschaftlich Schnecken fräsen

Schleifen

- **26** Werkzeug-Schnittstellen zuverlässig schleifen
- **28** Hydrostatische Führungen
- **30** Schleiftradition am Puls der Zeit

Messtechnik / Qualitätssicherung

- **32** Messtechnik unterstützt den Mobilitätswandel
- **36** 3D-Laserscanner für Messarm mit sieben Achsen
- **38** Qualitätsmanagement ist für alle da *Stephan Killich*

Spanntechnik / Werkzeuge

- **40** Werkzeugwechsel blitzschnell per Hand *Wolfgang Bahle*
- **43** Neue Schicht mehr Leistung *Nico Sauermann*

- **46** Produktivität und Effizienz in der Werkzeugbereitstellung Stefanie Jerems
- 48 Werkzeugdaten auf einen Klick

Fertigungstechnik

50 Automatische Vorschubanpassung unter Berücksichtigung des Werkzeugverschleißes Berend Denkena, Julia Mainka, Marc-André Dittrich, Marcel Wichmann

Sonderteil Elektrische Automatisierung

- 53 Sind Roboter wie
 Maschinen zu betrachten:
 Alexandra Langstrof
- **56** Skalierbare Messgeräte
- **61** Die Grenzen zwischen IT und OT überwinden Benjamin Homuth
- **64** Flexible Lösungen in Montage und Produktion
- **68** Multivariable Regelung



Ein Roboter, der durch das Anbringen eines Greifers einen bestimmten Zweck erfüllt, ist wie eine vollständige Maschine zu betrachten.

Strategie

70 Hybrides Projektmanagement Alexander Pifczyk, Reiner Marquardt

wt Werkstattstechnik online

72 Inhalte der Online-Ausgabe 10-2019
Themenschwerpunkte: Umformtechnik, Leichtbau

VDI-GPL

74 Studie vergleicht additive mit konventioneller Fertigung Energieflexible Fabriken für eine erfolgreiche Energiewende

Forschung & Praxis

75 Wissensmanagement im digitalen Zeitalter Klaus Kissel

78 Fluide Fahrzeugproduktion Christian Fries, Anwar Al Assadi, Thomas Bauernhansl et al.

82 66 Jahre Fluidtechnik



Beim Fertigungstechnik-Dienstleister Wolf in Kalchreuth dominieren mittlere und große Teile das Fertigungsgeschehen. Bei den Gewindewerkzeugen kommen ausschließlich Tools von Emuge zum Einsatz, ebenso beim Wechselsystem mit "Softsynchro QuickLock" Damit lässt sich das voreingestellte Werkzeug rasch per Hand wechseln, die Aufnahme bleibt dabei in der Spindel. www.emuge-franken.com



WWW.SW-MACHINES.DE





Bewährtes Konzept, neuer Name: Die ehemalige "SPS IPC Drives" in Nürnberg heißt nun "SPS – Smart Production Solutions". Bild: Mesago/Mathias Kutt

30 Jahre SPS - komplettes Spektrum der smarten und digitalen Automation

Weiter auf Erfolgskurs

Trotz angespannter Konjunkturlage zeichnet sich im Vorfeld der Jubiläumsausgabe der Messe "SPS" ab: Die Aussichten und die Buchungszahlen sind erneut sehr positiv und bestätigen die Bedeutung der Fachmesse für die smarte und digitale Automatisierung. Aktuelle Produkte und Lösungen der industriellen Automation, aber auch richtungsweisende Technologien der Zukunft stehen im Fokus der Leistungsschau.

und 1650 Anbieter von Automatisierungstechnik aus aller Welt werden vom 26. bis zum 28. November 2019 als Aussteller in Nürnberg erwartet, **Bild**.

Besucher der Messe profitieren von dem umfassenden Angebot der vielen nationalen und internationalen Automatisierungs- und Digitalisierungsanbieter – und können sich dennoch in nur einem Tag einen kompletten Marktüberblick verschaffen. So verzeichnet der Messeveranstalter Mesago 71 % an Tagesbesuchern. 7 % der Besucher nehmen für ihre Technologie-Recherche alle drei Messetage in Anspruch. Der internationale Anteil lag im vergangenen Jahr bei

27,6 % (18 154 Besucher). Exakt 47 546 dayon stammten aus Deutschland.

Digitaler Wandel im Mittelpunkt

Seit Anfang 2019 trägt die ehemalige "SPS IPC Drives" einen neuen Namen: "SPS – Smart Production Solutions". Das bewährte Konzept und die inhaltliche Ausrichtung der seit 30 Jahren etablierten Fachmesse bleiben jedoch bestehen und werden fortgeführt. Der Veranstalter Mesago Messe Frankfurt trägt hiermit der digitalen Transformation der Industrie Rechnung.

Die Digitalisierung hat einen enormen Einfluss auf die Automatisierungsbranche. Zahlreiche Aussteller zeigen daher "vor Ort" ihre Lösungsansätze, aber auch diverse Produkte und Applikationsbeispiele zur digitalen Transformation. Auch Informationstechnik (IT)-Anbieter sind vermehrt auf der SPS vertreten. Der "Charme" hierbei ist: IT-Themen werden sehr häufig und fokussiert im Verbund mit den Automatisierern dargeboten. Präsentationen von Themen wie Big Data, Cloud-Technologie, 5G und Künstliche Intelligenz (KI) sind oft praxisbezogen in Gemeinschaftsaktionen und -demos zu finden. Themenbezogene Sonderschauflächen und Vorträge auf den Messeforen tun ihr Übriges zur Darstellung der digitalen Transformation in der fertigenden Industrie.

Gemeinschaftsstände, Foren und Führungen

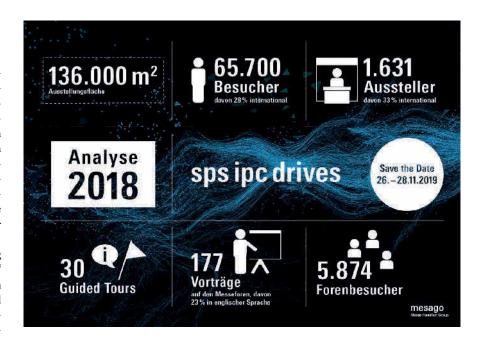
Mit "Guided Tours" wird auch in diesem Jahr Besuchern aus dem In- und Ausland die Gelegenheit gegeben, in geführten Touren innovative Aussteller zu einzelnen Themen zu besuchen. So können sich die Teilnehmer einen kompakten Überblick zu den Themen Machine Learning und KI, Produkt- und Maschinensimulation, Industrial Security in der Fertigung, Cloud-Ecosysteme und Predictive Maintenance verschaffen. Der Fokus der Touren liegt dabei auf echten Use Cases.

Der im vergangenen Jahr erstmalig durchgeführte "Automation Hackathon" fand großen Anklang. Hier werden im Wettbewerbs-Charakter nützliche und kreative Softwarelösungen für die Automatisierungsbranche programmiert. Aufgrund der intensiven Planungsvorbereitung wird der nächste Hackathon in 2020 stattfinden.

Umfassende Einblicke in spezifische Themen und die Möglichkeit, sich von Anbietern zu individuellen Anforderungen beraten zu lassen, erhalten Besucher auf den Gemeinschaftsständen:

- "Automation meets IT" in Halle 6,
- "AMA Zentrum für Sensorik, Mess- und Prüftechnik" in Halle 4A.

Die Foren der Verbände VDMA in Halle 5 und ZVEI in Halle 6 sowie die Messeforen in Halle 3 und 10.1 bieten qualitativ hochwertige und fachspezifische Vorträge



sowie Podiumsdiskussionen an. Besucher können sich hier zu branchenaktuellen Themen informieren und mit Experten im persönlichen Dialog austauschen.

Begleitender Kongress

Für all jene, die sich noch tiefgehender zu aktuellen Themen der Automation informieren wollen, bietet sich der von den Weka Fachmedien organisierte begleitende Kongress zur SPS an. In vierstündigen Sessions werden dieses Jahr die Themen:

- 5G, TSN und OPC UA in der Industrie,
- Securely connected vom Sensor bis zur Cloud,
- IOT-Plattformen Best Practises,
- flexible Automatisierung für wenig Geld – was leistet die Robotik?

unter praxisbezogenen Aspekten fokussiert beleuchtet.

Weitere Informationen zur Veranstaltung, Tickets, Reisespecials sowie Tipps zur Vorbereitung sind auf der Webseite zu finden.

sps-exhibition.com





Bild 1. Einer der sechs Lkw mit den Maschinen bei der Ankunft am Stuttgarter Flughafen, wo dann die "Antonov AN-124" beladen wurde. Bild: Hermle

Das Frachtflugzeug Antonov AN-124 macht's möglich

5-Achs-BAZ fliegen in die USA

Kürzlich stand am Flughafen Stuttgart ein ganz besonderer Transport an: Drei Hochleistungs-Bearbeitungszentren des schwäbischen Werkzeugmaschinenherstellers Hermle sollten besonders schnell beim Auftraggeber in den USA ankommen.

earbeitungszentren (BAZ) von Hermle dienen der rationellen Bearbeitung von Metallbauteilen und werden unter anderem in High-End-Branchen wie der Luft- und Raumfahrttechnik, der Medizintechnik, dem Maschinenbau und der Feinwerktechnik eingesetzt. Die Maschinen, welche beim Fräsen und Drehen eine Präzision im einstelligen µm-Bereich erzeugen (ein Menschenhaar hat ungefähr einen Durchmesser von 70 µm), müssen auch beim Transport sehr sorgfältig behandelt werden, Bild 1. So werden die meisten Hermle-Maschinen entweder mit luftgefederten Lkw oder per Seefracht weltweit transportiert.

Aber manchmal ist Zeit Geld und es muss besonders schnell gehen. So wurden am 11. Oktober 2019 drei Hermle-BAZ vom Typ "C 42 U dynamic" mit jeweils einem Handlingsystem "HS flex", Bild 2, mit einer "Antonov AN-124" – einem der größten Transportflugzeuge der Welt – vom Stuttgarter Flughafen nach Arizona in den USA befördert.

Das Flugzeug bietet eine Länge von 69,1 m bei einer Spannweite von 73,30 m und einer Höhe von 20,78 m. Es hat eine maximale Nutzlast von 120 t (Zivilver-



Bild 2. Die kostbare Fracht: das 5-Achs-Bearbeitungszentrum "C 42 U dynamic" mit dem Handlingsystem "HS flex". Bild: Hermle

sion). Für die Be- und Entladung kann sowohl das Heck, aber auch die Schnauze nach oben klappen und gibt dann eine röhrenförmige Ladefläche frei.

Die BAZ mit einer Masse von jeweils circa 14 t und Abmessungen von 3,50 m x 3,50 m x 4,50 m (B x H x T) zuzüglich dem jeweiligen Handlingsystem HS flex mit nochmals je 8 t und Zubehör – also insgesamt 80 t – wurden von einer Spezialfirma mit sechs Lkw zum Flughafen befördert und fachmännisch im Laderaum verstaut und verzurrt. Alles verlief ruhig und konzentriert – Fehler sind hier nicht

erlaubt. Dieser Transport war auch für den Flughafen Stuttgart ein "Highlight", da relativ selten eine Antonov AN-124 von Stuttgart mit Luftfracht startet.

Pünktlich um 12 Uhr konnte das Frachtflugzeug die Reise in die USA antreten. Mit zwei Tankstopps in Keflavik in Island und Montreal in Kanada erreichte die begehrte Ladung ihr Ziel in Arizona. In zwei Wochen werden die drei Maschinen bereits bei ihren Endkunden die ersten Teile produzieren – und das auch noch vollautomatisiert.

Erstes Praxisforum Werkzeugbau in Zwickau



Das erste "Praxisforum Werkzeugbau" war eine gelungene und gut besuchte Branchenveranstaltung, bei der sich die Teilnehmer neben informativen Vorträgen untereinander austauschen konnten und die Gelegenheit hatten, einen Einblick in die Welt der Siebenwurst Werkzeugbau GmbH zu bekommen. Bild: WBA

"Digitale Vernetzung und Globalisierung als Erfolgsfaktoren für den Werkzeugbau" – unter diesem Leitsatz fand das erste "Praxisforum Werkzeugbau" Ende September 2019 in Zwickau statt. Gemeinsam mit dem Verband Deutscher Werkzeug- und Formenbauer e.V. (VDWF) und der Messe "Moulding Expo" holte die WBA (Aachener Werkzeugbau Akademie) Professoren, Geschäftsführer und Verbandsvertreter der Branche auf die Bühne. Insgesamt standen sechs Fachvorträge mit Praxisbezug zum Werkzeugbau auf der Agenda. Rund 100 Vertreter des Werkzeug- und Formenbaus trafen sich in Zwickau, Bild, um sich über die neuesten Entwicklungen zu informieren und Vorträge über aktuelle Themen aus der Branche zu hören. Moderiert wurde die Veranstaltung von Dr. Tobias Hensen, Geschäftsführer der WBA. Bereits bei der Vorabendveranstaltung nutzten viele Teilnehmer die Gelegenheit zum Austausch untereinander. Abgerundet wurde der Branchentreff durch eine zugehörige Industrieausstellung, die über innovative Konzepte und Lösungen im Bereich des Werkzeug- und Formenbaus informierte.

Das "Highlight" der Veranstaltung war – neben den hochkarätigen Vorträgen und Praxisbeispielen – die exklusive Betriebsbesichtigung bei Siebenwurst Werkzeugbau. Geschäftsführer Alexander Pekrul und sein Team gewährten den Teilnehmern einen Einblick in den Bereichen Engineering, Fertigung, Kleinmaschinen sowie Tryout und beantworteten alle Fragen offen. Der nächste Termin steht schon fest: Das 2. Praxisforum Werkzeugbau findet am 29. September 2020 in Schmalkalden statt. www.werkzeugbau-akademie.de

Messtechnikanbieter mit neuem Geschäftsführer

Wolfgang Zeller ist neuer Geschäftsführer von Mitutoyo Deutschland in Neuss. Er bringt 25 Jahre Erfahrung in den globalen Märkten für Messtechnik und Werkzeuge mit sich. Der Wirtschaftsingenieur und Master of Business Administration (University of Michigan, USA) war zuletzt für das international tätige Großhandelsunternehmen Hoffmann Qualitätswerkzeuge in München aktiv, als Leiter der Abteilung Messtechnik. Somit fügt er sich perfekt beim Präzisionsmessgerätehersteller ein und freut sich darauf, die bereits starke Marke weiter voranbringen zu können. www.mitutoyo.de



Unternehmer mit Mut, Weitblick und Geschick



Auch für den Maschinenbau, zum Beispiel für automatisierte Werkzeugmaschinen, bietet das Familienunternehmen zahlreiche Lösungen an. Bild: Harting

Beinahe fünf Jahrzehnte stand *Dietmar Harting* an der Spitze der 1945 von seinen Eltern gegründeten Firma, der heutigen Harting Stiftung & Co. KG, und machte den kleinen Mittelständler in seiner Ära zum erfolgreichen Global Player. Am 15. September feierte der Seniorchef der Espelkamper Technologiegruppe – vielfach geehrt und ausgezeichnet nicht zuletzt für sein großes Engagement in bedeutenden Branchenverbänden und Normungsorganisationen – seinen 80. Geburtstag.

Harting musste sich auf Weisung seines Vaters zunächst für ein Studium der Elektrotechnik entscheiden, beendete sein Studium aber schließlich als Diplom-Kaufmann, nachdem sich sein zwei Jahre jüngerer Bruder Jürgen in Richtung Technik orientiert hatte. 1967, fünf Jahre nach dem frühen Tod des Firmengründers, trat der damals 27-Jährige in das Familienunternehmen ein, das seinerzeit mit knapp 1000 Mitarbeitenden einen Umsatz von rund 29 Million D-Mark erzielte. Nach dem Abschied von den Produkten der ersten Dekaden konzentrierte sich Harting auf die Verbindungstechnik. Mit dem bereits 1956 patentierten "Han" hatte das Unternehmen einen bis heute gültigen Standard gesetzt. Ab 1979 wurden in rascher Folge Vertriebsbüros in Europa, Amerika und Asien eröffnet, es entstanden erste Produktionsstätten in der Schweiz und Großbritannien. Harting wurde zum internationalen Technologiekonzern mit globalem Netzwerk aus Entwicklungs-, Produktions- und Vertriebsgesellschaften. Weit über die Grenzen des Landes hinaus wurde Harting bekannt als Präsident bundesdeutscher und internationaler Organisationen und Gremien. Er ist Ehrenpräsident auf Lebenszeit des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) und engagierte sich unter anderem im Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) sowie im Deutschen Institut für Normung (DIN). 2009 wurde dem Ehepaar Dietmar und Margrit Harting das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen. 2015 übernahm mit Sohn Philip, dem Enkel des Firmengründers, die dritte Generation den Vorsitz des Vorstands. Das Unternehmen ist heute weltweit führender Anbieter von industrieller Verbindungstechnik, Wegbereiter von Industrie 4.0 und zählt mit maßgeschneiderten Lösungen sowie Services vor allem in den Bereichen Automation, Bild, Robotik, Transportation sowie der Digitalisierung und Vernetzung von Maschinen mit der Cloud zu den Besten der Branche.

www.harting.com SPS: Halle 10.0, Stand 140

Mit KI zum digitalisierten Fertigungsprozess

Mit einer strategischen Beteiligung an dem auf künstliche Intelligenz (KI) spezialisierten Softwareunternehmen up2parts aus Bayern beabsichtigt DMG Mori, Bielefeld, sich wichtiges Know-how im Bereich der Digitalisierung von Fertigungsprozessen zu erschließen. Die KI-basierte geometrische Bauteil-Analyse erlaubt eine einfache und schnelle Arbeitsplanerstellung und Preiskalkulation für individuelle Bauteile – eine "digitale Revolution" für die Fertigungsindustrie. "Mit DMG Mori erhalten wir einen Partner, der uns international Marktzugang bereitet. Zudem können wir uns als Start-up agil weiterentwickeln. Wir bieten den Fertigungsunternehmen einen kompletten KI-basierten, automatisierten Wertschöpfungsprozess - bereits ab Losgröße 1", sagt Marco Bauer, Geschäftsführer der BAM GmbH aus Weiden in der Oberpfalz, Bild, aus der up2parts hervorgeht. Seit 2017 arbeiten bereits 25 Softwareentwickler an den KI-Lösungen für einheitliche, automatisierte und professionelle Fertigungsprozesse. Die Anzahl der Mitarbeiter soll sich kurzfristig verdoppeln.

Mit up2parts erweitert DMG Mori sein Portfolio digitaler Angebote. Dabei stehen die KI-basierte Optimierung und Beschleunigung von Beschaffungs- und Fertigungsprozessen im Fokus: von der Angebotserstellung und Auftragserfassung über die Arbeitsvorbereitung und CAM-Programmierung bis hin zur Maschinenplanung. Kern der Softwarelösung ist die künstliche Intelligenz, die auf Basis von Machine-Learning-Algorithmen und menschlichem Know-how binnen weniger Sekunden die Geometrie jedes Bauteils analysiert. Das Resultat ist ein konkreter Arbeitsplan sowie der Preis für die Fertigung des Bauteils. Mit jedem Bauteil "lernt" die KI dazu, optimiert selbständig und fortlaufend ihre Algorithmen. "Die KI-basierten Softwarelösungen bieten einen riesigen Vorteil für unsere überwiegend mittelständischen Kunden: Bisher ungeordnete Prozesse werden vereinheitlicht und professionalisiert", sagt Christian Thönes, Vorstandsvorsitzender der DMG Mori AG. https://de.dmgmori.com

www.up2parts.com



Kreativer Kopf: Marco Bauer, Geschäftsführer der BAM GmbH, aus der up2parts hervorgeht, in seinem "Ideenumfeld". Die Firma überzeugte Christian Thönes, Vorstandsvorsitzender von DMG Mori, mit der agilen Entwicklung von KI-basierten Softwarelösungen für die Fertigungsindustrie. Bild: DMG Mori

Beim Schleifwettbewerb flogen die Funken

Im Gewerbepark "Areal Böhler" flogen beim "Clash of the Grinders" im wahrsten Sinne des Wortes die Funken. In vier Disziplinen mussten die Teilnehmer beweisen, was sie mit dem Winkelschleifer, dem Rohrbandschleifer und den unterschiedlichsten Schleifprodukten von 3M, Neuss, leisten können. Insgesamt 20 Kandidaten aus Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden stellten sich vor mehr als 200 Besuchern dieser Herausforderung, Bild. In der Vorrunde sollten sie in einer Minute einen möglichst großen Abtrag erzielen. In Runde zwei war Augenmaß gefragt: Die Wettkämpfer sollten zehn exakt gleiche Schnitte von einem Vierkantrohr abtrennen. Im Halbfinale ging es um die schnelle und exakte Bearbeitung einer Schweißnaht. Im Finale verpassten die letzten drei Kandidaten im Wettbewerb einem Geländer "den letzten Schliff". Nach diesen vier Disziplinen stand fest, wer eine Sicherheitsausrüstung und plus Schleifequipment von 3M und Fein mit nach Hause nehmen würde es war Martijn Kok, Inhaber des Edelstahlfertigers MJK Service.

An verschiedenen Ständen waren innovative Schleifmittel und neue Lösungen für die Arbeitssicherheit zu sehen. C. & E.



Im Areal Böhler flogen die Funken beim "Clash of the Grinders" Insgesamt 20 Kandidaten aus Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden stellten sich vor mehr als 200 interessierten Besuchern der Herausforderung. *Bild: 3M*

Fein präsentierte die neuesten Elektrowerkzeuge. Parallel zum Wettkampf konnten sich die Besucher in Workshops unter anderem über die Technologie der 3M-Schleifmittel und Arbeitsschutzlösungen informieren. In Deutschland feierte der Wettbewerb 2019 Premiere, es gab das Format jedoch schon in der Türkei, in Polen und in den USA. Im nächsten Jahr wird es in der Region einen erneuten Clash of the Grinders geben.

www.3M.de/schleifen

BÖHME & WEIHS



STRUKTUREN. SCHAFFEN. MIT CAQ UND MES.

CASQ-it UND WEB.MES: DIE LÖSUNG FÜR IHREN ERFOLG.

www.boehme-weihs.de

Start-up erhält Qualitätslabel der Universität Paderborn

Im Oktober 2019 hat Dr. *Tim Brühn*, Projektleiter am Technologietransfer- und Existenzgründungs-Center der Universität Paderborn (TecUP), das Qualitätslabel "Unternehmensgründung aus der Universität Paderborn" an die mittelständische Firma Fastec verliehen. Dies fand anlässlich der Sigma-Veranstaltung "Gründerinnen und Gründer hautnah" statt. In NRW gehört die Universität Paderborn zu den Hochschulen mit den höchsten Gründungsraten, dabei werden Gründungsinteressierte und Start-ups durch intensives Coaching vom TecUP unterstützt.

Dr.-Ing. Karl-Heinz Gerdes promovierte 1997 im Studienfach Maschinenbau und gründete zwei Jahre zuvor mit einem Kollegen die Fastec GmbH als Anbieter für die Materialflussautomation. Im Verlauf der Jahre entwickelte sich das Unternehmen weiter und legt seit 2007 den Fokus auf MES-Software für Produktionsunternehmen. Informationen werden in Echtzeit erfasst und verarbeitet, was letztlich die Kosten reduziert. Vom Erfolg zeugen viele erfolgreiche MES-Projekte im Hinblick auf unterschiedlichste Produktionen, Branchen und Länder sowie in Bezug auf technische Herausforderungen und Unternehmensgrößen. Nach 24 Jahren beschäftigt das in Paderborn ansässige Unternehmen mittlerweile über 80 Mitarbeiter. Das Kundenspektrum reicht branchenübergreifend von mittelständischen Unternehmen bis hin zu Konzernen. Weltweit sind über 10 000 Maschinen an Fastec-Software angebunden.

www.fastec.de, www.uni-paderborn.de

KURZ NOTIERT

Die Partnerunternehmen Weiler Werkzeugmaschinen, Emskirchen (www.wei ler.de), und Kunzmann, Remchingen (www.kunzmann-fraesmaschinen.de) -Maschinensponsoren für Drehen und Fräsen bei der 45. Nachwuchs-Berufsweltmeisterschaft WorldSkills – gratulieren den Teilnehmern aus der DACH-Region zu ihren Erfolgen. Die Auszubildenden aus Deutschland, Österreich und der Schweiz errangen zusammen 13 Gold-, 13 Silber- und 7 Bronze- sowie 49 Exzellenzmedaillen. Die besten Nachwuchs-Fachkräfte unter 23 Jahren aus der ganzen Welt hatten ihre Prüfungen in vier Berufswettbewerben (Polymechanik, Prototypenbau, Produktionstechnik, Instandhaltungstechnik) auf vierzig Maschinen der beiden Hersteller, die speziell für die Ausbildung ausgestattet sind, absolviert.

Die britische Niederlassung von Inneo Solutions, Ellwangen (www.inneo.com), ist seit Kurzem Mitglied des Manufacturing Technology Centre (MTC) mit Sitz in Coventry/UK. Dadurch wird der Kontakt zu den britischen Fertigungsunternehmen weiter intensiviert und die neuesten Technologien im Bereich der Digitalisierung lassen sich präsentieren. Das MTC bietet integrierte Systemlösungen für Kunden in Branchen wie Automobil, Luft-/Raumfahrt, Schienenverkehr, Informatik, Bauwesen / Tiefbau, Elektronik, Öl und Gas. Durch die Bereitstellung von Software und Dienstleistungen unterstützt Inneo das MTC beim Bau des Prototyps einer Industrie 4.0-Digitalisierungsfabrik, der eine breite Palette von Smart-Factory-Technologien umfasst.

Im Auftrag des F.A.Z.-Instituts hat Prognos eine Studie zum Thema "Deutschlands Innovationsführer" vorgelegt. Tausende Unternehmen wurden unter die (Patent-) Lupe genommen, nur etwa 10 % genügten den Anforderungen der Prüfer. Auch **Grundfos**, Erkrath (www.grundfos. com), wurde ausgezeichnet - für die Leistungen der F&E-Teams in Materialforschung und Produktentwicklung, insbesondere auch im Hinblick auf das Thema digitale Transformation. Für den Innovationsvorsprung investiert der Hersteller "interaktionsfähiger" Pumpensysteme jährlich bis zu 5 % des Umsatzes in Forschung und Entwicklung.

Transportsystem ausgezeichnet

Das "Modular Transport System" (MTS) der Zimmer Group, Ettlingen, hat den "German Innovation Award" gewonnen. Der Award wird seit 2018 durch den "Rat für Formgebung verliehen" und zeichnet Lösungen aus, die vor allem durch ihre Nutzerzentrierung einen Mehrwert bieten. Das MTS ist Teil einer roboterbasierten, hochflexiblen, produktiven und modularen Fertigungszelle und sorgt für den Werkstücktransport, Bild. Dabei verknüpft es die Be- und Entladestationen mit den Bearbeitungs- und Messstationen. Die individuell gesteuerten Transporteinheiten (Shuttles) können je nach Anforderung als Master oder als Slave eingesetzt werden und dabei entweder einzeln oder im Verbund agieren. Ein entscheidender Vorteil des Systems ist die hohe Anlagenverfügbarkeit. Eine weitere Innovation liegt in der integrierten 48 V-Akku-Zwischenkreispufferung, welche in Kombination mit der Rekuperationsfunktion der Transporteinheiten die Laststrom-



Das "Modular Transport System" ist mit dem "German Innovation Award" 2019 ausgezeichnet worden. *Bild: Zimmer Group*

spitzen um circa 85 % und somit den Energieverbrauch der Anlage um mehr als 8 % reduziert.

www.zimmer-group.de, SPS: H. 3A, St. 251 www.german-innovation-award.de

Werkzeughersteller eröffnet Benelux-Niederlassung

Der japanische Werkzeughersteller MMC Hitachi Tool, Hilden, eröffnet eine neue Niederlassung für die Benelux-Länder. Der Standort von Moldino Benelux befindet sich in Valkenswaard im Herzen der niederländischen Industrieregion Nord-Brabant. Dank der verkehrsgünstigen Lage sind von dort aus auch die Kunden in Belgien und Luxemburg schnell zu erreichen. In enger Zusammenarbeit mit der europäischen Hauptniederlassung im nordrhein-westfälischen Hilden soll damit die technologische Unterstützung ebenso wie die Services für Endverbraucherkunden in den Märkten Niederlande. Belgien und Luxemburg optimiert werden. Ein weiteres Ziel ist die Platzierung des Markennamens "Moldino". Seit dem Frühiahr 2017 sind alle Aktivitäten von MMC Hitachi Tool in dieser Marke vereint. Mit dieser Kurzform für "Mold + die + innovation" wird die fokussierte Marktorientierung im Werkzeug- und Formenbau unterstrichen. www.moldino.eu

Beschichtungsspezialist mit neuer Präsidentin

"Staffelstabübergabe" bei der US-amerikanischen Niederlassung von CemeCon, Würselen: Marjorie Steed hat die Nachfolge von Gary Lake angetreten. Ihre Beförderung ist Teil eines geplanten Übergangs. CemeCon Inc. versorgt nordamerikanische Werkzeughersteller seit 21 Jahren mit Premiumbeschichtungen und Beschichtungstechnologie. Die Kapazitäten wurden mehrfach erweitert, um der steigenden Nachfrage gerecht zu werden. Heute werden mehr als 50 Mitarbeiter beschäftigt. 2004 wurde die heutige Zentrale, das IST Center in Big Flats, New York/USA, bezogen. Mit der jüngsten Erweiterung der nordamerikanischen Zentrale 2018 auf 3700 m² wurden nicht nur die Kapazitäten für die Diamantproduktion vergrößert, sondern auch Platz für die zukunftsweisende "HiPIMS"-Technologie geschaffen. Steed begann ihre Karriere bei CemeCon 2006, seit 2015 ist sie im Vorstand aktiv. Nur zwei Wochen nach der Übergabe der Präsidentschaft im August 2019 verstarb Lake plötzlich und völlig unerwartet. Er war mehr als 20 Jahre lang der Kopf und Motor der CemeCon Inc.

www.cemecon.de

Precision Factory eröffnet

Nach nur 15 Monaten Bauzeit hat die "Chiron Precision Factory" in Neuhausen ob Eck ihren Betrieb aufgenommen, Bild. Es ist das größte Einzelprojekt in der fast 100-jährigen Unternehmensgeschichte mit einer Investition von über 30 Millionen Euro und einer Nutzfläche von rund 14 000 m². Zahlreiche Gäste aus Politik und Wirtschaft wurden zur offiziellen Eröffnung Ende Oktober 2019 begrüßt. Zwei Tage später waren alle Mitarbeiter und ihre Familien in die neue Fabrik eingeladen. "Mit einer Kapazität von bis zu 400 Maschinen pro Jahr ist die Precision Factory die modernste Werkzeugmaschinenfabrik in Europa", erläutert Dr. Markus Flik, Vorsitzender der Geschäftsführung. "Das Gebäude wurde speziell für die hohen Anforderungen durch unsere neuen Werkzeugmaschinenreihen realisiert, die seit Ende August hier gebaut werden. Sie kombinieren Produktivität mit besonderer Präzision - aus diesem Grund trägt unser Neubau auch den gewählten Namen", ergänzt Flik. Für die exakte Montage gilt es, die Temperatur im Gebäude in engen Grenzen zu halten. Realisiert wird dies mittels Betonkernaktivierung. Weiter wird die bei den Testläufen entstehende Abwärme umweltfreundlich zum Beheizen der Fabrik verwendet. Die Leittechnik für Heizung, Lüftung und Beleuchtung arbeitet mit einem Sensornetzwerk, das kontinuierlich die



Mit einer Kapazität von bis zu 400 Maschinen pro Jahr ist das neue Werk auch hinsichtlich Digitalisierung auf dem aktuellen Stand der Technik. Bild: Webtemps Werbeagentur/Leif Knittel

Hallentemperatur misst und bei Bedarf automatisch nachregelt. Flexibilität bietet das Gebäude durch die großen Spannweiten der Hallenschiffe mit wenigen Stützen und moderne Krananlagen mit hoher Traglast. Der gesamte Standort wurde zudem reorganisiert: Optimierte Montageund Logistikabläufe sowie die räumliche Nähe zu Vormontagen tragen zu einer weiteren Verkürzung der Lieferzeiten bei. Das Konzept "Clustermontage" zeichnet sich durch wenig Handlingstufen aus und erlaubt es, bei Personalengpässen oder hoher Nachfrage nach bestimmten Maschinentypen flexibel zu agieren. Durch

die zentrale Kommissionierung von Maschinen und Komponenten ist der Materialfluss stets auf die Bedürfnisse in der Endmontage ausgerichtet. Digitale Montagemappen und berührungslose Logistikbuchungen ebnen den Weg zur papierlosen Fabrik. Ein Pick-by-Light-System unterstützt den Kommissionierer beim schnellen und sicheren Zugriff auf gelagerte Teile. Schließlich wird zur Qualitätssicherung der Auslieferungszustand der Maschinen mittels eines digitalen Fingerabdrucks dokumentiert. www.chiron.de

Produktion agiler Fertigungssysteme in Finnland konzentriert

Der finnische Spezialist für Automatisierungssysteme in der zerspanenden Fertigungsindustrie Fastems (Deutschland: Issum), plant, seine Kundenbetreuung in der DACH-Region auszubauen. Gleichzeitig soll ein Joint-Venture mit dem niederländischen CNC-Spezialisten Halter CNC Automation gegründet und die Produktion in Tampere/Finnland konzentriert werden. Mit dem gleichzeitigen Zusammenführen der gesamten Produktion an einem Standort, Investitionen in kundennahe Softwarefunktionen und dem verbesserten Kundensupport will Fastems seine Wettbewerbsfähigkeit steigern und das zukünftige Wachstum absichern. Beim Ausbau der Kundenbetreuung wird auf eigene Mitarbeiter gesetzt, die zuvor in der Entwicklung und Produktion im Werk Issum beschäftigt waren. "Zusammen mit unserem geplanten Joint Venture mit Halter CNC Automation, mit dem wir bereits seit sechs Jahren erfolgreich "LoadAssistant"-Systeme entwickeln,

werden wir flexible und nutzungsfreundliche Plug-and-Play-Automatisierungslösungen anbieten. Wir werden mit unseren Vertriebs-, Service- und Entwicklungsteams in den Regionen Düsseldorf und Stuttgart nah an unseren Kunden sein", unterstreicht *Heikki Hallila*, Geschäftsführer der Fastems Systems GmbH.

Es ist beabsichtigt, die Produktion im Werk Issum nach dem Auslaufen der bestehenden Projekte einzustellen und nach Tampere zu verlagern. Für einen Großteil der in Issum beschäftigten Mitarbeiter sollen neue Arbeitsplätze, vornehmlich in der Kundenbetreuung und im geplanten Joint Venture mit Halter, angeboten werden. Für die übrigen Mitarbeiter sollen sozialverträgliche Lösungen gefunden werden.

www.fastems.com

Werkzeugbau weiterhin am Standort Weingarten



Stufenwerkzeug zur Herstellung von Lamellenträgern. Bild: Schuler

Der Werkzeugbau der Schuler-Gruppe, Göppingen, am Standort Weingarten ist langfristig gesichert. Der entsprechende Betriebsteil mit knapp 60 Mitarbeitern wird künftig als eigenständiges Unternehmen mit der Firmierung PTW Powertrain Tools Weingarten GmbH innerhalb der konzerneigenen Aweba Group arbeiten. Bis Ende September 2019 gehörte der Bereich organisatorisch zu Schuler Pressen. "Durch den Betriebsübergang bündeln wir die Kompetenzen im Werkzeugbau des Schuler-Konzerns für unsere Kunden noch besser, sparen Verwaltungsaufwand sowie Kosten und sichern die Arbeitsplätze in Weingarten gegen die immer schärfer werdenden Wettbewerbsbedingungen ab", sagte Aweba-Geschäftsführer *Rüdiger Drewes*. Die vollständig zu Schuler gehörende Aweba Group mit Sitz in Aue gehört seit 135 Jahren zu den führenden Werkzeugbauern in Deutschland. Die Fertigung von Präzisionswerkzeugen, **Bild**, für Automobil- und Industriekunden aus aller Welt bildet die Kernkompetenz des Unternehmens. www.schulergroup.com

Zweihundertstes Mitglied bei it's OWL

Das Technologie-Netzwerk "it's OWL" - Intelligente Technische Systeme Ost-Westfalen-Lippe – wächst strategisch weiter. Mit itelligence aus Bielefeld – einem der größten und erfolgreichsten SAP-Häuser - ist nicht nur neues Kernunternehmen gewonnen geworden, sondern gleichzeitig das 200. Mitglied. "Mit itelligence als Partner haben wir einen international führenden und bestens im Mittelstand vertretenen IT-Serviceprovider und Systemintegrator gewinnen können", freut sich it's OWL Geschäftsführer Günter Korder. Dabei unterstreicht er auch, warum das neue Kernunternehmen eine strategisch wichtige Ergänzung für das Technologie-Netzwerk ist: "Uns bewegen sehr ähnliche Themen, zum Beispiel Künstliche Intelligenz, das Internet der Dinge und vor allem konkrete Anwendungen. Künftig können wir in Projekten auf diesen Gebieten bestens zusammenarbeiten." Norbert Rotter, Vorstandsvorsitzender von itelligence: "Ich freue mich, dass wir im 30. Jahr unseres Bestehens das 200. Mitglied in diesem renommierten Netzwerk sind. Mit dem Spitzencluster hat OWL ein klar erkennbares Profil, dass es als eine der bedeutendstem Technologie-Regionen in Deutschland auszeichnet. Gerne werden wir einen Beitrag in und für die Region zur Entwicklung dieses Profils bei der fortschreitenden Digitalisierung der Industrie leisten." Inzwischen beteiligen sich 27 Kernunternehmen, sechs Hochschulen, sechs wirtschaftsnahe Organisationen, fünf Kompetenzzentren, vier außerordentliche Mitglieder, 150 Fördermitglieder und zwei Ehrenmitglieder im Technologie-Netzwerk it's OWL, um gemeinsam als Gewinner aus der digitalen Transformation hervorzugehen. www.its-owl.de, www.itelligencegroup.com

Branchenführer Sensorik und Messtechnik 2019/20



Der "AMA Branchenführer" 2019/20 enthält rund 1000 Produktgruppen der 450 Mitgliedsunternehmen. Bild: AMA

Der AMA Verband für Sensorik und Messtechnik (AMA) veröffentlicht den neuen "AMA Branchenführer" 2019/20. Die Broschüre informiert auf 135 Seiten über Anbieter von Sensoren, Messtechnik und Dienstleistungen für unterschiedliche Anwenderbranchen. Abgebildet werden die rund 1000 Produkt- und Dienstleistungskategorien der rund 450 Mitglieder. Das Verbandsverzeichnis erlaubt die Suche nach Messgrößen, nach Schlagwörtern oder die gezielte Suche nach AMA-Mitgliedern, die in alphabetischer Reihenfolge mit Kontaktdaten und Sortiment abgebildet werden. Das Kompendium erscheint als deutsch-englische Ausgabe. "Anwender aus Industrie und Forschung finden im Branchenführer einen Überblick über die rund 1000 Produktgruppen unserer Mitglieder aus Industrie, Forschung und Wissenschaft. Insbesondere Konstrukteure und Entwickler erhalten eine komprimierte Übersicht, auch über potentielle Partner für Entwicklungsprojekte", sagt Thomas Simmons, AMA-Geschäftsführer

Die Broschüre, **Bild**, kann ab sofort kostenlos beim Verband bestellt, heruntergeladen oder online genutzt werden. www.ama-sensorik.de/branchenfuehrer/

Kooperation für die vernetzte adaptive Produktion

Seit Sommer 2018 arbeiten der Bereich "Digitale Transformation" am Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren, Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen University, und Dell Technologies im vorwettbewerblichen Programm "Early Adopter" ("EAP2") zusammen. In einer virtualisierten Umgebung wurde über Grenzen hinweg zwischen mehreren Dell-Technologies-Standorten (Seattle/USA, Neuss, Frankfurt/ Main) sowie mit den WZL-Mitarbeitern die grundsätzliche Eignung einer neuen, von Dell entwickelten Data-Streaming-Referenzarchitektur für industrielle Big-Data-Anwendungen getestet. Hierfür wurden echte industrielle Datensätze einer industriellen Großserienfertigungsanlage - der "Feintool XFT 2500 speed" - für sicherheitskritische Metallbauteile verwendet. Der "Inkubator Feinschneiden" ist mit einer theoretischen Datenrate von mehreren GB/s, einer Vielzahl an Datentypen sowie Datenvolumen von mehreren Terabyte am Tag eine Herausforderung für Batch- und Streaming-Architekturen für strukturierte und unstrukturierte Datenanalysen. Die weitere Kooperation sieht nun vor, die virtuellen Vorarbeiten als reale Anwendung in die Maschinenhalle am Standort Rotter Bruch zu implementieren, Bild. Dort wird der vorhandene Edge Computing Cluster mit einer Rechenleistung von 240 Prozessorkernen, 1,5 TB Arbeitsspeicher und



Hochmoderne Technik: Blick auf den "Sechs-Knoten-Edge-Computing-Cluster" in der Maschinenhalle Rotter Bruch. *Bild: WZL/Feuerhack*

6 Tesla P100 GPU-Grafikkarten um ein "Flightrack" erweitert. Ziel ist es, die von der Großserienfertigungsanlage kommenden Datenströme in Echtzeit zu verarbeiten und Erkenntnisse für eine verbesserte Prozessführung zu erforschen. Die IoT (Internet of Things)-Experten von Dell werden an einem wichtigen Vortrag für das Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium im Mai 2020 auf Basis dieser Ergebnisse mitwirken.

www.wzl.rwth-aachen.de, www.dell.com

Beste Zulieferer prämiert

Schwäbische Werkzeugmaschinen, Waldmössingen, erhält die Auszeichnung "Bosch Global Supplier Award" und zählt damit zu den weltweit besten Lieferanten des Technologie- und Dienstleistungsunternehmens. Der internationale Hersteller von mehrspindligen Bearbeitungszentren und Fertigungslösungen bekam die Auszeichnung in der Kategorie "Indirekter Einkauf". Von seinen rund 43 000 Zulieferern hat Bosch 47 Lieferanten aus 15 Ländern prämiert. Die Bosch-Gruppe würdigt damit bereits zum 16. Mal überdurchschnittliche Leistungen bei der Herstellung und Lieferung von Produkten oder Dienstleistungen - insbesondere hinsichtlich Qualität, Kosten, Innovationen und Logistik. "Unsere Preisträger zeichnen sich durch ihre außerordentliche Spitzenleistung und eine besonders partnerschaftliche Zusammenarbeit aus. Von der Technikkompetenz über die Logistikqualität bis hin zum unternehmerischen Potential - bei unseren Preisträgern stimmt einfach alles", so Andreas Reutter, Leiter Supply Chain Management bei Robert Bosch. Für die Prämierung bewertete eine Jury Lieferanten in den Kategorien indirekter Einkauf, Rohmaterial sowie Komponenten pro Unternehmensbereich. In einer Sonderkategorie konnten Lieferanten Produkte, Prozesse oder Technologien mit hohem Innovationspotential einreichen. www.sw-machines.de www.bosch.de, SPS: Halle 1, Stand 434





Produktion im Umbruch – von IoT-Plattformen bis zu Industriestandards

Als Auftaktveranstaltung für die Messeaus-

gabe im Januar 2020 fand im Herbst 2019 das "Nortec Industriegespräch" in Hamburg statt. Austragungsort war die "solutions.hamburg". Deutschlands größter Digitalkongress seiner Art kooperiert seit 2017 mit der "Nortec", Fachmesse für Produktion und Campus für den Mittelstand. Die strategische Partnerschaft soll den Austausch zwischen Digitalwirtschaft und Industrie weiter vorantreiben. Die beiden Austragungsstätten bieten die dafür passenden Plattformen. In einer lebendigen Diskussion und unter dem Dach des Thementags "360 Grad Internet of Things" kamen Branchenvertreter aus Industrie- und Digitalwirtschaft zusammen und diskutierten über die zahlreichen Herausforderungen und Chancen in Zeiten von Industrie 4.0. Praxisnahe Antworten sowie technische Lösungen und die neuesten Produktionstechniken präsentiert die Nortec vom 21. bis zum 24. Januar 2020 als erster Branchentreffpunkt im neuen Jahr, auf dem Gelände der Hamburg Messe und Congress. Erwartet werden rund 12 000 Besucher und 450 Aussteller aus ganz Deutschland, Bild. "Mehr denn je geht es heute um die Kollaboration verschiedener Industrien, um den persönlichen Austausch von Unternehmern mit Experten und Partnern, die sie auf ihrem Weg im Zeitalter von Industrie 4.0 begleiten und weiter voranbringen. Dieses Bedürfnis bedient die Nortec, die wir als klassische Fachmesse für Produktion und Campus für den Mittelstand verstehen", unterstreicht Projektleiterin Anja Holinsky. Gezeigt wird die gesamte Wertschöpfungskette moderner Produktion. In den Hallen A1 und A4 treffen Besucher auf namhafte Unternehmen aus der Metall- und Kunststoffbearbeitung, dem Maschinenbau sowie Zulieferern von Komponenten und Prozessen in der Produktionstechnik. In Halle A3 befindet sich der Campus für den Mittelstand. Hier präsentieren sich aufstrebende Start-ups aus dem Bereich Digital Manufacturing/3D-Druck sowie Experten der Digitalwirtschaft und Elektronikfertigung. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Möglichkeiten für Expertengespräche und Weiterbildung zum Thema Industrie 4.0/

Die Messe "Nortec" ist vom 21. bis zum 24. Januar 2020 der erste Branchentreffpunkt im neuen Jahr. *Bild: Messe Hamburg*

Digitalisierung. www.nortec-hamburg.de

IMPRESSUM

ISSN 0042-1766, 161. Jahrgang (2019)

Herausgeber Verein Deutscher Ingenieure

Organ

Die VDI-Z Integrierte Produktion ist offizielles Organ des VDI für Produktion und Logistik (GPL).

Rodaktion

Dr.-Ing. Birgit Etmanski (Chefredakteurin) Tel. 0211 / 61 03-331 Freier Mitarbeiter der Redaktion:

Freier Mitarbeiter der Redaktion: Gerd Fahry, Tel. 0170 / 34 11 961 E-Mail: vdi-z@vdi-fachmedien.de

Redaktionsassistenz Alexandra Briesch Tel. 0211 / 61 03-335, Fax 0211 / 61 03-148

Verlag

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG Unternehmen für Fachinformationen VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf Postfach 10 10 22, 40001 Düsseldorf Commerzbank AG BLZ 300 800 00 Kontonummer: 02 121 724 00 SWIFT/BIC-Code: DRES DE FF 300 IBAN: DE69 3008 0000 0212 1724 00

Geschäftsführung Ken Fouhy, B.Eng.

Layout Alexander Reiß

Druck

KLIEMO printing, Hütte 53, B-4700 Eupen, Belgien

© Copyright

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr übernommen werden.

Vertrieb und Leserservice Leserservice VDI Fachmedien 65341 Eltville

Telefon: +49 6123 9238-202 Telefax: +49 6123 9238-244 E-Mail: vdi-fachmedien@vuservice.de Vertriebsleitung: Ulrike Gläsle

Bezugspreise

12 Ausgaben / 2 Specials Jahresabonnement: €238,-VDI-Mitglieder: €214,20 (nur für persönliche Mitglieder) Studenten: €87,- (nur gegen Studienbescheinigung), Preise Inland inkl. MwSt., Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten (Inland: €14.50. Ausland: €37,-, Luftpost auf Anfrage) Einzelheft: €24,- inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Der Bezugszeitraum beträgt mindestens ein Jahr. Das Abonnement verlängert sich nur dann um ein weiteres Jahr, wenn es nicht sechs Wochen vor Ende des berechneten Bezugszeitraumes schriftlich aekündiat wird.



Leitung Media Sales Sarah-Madeleine Simon E-Mail: ssimon@vdi-fachmedien.de Telefon: 02 11 /61 03-166

Anzeigen Verlagsbüro Sven Pachinger Tel. 05 21 / 977 998-80 Fax 05 21 / 977 998-90 E-Mail: sven.pachinger.@ verlagsbuero-pachinger.de

Es gilt der Anzeigentarif Nr. 61 vom 1. Januar 2019.

Weitere Informationen, Themenpläne, Hinweise für Autoren und Veröffentlichungsgrundlagen finden Sie unter: www.vdi-z.de.



Workshop zur Produktivitätssteigerung



Unter dem Motto "Verschwendung erst reduzieren, dann digitalisieren" soll der Weg zu Industrie 4.0 und für eine digitalisierte Fertigung bereitet werden. *Bild: PuLL Beratung*

Im neuen Beratungs-Workshop "Potentialanalyse Produktivitätssteigerung" ermitteln Prof. Dr. *Markus Schneider* und seine PuLL Beratung, Dingolfing, gemeinsam mit dem Kunden dessen Möglichkeiten, die Produktion effizienter und wettbewerbsfähiger zu gestalten, **Bild**. Adressiert werden insbesondere mittelständische Fertigungsunternehmen mit circa 100 bis 2000 Mitarbeitern, die ihre Kosten gezielt senken wollen und nach entsprechenden Einsparpotentialen unter anderem bei Flächen, Personal und Zeit suchen. Der zweitägige Workshop wird vor Ort im Betrieb durchgeführt; seine Ergebnisse bilden eine fundierte Basis, um weitere Projektschritte auf dem Weg zu einer schlanken Produktion zu planen. Er bringt Transparenz in gewachsene Werksstrukturen und zeigt, welche Prozessabläufe sich einfacher gestalten und wo sich Flächen oder Personal einsparen lassen. Außerdem beleuchtet er die Frage, inwieweit modernste Industrie-4.0-Technologien die Produktivität verbessern können.

Mit den Ergebnissen erhält das Unternehmen eine objektive Standortbestimmung hinsichtlich der Effizienz seiner Prozesse (Produktion, Logistik, Steuerung) und eine fundierte Analyse der Verbesserungsmöglichkeiten. Alle drei Dimensionen – Prozess, Technik und Mensch sowie deren Wechselbeziehungen – werden beleuchtet. www.pull-beratung.de

Übersichtlicher Jahresplaner 2020

Für die Zeit- und Terminplanung im Betrieb gibt es jetzt schon den "IWA-Jahresplaner 2020". Ob Urlaub, Abwesenheit, Besuche, Veranstaltungen – alle Termine werden in der Jahresübersicht auf einer großformatigen Wandtafel angebracht, **Bild**.

Die Markierungen haften durch Adhäsionskraft und können bei Bedarf verschoben werden. Das Zubehör besteht aus in vier Farben gelieferten Streifen, Sternen, Kreisen und anderen Symbolen. Alle Planungselemente sind beschreibbar. Der Jahresplaner enthält auch die arbeitsfreien Tage in allen europäischen Ländern und hilft so bei der Terminplanung mit Partnern im Ausland.

Neben dem beschriebenen Europa-Jahresplaner mit waagrechtem oder senkrech-



Übersichtliches Tool: Der "IWA Jahresplaner 2020" – gut geplant ist halb gewonnen. *Bild: IWA*

tem Kalendarium ist auch ein Urlaubs-/ Abwesenheitsplaner für die Planung von bis zu 31 Mitarbeitern im Produktsortiment von IWA, Denkendorf. Alle Planer sind auf der Internetseite abgebildet und können direkt dort bestellt werden. www.wandkalender.de



modular. einfach. besser.









In einem Setup vom Roh- zum Fertigteil: Mit der "MT 733 two" lassen sich Abtriebswellen sowohl mit schweren Fräs- und Drehoperationen als auch mit hochgenauer Feinbearbeitung komplett bearbeiten. Im Bild: Dr.-Ing. Lars Aldinger, Leiter Corporate SCM Technologie bei Wittenstein (links), und Crispin Taylor, Geschäftsführer bei Stama (rechts). Bild: Wittenstein

Antriebssystem steigert Leistungsfähigkeit neuer Fräs-Dreh-Zentren-Baureihe

Erfolgreiche Technologiepartner

Die vor rund einem Jahr eingeführte Baureihe "MT 733" von Stama für die 6-Seiten-Komplettbearbeitung setzt hinsichtlich Stabilität und Präzision neue Maßstäbe. Zur Leistung der modularen MT-Plattform mit vier Typen trägt entscheidend die Steifigkeit, Spielfreiheit und Positioniergenauigkeit des in die B-Achse integrierten "Galaxie"-Antriebssystems von Wittenstein bei.

TEXT: Volker Sprenger

ie Lieferantenbeziehung hat sich zu einer Technologiepartnerschaft weiterentwickelt – Wittenstein fertigt seit rund einem Jahr Komponenten für eigene Produkte auf einer "MT 733 two" von Stama.

Die Aufgabenstellung

Gibt es ein Bearbeitungszentrum, das aus Schmiederohlingen in einem Setup hochpräzise Abtriebswellen mit Gewinde, Bohrungen und speziellen Formgebungen auf sechs Seiten komplett bearbeitet? Und lässt sich mit dieser Lösung die gesamte Prozesskette qualitativ und wirtschaftlich optimieren? Diese Fragen beschäftigten Anfang 2016 Dr.-Ing. *Lars Aldinger*, in der Wittenstein-Gruppe verantwortlich für die Produktionstechnologie weltweit.

Zeitgleich stand Dr.-Ing. Frank Müller, Leiter Konstruktion und Entwicklung bei der Stama Maschinenfabrik in Schlier-

bach, ebenfalls vor einer Herausforderung: Für die B-Achse der Fräs-Dreh-Zentren-Baureihe MT 733 galt es, eine hochgenau regelbare Antriebslösung zu finden, die besonderen Ansprüchen an die Spielfreiheit, Steifigkeit, Drehmomentstärke, Verschleißfreiheit und Kompaktheit genügt. "Direktantriebe in der erforderlichen Leistungsklasse kamen aus Platzgründen nicht in Frage", blickt Müller zurück. "Verspannte Schneckenantriebe schieden für die Positionierachse ebenfalls aus, weil sie über die Lebensdauer der Maschine in ihrer Präzision nachlassen und das Spiel kontinuierlich zunimmt. Zudem ist mit ihnen konstruktionsbedingt keine Simultanbearbeitung möglich."

Die Antriebslösung, die alle seitens Stama gewünschten Eigenschaften vereinte, war das Galaxie-Antriebssystem, Bild 1. Ließe es sich in die neue MT 733 integrieren, so würde das Gesamtkonzept der hochstabilen und -präzisen Komplettbearbeitung maßgeblich aufgewertet insbesondere in Hinblick auf die leistungsfähige 5-Achs-Simultanbearbeitung sowie die hohe Übergabepräzision von Spannlage 1 zu Spannlage 2. Das Gesamtpaket würde damit auch die hohen Genauigkeitsvorgaben im Sub-Hundertstel-Bereich erfüllen, die die Produktionstechnologen von Wittenstein an die kombinierte Fräs-Dreh-Bearbeitung von Präzisions-Abtriebswellen stellen. Was lag also näher, als beide Themen in einem gemeinsamen Technologieprojekt anzugehen und mit einem MT 733-Prototyp für die Fertigung bei Wittenstein, Bild 2, umzusetzen?

Schlüsselfertige Komplettbearbeitung

Stama zählt seit Jahrzehnten zu den Pionieren und Technologietreibern in der Komplettbearbeitung auf mehrspindeligen Fräs-Dreh-Zentren. "Mit der fünfachsigen 6-Seiten-Bearbeitung mit Fräsen und Drehen ab Stange und Futter haben wir mit unseren Kunden branchenübergreifend gut 500 erfolgreiche und innovative Fertigungslösungen realisiert", sagt Crispin Taylor, Geschäftsführer bei Stama. "Neue Hochleistungswerkstoffe, komplexere Bearbeitungsprozesse und der Trend zu mehr Leistungsdichte erfordern immer stabilere und flexibel zu konfigurierende Maschinenkonzepte. Unsere neue Baureihe vereint diese Anforderungen nach



Bild 1. Das Antriebssystem "Galaxie D" ist eine kompakte mechatronische Einheit aus einem speziell entwickelten, permanenterregten Hochleistungs-Synchronmotor und einem Galaxie-Getriebe. Bild: Wittenstein



Bild 2. Wittenstein war zugleich Technologiepartner bei der Entwicklung der Stama-Maschine und ist selbst einer der ersten Anwender des neuen Fräs-Dreh-Zentrums. *Bild: Wittenstein*



Bild 3. Im Bearbeitungsraum wird das Werkstück (Kurzstange oder Futterteil) in der Drehspindel gespannt und über die B-Achse geschwenkt. *Bild: Wittenstein*

hoher Dynamik, Stabilität und Präzision und ist technologischer Trendsetter."

Zu den Eckpunkten der Entwicklung erklärt Müller: "Die Lösung lag für uns im Übergang zum stabileren Fixportalkonzept mit deutlich kürzeren Hebelarmen als bei einem Fahrständer sowie mit vertikal ausgerichteten Frässpindeln, was bauraumbezogen deutlich höhere Fräsleistungen erlaubt. In der Folge rückte die Gestaltung der B-Achse der Drehspindeln in den Fokus, über die wir bei Stama die Kurzstangen schwenken, Bild 3 – etwa für das Einbringen schräger Bohrungen sowie für den 5-Achs-Simultanbetrieb."

Hohe Leistungsdichte, kompaktes Maschinendesign

Voraussetzung hierfür war jedoch ein Antriebssystem, das durch sein Nullspiel und seine Steifigkeit die geforderte Positioniergenauigkeit über die gesamte Lebensdauer der Maschine bietet. Ebenfalls gefordert war eine hohe Leistungsdichte. Durch eine platzsparende Bauform des Antriebssystems würde sich die Zugänglichkeit zum Arbeitsraum verbessern, Bild 4, und die auf den X-Schlitten sitzenden Drehspindeln könnten noch enger zusammenfahren – ein Vorteil, um auch kürzere Bauteile sicher und präzise von Spannlage 1 zu Spannlage 2 für die Bearbeitung der Seiten 2 bis 6 zu übergeben.

Das Galaxie-Antriebssystem in den B-Achsen der vier MT 733er-Typen hat mit seiner hohen Leistungsdichte dem Werkzeugmaschinenbauer die Möglichkeit eröffnet, das Design der neuen Baureihe kompakter umzusetzen und mehr Leistung in den Bauraum zu bringen. Die Anwender profitieren so von mehr Stabilität und Präzision für eine flexible und hochproduktive Komplettbearbeitung

Prototyp bestätigt Performance der Antriebstechnik

Das Antriebssystem Galaxie hat den Status einer eigenständigen, in Forschung und Lehre anerkannten Gattung erlangt. Bestleistungen bei Spielfreiheit, Gleichlauf, Steifigkeit, Drehmomentdichte und Überlastsicherheit bestätigen das außergewöhnliche Leistungsvermögen in zahlreichen Industrieanwendungen, so auch bei Stama: Nullspiel, die extreme Verdrehsteifigkeit und Wiederholgenauigkeit gewährleisten eine präzise Positionierung des mit

der B-Achse geschwenkten Werkstücks während der Bearbeitung.

Für die steuerungsseitige Integration haben beide Partner zusammen mit Siemens spezifische Regelalgorithmen für die Maschinensteuerung entwickelt, diese auf das mechanische Verhalten des Galaxie-Antriebssystems abgestimmt und in die Welt der Siemens-"Solution-Line"- Steuerung integriert. "Die Vorzüge des Antriebs in die Entwicklung der neuen Baureihe zu übernehmen – und die Arbeitsraumgestaltung der neuen Maschinenplattform rund um das Galaxie-Antriebssystem herum zu entwickeln – war eine zukunftsweisende Entscheidung, und das Ergebnis übertrifft alle Erwartungen", sagt *Taylor*.

Dass die Qualität stimmt, bestätigt der Kugeltest. Bei der Herstellung der Kugelform ist die Maschine nicht nur wie üblich in X- und in Z-Richtung verfahren, sondern hat mit der über den Nullpunkt des Galaxie-Antriebssystems hinweg interpolierenden B-Achse eine Umkehr der Drehrichtung des Getriebes vollzogen. "Bereits bei minimalem Spiel im Antrieb hätte sich hier auf der Kugel ein messbarer und auch deutlich sicht- und fühlbarer Bearbeitungsfehler gezeigt", erläutert Müller. "Die Vergleiche der Formtreue und Oberflächenrauigkeiten mit den Ergebnissen klassischer, über zwei Achsen interpolierender Bearbeitungsverfahren beweisen die Spielfreiheit und Steifigkeit des Antriebssystems sowie das perfekte Funktionieren der für Galaxie entwickelten Regelalgorithmen."

Getriebekinematik im Dauerbelastungstest

Wittenstein hat mit Galaxie erstmals die mathematische Funktion der "Logarithmischen Spirale" als fundamentale Neuigkeit in den Getriebebau eingeführt. Die darauf aufbauende, patentierte Getriebe-Kinematik des Antriebssystems verzichtet im Gegensatz zu anderen Gattungen auf ein starres Zahnrad - stattdessen geschieht die Drehmomentwandlung über dynamisierte Einzelzähne, die um ein unrundes Antriebspolygon mit Nadellagerung herum gruppiert sind und radial gleitend entlang der Innenverzahnung des Hohlrads geführt werden. Dieses Prinzip führt - neben bislang unerreichter Spielfreiheit, Torsionssteifigkeit, Drehmomentdichte und mathematisch exaktem Gleichlauf - dazu, dass sich beim flächigen Eingriff der Einzelzähne ein hydrodynami-



Bild 4. Dank des neuen Antriebssystems mit seiner hohen Leistungsdichte konnte die MT-Baureihe kompakter designt werden. *Bild: Stama*

scher Schmierfilm aufbaut, der mechanischen Verschleiß und Abrieb minimiert.

"Unsere Untersuchungen zeigen, dass ein nennenswerter Verschleiß des Galaxie-Antriebssystems oder gar Positionierabweichungen für die marktübliche Nutzungsdauer des MT 733 ausgeschlossen werden können", bestätigt Müller. Seiner Aussage liegen hausinterne Dauerbelastungstests zugrunde, bei denen das Antriebssystem mit maximalem statischen Moment um ±30° etwa vier Millionen Mal um die Horizontale geschwenkt wurde. Alle 500 000 Zyklen wurde das Antriebssystem auf Veränderungen geprüft. Das Ergebnis: eine kaum messbare Veränderung im Hystereseverlauf, Spielfreiheit auch im Nulldurchgang – unverändert, Verschleiß: Fehlanzeige.

Der Kreis schließt sich

Die MT 733-Baureihe überzeugt durch beste thermische und mechanische Stabilität, Präzision und Dynamik. Auf der Fräs-Dreh-Zentren-Baureihe mit Galaxie-Antrieb werden nun wiederum Hochpräzisions-Komponenten für die High-End-Planetengetriebe von Wittenstein und grundsätzlich auch für das Galaxie-Antriebssystem gefertigt. Der Kreis schließt sich somit in einer Weise, von der auch der Stama-Kunde Wittenstein profitiert. Die MT 733 two bearbeitet schwer zu zerspanende Abtriebswellen in einem Set-

up vom Roh- zum Fertigteil komplett – mit hoher Fertigungspräzision.

Neben der Qualität hat Aldinger auch das Ziel einer signifikanten Prozessverbesserung erreicht: "Wir konnten dank der Komplettbearbeitung die reine Hauptzeit um 40% reduzieren. Dabei wurden alle mit der Maschine erwarteten Verbesserungen erreicht: kürzere Durchlaufzeiten, weniger innerbetrieblicher Transportund Lageraufwand, reduzierte Rüst- und Ausrichtarbeiten, weniger Bestände an halbfertigen Produkten und vor allen Dingen mehr Prozesssicherheit."

Vorbereitet für die Umsetzung von Industrie 4.0

Das Galaxie-Antriebssystem - so wie es bei Stama zum Einsatz kommt - ist sensorisch auf die Anforderungen intelligenter Steuerungs- und Überwachungskonzepte für vernetzte Maschinen vorbereitet. Für die digitale Analyse von Betriebszuständen der Maschine und einzelner Komponenten sowie von Prozessen Stama das Software-Portfolio nutzt "Smartline" der Chiron Group – unter anderem das Programm "ConditionLine" für die Überwachung der Linearachsen. Parameter wie Reibverhalten, Spiel oder Hysterese in Antrieb und Achse können so über die Lebensdauer hinweg überwacht und für Condition Monitoring oder andere Applikationen genutzt werden.

Analysiert und umgesetzt werden diese Möglichkeiten in der dauerhaft angelegten Zusammenarbeit der beiden Partner. Stama kann seinen Kunden durch die Auswerteoptionen perspektivisch noch mehr Sicherheit beim Ausreizen der bearbeitungstechnischen Möglichkeiten bieten. Wittenstein lernt noch mehr über das Verhalten des Galaxie-Antriebssystems in High-End-Maschinenkonzepten und kann dieses Wissen für künftige Antriebsgenerationen nutzen.

www.wittenstein.de, SPS: H. 4, Stand 221 www.stama.de



Volker Sprenger ist Start-up Manager Galaxiesysteme bei Wittenstein SE in Igersheim. Bild: Wittenstein

20



Stimmungsbild bei der EMO heterogen

Aussteller mit einem breiten Abnehmerspektrum äußern sich zufrieden mit dem Verlauf der "EMO" Hannover 2019. Dr. Wolfgang Heuring, CEO Motion Control der Siemens AG, Erlangen, sagte beispielsweise: "Der Besucherzuspruch auf unserem Messestand in diesem Jahr war überwältigend. Wir sind sehr zufrieden mit dem Verlauf der EMO." Andere Firmen mit einem höheren Anteil im Pkw-Geschäft beurteilten die Lage reservierter. "Wir haben durchaus gemerkt, dass die Firmen wegen der allgemeinen Unsicherheit zur künftigen Marktentwicklung momentan etwas zurückhaltender sind", sagte Dr. Christian Lang, Geschäftsführer der Liebherr-Verzahntechnik in Kempten. Dennoch habe man mit den Kunden über konkrete Projekte gesprochen, die äußerst vielversprechend seien. Manch ein Aussteller erwartet den historisch größten Paradigmenwechsel in der Automobilindustrie, den es zu bewältigen gilt. Andere konnten Verhandlungen mit den Fahrzeugherstellern auf der Messe zum Abschluss bringen.

Rund 117 000 internationale Produktionsexperten aus 150 Ländern besuchten die Weltleitmesse der Metallbearbeitung, Bild. Damit wurde zwar ein moderater Besucherrückgang verzeichnet, jedoch kamen mit fast 58 % mehr Führungskräfte zur Messe als vor zwei Jahren. Mehr als die Hälfte der Besucher hatte Investitionsabsichten. Bei den ausländischen Besuchern stieg dieser Anteil sogar auf 62 %. Ein Viertel davon hat direkt auf der Messe Aufträge vergeben oder beabsichtigt dies noch. Ein weiteres Fünftel will danach investieren. Dabei geht es vor allem um Erweiterungs- und Ersatzinvestitio-



Die Späne fliegen weiterhin: Mehr als die Hälfte der Besucher der "EMO" Hannover 2019 hat Investitionsabsichten, Bild: VDW

nen in flexible Fertigung, Produktionsmaschinen, Werkzeuge und Automatisierung. Mehr als die Hälfte der Besucher kam aus dem Ausland, davon wiederum jeweils die Hälfte aus Europa und aus Übersee. Asiatische Gäste stellten fast ein Drittel der ausländischen Besucher, China, Japan, Taiwan und Indien führen die Liste an. Auch Italien, Polen, Schweden, Russland und die Türkei waren sehr gut vertreten. Die Digitalisierung nimmt Fahrt auf: "Die vielen Kundengespräche auf der EMO 2019 zeigten, dass die Orientierung an der ganzheitlichen Prozesskette inklusive digitaler Services den relevanten Mehrwert für die Kunden schafft", sagt etwa Christian Thönes, Vorstandsvorsitzender der DMG Mori AG, Bielefeld. Diese Einschätzung zieht sich quer durch alle Ausstellerbereiche. "Auffallend war die positive Besucherresonanz auf unsere cloudbasierten Simulationstools und das Moni-

toring-System als Industrie 4.0-Anwendung", beobachtete Marie-Sophie Maier-Wember, Geschäftsführerin bei Haas Schleifmaschinen in Trossingen. Die Schlagworte IoT-Plattformen, Apps, digitaler Zwilling, Künstliche Intelligenz (KI), Edge- und Cloudcomputing waren allgegenwärtig. Erste KI-Anwendungen waren auf der Weltleitmesse bereits zu finden, in der Start-up-Area ebenso wie bei Vorreiterunternehmen. Der große "umati"-Showcase mit 110 Maschinen von 70 internationalen Firmen und Partnern zeigte zudem erstmals, dass die universelle Schnittstelle für die Kommunikation der Maschine mit IT-Systemen über alle Produkte hinweg funktioniert. Entgegen aller Erwartungen schloss die EMO Hannover 2019 also mit einem positiven Fazit. Die nächste EMO findet in Mailand vom 4. bis zum 9. Oktober 2021 statt. www.emo-hannover.de



MES bringt "Fass ins Rollen"

"PROXIA MES sorgt in unserer Fertigung für abteilungsübergreifende, aussagekräftige Kennzahlen und ermöglicht uns die Optimierung in Regelkreisen auf Basis valider Produktionsdaten. PROXIA hat einen erheblichen Beitrag dazu geleistet, dass wir die Ausbringung unserer Keg-Fässer um 15% steigern konnten."

Jürgen Kromer, Technical Director, Blefa GmbH, Kreuztal

BLEFA.





Direkt zum Anwenderbericht: Einfach OR-Code scannen!





Bild 1. Neu beim Verzahntechnik- und Automationssysteme-Spezialisten ist das Thema "Fräsen von Schnecken". Bild: Liebherr

Verzahntechnik-Spezialist führt neue Technologie ein

Wirtschaftlich Schnecken fräsen

Eigentlich ist eine Schnecke ein Zahnrad mit sehr wenig Zähnen – und deshalb gibt es mit der Fräsmaschine "LC 80 WD" jetzt eine Lösung von Liebherr, die solche Bauteile wirtschaftlich bearbeiten kann.

n der Produktion von elektronischen Lenksystemen ist die Taktzeit alles. Doch das bestehende System eines Kunden war so durchoptimiert, dass eine weitere Verbesserung nur noch durch neue Maschinentechnik realisierbar war. "An dieser Stelle kam das Unternehmen zu uns, denn unsere Maschinen sind dort bereits im Einsatz: Sie bearbeiten das Lenkritzel des Lenkgetriebes, während andere Maschinen die Schnecke bearbeiten", berichtet Johannes Weixler von der technischen Offerte bei Liebherr-Verzahntechnik in Kempten.

Schnecken müssen für die elektronische Lenkung sehr präzise gefertigt sein, Bild 1. "Die Elektrolenkung ist auf dem Vormarsch, da sie gegenüber der hydraulischen Servolenkung einige Vorteile bietet", erläutert Weixler die Marktbedeutung. "Sie läuft nur bei tatsächlichen Lenkbewegungen und spart so erheblich Energie. Außerdem ist sie sehr leise und dadurch gerade für E-Automobile ideal." Neue Fahrzeuge sind fast ausschließlich mit dieser Technologie ausgestattet, es handelt sich also um eine echte Massenproduktion.

Geschwenkter Fräskopf, keine Stützlünette

"Eigentlich ist so eine Schnecke ein Zahnrad mit zwei Zähnen und darum grundsätzlich auf Verzahnungsfräsmaschinen zu fertigen", erläutert Weixler die Grundüberlegung. Für diese besondere Aufgabe wurde der Schwenkbereich des Fräskopfs der zugrundeliegenden "LC"-Maschine des Kunden erweitert. Ein wesentlicher Unterschied der Liebherr-Lösung zum herkömmlichen Schneckenfräsen ist die Eliminierung der Stützlünette. "Wir haben diese Problematik mit

einer ,intelligenten Spannvorrichtung gelöst, die äußerst steif ist", berichtet Weixler

Bei der Anpassung der Fräsmaschine LC 80 WD an das Schneckenfräsen wurden die Anforderungen an den Maschinentisch und die Krafteinwirkungen berücksichtigt, sodass ein stabiler Prozess gefahren werden kann. So zeigen Standzeittests mit dem Werkzeug, dass die Fräserstandlänge um mehr als 40 % gesteigert werden konnte. Da die Werkzeugkosten einen erheblichen Teil der Bearbeitungskosten ausmachen, lassen sich hier große Einsparungen realisieren.

Anfasen und Bürsten sind inklusive

Weil am Austritt des Fräsers rasiermesserscharfe Grate entstehen können, ist die Maschine mit einem Mehr-Stationen-Ringlader und einer zusätzlichen Anfas-Einheit ausgestattet. Zum Anfasen werden herkömmliche Scheibenfräser verwendet, die bedeutend günstiger als die sonst verwendeten Schneckenfräser sind. An gleicher Stelle ist außerdem eine Bürste installiert, die nach dem Anfasen etwaige Mikrograte entfernt und mit fortschreitendem Abnutzungsgrad automatisch nachgeführt wird.

"Für unseren Kunden konnten wir in mehreren Aspekten Mehrwerte schaffen", fasst Weixler die Ergebnisse des Projekts zusammen. "Er kann jetzt auf nur einer Maschine, Bild 2, die Teile fräsen, anfasen und bürsten. Durch das hauptzeitparallele Anfasen kann er eine schnellere Taktzeit realisieren und auch die Werkzeugkosten sind gesunken. Insbesondere bei seinen hohen Stückzahlen bedeutet das eine enorme Ersparnis."

Zu den Vorteilen der neuen Lösung zählen zusammengefasst: eine kürzere Taktzeit, lange Werkzeug-Standzeiten, geringere Werkzeugkosten, ein gratfreies Werkstück direkt aus der Maschine sowie hauptzeitparalleles Anfasen und Bürsten.

www.liebherr.com



Bild 2. Bei der "LC 80 WD" sind die Technologien Anfasen und Bürsten gleich mit eingeschlossen. Bild: Liebherr



Prozessüberwachung

Die Abricht- und Schleifintensität werden mittels intelligenter Echtzeit-Datenverarbeitung und erprobten Algorithmen überwacht.

Komponentenüberwachung

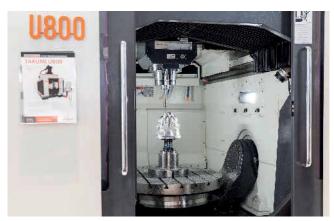
Mittels zyklischen automatischen Prüfabläufe werden alle relevanten im Prozess beteiligten Achsen der Schleifmaschine vermessen und beurteilt.

Reishauer AG, Switzerland reishauer.com



Gear Grinding Technology

BAZ mit hoher mechanischer und thermischer Stabilität



Die 5-Achs-Bearbeitungszentren der U-Baureihe – zum Beispiel die "U 800" in Gantry-Bauweise – erlauben die schnelle und präzise Bearbeitung von Werkstücken mit hoher Oberflächengüte. *Bild: Hurco/Takumi*

Die 5-Achs-Bearbeitungszentren (BAZ) der U-Baureihe von Takumi, Pliening, sind konsequent auf die Anforderungen im Werkzeug- und Formenbau ausgelegt und erlauben die schnelle und präzise Bearbeitung von Werkstücken mit hoher Oberflächengüte, Bild. Das besondere Merkmal der kompakten U-Baureihe ist die enorme mechanische und thermische Stabilität. Die Modelle "U 400" und "U 600" sind in Portalbauweise ausgeführt, die "U 800" als Gantrykonstruktion. Dadurch sind die BAZ ausgesprochen robust und erreichen eine hohe Struktursteifigkeit, was Fertigungen mit besonderer Präzision und Dynamik möglich macht.

Die Hauptunterschiede zwischen den Ausführungen liegen – neben der Bauweise – in den Größen der Rundtische sowie den maximalen Tischlasten. Die U 800 wird außerdem auf der A- und C-Achse durch Torque-Motoren angetrieben. Bei allen gilt: Die Direktantriebe zeichnen sich durch ein hohes Antriebs- und ein kräftiges Klemmmoment aus. Sie sind nahezu verschleißfrei und daher besonders wartungsarm. Zur Standardausstattung der U-Reihe gehören Glasmaßstäbe, ein Ölkühler für die Spindel und die innere Kühlmittelzuführung durch die Spindel. Damit wird – neben der ohnehin hohen Laufruhe – eine nachhaltige Temperaturstabilität der Spindel für lange Programmlaufzeiten erreicht. Auch die U-Baureihe ist mit einer Heidenhain-Steuerung ausgestattet. Sie erlaubt Dialog-, Parallel- und freie Konturprogrammierung sowie ISO-NC-Programmierung.

www.takumicnc.de, www.hurco.de

BAZ für präzise Mikroteile

Es ist mit drei oder fünf Achsen im Programm: Das Präzisions-Bearbeitungszentrum (BAZ) "microone" von Zorn Maschinenbau, Stockach, erfordert auch in der größten Ausbaustufe nur eine geringe Stellfläche, **Bild**. Das Fundament der Maschine besteht aus Granit, einem Werkstoff mit besonders hoher mechanischer und thermischer Stabilität, und damit einer sehr hohen Eigensteifigkeit. So lassen sich kleinste Werkstücke präzise mit einer hohen Wiederholgenauigkeit bearbeiten.

Besonderes Merkmal sind die Linear-Direktantriebe in den Hauptachsen X- und Y- sowie der Z-Achse. Die Rundachsen B und C arbeiten mit Torque-Antrieben. Im Zusammenspiel mit dem integrierten Messsystem sorgt das für eine hohe Positioniergenauigkeit, kraftvolle Dynamik und Beschleunigung sowie einen exzellenten Gleichlauf. Die eingebaute CNC-Steuerung "Sinumerik 840D sl" von Siemens erlaubt flexible und offene Automatisierungslösungen im Fertigungsablauf. So ist die microone als klassisches BAZ in die unterschiedlichsten Abläufe integrierbar. Die Hochleistungsspindel lässt sich auf Wunsch durch eine Laseroptik oder durch eine Dosiereinheit ersetzen, somit kann der Anwender Laserschweißen, Beschriften. Kleben und sich weitere Einsatzgebiete erschließen. Auf die Aufspannfläche passen Werkstücke mit einem maximalen Durchmesser von 100 mm. Als maximale Höhe einschließlich Spannmedium sind 80 mm möglich, die Werkstücke dürfen bis 1,0 kg wiegen.

www.zorn-maschinenbau.com



Das Präzisions-Bearbeitungszentrum "microone" erfordert selbst in der größten Ausbaustufe nur eine Stellfläche von weniger als 1 m². Bild: Zorn Maschinenbau

Stand-alone-Servopresse

Im Programm von Schmale Maschinenbau, Altena, steht eine servoelektrische "Standalone"-Presse mit einer Presskraft von 100 t zur Verfügung, Bild. Die Presse ruht auf vier Füßen. Sie verfügt über einen außergewöhnlich großen Werkzeug-Einbauraum von 600 mm x 470 mm mit T-Nuten. Der Gesamthub beträgt 120 mm, der Arbeitshub 25 mm. Dabei sind die Verfahrprofile

frei programmierbar. Die Geschwindigkeit beträgt 25 bis 30 Takte/min. Der Schaltschrank kann wahlweise links oder rechts angebracht werden, ganz nach den individuellen Wünschen und dem Platzangebot des Kunden. Die Presse hat eine Gesamtmasse von 9600 kg und Abmessungen von 900 mm x 1995 mm x 3200 mm (BxTxH). www.schmale-gmbh.de



Die Stand-alone-Presse (hier mit links angebautem Schaltschrank) lässt sich frei auf vier Füßen aufstellen. Bild: Schmale Maschinenbau

24

Investition in stets passgenaue Anlagentechnik

Die "MFZ"-Maschinengeneration von Samag, Saalfeld, hat auf dem Markt ihren Platz gefunden. Auf der Basis eines Baukastensystems können Anwender nun ihre maßgeschneiderte Maschine in Auftrag geben. Zur "EMO" war als Hauptexponat eine "MFZ 7.3 stretch" mit drei Spindeln (HSK 100) zu sehen. Gegenüber der konventionellen MFZ 7.3 zeichnet sich diese durch 25 % mehr Spindelabstand aus, was Wettbewerbsvorteile bietet. An einem Messewerkstück demonstrierte der Anbieter die Zerspanung mit Winkelfräsköpfen sowie schwere Zerspanungen. Diese Verfahren sind besonders interessant mit Blick auf die gestiegene Dimensionierung von Fahrwerkskomponenten für SUV (Sport Utility Vehicles) und Nutzfahrzeuge.

Aus den vier Baugrößen MFZ 5, MFZ 7, MFZ 8 und MFZ 9 und dank des modularen Baukastenprinzips – "Fit 2 Part" ergeben sich 74 Ausführungsvarianten für die Bearbeitungszentren, Bild. Dadurch kann die Bandbreite der Werkstückabmessungen deutlich erweitert werden. Grundsätzlich ist so eine Anpassung der Anlagentechnik an das Werkstück möglich abhängig von Dimension, Material, Kapazität und der geforderten Qualität der Werkstücke. Wählbar sind beispielsweise die Antriebsart (Kugelgewindetrieb oder Linearantrieb), die Anzahl und der Typ der Motorspindel sowie die Spindelabstände. Für Präzision in der Bearbeitung stehen die 2-Spindler mit unabhängigen X-, Y- und Z-Achsen. Abgerundet wird das Baukastensystem mit den Stretch-Varianten. Dabei werden Arbeitsraumkomponenten wie Spindelabstände oder die Anzahl der Spindeln im gleichen System optimiert. Die Maschinen sind auf das solide Maschinenbett mit "Hydropol"-Füllung gebaut, eines speziell entwickelten Verbundwerkstoffs, der die Standfestigkeit verbessert. www.samag.de



Mit dem modularen Baukastensystem "Fit 2 Part" ist grundsätzlich eine Anpassung des Bearbeitungszentrums an das Werkstück möglich. Bild: Samag Group



Mit der VIPER 500 MFM geht Klingelnberg mit einer technologischen Pionierleistung an den Markt und steigt noch tiefer in den Bereich der Zykloidenverzahnungen und damit in die Welt der Robotik ein. Dank exzellenter Technologie kann bei der VIPER 500 MFM häufig das zeit- und kostenintensive Paaren der Bauteile entfallen. In Verbindung mit den Präzisionsmesszentren und dem Closed Loop verfügt Klingelnberg jetzt über ein Gesamtsystem, das die Fertigung hochgenauer Zykloidenverzahnungen sehr einfach macht!



echnische Är

Maschine bewährt sich im Kompetenzzentrum für Vollhartmetallwerkzeuge

Werkzeug-Schnittstellen zuverlässig schleifen

Auf einer "Quickpoint 3000–60S" schleift das Kompetenzzentrum für Vollhartmetall-Werkzeuge von Mapal in Altenstadt Schnittstellen für Wechselkopffräser. Die Präzisionsteile verbinden den Werkzeugkopf aus Vollhartmetall mit dem Schaft. Mit ihrem hohen Automatisierungs- und Nutzungsgrad sichert die stabile Schleifmaschine eine effiziente, qualitätvolle Serienproduktion.

enn Thomas Baur vor einer seiner ,Quickpoint"-Maschinen von Junsteht, dann läuft sie in der Regel auf Hochtouren, Bild 1. "Die Quickpoint hat mit die höchsten Produktionsstunden, die wir überhaupt erreichen können", sagt Baur, der im Mapal-Kompetenzzentrum für Vollhartmetall-Werkzeuge als Abteilungsleiter den Bereich Rundschleifen verantwortet. "Der Nutzungsgrad der Schleifmaschine liegt bei bis zu 95 %", ergänzt Geschäftsführer Ulrich Krenzer. Die Mapal-Gruppe ist mit mehr als 5000 Mitarbeitern weltweit ein international führender Anbieter von Präzisionswerkzeugen für die Zerspanung nahezu aller Werkstoffe.

Mannlose Fertigung problemlos möglich

Die große Maschine mit der enormen Zerspankraft liefert konstant sehr hohe Qualität, "auch, wenn sie mannlos produziert, über Nacht und am Wochenende", so *Krenzer*. Junker verbaut in der Quickpoint ausschließlich hochwertige Komponenten, die den Prozess stabil machen.

Und diese Zuverlässigkeit ist für das Unternehmen ausschlaggebend. Das Kompetenzzentrum für Vollhartmetall-Werkzeuge produziert leistungsfähige Tools zum Bohren und Fräsen für namhafte Kunden aus der Automotive-Branche, der Luftfahrt, dem Maschinenbau und dem Werkzeughandel. Dazu zählen Wechsel-

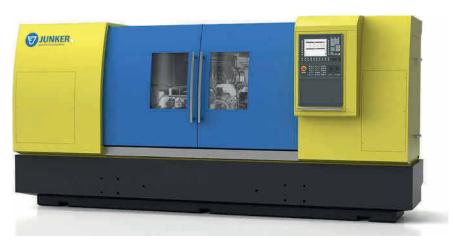


Bild 1. Beim Hochgeschwindigkeitsschleifen mit "Quickpoint"-Maschinen verbindet sich Präzision mit bestmöglicher Flexibilität. *Bild: Junker*

kopffräser, bei denen die Schneide aus Vollhartmetall besteht und der Schaftteil aus Stahl gefertigt ist. Eine Kupplung verbindet beide Komponenten stabil miteinander. "Diese Kupplungen schleifen wir bei Mapal mit der Quickpoint 3000–60S von Junker", so *Baur*.

Vorteile in der Serienproduktion

Wechselkopffräser von Mapal sind so genau gefertigt, dass sie sich ohne eine Werkzeugkorrektur in der Maschine wechseln lassen, **Bild 2**. "Der Werkzeugkopf wird herausgeschraubt, die neue Schneide montiert. Sie drücken quasi wieder auf den Startknopf und produzieren weiter", so *Baur*. "Das ist insbesondere bei der Serienfertigung wichtig." Der Wechsel konventioneller Schaftwerkzeuge ist in

der Regel nur im Werkzeugvoreinstellraum möglich, wo die Längen an der Messmaschine genau eingestellt werden müssen.

Ist die Bearbeitungsaufgabe mit Wechselkopffräsern zu lösen, stellen sie die günstigere Alternative dar. "Je größer das Werkzeug, desto höher der Nutzen", sagt Krenzer. "Und in puncto Qualität und Genauigkeit entspricht das Leistungsniveau unserer Wechselkopffräser den Pendants aus Vollhartmetall", betont der Geschäftsführer.

Hohe Teilequalität

Voraussetzung dafür ist, dass die Schnittstelle mit besonderer Präzision geschliffen ist, "sonst funktioniert das nicht", weiß *Baur*. "Bei einer Änderung der Kühlmitteltemperatur von nur 1 °C

wird das Werkzeug nicht mehr mikrogenau gefertigt", formuliert er eine der Herausforderungen. Das Messsystem der Quickpoint 3000–60S erkennt solche Maßschwankungen und korrigiert sie automatisch, ebenso wie zum Beispiel den Verschleiß der Schleifscheibe. Diese Genauigkeit sorgt für eine konstant sehr hohe Qualität.

Vorteilhaft ist das Wechselkopfsystem unter anderem für Kunden, die mit einer hohen Automatisierung arbeiten. "Statt drei- oder viermal Komplettwerkzeuge vorhalten zu müssen, brauchen sie nur die Ersatzköpfe", so *Krenzer*. Denn die Schäfte sind wiederverwendbar und mit verschiedenen Köpfen kombinierbar. "Das verringert die Kosten für Lagerflächen und bindet weniger Kapital in Form von Werkzeugen."

Effizient durch hohen Automatisierungsgrad

Mit einer Quickpoint können nahezu alle Werkstückkonturen, Werkstoffe und Werkstoffkombinationen mit einem einzigen Schleifkörper in einer Einspannung geschliffen werden. Im Kompetenzzentrum wird sie für Schleifoperationen wie Durchmesser, Planschultern, Konen und



Bild 2. Auf einer Quickpoint schleift das Kompetenzzentrum für Vollhartmetallwerkzeuge von Mapal in Altenstadt Schnittstellen für Wechselkopffräser. *Bild: Junker*

Flächen genutzt. Mit der Quickpoint 3000–60S schleift Mapal seine Rohlinge. Neben den Schnittstellen sind das vor allem Produkte im höheren Durchmesserbereich von 12 mm bis 32 mm. Hier ist die Maschine besonders effizient und garantiert durch ihren hohen Automatisierungsgrad eine sichere, qualitätvolle Serienproduktion.

Baur hebt zum Schluss noch einen weiteren wichtigen Punkt hervor, der für die Maschine spricht: "Wir haben sehr gute Erfahrungen mit der Firma Junker

gemacht." Das bezieht er nicht nur auf die "Hardware". "Am besten ist der Service, der gleich da ist, wenn er doch einmal gebraucht wird", formuliert *Baur* die Sichtweise des Praktikers.

Weitere Informationen

Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH, Junkerstr. 2, 77787 Nordrach, Tel. 07838 / 84-0, Fax -302, E-Mail: info@junker.de, Internet: www.junker-group.com

Schleifen "ohne Grenzen"

Die neue "Wotan S3A" stand im Mittelpunkt des "EMO"-Auftritts der Werkzeugmaschinenfabrik Glauchau (Wema). Die kompakte Maschine wurde mit automatisierter Zuführung und eigenentwickelter, bedienungsfreundlicher Schleifsoftware "WoP 4.0" vorgestellt. Ein Greifer entnimmt das Bauteil aus dem Werkstückspeicher und führt es über eine integrierte Teilereinigungsanlage auf kurzem Weg der Maschine zu, Bild. Ein Messtaster prüft die richtige Lage des Werkstücks, bevor der Bearbeitungsprozess startet. Mit der Wotan S3A können vor allem kleine bis mittelgroße Futter- und wellenförmige Teile optimal bearbeitet werden. Neben dem Schleifen von Außendurchmessern erlaubt die Maschine ebenso das Konturen-, Polygon- und Flächenschleifen. Auch eine Innenbearbeitung ist je nach Arbeitsaufgabe konfigurierbar. Möglich sind derzeit Werkstücklängen bis 1000 mm beziehungsweise bis 1600 mm zwischen den Spitzen. Die aktuell kleinste Maschine im Wema-Portfolio verkraftet dank eines massiven, steifen Betts problemlos Werkstücke mit Massen bis 500 kg. Die Anlage gestattet eine auftragsbezogene Fertigung auch kleinerer Losgrößen in bester Qualität und zu konkurrenzfähigen Preisen. Die auf zwei Linearachsen "abgespeckte" Maschine erlaubt schnelle und sehr präzise Bewegungen. Durch die hydrostatische Lagerung und den Antrieb mittels Linearmotor unterliegen die Achsen nicht dem typischen Verschleiß, wie etwa



Mit der neuen "Wotan S3A" – hier bei der Werkstückentnahme – wird das Produktportfolio im Bereich Außenbearbeitung erweitert. *Bild: Wema*

bei Kugelgewindetrieben. Die Schleifeinheit kann mit bis zu vier Werkzeugen bestückt werden, das Verhältnis von Außen- und Innenschleifscheiben ist je nach Arbeitsaufgabe individuell anpassbar. www.wema-glauchau.de

Schleifmaschinenspezialist feiert 30 Jahre erfolgreichen Einsatz

Hydrostatische Führungen

Als "Pionier der ersten Stunde" könnte die Schweizer Schleifmaschinenmarke Kellenberger bezeichnet werden: Es ist gut 30 Jahre her, dass in die Schleifmaschinen des Anbieters die ersten hydrostatischen Führungen eingebaut wurden, bei denen ein dünner Ölfilm Reibungen beim Verfahren des Schlittens nahezu eliminiert.

ie Ingenieure und Techniker bei Kellenberger – heute zugehörig zur Hardinge Group – überzeugte damals vor allem die Verschleißfreiheit der Führungen und die daraus resultierende Langzeitgenauigkeit beim Schleifen. Bis heute ist diese Technik ein wesentliches Element für die bekannte Genauigkeit der Schleifmaschinen. Die Besonderheit: Bei Kellenberger werden die hydrostatischen Führungen in allen Achsen verbaut. Das ist noch heute am Markt einzigartig.

Wie alles begann

Die Feier des 30-jährigen Jubiläums im Kellenberger-Werk in St. Gallen/CH, Bild, führte zurück in die Zeit, als die Entscheidung für die Nutzung der neuen Technologie fiel. Drei Mann umfasste das Team mit Entwicklungsleiter Anton Ilek, Software-Ingenieur Hugo Thurnherr sowie Mechanik-Ingenieur Emil Eugster, das 1989 den Einsatz der hydrostatischen Führungen vorbereitete. Das Ziel lautete: Werkstücke bei höchstmöglicher Wiederholgenauigkeit und Maschinenverfügbarkeit über die gesamte Lebensdauer der Maschine äußerst präzise zu schleifen sei es beim Rundschleifen, Konturenschleifen. Konenschleifen oder Unrundschleifen. Vorausgegangen waren genaue Überlegungen und Berechnungen. Die notwendigen "Zahlenspiele" fanden dabei am Zeichenbrett mithilfe von Taschenrechnern statt, denn CAD und Excel gab es damals noch nicht. Am 29. Mai 1989 wurde die erste Kellenberger-Schleifmaschine mit hydrostatischen Führungen ausgestattet, zunächst mit Kapillaren, bald mit technisch weit überlegenen PM-Reglern.



Bei der Feier zum 30-jährigen Jubiläum im Kellenberger Werk in St. Gallen/CH ließen die Teilnehmer die Entwicklungsgeschichte der hydrostatischen Führungen Revue passieren. Bild: Kellenberger

Verschleißfreiheit garantiert

Eugster erinnert sich: "Wir hatten damals bereits über 1000 konventionelle Maschinen gebaut und eine Baureihe mit CNC-Maschinen auf den Markt gebracht. Unser Team hatte Freude an technischen Problemlösungen und auch den Durchhaltewillen, diese Entwicklungen zur Produktionsreife zu bringen. Der Einsatz von hydrostatischen Führungen erfordert einiges an Know-how. Sie haben jedoch gegenüber Wälzführungen oder Gleitführungen viele Vorteile, zum Beispiel eine bessere Dämpfung bei gleichzeitig höherer Steifigkeit, sie sind spielfrei, haben keinen Umkehrsprung oder 'Slip-Stick'-Verhalten, keine Reibungsverluste - und sie sind verschleißfrei." Hinzu kommt: Mit hydrostatischen Führungen lassen sich die für hohe Präzision geforderten, besonders kleinen Zustellschritte realisieren.

Hydrostatische Führungen sind zwar teurer als "normale" Führungen. Den Kosten gegenüber stehen aber minimale Instandhaltungskosten, eine bessere Maschinenverfügbarkeit und eine höhere Konturtreue und Prozesssicherheit. Dazu kommt, dass – bedingt durch die Verschleißfreiheit – eine hydrostatische Führung "ein ganzes Maschinenleben lang" hält.

Ausblick

Auch wenn hydrostatische Führungen immer noch "State-of-the-Art" sind: die Technologieabteilung bei Kellenberger arbeitet "in Sachen Hydrostatik" bereits an der Verwirklichung neuer Ideen, die in Kürze vorgestellt werden.

www.kellenberger.net https://de.hardinge.com

Schleifmaschine überzeugt als kompakter Alleskönner

Auf der "EMO" in Hannover enthüllte das Schweizer Technologieunternehmen Tschudin die neue "Cube 350" - eine kompakte, spitzenlose Außenrundschleifmaschine. "Das Design soll nicht nur Eleganz und Funktionalität verbinden. Unser Ziel war es, den Bediener in den Mittelpunkt zu stellen sowie Spaß und Freude an der Arbeit zu vermitteln", berichtet Urs Tschudin, Inhaber der Tschudin AG. Das intuitive und ergonomische Konzept wurde in Kooperation mit dem Industriedesigner Enrique Sardi entworfen und umgesetzt.

Die präzise, 3-achsige CNC-Schleifmaschine hat eine äußerst geringe Aufstellfläche (2558 mm x 1735 mm x 1320 mm). Für den Unterhalt muss die Maschine nur auf der Rückseite zugänglich sein. Dies erlaubt es, mehrere Maschinen ohne Zwischenraum zu platzieren.

Die Cube 350 wurde speziell für die Bearbeitung kleiner Komponenten mit Teiledurchmessern von weniger als 0,1 mm bis 20 mm entworfen. Damit ist sie zum Beispiel ideal für Hersteller in der Automobilund Medizintechnik-Branche geeignet. Das Maschinenkonzept mit digitalisierten Einricht- und Schleifprozessen ist auf stabile Prozesse und höchstmögliche Zuverlässigkeit ausgelegt. Die Maschine kann sowohl von Rechtshändern als auch von Linkshändern ergonomisch und sicher von Hand beladen werden, wofür ein Patent angemeldet wurde. Zudem stehen innovative Automatisierungskonzepte zur Verfügung. Der Maschinenaufbau ist einfach und wartungsarm. Das Maschinenbett und der Schlitten aus Naturgranit garantieren thermostabile, hochpräzise und sichere Schleifprozesse.

Ein großes Plus sind die kurzen Rüstzeiten und das einfache und CE-konforme Be- und Entladen außerhalb der Schleifzone. Durch die hauseigene Software "Tschudin easy" ist die Bedienung und Automatisierung einfach und komfortabel. Die patentierte, verfahrbare Werkstückauflage macht die Cube 350 zu einem "Alleskönner": Schruppen und Schlichten im Doppelzyklus, Schleifen von scharfen Kanten, gezieltes Anfahren von Konen und Radien. Zu den Anwendungsbereichen zählen das Einstechschleifen, das Schleifen von mehreren Operationen in einem Zyklus, das Oszillationsschleifen und das Durchgangsschleifen. Eine Vielzahl von Werkstoffen kann bearbeitet werden - von Stahl bis Aluminium, Glas, Titan, Karbon, Keramik, Germanium oder Silizium. www.tschudin.eu

Flexibler Maschinenschutz

"Think Big!" lautet das Motto für die erste "Stahlflex Plus"-Abdeckung der Möller-Werke, Bielefeld. Die Aufgabenstellung war: Entwicklung einer Komplett-Baugruppe mit Abdeckungen für die X- und Y- Achse einer Fahrständermaschine mit 8 m Hub in X-Richtung und einer Bauhöhe von 6 m. Zusätzlich musste die mitfahrende Kabine für den Maschinenbediener abgedichtet werden. Das Resultat war ein selbsttragendes Abdeckungssystem mit den Außenmaßen von 13 m x 7 m, Bild. Darüber hinaus handelt sich um eine vollständig gekapselte Duplex-Maschine: Basierend auf der erfolgreichen "FMT"-Baureihe hat die Firma Bimatec Soraluce eine Fräsmaschine mit zwei gegenüberliegenden Spindeln entwickelt. Diese ersetzt bei der Firma Engel Austria in Schwertberg eine Portalfräsmaschine. Mit der neuen Maschine soll die Bearbeitungszeit erheblich verringert werden. Eine große Herausforderung war für die Entwickler die Tatsache, dass die Maschine an das vorhandene Palettenwechselsystem angebunden werden sollte. Als Spezialist für kundenspezifische Lösungen sind die MöllerWerke der richtige Ansprechpartner für diese Art von Maschinenschutz-Lösungen. Entstanden ist ein 13 m langer und 7 m hoher Stahlrahmen, der als Grundgerüst für die Stahlflex-Abdeckungen dient. Das gesamte Abdeckungs-



Montage von "Stahlflex Plus" bei der Firma Engel in Österreich: Wie bei einem früheren Abdeckungssystem sollte sich der Außenrahmen der Maschine selbst tragen. Bild: MöllerWerke

system ist vollständig in die Maschinenverkleidung integriert. Um bei einer Höhe der Abdeckungen von mehr als 6 m die notwendige Schuppenvorspannung zu gewährleisten, wurden die bekannten Stahlflex-Abdeckungen verbaut. Durch den Einsatz von besonders massiven Federstahlschuppen, in Verbindung mit den patentierten "VQA"-Elementen, konnte die Forderung nach absoluter Dichtigkeit gegen Späne und Kühlschmierstoffe erfüllt werden, ohne einen zusätzlichen Faltenbalg hinter der Schuppenabdeckung anzubringen. Durch diese Maßnahme ergibt sich ein enormer Kostenvorteil. Die modulare Bauweise macht zudem das Tauschen einzelner Schuppen im Schadensfall möglich. Somit ist kein aufwendiger Montageeinsatz mehr notwendig. www.moellerwerke.de

Tyrolit-Gruppe feiert 100-jähriges Firmenjubiläum

Schleiftradition am Puls der Zeit

Mit dem Ziel, Diamanten "für jedermann" zu kreieren, legte *Daniel Swarovski* 1895 den Grundstein für sein Kristallimperium in Wattens/A. Durch die eigene Herstellung der zur Bearbeitung von Glasschmuck notwendigen Werkzeuge entstand zudem ein umfassendes Know-how für präzise Schleifanwendungen, was 1919 zur Gründung des eigenständigen Unternehmens Tyrolit führte. Im Verlauf der letzten 100 Jahre ist ein weltweit führender Anbieter von Schleiflösungen entstanden, der mit zahlreichen Innovationen die technologische Entwicklung in der Schleifmittelindustrie geprägt hat.

ie Schwerpunkte auf der diesjährigen "EMO" lagen seitens Tyrolit im Bereich Digitalisierung auf dem modularen Assistenzsystem "Tool-Scope", Bild 1, und der "Apprasive Smartphone App". Zudem wurden zahlreiche Produktneuheiten für die Präzisionsbearbeitung sowie innovative Trägerkörpertechnologien vorgestellt.

Digitale Assistenz für smarte Prozesse

Das "Navigationssystem für Schleifwerkzeuge" ToolScope hat den Grundstein für eine langfristige Strategie zur Digitalisierung von Fertigungsprozessen bei der Oberflächenbearbeitung gelegt. Mit zahlreichen neuen Applikationen wurde die Funktionsweise nun erweitert. Zerspanvolumen-Monitor MRM" misst beispielsweise, wann sich eine Schleifscheibe in Kontakt mit dem Bauteil befindet, und dokumentiert beziehungsweise überwacht das zerspante Volumen in Echtzeit. Auch die App für das adaptive Abrichten "TS-AD" wurde verbessert und erlaubt nun ein Abrichten, wenn es nötig ist.

Ebenfalls umfassend erweitert wurde die kostenlose Apprasive-Smartphone-App für Android und iPhone. Neu hinzugekommen ist die größte frei zugängliche Formelsammlung zur Berechnung von Schleif-, Trenn- und Abrichtprozessen.



Bild 1. "ToolScope" wird als digitales Assistenzsystem bei Schleifprozessen eingesetzt. Bild: Tyrolit

Mit dem "Prozess Calculator" lassen sich zudem wichtige Parameter wie Drehzahlen, Umfangsgeschwindigkeiten, Vorschübe, Geschwindigkeitsverhältnisse, Überdeckungsgrade sowie diverse Leistungsfaktoren in Echtzeit berechnen.

Schleifwerkzeuge für viele verschiedene Anwendungen

Im vergangenen Jahr hat Tyrolit mit einem der Marktführer zur Herstellung von Schleifwerkzeugen für die Elektronikindustrie, der japanischen Asahi Diamond Group, eine strategische Partnerschaft begründet, um den Halbleitermarkt in Europa besser zu bedienen. "Centuria-E" ist das erste Produkt, das auf Basis dieses gemeinsamen Know-hows entwickelt wurde. Die Möglichkeit, Wafer-Dicken unter 100 µm zu bearbeiten, eine signifikante Verbesserung in puncto Werkzeugfestigkeit und Zykluszeiten sowie eine Steigerung der Oberflächenqualität machen die Centuria-E zu einem attraktiven Werk-



Bild 2. "Genis 2 N-LW" beim Schleifen einer Nockenwelle: Bei diesen Leichtbau-Trägerkörpern kommen Naturfasern zum Einsatz. *Bild: Tyrolit*



Bild 3. "Centuria SM-G" ist ein wirtschaftliches Diamantschleifwerkzeug zum Planflächenschleifen, zum Beispiel an Zylinderköpfen. *Bild:Tyrolit*

zeug für den Einsatz in der Elektronikindustrie.

Mit der Erweiterung der Produktlinie "Genis 2" wird der Trend hin zu Leichtbau-Trägerkörpern konsequent fortgesetzt; gleichzeitig werden neue Maßstäbe beim Außenrundschleifen mit keramisch gebundenen CBN (kubisches Bornitrid)-Werkzeugen geschaffen. Deutliche Ge-

wichtseinsparungen konnten bei der Genis 2 LW durch die gezielte Materialreduktion im Trägerkörper und bei der Genis 2 N-LW, **Bild 2**, durch die Verwendung von Naturfasern erzielt werden, die zudem für ein ausgezeichnetes Dämpfungsverhalten sorgen. Die neuen Werkzeuge sind kostengünstiger als vergleichbare Tools mit Trägerkörpern aus CFK

(kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff) – und sie können zudem mehrfach wiederbelegt werden.

Mit der Produktlinie "Centuria SM-G", Bild 3, wird eine wirtschaftliche Schleiflösung zum Bearbeiten der Planflächen von Motorblöcken und Zylinderköpfen angeboten. Oberflächenfehler in weichen Aluminiumlegierungen lassen sich durch einen optimierten Spanabtransport vollständig vermeiden. Ein neuartiges und patentiertes Scheibendesign sorgt zudem für einen stabilen Fertigungsprozess mit deutlich reduziertem Ausschuss. Das äußerst flexible Schleifwerkzeug ist für die Verwendung in allen gängigen Bearbeitungszentren ausgelegt und in zahlreichen Spezifikationen erhältlich.

Keramische Honringe

Die Bearbeitung von Zahnrädern stellt komplexe Anforderungen an die Qualität der verwendeten Werkzeuge. Mehr als 25 Jahre Erfahrung im Verzahnungshonen machen Tyrolit zum Markt- und Technologieführer in diesem Bereich. Mit der Erweiterung des bestehenden Produktsortiments um die "Mira Rex Vtec" ist es gelungen, technisch optimierte Honringe für den Einsatz mit dem "VSD"-Abrichtsystem zu entwickeln.

HSS (High Speed Steel)-Werkzeuge erleben aktuell eine Renaissance. Mit der Produktlinie "Startec ICE" steht ab sofort eine neue Generation von Hochleistungsschleifscheiben zum Nutenschleifen in HSS-Werkzeugen zur Verfügung. Die Verwendung innovativer Schleifmittel und ein neuartiges Bindungssysteme führen zu signifikant höheren Abtragsraten bei zugleich geringerem Scheibenverschleiß. Die bewährte ICE-Technologie sorgt außerdem für eine deutlich reduzierte thermische Belastung am Werkstück. www.tyrolit.group

Werkzeugmaschinen-Nebenbaugruppen

Automation und Energieeffizienz. Von: Joachim Klement. Renningen: ExpertVerlag, 2019. 210 S., kartoniert, Preis 59,90 Euro.
Der Autor beschreibt aufgrund jahrelanger, umfassender Erfahrung die Probleme,
die sich bei der Konstruktion

und Herstellung der Nebenbaugruppen von Werkzeugmaschinen ergeben, und liefert praxisnahe Lösungen. Eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen zeigt, wie der Transfer zu den eigenen Aufgaben gelingen kann. Zahlreiche instruktive Skizzen veranschaulichen darüber hinaus die Thematik.

Der Verfasser, Dipl.-Ing. Joachim Klement, verfügt über eine langjährige Konstruktionspraxis bei namhaften Werkzeugmaschinenfirmen und war Inhaber eines erfolgreichen mittelständischen Entwicklungs- und Konstruktionsbüros für Werkzeugmaschinen in Coburg.



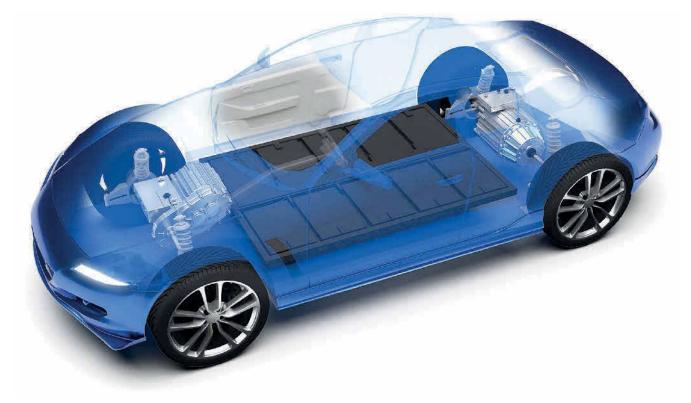


Bild 1. Der Messtechnikspezialist bietet verschiedene Technologien für Messaufgaben bei der Fertigung von Elektrofahrzeugen an. Bild: Marposs

Traditioneller Partner für die neue Herausforderung Elektromobilität

Messtechnik unterstützt den Mobilitätswandel

Um die Qualitätskontrolle in der Serienfertigung zu gewährleisten, arbeitet Marposs Seite an Seite mit seinen Kunden – und das seit fast siebzig Jahren. Mit seiner breiten Palette verfügbarer Technologien und Produkte sowie der weltweiten Präsenz ist das Unternehmen der ideale Partner für Werkzeugmaschinenhersteller in der Automobilindustrie, außerdem für Tier 1- und Tier 2-Zulieferer.

er Marktführer im Bereich Mess- und Prüftechnik für den harten Fertigungseinsatz mit deutschem Hauptsitz in Weinstadt nimmt die Herausforderung an, die der Mobilitätswandel an die gesamte Automobilindustrie stellt. Neue Technologien werden in die traditionellen Produktlinien integriert. So entsteht eine Mischung aus Mess- und

Prüflösungen, die die vollständige Überwachung der Produktion der wichtigsten Elektrofahrzeugkomponenten gewährleistet, **Bild 1**. Das Spektrum umfasst alle Anforderungen von der unmittelbaren Kontrolle der Werkzeugmaschine und Optimierung der verschiedenen Fertigungsschritte bis hin zur Qualitätskontrolle der bearbeiteten Werkstücke sowie Endmontage und Funktionsprüfung aller montierten Systeme.

Gesamte Prozesskette abdecken

Auf der "EMO" war eine Auswahl verschiedener Produkte und Anwendungen für die Elektromobilität zu sehen. Hierzu gehören traditionelle Mess- und Prüflösungen und die In-Prozess-Überwachung beim Drehen, Fräsen oder Schleifen. Diese Verfahren werden durch thermografische Analysesysteme ergänzt, die

sich zur Prozesskontrolle beim Druckgießen eignen. Für die Erkennung von Fehlern und Porositäten an bearbeiteten Dichtungsoberflächen stehen moderne Bildverarbeitungstechniken zur Verfügung. Schneid- und Stanzprozesse bei der Herstellung von Rotorenstapeln und Statorenblechen oder starren Batteriezellengehäusen werden mit bewährten Technologien überwacht.

Für die Prozesskontrolle metallischer und nichtmetallischer Dünnschichten, die für die Herstellung von Anoden und Kathoden nötig sind, oder für mehrschichtige Batteriebeutelfolien bietet Marposs berührungslose Lösungen auf Basis konfokaler oder interferometrischer Technologien an.

Die breite Palette der "Opto"- und der "Flex"-Maschinen für die Messung flexibler Wellen wird durch Lösungen ergänzt, die verschiedene Technologien integrieren, Bild 2. Damit erweitert sich die Bandbreite der Anwendungen von traditionellen Kurbel-, Nocken- und Getriebewellen bis hin zur Rotorwelle und kompletten Rotoren.



Bild 2. "Optoflash" ist eine optische 2D-Präzisionsmesslösung für zahlreiche Komponenten in Elektrofahrzeugen. *Bild: Marposs*

Bild 3. Die Batterieeinschübe gehören zur Struktur eines Elektrofahrzeugs. Sie müssen auslaufsicher sein, um das Eindringen von Wasser von außen unter allen Bedingungen zu vermeiden. *Bild: Marposs*

Vollständige Funktionsprüfung

Automatische Montagevorgänge von elektromechanischen Komponenten – wie Batterieladegeräten und Leistungselektronik – werden mit Mess- und Prüfsystemen bis hin zur vollständigen Funktionsprüfung am Ende der Linie kombiniert.

Die Dichtheitsprüfung schließlich gehört zu den wichtigsten Kontrollen in der

Fertigung des elektrischen Antriebsstrangs. Sie ist für alle Komponenten, von Batteriezellen über -module und -packs, **Bild 3**, bis hin zu Elektromotoren, der Leistungselektronik und den dazugehörigen Kühlkreisläufen erforderlich. In diesem Bereich bietet Marposs eine Auswahl an verschiedenen Technologien an.

KMG-Automatisierung ohne Genauigkeitseinbußen

Multisensor-Messsysteme für Koordinatenmessgeräte (KMGs), Hochgeschwindigkeitsmesstechnik für Werkzeugmaschinen, Messsysteme für die Produktionsumgebung, Kalibriersysteme und Drehgeber für Maschinenhersteller sowie neue Lösungen für die additive Fertigung waren bei Renishaw, Pliezhausen, auf gleich drei Messeständen bei der "EMO" zu sehen. Die Themen waren: Messen direkt in der Werkzeugmaschine, Werkzeugüberwachung- und Bruchkontrolle. Sensoren für KMGs bis hin zur 3D-Metalldrucktechnologie. Am größten Messestand mit dem Bereich "Messtechnik und Qualitätssicherung" in Halle 6 war das preisgekrönte "Revo"-5-Achsen Messsystem in Aktion zu sehen, Bild. Es erlaubt leistungsfähige, mehrdimensionale Maßhaltigkeitsprüfungen, inklusive Rauheitsmessungen. Um die neuesten Funktionen des Systems für die Messung von Schaufelprofilen vorzustellen, gab es eine Vorführung an einer Flugzeugkomponente, die an einem Koordinatenmessgerät (KMG) geprüft wird. Besucher erlebten, wie das System die Bauteilprü-

fung auf nur einer einzigen Multisensorplattform automatisiert. Das 5-Achsen-Messsystem ist das einzige Scanning-System für KMGs, das die Bewegung von drei Maschinen- und zwei Kopfachsen gleichzeitig steuert und dabei Werkstückdaten erfasst. Der Einsatz der taktilen 2D- und 3D-Messtaster, Oberflächenrauheitsmesstaster und berührungslosen optischen Messtaster des Revo-Systems für die Teileprüfung auf KMGs bringt im Hinblick auf Messzeiten und Genauigkeit deutliche Vorteile. Darüber hinaus wurden die neuen Tastereinsätze der "Optimum"- Diamant-Reihe präsentiert. Sie wurden speziell für den Einsatz in Messanwendungen entwickelt, die eine hohe Verschleißfestigkeit erfordern. Die diamantbeschichteten Tastkugeln haben den großen Vorteil, ihre Rundheit zu halten. Beim Abtasten abrasiver Oberflächen oder weicher Legierungen bleibt kein Material an der verschleißfesten Kugel haften. Dies bietet zahlreiche Vorteile - wie eine längere Betriebsdauer und weniger Ausfallzeiten wegen Nachkalibrierungen und Inspektionen. www.renishaw.de



Besucher erlebten auf der "EMO", wie das "Revo"-System die Bauteilprüfung auf nur einer einzigen Multisensorplattform automatisiert. Bild: Renishaw

Bis zu 30 % Messzeitreduzierung in der Stirnradmessung

"Klingelnberg Optical Metrology" verbindet erfolgreich die Vorteile von taktiler und optischer Messung in einem System. Mit der Präzision des taktilen "3D Nanoscan" und der Schnelligkeit des optischen "HISpeed Optoscan" sind die Präzisionsmesszentren von Klingelnberg, Hückeswagen, für alle Messaufgaben ideal gerüstet. Jetzt gehen die Entwicklungsingenieure noch einen Schritt weiter: Durch die geschickte Kombination von optischer und taktiler Messung lässt sich die Gesamtmesszeit bei der Stirnradmessung ohne Einschränkung der Genauigkeit sogar um bis zu 30 % reduzieren, Bild.

Es ist nicht möglich, die taktile Messung komplett durch ein optisches Messverfahren zu ersetzen – das zeigt die jahrzehntelange Erfahrung des Systemanbieters. Genutzt wird daher eine Hybrid-Lösung, die beide Messarten in idealer Weise miteinander kombiniert. Voraussetzung für ein solches System ist der schnelle Wechsel zwischen den beiden Verfahren. So verknüpfen die Präzisionsmesszentren klassische und moderne Analysemethoden an Verzahnungen mit einem schnellen, automatisierten Wechsel der Sensorik. Beide Verfahren werden in schneller Folge jetzt auch bei der Stirnradmessung angewendet.

Konkret lässt sich dies anhand eines Anwendungsbeispiels aus der E-Mobilität deutlich machen: Bei einem Zahnrad mit 48 Zähnen kann die Gesamtmesszeit von 2,5 min auf 90 s reduziert werden. Dazu werden gezielt die zeitintensiven Messungen mit der optischen Sensorik durchgeführt und dadurch im Idealfall um bis zu 90 % signifikant verkürzt. Messaufgaben, bei denen die taktile Messung bezüglich Messzeit, Flexibilität oder Genauigkeit im Vorteil ist, werden wiederum taktil durchgeführt. Besonders hervorzuheben ist, dass dieser Ablauf in die weltweit etablierte Klingelnberg-Stirnradsoftware integriert wurde. Dadurch läuft die Kombination vollautomatisch und zeitoptimiert einfach nur durch eine entsprechende Anwahl ab. Für die Dateneingabe und Bedienung sind keine speziellen Kenntnisse in der optischen Messtechnik erforderlich. www.klingelnberg.com



Kombinationsverfahren: Mit einem schnellen, automatisierten Wechsel der Sensorik lassen sich Stirnräder bis zu 30 % zügiger messen. Bild: Klingelnberg

Analytische Messmaschinen



Eine neu entwickelte Baureihe von Messmaschinen für kleinere Verzahnungen war mit der "KNM 2X-/ 5X-/ 9X" bei der "EMO" in Hannover erstmals zu sehen. *Bild: Kapp Niles*

Kapp Niles Metrology, Großostheim, stellte auf der "EMO" die komplett neu entwickelten analytischen Messmaschinen "KNM 2X", Bild, und "KNM 9X" zur hochpräzisen Messung von Verzahnungen, Verzahnungswerkzeugen und rotationssymmetrischen Werkstücken bis zu Durchmessern von maximal 1250 mm vor. Damit erweitert der Hersteller der bisher größten weltweit installierten Verzahnungsmessmaschinen das Produktprogramm lückenlos um eine komplette Baureihe sowohl für Großserienfertiger als auch für Kunden von häufig wechselnden Teilespektren.

Alle Führungen und die Basisplatten aus Granit sind extrem langzeitstabil und verfügen über identisch niedrige Ausdehnungskoeffizienten. Luftlager mit Notlaufeigenschaften garantieren perfekte und verschleißfreie Führungen ohne kurzwellige Fehler. Luftfederelemente unter den Basisplatten schirmen Erschütterungen und Vibrationen sicher ab, spezielle Fundamente sind nicht notwendig. Eisenlose Linear- und Torquemotoren der Rundtische garantieren "ultimative" Positionsgenauigkeiten sowie Bahntreue.

Trotz des kompaktem Design gewährleisten großzügige Verfahrbereiche für jedes Profil eine tangentiale Wälzbewegung zum Grundkreis. Je nach Anforderung können unterschiedliche scannende Tastsysteme eingesetzt werden. Zu den Highlights der KNM 2/5/9X zählen die "Smart"-Gegenhalter, die bei der KNM 2X durch motorisches Absenken in die Basisplatte einen erweiterten Arbeitsbereich freigeben und die bei den KNM 5/9X-Maschinen zur Vergrößerung des Arbeitsbereichs radial aus der Maschinenmitte herausfahren.

Die Verwendung des weiterentwickelten "Smart"-Schnellspannsystems erlaubt die Umrüstung von Werkstückaufnahmen, der unteren Spitzen und der Kalibrierkugeln in wenigen Sekunden und reduziert Nebenzeiten erheblich. Die frei positionierbaren Schaltschränke bieten optimale Aufstellmöglichkeiten auch bei beengten Raumverhältnissen. Weltweit langzeiterprobte, umfangreiche Auswertesoftware-Pakete stehen bei den Baureihen für den direkten Zugriff über Touch-Screens zur Verfügung.

Kompaktgerät mit großem Messvolumen

Durch den Einsatz des neuen Koordinatenmessgeräts "TomoScope XS Plus", Bild, mit Computertomografie (CT) von Werth Messtechnik, Gießen, lässt sich unter anderem eine Verdoppelung des Messvolumens gegenüber dem "TomoScope XS" erzielen. Mit der Werth-Transmissionsröhre sind hochaufgelöste Messungen bei hoher Leistung und entsprechend geringer Messzeit möglich. Durch das Monoblock-Design von Röhre, Generator und Vakuumerzeugung ist die Röntgenröhre nahezu wartungsfrei und bietet daher eine extrem hohe Verfügbarkeit. Aus der offenen Bauweise ergibt sich eine unbegrenzte Lebensdauer, da sich im Bedarfsfall Verschleißteile austauschen lassen.

Auch die anderen Röntgenkomponenten wurden so optimiert, dass für das Gesamtgerät ein Wartungszyklus von einem Jahr – wie bei konventionellen Koordinatenmessgeräten üblich – gewährleistet ist. Die Röhre steht mit 130 kV oder 160 kV maximaler Röhrenspannung zur Verfügung und bietet damit ein breites Einsatzspektrum für



Ein großer Messbereich bei kleinem Flächenbedarf wird mit dem "TomoScope XS Plus" erzielt. Bild: Werth Messtechnik

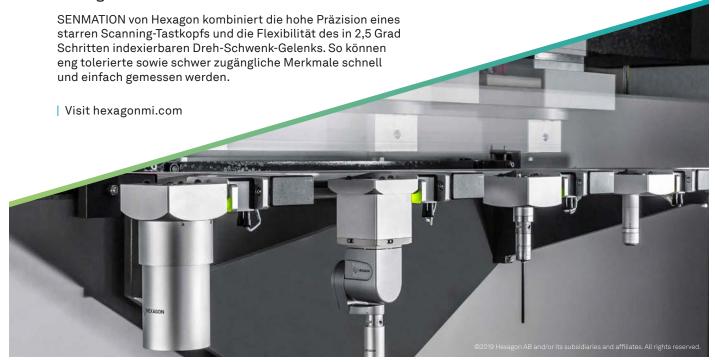
Kunststoff- und Metall-Werkstücke. Bei der Rastertomografie werden nacheinander Durchstrahlungsbilder der verschiedenen Werkstückbereiche aufgenommen. Aus allen Bildern in verschiedenen Drehlagen des Werkstücks wird das Werkstückvolumen rekonstruiert und mithilfe des patentierten Subvoxeling-Verfahrens die Messpunkte an den Materialübergängen berechnet. Dieses Verfahren gestattet die Messung größerer Werkstücke bis circa 450 mm Länge. Alternativ können auch kleinere Objekte mit hoher Auflösung oder gemeinsam mit reduzierter Messzeit erfasst werden. Als Messergebnis stehen komplette Werkstück-Volumen mit nahezu beliebig einstellbarer Auflösung in allen Koordinatenachsen (bis 60 Milliarden Voxel) zur Verfügung. Die Messpunktewolke erlaubt sowohl Soll-Ist-Vergleiche, mit denen problematische Bereiche auf einen Blick zu erkennen sind, als auch die Messung der geometrischen Eigenschaften.

Das Gerät ist auch für Inline-Anwendungen geeignet. Dies wird unter anderem durch die Rekonstruktion des Werkstückvolumens in Echtzeit parallel zur Messung, die schnelle Auswertesoftware und die "OnTheFly"-CT möglich.



SENMATION – Intelligente Sensor Automatisierung für Koordinatenmessgeräte

Hochgenau und ultra flexibel



3D-Laserscanner für Messarm mit sieben Achsen



3D-Scans von den verschiedensten Oberflächen und Materialien erstellt der "RS6" ohne Leistungsminderung. Mit der breiten, horizontal ausgerichteten Laserscanlinie läuft die 3D-Digitalisierung schneller, einfacher und genauer ab. *Bild: Hexagon*

Hexagon Manufacturing Intelligence hat den modernen 3D-Laserscanner "RS6" für die vor kurzem eingeführte neue Generation des mobilen Messarmes "Absolute Arm" vorgestellt, Bild. Der Scanner bietet eine hochdichte Datenerfassung für Punktwolken bei hoher Geschwindigkeit und Genauigkeit und erzielt dabei eine deutliche Produktivitätssteigerung. Mittels einer Reihe fortschrittlicher Algorithmen der neuen, innovativen "Shine"-Technologie sind Messungen ohne Reduzierung der Scanlinienbreite oder Bildrate bei maximaler Qualität und Genauigkeit möglich. Der RS6-Laserscanner überzeugt mit einer Scanlinie von 150 mm im mittleren Bereich. Verglichen mit der bisherigen Generation deckt er damit bei jedem Scan 30 % mehr Oberfläche ab. Darüber hinaus misst er entscheidend zügiger – mit einer dreifach höheren Bildrate. Damit lassen sich dreimal schnellere Scanvorgänge ohne Informationsverluste bei der Punktwolke erzielen.

Dank der Shine-Technologie ist der RS6 komfortabler und einfacher zu bedienen als ähnliche Scanner auf dem Markt. Das Erlernen umfangreicher komplexer Einstellungskombinationen, die von der gewünschten Genauigkeit und den Anforderungen des Oberflächentyps abhängen, entfällt beispielsweise. Genau wie der RS5-Laserscanner lässt sich der RS6 für eine einfachere Handhabung bei Nichtgebrauch in Sekundenschnelle vollständig vom Arm entfernen. Dank der wiederholgenauen Aufnahme ist er, sobald die Scanning-Funktion wieder benötigt wird, ebenso zügig und ohne Rekalibrierung wieder montierbar. Der RS6 verfügt zudem über ein einzigartiges Laserzielraster, das die Ausrichtung während des Messvorgangs deutlich vereinfacht. Die Scanning-Leistung des Absolute Arms mit sieben Achsen wird auf ein völlig neues Level gehoben, ohne dabei Kompromisse bei der Benutzungsfreundlichkeit einzugehen. Im Fokus steht zudem eine stets exzellente Datenqualität unabhängig von der Erfahrung des jeweiligen Nutzers. Der RS6 ist erhältlich als Komplettsystem mit einem Absolute Arm mit sieben Achsen oder auch als Aufrüstung für bereits vorhandene Absolute-Arm-Systeme.

www.hexagonmi.com

Vollautomatische Prüfung von Kleinserien im Labor

Die Digitalisierung, Stichwort "Industrie 4.0", ist nach wie vor das Hauptthema der Industrie weltweit. Fest installierte Robotersysteme in Prüflabors absolvieren schon seit Jahren eine erfolgreiche Prüfung nach der anderen. Sie entlasten damit qualifiziertes Personal von langwierigen und langweiligen Serienprüfungen – seien es 100 Prüflinge oder 1000. Zwick-Roell, Ulm, hebt dieses Konzept mit einer Neuheit auf die nächste Stufe: Mit dem "roboTest N", Bild, lassen sich ab sofort auch Kleinserienprüfungen schnell und einfach automatisieren.



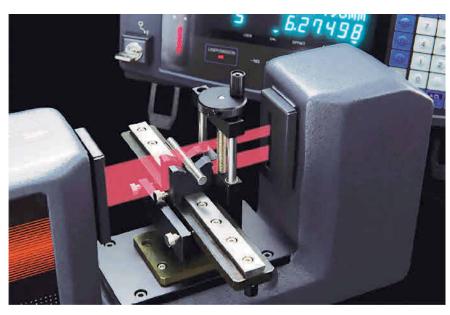
Entlastung für den Mitarbeiter: "roboTest N" bei der Probenzuführung für eine Biegeprüfung. Langwierige und "langweilige" Serienprüfungen, die bisher den Menschen unnötig beanspruchten, können nun automatisiert ablaufen. Bild: ZwickRoell

Stetig wechselnde Serien mit geringen Stückzahlen waren mit einem Roboterprüfsystem bisher nicht effizient zu bewältigen: Die Einrichtung war zu aufwendig, sowohl in der Hardware als auch in der Software. Mit dem roboTest N, dem ersten kollaborierenden Robotersystem für Material- und Werkstoffprüfungen, können ab sofort auch kleine Prüfserien vollautomatisch abgearbeitet werden. Der Cobot ist vollständig in die Automatisierungssoftware "autoEdition 3" integriert und kann komplett ohne Roboterbedienterminal genutzt werden. Spezielle Roboterprogrammier- und Bedienkenntnisse sind nicht erforderlich. Der roboTest N unterstützt Mitarbeiter im Prüflabor einfach und flexibel bei monotonen oder zeitaufwendigen Prüfungen. Die Integration firmeneigener Probenmagazine, die zum Beispiel im 3D-Druckverfahren hergestellt wurden, unterstreicht die Anpassungsfähigkeit des Systems und verlängert den Arbeitstag bei Bedarf um die Magazinkapazität. Mit seiner kompakten und damit platzsparenden Bauweise ist der Cobot leicht in bestehenden Prüflabors nachzurüsten, zumal er durch die sichere Bauweise keiner aufwendigen Bedienerschutzmaßnahmen bedarf. www.zwickroell.com

Kontaktlos messen mit besonderer Genauigkeit

Wo immer Wälzlager, Prüfstifte und Grenzlehrdorne mit hoher Genauigkeit gemessen werden müssen, sind die Laser Scan-Mikrometer von Mitutoyo, Neuss, allererste Wahl. Sie zeichnen sich aus durch eine hohe Scanrate, mit der sich kleine Werkstücke messen lassen. Das neue Modell "LSM-6902H", Bild, gehört weltweit zu den genauesten in seiner Messbereichsklasse. Es ersetzt das Modell "LSM-902/6900" und bietet einen Messbereich von 0,1 mm bis 25 mm. Im Verbund mit den optionalen verstellbaren Haltersätzen gestattet es das hochgenaue Messen der Außendurchmesser von Prüfstiften und Grenzlehrdornen. Die Linearität über den gesamten Messbereich beträgt ± 0,5 µm sowie \pm (0,3 + 0,1 Δ D) µm in der Teilmessstrecke. Die Wiederholpräzision liegt bei 0,045 µm über den vollen Messbereich (25 mm Durchmesser) und 0,03 µm für die Teilmessstrecke (10 mm Durchmesser). Mit 1600/s wurde die Scanrate des neuen Geräts gegenüber der des Vorgängers sogar verdoppelt.

Die angegebene hohe Messgenauigkeit über den ganzen Messbereich wird durch das System "Rückführbarkeit auf internationale Normale" gewährleistet, das Mitutoyo als führender Hersteller von Präzisionsmessgeräten und -maschinen etabliert hat.



Laser Scan-Mikrometer bei einem Messvorgang: Das neue Modell "LSM-6902H" gehört weltweit zu den genauesten in seiner Messbereichsklasse. *Bild: Mitutoyo*

Wie viele weitere Modelle aus dem Sortiment an Laser Scan-Mikrometern von Mitutoyo wird auch das LSM-6902H ab Werk mit einer einfach zu bedienenden und leicht ablesbaren Anzeigeeinheit ausgeliefert. Darüber hinaus lassen sich Daten auch von der Anzeigeeinheit zu einem externen Gerät – etwa einem PC – exportieren. Die leistungsfähige, kostenlose "Quick Tool"-Software erlaubt sogar das Speichern der Messdaten im CSV-Format, was das Verarbeiten mit "Microsoft Excel" möglich macht. www.mitutoyo.de



Die neue Qualitätssicherung

Fehlerprävention leicht gemacht

- **⊘** Wissen präventiv nutzen
- **⊘** Prozesse nachvollziehbar optimieren

Unsere CAQ-Lösung unterstützt Sie effektiv und nachhaltig bei der Erreichung Ihrer Qualitätsziele – mit einer innovativen Technologie, die ideal für die Praxis ausgelegt ist. Schöpfen Sie das volle Informationspotenzial aus und heben Sie Ihre Prozess- und Produktqualität auf ein neues Level.



Gezielte interne Maßnahmen sorgen für ein "gelebtes" Managementsystem

QM ist für alle da

Um die komplexen Forderungen der Norm ISO 9001 zu erfüllen, setzen viele Unternehmen auf ein softwarebasiertes Qualitätsmanagement-System – oft unter dem Dach eines Integrierten Managementsystems (IMS). Damit dieses die angestrebten Ziele erfüllt, ist die Akzeptanz der Mitarbeiter, die es im Arbeitsalltag anwenden sollen, entscheidend.

TEXT: Stephan Killich

erschiedene Studien – zum
Beispiel die VDI-Zentrum
Ressourceneffizienz-Studie
"Managementsysteme und
das Management natürlicher Ressourcen" vom
Februar 2017 – belegen, dass ein funktionierendes Qualitätsmanagement (QM)
ein echter Wettbewerbsvorteil ist. Jedoch
muss ein QM-System oder ein IMS "gelebt werden" – und das gelingt nur, wenn
der Nutzen gut erkennbar ist. Je deutlicher die Arbeitserleichterung ausfällt,
desto höher ist auch die Zustimmung.

Die Auswahl der idealen Software, die einfach in der Bedienung ist und mit der sich die QM-Anforderungen einer Organisation optimal umsetzen lassen, ist der erste Schritt. Dann gilt es, ein wirklich gelebtes System zu errichten, das ganz selbstverständlich im "normalen Arbeitsalltag" angewendet wird. Den Qualitätsmanagern kommt hierbei die Aufgabe des Mittlers zu. Interne Marketingmaßnahmen, zielgruppenspezifisch platziert, unterstützen diesen Weg, Bild 1.

Etabliertes Aida-Modell nutzen

Dr. Iris Bruns aus der Geschäftsführung des Aachener Softwareentwicklers Con-Sense empfiehlt, zunächst die verschiedenen Zielgruppen im Unternehmen sowie deren Erwartungen, Bedürfnisse und Wünsche im Zusammenhang mit der Einführung des Systems zu definieren, um sie gezielt anzusprechen: "Die Interessen sind sehr unterschiedlich. Die Geschäftsführung möchte zum Beispiel durch eine

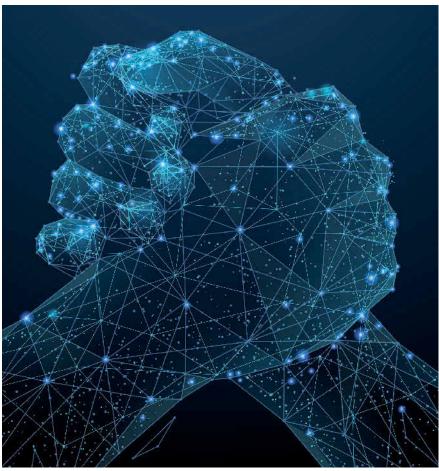


Bild 1. Der Softwareanbieter aus Aachen empfiehlt: Gezieltes internes Marketing verhilft Qualitätsmanagement zu Akzeptanz. *Bild: Anton Khrupin anttoniart/shutterstock.com*

Kosten-Nutzen-Rechnung überzeugt werden, Prozessverantwortliche wünschen sich unter anderem transparente Abläufe, klar definierte Zuständigkeiten und kontrollierbare Maßnahmen. Mitarbeiter wollen schnell eine spürbare Erleichterung in

ihrer täglichen Arbeitsroutine erkennen. Daraus lassen sich kreative QM-Marketing-Maßnahmen entwickeln, die – zielgruppenspezifisch eingesetzt – am wirkungsvollsten sind."

Dabei bietet es sich an, nach etablierten Marketing-Modellen wie "Aida" beziehungsweise "Customer Journey" vorzugehen, welche eine Vorgehensweise nach den vier Schritten "Aufmerksamkeit, Interesse, Bedarf, Fürsprecher" vorschlagen.

Interesse wecken

Neben den Empfehlungen der klassischen Fachliteratur sowie einer einfachen und intuitiven Navigation und Suche lassen sich originelle Anreize zur Nutzung des Systems einsetzen, die auf den ersten Blick nichts mit QM zu tun haben müssen. ConSense hat für die Anwender weitere Ideen entwickelt. Sie stellt für Kunden zum Beispiel kostenlose Plugins bereit, also einfach integrierbare Zusatzmodule. Diese können Tippspiele zu großen Sportereignissen, Adventskalender mit 24 Türchen oder firmeninterne Gehwettbewerbe enthalten. Sie erzeugen spielerisch Aufmerksamkeit für das QM-System, geben Anstoß zur Nutzung und steigern die Zugriffe deutlich. Mit der Teilnahme bewegen sich die Mitarbeiter automatisch in der Welt ihrer Prozesse, Dokumente und relevanten QM-Informationen. Die gesteigerte Reichweite lässt sich dann auch für die Platzierung von relevanten QM-Inhalten nutzen.

Bedarf erzeugen durch echte Mehrwerte

Ist das Interesse für das Managementsystem geweckt, sollten die Inhalte für das operative Geschäft eines jeden Anwenders so aufbereitet sein, dass dieser einen Mehrwert im Arbeitsalltag erkennt, **Bild 2**. Neben einem anwendungsfreundlichen Grundkonzept ist die genaue Abbildung des betrieblichen Alltags ein weiterer Erfolgsfaktor.

Zu echten Mehrwerten zählen auch Angebote, die gezielt die unterschiedlichen Nutzergruppen ansprechen. Hierzu bietet die ConSense-Software zum Beispiel ein individuell zusammenstellbares Dashboard, mit dem sich Geschäfts- oder Abteilungsleitung die wichtigsten Kennzahlen des Unternehmens, die als Entscheidungshilfen dienen, zusammenstellen können. Lesezeichen für oft genutzte Prozesse und Dokumente oder Themen-Abonnements für Wiki-Artikel erleichtern der Belegschaft die Alltagsroutine.

Außerdem ist eine aktive Einbindung der Mitarbeiter in die Gestaltung des



Bild 2. Ein anwendungsfreundliches Gesamtkonzept mit echten Mehrwerten für die unterschiedlichen Nutzergruppen – dadurch entsteht eine spürbare Arbeitserleichterung und die Anwendung wird selbstverständlich. *Bild: GaudiLab/shutterstock.com*

QM-Systems sehr wirkungsvoll. Hier setzen die Experten von ConSense auf etablierte Social-Media-Technologien. "Bewährt sind Funktionen zu Prozessen oder Dokumenten, mit denen die Mitarbeiter diese bewerten oder Anmerkungen machen können. Denkbar sind aber auch Diskussionsforen zu ausgewählten Themen", so Dr. *Bruns*.

Weitere Möglichkeiten sind der Aufbau eines firmeninternen "Wiki", einer softwareunterstützten Wissensdatenbank, in der sich unternehmensinternes Wissen sammeln, abrufen und weiter ausbauen lässt. Ein gut funktionierendes, aktiv genutztes Wiki, eingebunden in ein Social-QM-Konzept, motiviert Mitarbeiter zu Eigeninitiative und Mitgestaltung und bindet sie noch intensiver in die Gestal-

tung des Managementsystems ein. Zudem treibt die Teilhabe den kontinuierlichen Verbesserungsprozess voran. Das Ergebnis ist ein gelebtes QM-System, das von den Mitarbeitern gut angenommen und gerne genutzt wird.

www.consense-gmbh.de



Dr. S t e p h a n K i l l i c h ist Geschäftsführer der ConSense GmbH in Aachen. Bild: ConSense





Bild 1. Fräsen, Drehen und Gewindefertigen in einer Aufspannung erlaubt das 5-Achs-Bearbeitungszentrum "Reiden RX 18", auf dem auch das "QuickLock"-System zum Einsatz kommt. Auf dem Torquemotor-getriebenen Rundtisch lassen sich Teile bis zu 2200 mm Durchmesser bearbeiten. Bild: Emuge-Franken/Wolfgang Bahle

Fertigungstechnik-Dienstleister wird bei der Gewindeherstellung flexibler und schneller

Werkzeugwechsel blitzschnell per Hand

Bei Wolf in Kalchreuth dominieren mittlere und große Teile das Fertigungsgeschehen. Bei den Gewindewerkzeugen kommen ausschließlich Tools von Emuge zum Einsatz, ebenso beim Wechselsystem mit "Softsynchro QuickLock". Damit lässt sich das voreingestellte Werkzeug rasch per Hand wechseln, die Aufnahme bleibt dabei in der Spindel.

TEXT: Wolfgang Bahle

n der Einzel- und Projektfertigung, die beispielsweise im Werkzeug- und Vorrichtungsbau oder in der Großteilebearbeitung vorherrscht, werden freie Magazinplätze auf der Maschine schnell zur Mangelware. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn nach dem Schruppen und Fertigfräsen komplexer Geometrien in derselben Aufspannung noch zahlreiche Gewinde in diversen Durchmessern herzustellen sind. Hinzu

kommt die Forderung nach Flexibilität, was gerade bei der Gewindeherstellung manchmal ein manuelles Eingreifen erfordert – beispielsweise wenn an schwer zugänglichen Stellen zusätzliche Schaftverlängerungen benötigt werden. Vor dieser Situation standen auch die Mitarbeiter der Firma W. Wolf (siehe Textkasten) im 10 km nordöstlich von Nürnberg gelegenen Kalchreuth. Der Dienstleister mit 60 Mitarbeitern hat sich auf die Bear-

beitung von mittleren bis großen Werkstücken im Kundenauftrag spezialisiert.

Der Anwender

"Wir sind bei unseren Werkstücken in der Gewichtsklasse zwischen 100 kg und 5 t zu Hause, wobei das Maximalgewicht aktuell noch durch den Deckenkran begrenzt wird", sagt *Klaus Trescher* und zeigt als Beispiel auf einen über 3 m langen

Bogenzylinder mit etwa 800 mm Durchmesser für den Verpackungsdruck. Trescher ist Betriebsleiter beim fränkischen Familienunternehmen, das sich überwiegend auf Neuanfertigungen für zahlreiche Branchen, aber auch auf Reparaturteile fokussiert. Im spanenden Bereich spielt sowohl das Drehen von bis zu 6000 mm langen Teilen als auch das Fräsen und Bohren eine wichtige Rolle, wofür 4- und 5-Achs-Maschinen diverser Hersteller zur Verfügung stehen, die Werkstücke bis zu einer Länge von 4200 mm aufnehmen können. Die benötigten NC-Programme werden direkt vom 3D-CAD-Modell mit dem CAM-System "Topsolid" (Missler) abgeleitet.

Fräsen und Drehen in einer Aufspannung

"Wichtig ist für uns die Komplettbearbeitung, sowohl beim Fräsen als auch beim Drehen", erklärt Trescher und bleibt vor einem Bearbeitungszentrum stehen, dass die Größe eines kleineren Einfamilienhauses erreicht. Auf der "RX 18" des Schweizer Spezialisten Reiden, Bild 1, ist Fräsen, Drehen und selbstverständlich auch das Gewindefertigen in einer Aufspannung möglich. Auf dem von einem Torquemotor angetriebenen Rundtisch lassen sich rotationssymmetrisch Teile bis zu 2200 mm Durchmesser herstellen, ebenso prismatische Werkstücke, mit bis zu fünf Achsen. "Das ist aktuell eines unserer Flaggschiffe, zusammen mit der ,WFL M100 Millturn', einem Dreh-Fräszentrum, das ebenso gut 5-achsig fräsen wie drehen kann." Bearbeitet werden darauf Teile, die bis zu 5500 mm lang sein dürfen, bei bis zu 900 mm Durchmesser.

"Ebenso wie auf allen unseren anderen CNC-Fräszentren setzen wir auf diesen beiden Maschinen zur Gewindeherstellung seit einiger Zeit Softsynchro Quick-Lock ein." Das Wechselsystem des fränkischen Herstellers Emuge-Franken, Bild 2, hat sich im Fertigungsalltag bei Wolf bewährt. Das noch relativ neue System gestattet einen besonders schnellen manuellen Wechsel des Gewindewerkzeugs, ohne dass die ganze Aufnahme aus der Maschine herausgenommen werden muss. Gewinde werden bei Wolf (abhängig vom Bauteil, Werkstoff, Branche und Kundenvorgabe) vorwiegend geschnitten, aber auch gefräst, am liebsten aber - wo es möglich ist - geformt.



Bild 2. "Softsynchro QuickLock" ist mit einer Schnellwechselaufnahme ausgestattet. Der Softsynchro-Teil mit seinem Minimallängenausgleich verbleibt in der Spindel – nur die Einsätze mit den zuvor gespannten und gemessenen Gewindewerkzeugen werden gewechselt. Bild: Emuae-Franken

"Neben anderen Werkstoffen verarbeiten wir vorwiegend Stähle. Die Herausforderung sind dabei Sonderstähle, die bei uns schon mal mit 35 % bis 40 % Chrom, 30% Nickel und mit 7% Wolfram legiert sein können", erläutert Trescher. "Deshalb legen wir viel Wert auf die Qualität der Werkzeuge, weshalb wir beim Thema Gewinde schon seit vielen Jahren ausschließlich auf Emuge setzen." Neben den Multi-Gewindebohrern werden bei Wolf auch die Gewindeformer der "InnoForm-Steel M"-Reihe, Bild 3, eingesetzt. Die neue Geometrie mit mehr Schmiernuten sowie die verbesserte TiN-Beschichtung haben dazu beigetragen, dass Wolf hinsichtlich Gewindequalität, Standzeit und Prozesssicherheit noch einmal einen Schritt weiter gekommen sei, wie der Betriebsleiter hervorhebt.

Die Aufnahme verbleibt in der Spindel

Für eine hohe Gewindequalität tragen zudem die Softsynchro-Spannfutter von Emuge bei, die mit ihrem Minimallängenausgleich den Zug-Druckausgleich beim Umkehrspiel der (synchron gesteuerten) Maschinenspindel übernehmen. "Das Futter ist ja bereits seit vielen Jahren bekannt", meint Michael Klügl von Emuge-Franken, der als Außendienstmitarbeiter



Bild 3. Dank der neuartigen Geometrie und der optimierten TiN-Beschichtung setzt "InnoForm Steel-M" Maßstäbe bei der Prozesssicherheit in Stahlwerkstoffen mit einer Zugfestigkeit bis 1400 N/mm². Radiale Kühlschmierstoff-Austrittsöffnungen bewirken eine noch bessere Leistung bei Durchgangslöchern. Bild: Emuge-Franken

den Kunden Wolf seit mehreren Jahren betreut, **Bild 4**. "Softsynchro QuickLock ist das gleiche System wie das Softsynchro-Futter, was durch eine Schnellwechselaufnahme ergänzt wurde." Dabei bleibt der Softsynchro-Teil mit seinem Minimallängenausgleich in der Spindel – nur die Einsätze mit den zuvor gespannten und gemessenen Gewindewerkzeugen werden gewechselt, und zwar ohne Montagewerkzeug einfach per Hand.

Bei den Einsätzen gibt es zwei verschiedene Typen: Während die an ihrem roten Ring erkennbaren "EM"-Einsätze jeweils nur einen bestimmten Schaftdurchmesser aufnehmen (zum Beispiel 8 mm für M8 beziehungsweise M11), verfügen die schwarzen "EM-Z"-Einsätze über Spannzangen, in die sich auch unterschiedliche Durchmesser einsetzen und in der Länge justieren lassen. Ein niedriges Radialspiel von Einsatz und Werkzeugaufnahme sorgt zudem für eine sehr hohe Präzision des hermetisch gegen Verschmutzung abgedichteten Schnellwechselsystems. "Das spart Futterplätze in der Maschine und ich muss nicht immer das Magazin anwählen, was gerade in der Einzelfertigung oft Vorteile hat", benennt Klügl zwei wichtige Vorteile des Systems, das Gewindewerkzeuge von M4 bis M20 aufnehmen kann und für alle gängigen Maschinenanschlüsse zur Verfügung steht.



Bild 4. Wolf-Betriebsleiter *Klaus Trescher* (links) und *Michael Klügl*, Außendienstmitarbeiter von Emuge-Franken; im Hintergrund ist das Display des Werkzeug-Voreinstellgeräts von Zoller zu sehen. *Bild: Emuge-Franken/Wolfgang Bahle*



Wie gut das bei Wolf funktioniert, beschreibt *Trescher* so: Der Mitarbeiter würde am Werkzeug-Voreinstellgerät (von Zoller) beispielsweise sechs verschiedene Gewindebohrer messen, die bereits in die QuickLock-Einsätze gespannt sind. "Das funktioniert 'ruckzuck', denn ich benötige keinerlei Montageschlüssel oder Ähnliches." Dabei werden die jeweiligen Einsätze zusammen mit immer demselben SoftSynchro-Futter jeweils einzeln vermessen. "Auf einem Aufkleber, den er ausdruckt und auf den Einsatz klebt, sind nun die Information über die jeweilige Länge und den Durchmesser vermerkt."

Die einzelnen Längen gibt der Mitarbeiter dann zusammen mit den zugehörigen Gewindegrößen in die CNC ein und ordnet diese Werte dem NC-Programm zu. Begonnen wird mit den Fräsarbeiten, dann folgen die Kernbohrungen und anschließend werden alle Gewinde nacheinander unter Einbeziehung des Quick-Lock-Wechselsystems hergestellt.

"Auch dies läuft superschnell ab. Wenn M5 fertig ist, geht der Mitarbeiter "nur noch her und sieht in der Steuerung: Jetzt kommt M6. Also M5 raus, M6 rein und draufdrücken." Auf diese Weise wird bei allen Gewindegrößen fortgefahren. "Die einzelnen Steps des NC-Programms – 10, 11, 12 und so weiter – kommen am Display nacheinander runter. Und bei allen Steps ist jeweils die tatsächliche Länge inklusive des Futters hinterlegt."

Eindeutiger Zeitvorteil und weniger Kosten

Alles läuft also quasi ab wie ein maschineller Werkzeugwechsel, aber eben per Hand. "So sparen wir zum einen Equipment und Magazinplätze, vor allem



Bild 5. Das QuickLock-System mit einer Schaftverlängerung am Werkzeugmontageplatz: Der hochpräzise und mit Spannzangen ausgerüstete "EM-Z"-Einsatz kann werkzeuglos gewechselt werden. *Bild: Emuge-Franken/Wolfgang Bahle*

aber sind wir gegenüber früher deutlich flexibler und schneller geworden", sagt *Trescher*. Das beträfe den manuellen Wechsel von Gewindewerkzeugen ebenso wie zum Beispiel die Verwendung von Schaftverlängerungen, **Bild 5**. "Denn ich muss nur ein einziges Mal messen, die Länge verändert sich ja erst, wenn ich das Gewindewerkzeug wieder aus dem Einsatz ausspanne."

Stimmen alle Parameter, würde sich mit QuickLock ein Gewindewerkzeug in nur 20 s wechseln lassen. Den Zeitvorteil gegenüber früher schätzt der Betriebsleiter auf rund 20 %. Zudem gäbe es Einsparungen bei den Kosten für die Längenausgleichsfutter. "Wo ich vorher bei fünf verschiedenen Gewinden fünf Softsynchro-Futter im Magazin hatte, benötige ich heute nur noch eins", rechnet *Trescher* vor. Hinzu käme zwar die die Anschaffung der fünf Einsätze, "da die Ausgleichsfutter aber rund viermal teurer sind, beträgt der Kostenvorteil in diesem Fall sogar rund 75 %."

www.emuge-franken.de

WOLF FERTIGUNGSTECHNOLOGIE

Die W. Wolf GmbH, die auf eine über 45-jährige Geschichte verweisen kann, wird heute in der zweiten Generation von *Roland Wolf* geleitet. Das Familienunternehmen hat sich auf die Bearbeitung von mittleren und großen Werkstücken spezialisiert. Das Spektrum erstreckt sich vom Drehen und Fräsen bis hin zum Schleifen und Finishen in allen seinen Ausprägungen. Eine weitere Dienstleistung ist das thermische Beschichten von Neu- als auch von Reparaturteilen. Hinzu kommen diverse Schweißverfahren, das dynamische Wuchten, das Kaltrichten sowie Konstruktionsdienstleistungen mit den hauseigenen 3D-CAD-Systemen "Solidworks" und "Spaceclaim". Regelmäßig beliefert werden aktuell rund 60 Kunden aus unterschiedlichen Branchen wie Eisenbahn- und Energietechnik, Ölindustrie, der Vorrichtungsbau oder – mit einem Anteil von derzeit 50 % am Umsatz – Hersteller von Druckmaschinen. *www.fertigungstechnologie.de*



Wolfgang Bahle ist freier Fachjournalist in München und Inhaber des Redaktionsbüros Avisio. Bild: Wolfgang Bahle



Ein homokinetisches Gelenk überträgt Drehmoment und Winkelgeschwindigkeit gleichmäßig von der Antriebswelle auf eine dazu im Winkel angebrachte zweite Welle. Bild: Horn/Sauermann

Höhere Prozesssicherheit für das Werkzeugsystem

Neue Schicht – mehr Leistung

Mehr als zwei Jahre lang optimierten und testeten die Verantwortlichen von GKN-Driveline in Offenbach und die Werkzeugexperten von Horn aus Tübingen gemeinsam an einer Fertigungsaufgabe. Das Ziel lautete: Prozessoptimierung der Fräsbearbeitungen an homokinetischen Gelenken für die Automobilindustrie.

TEXT: Nico Sauermann

it 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.

Wichtiges Automobilbauteil

In jedem Automobil kommen sie zum Einsatz: homokinetische Gelenke, die auch Gleichlaufgelenke genannt werden. Das Gelenk dient zur gleichmäßigen Übertragung des Drehmoments und der Winkelgeschwindigkeit von der Antriebswelle auf eine dazu im Winkel angebrachte zweite Welle. Es überträgt also 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 50° übertragen. Neben Kugel-Festgelenken kommen auch Gleichlauf-Verschiebegelenke zum Einsatz. Sie erlauben neben der Winkel- 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 Laufbahnen zeichnen sich durch eine sehr geringe Fertigungstoleranz und eine hohe zu erreichende Oberflächengüte aus. "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".

Permanente Prozessoptimierungen

In einem Antriebsstrang kommen Kugel-Festgelenke und Kugel-Verschiebegelenke zum Einsatz. Die Kugelbahnen fräsen die Offenbacher in den Gelenkzapfen, Bild 1, das Gelenkstück und die Kugelnabe, Bild 2. "Aufgrund der hohen Stückzahlen arbeiten wir ständig an kontinuierlichen Verbesserungsprozessen", so Lotz. Der erste Optimierungsschritt gelang den Verantwortlichen 2011 mit dem Umstieg von einer zentral verschraubten Schneidplatte zum Wechselkopfsystem "SX". Der Produktspezialist und Anwendungstechniker von Horn, Thomas Kühn, erinnert sich: "Durch die Umstellung auf das SX-System



Bild 1. Das Fräsen des Gelenkzapfens läuft dank der hochwarmfesten neuen Beschichtung "AK6" jetzt schneller und mit höherer Präzision ab. *Bild: Horn/Sauermann*



Bild 2. Fräsen der Kugelnabe: Das jetzt genutzte Wechselkopfsystem "SX" erlaubt einen einfachen Wechsel des Schneidkopfes. *Bild: Horn/Sauermann*

konnten wir die Ausbringung der Bauteile um ein Drittel erhöhen. Die Einsparung eines Bearbeitungsschritts addierte sich mit den deutlich höheren Standzeiten der SX-Werkzeuge."

Für die erneute Prozessoptimierung mit dem Ziel zur Erhöhung der Werkzeugstandmengen - 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.

Bisher beschichtete Horn die SX-Werkzeuge mit einer Aluminium-Chrom-Nitrid-basierten Schicht (AlCrN). Die Schichtdicke lag bei der alten Beschichtung bei $4\,\mu\text{m}$. Durch die gemeinsame Entwicklungsarbeit entstand die neue Beschichtung "AK6". Die hochwarmfeste Schicht hat eine sehr gute Haftung. Durch die Sputtertechnologie entstehen zudem keine Beschichtungs-Droplets. Das hat den Vorteil, dass die Werkzeugoberfläche

eine sehr glatte Struktur bietet, da Rauheiten und Fehlstellen der Werkzeugbeschichtung sich negativ auf die Standzeit auswirken.

Dank neuer Schicht Standzeit nahezu verdoppelt

"Wir testen neue Werkzeuge immer an Werkstücken, bei denen die Werkzeuge eine geringere Standmenge hatten – sozusagen als Härtetest", erzählt *Darius Kalesse*. Bei den ersten Versuchen mit der neuen Beschichtung zeigten sich schon schnell deutliche Verbesserungen. "Die Umstellung dauerte mit 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 Dicke von knapp $6\,\mu m$ erlaubt je nach Werkstück Standzeiterhöhungen zwischen $30\,\%$ und $70\,\%$.

Der Bearbeitungsprozess der Kugelbahnen gestaltet sich wie folgt: Jede Kugelbahn wird mit zwei Zustellungen gefertigt. Mit einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min 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 s und 50 s, 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

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 % einer der Marktführer in der Herstellung von Gelenkwellen und Seitenwellen. Der globale Zulieferer der führenden Fahrzeughersteller entwickelt, fertigt und liefert eine große Bandbreite an Antriebssystemen für alle Fahrzeugtypen – angefangen vom kleinen, kostengünstigen Pkw bis zum hochentwickelten Premiumfahrzeug mit anspruchsvollen Anforderungen an die Fahrdynamik. www.gknautomotive.com

der Kugelbahnfräser mit einer Formtoleranz von unter 0,005 mm. Das gestattet 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

Weitere Informationen

Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH, Horn-Str. 1, 72072Tübingen,Tel. 07071 / 7004-0, Fax 07071 / 72893, E-Mail: info@phorn.de, Internet: www.phorn.de Spannschraube 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 bedienungsfreundlich.

Seit dem Jahr 1996 arbeitet GKN mit Horn zusammen. In dieser langen Zeit konnten schon sehr viele kritische Zerspanungsaufgaben gelöst werden. Auch für Horn neue Technologien, 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 lautet das Resümee von *Lotz.*

Nico Sauermann arbeitet bei der Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn in Tübingen.

Werkzeuge und Rohlinge automatisch ausrichten

Für die korrekte Vorpositionierung von Werkzeugen und Rohlingen vor der Bearbeitung bietet Walter Maschinenbau, Tübingen, jetzt für alle seine Werkzeugschleif- beziehungsweise -erodiermaschinen mit "Robotlader" ein neues "Tool Vision System" an, Bild. Dieses System erfasst berührungslos die Ausrichtung des Werkzeugs beziehungsweise des Rohlings, welche zum Beispiel mit an der Stirn eingelöteten PKD (polykristalliner Diamant)-Platten, mit PKD-Venen oder mit Kühlkanälen versehen sind. Dabei geschieht die Erfassung automatisiert und in der Nebenzeit. Dies bedeutet eine signifikante Zeitersparnis gegenüber der manuellen Messmethode. eliminiert Fehler durch den menschlichen Faktor und vermeidet Beschädigungen am Werkzeug durch das berührungslose Verfahren. Das Tool Vision System ist fest in der Roboterzelle eingebaut und mit zwei Objektiven ver-



Das "Tool Vision System" erfasst Werkzeuge und Bauteile automatisiert sowie in der Nebenzeit. Bild: Walter Maschinenbau

fügbar. Das eine Objektiv eignet sich für Werkzeugdurchmesser von 1,7 mm bis 12 mm, das andere Objektiv für Werkzeugdurchmesser von 6 mm bis 32 mm.

www.walter-machines.de

In Europa auf Wachstumskurs

Seit der Eröffnung des modernen Test- und Demonstrationszentrums im Mai 2019 in Düsseldorf kommen auch die angekündigten Weiterentwicklungen bei ZCC Cutting Tools zügig voran. Persönlicher Kundenservice und der gezielte Ausbau technischer Lösungen ergänzen sich erfolgreich. Mit der kontinuierlich wachsenden Zahl an Produktentwicklungen aus der Düsseldorfer Forschungs- und Entwicklungsabteilung - vollständig synchronisiert mit dem Research & Development der Muttergesellschaft - wächst das Portfolio gezielt im Hinblick auf die Anforderungen europäischer Kunden.

Schon kurz nach der Vorstellung des Gesamtkatalogs 2019 hat ein 100-seitiger Neuheitenkatalog Premiere gefeiert, Bild. Die "EMO" war dafür die ideale Plattform. In diesem Format stellt swe Anbieter künftig komprimiert alle Neuheiten in der Zeit zwischen den Gesamtkatalogen vor. Während in früheren Jahren der Schwerpunkt bei Messen auf der Breite des Angebots lag, waren



Der 100-seitige Neuheitenkatalog wurde zur "EMO" erstmals vorgestellt. *Bild: ZCC Cutting Tools Europe*

zur EMO 2019 gezielt die Werkzeug-Highlights nach ISO-Materialgruppen zu sehen. Erstmals war die Marke "HP-Tec" mit einer Themeninsel für die Mikro-Zerspanung vertreten. Mit HP-Tec gibt es nun auch eine erste eigene Produktionsstätte in Deutschland. Die Mitgliedschaft im VDMA unterstreicht zusätzlich den Stellenwert, den Zusammenarbeit und Kooperation für den Werkzeugspezialisten haben.

Neue Kommunikationsplattform für Fertigungsunternehmen vorgestellt

Produktivität und Effizienz in der Werkzeugbereitstellung

Der Systemanbieter Zoller zeigte bei der "EMO" die konsequente Weiterentwicklung der "Zoller Solutions": Neuheiten in den Bereichen Einstell- und Messgeräte, "TMS" (Tool Management Solutions)-Software und "Smart-Cabinets"-Lagerlösungen. Ein weiteres Thema war die Automationstechnik für die Werkzeugbereitstellung.

TEXT: Stefanie Jerems

ank unterschiedlicher Lösungskonzepte können die Zoller Solutions für jede Anforderung in Kleinbetrieben bis zu großen Fertigungsunternehmen zum Einsatz kommen und die Wirtschaftlichkeit und Produktivität entscheidend erhöhen.

In drei Stufen zur Digitalisierung

Stufe 1 ist "zidCode" als neue Kommunikationsplattform für Fertigungsunternehmen, Bild 1. Ohne große Nachrüstungen an der Werkzeugmaschine, ohne hohe Investitionskosten und ohne langwierige Werkzeugdatenanlage lässt sich zidCode schnell und einfach in die Fertigung integrieren und bildet die Grundlage für die digitale Kommunikation zwischen Werkzeugmaschine, Einstell- und Messgerät sowie den Zoller-Lagersystemen (Smart Cabinets). Dafür muss jeder im Umlauf befindliche Werkzeughalter mit einer eindeutigen 2D-Codierung ausgerüstet sein. Der Bediener scannt den Code und die Werkzeugdaten stehen sofort zur Verfügung - sie können an die Maschinensteuerung übertragen werden.

Identifikation von Werkzeugen

Grundlage jeder digitalen und automatisierten Fertigung ist die eindeutige Markierung am Werkzeughalter zur Identifikation der Komplettwerkzeuge. Hier-



"Ihr Schlüssel zum Erfolg" lautete das Motto des Toolmanagementspezialisten zur "EMO". Bild: Zoller

für bietet Zoller das "idLabel". Dieses Etikett wird entweder direkt von Zoller bereitgestellt oder kann mithilfe des Druckers "idPrinter" lokal im Unternehmen erzeugt werden. Aufgrund der Harzbeschichtung und der sehr robusten Klebekraft ist es insbesondere für Industrieanwendungen geeignet sowie kostengünstig und flexibel nutzbar.

Komplette Datenverfügbarkeit

Komplettwerkzeuge lassen sich bereits in zidCode anlegen und inventarisieren. Wird der auf dem Werzeughalter befindliche Code gescannt, werden die zugehörigen Werkzeugdaten automatisch von der Datenbank "z.One" abgerufen und stehen damit beispielsweise an der Werkzeugmaschine zur Verfügung. Dort werden sie zunächst in ein steuerungsgerechtes Format umgewandelt und dann von der Steuerung eingelesen. Sind weitere Werkzeugdaten zu ergänzen, beispielsweise die Magazinplatznummer, so kann dies am Display stattfinden.

Die Historie eines jeden Werkzeugs lässt sich nun nachverfolgen – wie hinterlegte Angaben zu Reststandzeiten. Mit dem Zusatzmodul "Optimized Setup Sheet" können Werkzeugtauschlisten direkt an der Maschine generiert werden. Das Softwaremodul "Tool Break" meldet einen akuten Bedarf – beispielsweise nach Werkzeugbruch – direkt über den zid-Code an der Maschine in die Werkzeugbereitstellung. Das angeforderte Werkzeug erscheint sofort in der Anzeige des Einstell- und Messgeräts oder steht als Lagerauftrag an den Smart Cabinets zur Verfügung.

Datentransfer per Bluetooth

Neben dem einfachen, sicheren und komfortablen Datentransfer per Netzwerk lassen sich die Werkzeugdaten auch per Bluetooth-Technologie übertragen. In die-



Bild 1. Die Kommunikationsplattform "zidCode" sorgt für den schnellen und sicheren Werkzeugdatentransfer über den gesamten Fertigungsprozess. *Bild: Zoller*



Bild 2. Eine Musterfertigung zeigt das Zusammenspiel zwischen den Tool Management Solutions, den "Smart Cabinets", der kollaborativen Roboterassistenz und dem Einstell- und Messgerät. *Bild: Zoller*

sem Fall werden die Messwerte vom Einstell- und Messgerät auf einen in den Werkzeugwagen integrierten Speicherchip geschrieben. Erreicht der "idtransporter" mit den Werkzeugen die Maschine, werden die Daten nach dem Identifizieren des Werkzeugs im steuerungsgerechten Format an die Maschinensteuerung übertragen und stehen für die Fertigung zur Verfügung – jederzeit und überall.

Standardaufgaben auf Robotersystem übertragen

Sind die Werkzeugdaten digitalisiert, können sie in Stufe 2 auch zur Automatisierung von Standardabläufen eingesetzt werden. In einer rund 50 m² großen Musterfertigung kann der Besucher das Zusammenspiel zwischen der TMS-Software und den Smart Cabinets sowie den Einstell- und Messgeräten mit der Kommunikationsplattform zidCode und dem kollaborativen Robotersystem "cora" erleben, Bild 2.

Vom Kommissionieren des Auftrags über das Inventarisieren und Auffinden der Einzelkomponenten in den Smart Cabinets und der automatischen Bereitstellung bis hin zum Transport zur Maschine mithilfe des Roboters "coraArm" und des selbstfahrenden Werkzeugwagens "coraTransporter" ist der gesamte Fertigungsablauf dargestellt. Über eine "Smartwatch" hat der Bediener sämtliche Fertigungsabläufe stets im Blick und kann darüber von jedem Ort aus beispielsweise Aufträge und Prozesse freigeben.

Vollautomatisierte Werkzeugbereitstellung

Die dritte Stufe wird durch die vollautomatische Montage von unterschiedlichen Werkzeugsystemen beschrieben. Auf der Grundlage der digitalisierten Werkzeugdaten sind auch der Zusammenbau und die Messabläufe hinterlegt. Diese Daten werden in der "roboBox" genutzt. Das modular aufgebaute Automationssystem montiert auf minimaler Stellfläche alle gängigen Werkzeugsysteme und kann damit die Auftragsdurchlaufzeiten verkürzen. Zu den standardisierten Montageprozessen gehören Schrauben, Schrumpfen sowie Pressen von Werkzeugen. Eine vorgeschaltete Reinigung sorgt für die exakte Vorbereitung; die anschließende Vermessung der Geometriedaten und der Wuchtgüte für die Bereitstellung der für die Fertigung notwendigen Daten.

Mit "torquematic" wird die Bereitstellung von Werkzeugen mit Spannzangenfuttern automatisiert. Dieses neu entwickelte Einstell- und Messgerät ist mit einer Hochgenauigkeitsspindel mit Dual-Antriebstechnik ausgerüstet. Damit lassen sich Spannzangenschraubverschlüsse mit Drehmomenten von über 100 Nm vollautomatisch spannen und lösen sowie gleichzeitig Geometriedaten µm-genau ermitteln. Mit einem Schnellwechselsystem lässt sich die Spanneinheit in Sekundenschnelle auf die jeweilige Spannzangenverbindung einrichten.

Für die automatische Montage von Werkzeugen mit horizontal angeordneten Spann- und Verstellschrauben (Zylinderschaft-Tools mit Weldon-Fläche oder hydraulische Spannfutter) gibt es mit "screwmatic" eine Lösung. Mit drei CNC-gesteuerten Linearachsen und einer drehmomentkontrollierten Schraubachse kann jede Schraubposition μ m-genau angefahren und der Schraubvorgang exakt ausgeführt werden. Für das automatisierte Schrumpfen hat der Anwender nun die Wahl zwischen den Einstell-, Mess- und Schrumpflösungen "redomatic 400" und "redomatic 600".

Die Zoller-Messgerätesoftware "pilot" war erstmalig im neuen Design und mit neuen Funktionalitäten zu sehen. Eine weitere Neuheit: die Werkzeugverwaltung der TMS-Software läuft jetzt webbasiert ab. Von jeder Art Endgerät – wie PC, Tablet oder Smartphone – lässt sie sich über gängige Internetbrowser flexibel ohne Vorinstallation abrufen und bedienen.

Weitere Informationen

E. Zoller GmbH & Co. KG, Gottlieb-Daimler-Str. 19, 74385 Pleidelsheim, Tel. 07144 / 8970-0, Fax 07144 / 8060 807, E-Mail: post@zoller.info, Internet: www.zoller.info



Dr. S t e f a n i e
J e r e m s arbeitet in der
Technischen Redaktion bei
Zoller in Pleidelsheim.

Alle Produktdaten - gebrauchsfertig im e-Katalog

Werkzeugdaten auf einen Klick

Fehlende Merkmale? Nachmessen von Längen und Durchmessern? Parameter per Hand nachtragen? – alles Vergangenheit. Im neuen "Walter e-Katalog für TDM" finden Anwender in Konstruktion, Planung, NC-Programmierung, Einkauf und Shopfloor vollständige Sachmerkmale, 2D-Zeichnungen, 3D-Modelle und sogar Fotos.

in gutes Produkt allein genügt heute nicht mehr. Den Anwendern müssen auch die passenden Produktdaten zur Verfügung gestellt werden – je umfassender, desto besser. Mit dem neuen Walter e-Katalog für TDM heben der Werkzeugspezialist Walter und TDM Systems Anwenderorientierung "auf ein neues Level".

Der Katalog ist das Resultat einer idealen Zusammenarbeit: auf der einen Seite von TDM mit fundierten Erfahrungen im Bereich CAD/CAM-Systeme und dem Wissen, welche Merkmale benötigt werden. Und auf der anderen Seite Walter, wo akribisch rund 400 000 fehlende Produktdaten aus verschiedenen Quellen recherchiert und an TDM übermittelt wurden. Konstantinos Bountolas, Manager Product Data Solutions bei Walter, und Uwe Sauer, Manager strategische Projekte bei TDM Systems, Bild, fassen ihre Kooperation zusammen: "Mit dem Katalog haben wir qualitativ und quantitativ Maßstäbe gesetzt. Die Produktdaten sind gebrauchsfertig, die Anwender müssen nicht mehr nacharbeiten."

Die Neuheiten in Kürze

Eine der wichtigsten Änderungen sind die Sachmerkmalslisten. Der Katalog umfasst aktuell nahezu 42 000 Werkzeugdatensätze mit insgesamt 505 000 Merkmalen. Zuvor waren es lediglich 100 000 Merkmale. Früher wurden für viele Artikel nur die allernötigsten Parameter ausgewiesen, zum Beispiel Bestellnummer, Bezeichnung und Modell. Wenn Sachmerkmale fehlen, die das CAD/CAM-System benötigt, bedeutet das zusätzliche Arbeit für die Anwender. "Jetzt gibt es für alle bekannten CAD/CAM-Systeme vollständige Merkmalslisten: Schneiddurch-



Die Kooperationspartner haben mit dem gemeinsam erstellten "e-Katalog" neue Maßstäbe gesetzt: Konstantinos Bountolas, Manager Product Data Solutions bei Walter (rechts), und Uwe Sauer, Manager strategische Projekte bei TDM Systems. Bild: Walter/TDM

messer, Auskraglänge, Schneidenlänge, Drehrichtung und weitere – 20 Parameter im Durchschnitt, alles was ein CAD/ CAM-System braucht", erklärt *Sauer*.

Ganz neu sind auch Produktfotos, die die Arbeit von Anwendern, zum Beispiel in der Logistik, effektiv leichter machen. Sie unterstützen die Suche im Werkzeuglager und schaffen aufgrund ihres schnellen Wiedererkennungswertes Entscheidungssicherheit. Aus den gleichen Gründen orientieren sich auch Einkäufer gerne an Produktfotos.

Der neue Katalog bietet rund 40 000 DXF-Zeichnungen nach DIN/ISO. Diese leisten gerade beim Voreinstellen von Maschinen effiziente Hilfe. Optimiert und umfassend ergänzt wurde auch das bisherige Angebot an 3D-Modellen, die für die Simulations- und Kollisionsbetrachtung unverzichtbar sind. Der e-Katalog deckt mit rund 35 000 STP-Modellen alle Produktfamilien ab.

Digitalisierung steht ganz oben auf der Agenda

Als innovativer Partner für digitalisierte Prozesslösungen gehört Walter branchenweit zu den Vorreitern von Industrie 4.0. Die Idee: Auf Grundlage datenbasierter Fakten lassen sich Optimierungspotentiale schneller und punktgenauer identifizieren sowie Prozesse effizienter steuern und verbessern. Der Kundennutzen steht bei allen digitalen Lösungen im Vordergrund - dieses Ziel wird konsequent und auf allen Ebenen verfolgt. Der e-Katalog steht als Download für angemeldete User unter waltertools.com zur Verfügung. Er kann auch über den Walter-Vertrieb oder direkt bei TDM angefordert werden.

www.walter-tools.com www.tdmsystems.com

Bohren in neuen Dimensionen

Der neue Ratiobohrer "RT 100 XF" von Gühring, Albstadt, zeichnet sich durch besondere Leistungsfähigkeit und qualitativen Vorsprung aus. Das eigens für dieses Werkzeug entwickelte Hartmetall schafft durch die einzigartige Kombination aus Wolframcarbid und Kobalt die "Gratwanderung" zwischen Härte und Zähigkeit. Das spezielle Gefüge dieses Verbundschneidstoffs verfügt über einen Nachschärfeffekt. Große Ausbrüche, die den Verschleiß am Werkzeug beschleunigen, finden nicht mehr statt. Das bewährte "nanoFire"-Beschichtungssystem enthält neben Titan und Stickstoff auch Aluminium und zeichnet sich durch hohe Härte sowie gute thermochemische Beständigkeit aus. Die eigens konzipierte Vor- und Nachbehandlung glättet die Beschichtung und gestaltet sie dadurch deutlich robuster. Der robuste Kegelmantelanschliff und die konkave Hauptschneide machen den RT 100 XF zu einem außerordentlich stabilen Bohrwerkzeug zur Anwendung in der Stahlbearbeitung sowie für rostfreie Stähle, Gusseisen, Sonderlegierungen und gehärtete Stähle (45 HRC). Vier Führungsfasen greifen extrem früh, perfektionieren damit die Koaxialität, sichern eine perfekte Bohrungsqualität, verbessern die Geradheit und Oberfläche, Bild - und sind deshalb bereits ab 5xD Standard. Die dritte und vierte Stützfase sorgen für eine hervorragende Laufruhe. Der Span fließt durch die polierten Spannuten noch schneller ab, schont dabei die Bohrungsoberfläche und reduziert gleichzeitig signifikant die Bearbeitungstemperatur. Die Mikrogeometrie, in Form einer Schneidkantenverrundung, sorgt für homogene und stabile Schneidkanten. Der Hersteller gewährleistet eine µm-genaue Reproduzierbarkeit. Originalqualität wird in den hauseigenen Nachschleif- und Nachbeschichtungszentren wiederhergestellt. www.guehring.de



Mithilfe einer gesamtheitlichen Betrachtung des neuen Werkzeugs wurde insbesondere das Finishing optimiert, sodass eine optimale Verbindung zwischen dem Hartmetall und der Schicht entsteht. Bild: Gühring

Schneidplatten mit runder Geometrie

Sandvik Coromant, Düsseldorf, Weltmarktführer für Werkzeuge und Zerspanungslösungen, erweitert sein "CoroCut QD"-Werkzeugsortiment zum Ab- und Einstechen um Wendeschneidplatten (WSP) mit runder Geometrie (-RM), Bild. Diese gestatten das Profilieren mit langen Überhängen in schmalen Nuten, Weitere Anwendungen sind das Außenprofilieren, die Erzeugung von Aussparungen und Hinterschnitten sowie die Möglichkeit, nicht-lineares Drehen und Nuten mit vollem Radialboden zu verwenden. Zu den Einsatzvorteilen gehören eine bessere Standzeit- und Spankontrolle mit einem festen WSP-Sitz, interner Kühlmittelzufuhr von unten und oben (für verbesserte Prozesssicherheit und Spanabfuhr) sowie die Möglichkeit des Einsatzes mit einem Y-Achsen-Stechwerkzeug. Ein Kundenfallbeispiel zeigt anschaulich die potentiellen Vorteile: Ein Schaft aus dem



Die neuen runden Schneidplatten dienen zum zum Ab- und Einstechen. *Bild: Sandvik Coromant*

legierten Stahl 1.7225 (42CrMo4) erforderte das Einstechen auf einer Niles-Simmons "N30"-CNC-Drehmaschine. Der Einsatz eines CoroCut QD-Halters mit WSP in -RM-Geometrie anstelle einer Konkurrenzlösung verdoppelte die Standzeit bei deutlich besserer Spankontrolle. Die Schnittdaten waren für beide Werkzeuge identisch: 290 min⁻¹ Spindeldrehzahl, bis 180 m/min Schnittgeschwindigkeit, 0,3 mm Vorschub, 2.7 mm axiale Schnitttiefe. Drei Sorten stehen zur Verfügung: "GC1125" ist ideal für das Schlichten in allen Materialien sowie für bestimmte Schruppoperationen in Nichteisenmetallen, hitzebeständigen Superlegierungen (HRSAs) und Titan. "GC1135" ist die erste Wahl für das Schruppen in Edelstahl und HRSAs. Ebenfalls angeboten wird die Sorte GC4335 zum Schruppen von Stahl- und Gusswerkstücken. Das Sortiment ist in den vier WSP-Größen 3 mm, 4 mm, 6 mm

www.sandvik.coromant.com

und 8 mm erhältlich.

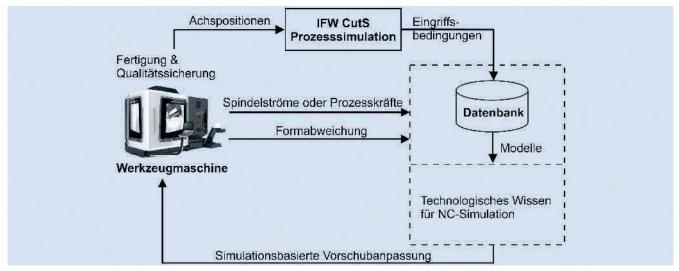


Bild 1. Methode zur automatischen Vorschubanpassung anhand von Qualitätsdaten: Bestandteile des Assistenzsystems. Bild: IFW

Simulationsunterstütztes Assistenzsystem für die Prozessplanung

Automatische Vorschubanpassung unter Berücksichtigung des Werkzeugverschleißes

Die in der spanenden Bearbeitung auftretenden Prozesskräfte sind mit einer Abdrängung des Werkzeugs verbunden, die zu Formabweichungen führt. Neben den Prozessstellgrößen wie Vorschub, Eingriffsbreite und -tiefe oder Schnittgeschwindigkeit hat der Verschleißzustand des Werkzeugs erheblichen Einfluss auf die Formabweichung beim Flankenfräsen.

Die Prozessplanung steht daher stets vor der Frage, welche Prozessstellgrößen unter Berücksichtigung des Werkzeugzustands ausgewählt werden müssen und ab wann ein Werkzeug gewechselt werden sollte.

TEXT: Berend Denkena, Julia Mainka, Marc-André Dittrich, Marcel Wichmann

m die beschriebene Aufgabe zu unterstützen, wird am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover in Kooperation mit Kennametal Shared Services ein Assistenzsystem entwickelt, das unter Berücksichtigung einer maximalen Formabweichung den Vorschub automatisiert anpasst und einen erforderlichen Werkzeugwechsel anzeigt. Die Vorteile des Systems liegen insbesondere in der Planung von individuellen Fräsprozessen.

Ausgangssituation

Zur Kompensation des Formfehlers während der Bearbeitung existieren unter anderem kraftbasierte Ansätze [1;2]. Allerdings müssen bei diesen und vergleichbaren Ansätzen die zu erwartenden Prozesskräfte für den gesamten Prozess bekannt sein. Dies stellt insbesondere bei Einzelteilen eine Herausforderung dar, da unwirtschaftliche Einfahrversuche nötig sind. Spezifisch angepasste Prozessstellgrößen bieten eine Möglichkeit zur Fehlerkompensation als Reaktion auf überhöhte Kräfte. Die resultierende

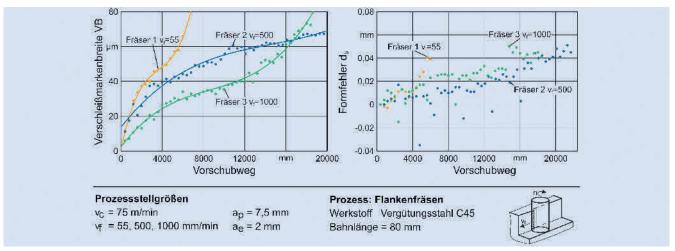


Bild 2. Versuchsergebnisse zu Freiflächenverschleiß und Formfehler. Bild: IFW

Prozesskraft ist jedoch zusätzlich abhängig vom aktuellen Werkzeugzustand.

Für die Prozessplanung ergibt sich damit die Herausforderung, die Prozessstellgrößen unter Kenntnis des aktuellen Werkzeugzustands auszulegen. Weiterhin stellt sich die Frage, bis zu welchem Zeitpunkt eine Anpassung der Prozessstellgrößen noch sinnvoll ist und ab wann ein Werkzeug gewechselt werden sollte. Eine weitere Herausforderung ist die Kenntnis des aktuellen Werkzeugzustands. In der Literatur finden sich zwar zahlreiche Ansätze zur maschinennahen Bestimmung des Werkzeugverschleißes [3], allerdings sind diese zumeist auf den Laborbetrieb beschränkt und anfällig gegenüber den harschen Bedingungen in Werkzeugmaschinen.

Zielsetzung und Konzept

Um die Prozessplanung zu unterstützen, entsteht am IFW ein Assistenzsystem für das Schaftfräsen, das den Vorschub automatisiert, unter Kenntnis eines zulässigen Formfehlers begrenzt und einen erforderlichen Werkzeugwechsel anzeigt. Hierdurch kann die geforderte Qualität eingehalten und zugleich die Standzeit des Werkzeugs, unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit, maximiert werden.

Das Assistenzsystem basiert auf einer Kombination der Materialabtragssimulation "IFW CutS" [4] und Modellen des Formfehlers auf Grundlage empirischer Daten. Hierfür werden Prozesskräfte – beziehungsweise alternativ Spindelströme – sowie gemessene Formfehler in eine Datenbank geschrieben. Ergänzt werden diese Daten um die tatsächlichen Eingriffsverhältnisse aus einer prozessparallelen Materialabtrag-Simulation. Durch diesen Ansatz ist es möglich, den Einfluss des Beschleunigungsverhaltens oder von Interpolationsfehlern der Werkzeugmaschine auf die Eingriffsverhältnisse korrekt zu berücksichtigen.

Der Werkzeugzustand wird durch ein einheitsloses Verhältnis charakterisiert. Dieses entspricht dem Quotienten aus dem Spindelstrom eines neuen, zuvor ungenutzten Werkzeugs und dem

Das Transferprojekt T10 "Simulationsgestützte Abdrängungsüberwachung" aus dem Sonderforschungsbereich 653 wird durch die DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) gefördert, wofür sich die Autoren bedanken. Ein besonderer Dank gilt auch dem Projektpartner Kennametal. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

aktuellen Spindelstrom unter gleichen Schnittbedingungen. Im Anschluss werden die Daten mithilfe einer "Support Vector Maschine" (SVM) in Prozesswissen überführt. In einer technologischen NC-Simulation vor Beginn der Fertigung kann das generierte Wissen nun dazu genutzt werden, den Formfehler zu prognostizieren und den Vorschub automatisch anzupassen. Sinkt der Vorschub unter eine technologische oder wirtschaftliche Grenze, empfiehlt das System einen Werkzeugwechsel. Bild 1 fasst die Bestandteile des entwickelten Assistenzsystems zusammen.

Experimentelle Untersuchungen

In den Untersuchungen am IFW wurden die erforderlichen Daten zur Generierung der Prognosemodelle für den Formfehler ermittelt. Hierzu wurden Flankenfräsprozesse bei einer konstanten Schnittgeschwindigkeit $v_c = 75 \, \text{m/min}$ durchgeführt, in denen der Formfehler sowie der Werkzeugverschleiß messtechnisch ermittelt wurden. Die Versuche wurden auf einer CNC-Maschine vom Typ "DMG HSC 55" unter Nutzung von Vollhartmetallfräsern vom Typ "Widia Hanita VariMill" mit einem Durchmesser von D = 6,0 mm und einer Schneidenanzahl z = 4 anhand der Bearbeitung des Vergütungsstahls C45 durchgeführt. Die Länge einer Fräsbahn betrug 80 mm. Eingriffsbreite a_c und Eingriffstiefe a_p wurden mit 2 mm und 7,5 mm konstant gehalten.

Um den Formfehler an definierten Stellen zu ermitteln, kam ein maschinenintegrierter taktiler Messtaster von Heidenhain, Typ "TS649", zum Einsatz. Der Freiflächenverschleiß des Werkzeugs wurde optisch mithilfe eines Digitalmikroskops Typ "VHX600" (Firma Keyence) durch Messung der Verschleißmarkenbreite VB ermittelt. Zur Detektion des Vorschubeinflusses auf den Verschleißfortschritt wurde die Vorschubgeschwindigkeit $v_{\rm f}$ zwischen 55 und 1600 mm/min variiert. Das Standzeitende ist durch eine Verschleißmarkenbreite VB 70 μ m definiert. Der resultierende Formfehler sowie der Verschleißzustand des Werkzeugs wurde jeweils nach fünf Fräsbahnen und einer entsprechenden Abkühlzeit des Werkstücks gemessen. Der Formfehler wurde an fünf definierten Punkten ermittelt. Bild 2 zeigt eine Auswahl der Ergebnisse zum Einfluss von $v_{\rm f}$ auf die Verschleißentwicklung und den Formfehler.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde das Potential der Vorschubanpassung untersucht. Hierzu wurde die initiale Vorschubgeschwindigkeit $v_f = 1000 \text{ mm/min}$ bei einer Überschreitung

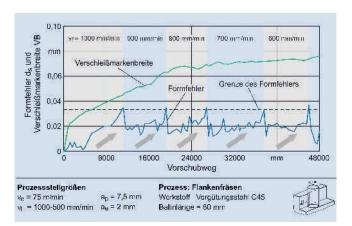


Bild 3. Versuchsergebnis zur Vorschubanpassung. Bild: IFW

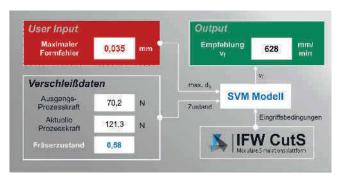


Bild 4. Applikation zur automatischen Vorschubanpassung. Bild: IFW

eines Formfehlers von d $_s$ = 0,035 mm jeweils um 100 mm/min reduziert. Die betrachtete Grenze für die Verschleißmarkenbreite VB lag bei 75 μ m und die untere Grenze für v $_f$ bei 500 mm/min. Als Ergebnis zeigt sich in **Bild 3** deutlich, wie Formfehler und Standzeit bei steigender Verschleißmarkenbreite durch eine Anpassung von v $_f$ positiv beeinflusst werden können. Nach der Anpassung der Vorschubgeschwindigkeit konnte eine wirksame Reduzierung des zuvor steigenden Formfehlers beobachtet werden.

Applikation zur Vorschubanpassung

Um eine automatische Vorschubanpassung unter Berücksichtigung des Werkzeugverschleißes praktisch nutzen zu können, wurde eine neue Applikation (App) in der Materialabtragssoftware IFW CutS entwickelt. Sie enthält eine automatische Berechnungsmethode, um den aktuellen Fräserzustand anhand des zuvor beschriebenen Quotienten zu bestimmen. Die Spindelstromdaten werden direkt aus der Maschine an die Applikation übergeben.

Der Nutzer gibt als Eingabewert den maximalen Formfehler an. Anhand des gebildeten Prozessmodells, des aktuellen Werkzeugzustands und den im Falle von komplizierten Fräsprozessen zur Identifikation genutzten Eingriffsbedingungen wird eine Empfehlung für v_f ausgegeben. Diese berücksichtigt den zulässigen Formfehler und die Anforderungen an einen wirtschaftlichen Prozess. Somit wird eine hohe Produktivität bei gleichzeitiger Einhaltung der Qualitätsvorgaben auf Basis des aktuellen Fräserzustands erreicht. **Bild 4** zeigt die Oberfläche der App unter Nutzung der Prozesskraft als Alternative zum Spindelstrom.

In Verbindung mit der entwickelten Applikation kann das Assistenzsystem zur zustandsbasierten Optimierung der Vorschubgeschwindigkeit genutzt werden. In der Anwendung ergibt sich eine automatische Vorschubvorgabe unter Einhaltung des zulässigen Formfehlers. Mithilfe der Adaption des Vorschubs ist es möglich, die Einsatzzeit des jeweiligen Werkzeugs zu steuern. Somit ergibt sich eine verbesserte Werkzeugeinsatzplanung in der Fertigung von Losgrößen. Unter Angabe einer Grenze für die zulässige Verschleißmarkenbreite wird ebenfalls der erforderliche Werkzeugwechsel vorgegeben. Dies geschieht im Falle einer benötigten unwirtschaftlichen Vorschubanpassung, oder wenn der Wert für den zulässigen Formfehler überschritten wird.

Fazit

Mithilfe des vorgestellten Assistenzsystems ist es möglich, parallel zum Fertigungsprozess den Formfehler zu prognostizieren und daraus eine automatische Vorschubvorgabe sowie den optimalen Werkzeugwechselzeitpunkt zu ermitteln. Für die Anwendung ergibt sich der Nutzen einer Applikation, die eine optimierte Werkzeugeinsatzplanung zulässt. In den experimentellen Untersuchungen konnte ein direkter Zusammenhang zwischen Formfehler und Werkzeugzustand nachgewiesen werden, der in Form eines Prozessmodells im Assistenzsystem Anwendung findet. Die Möglichkeit zur Beeinflussung von Formfehler und Standzeit durch Anpassung der Vorschubgeschwindigkeit bei steigender Verschleißmarkenbreite wurde in einer zusätzlichen Versuchsreihe nachgewiesen.

Literatur

- Altintas Y.: Direct Adaptive Control of End Milling Process. International Journal of Machine Tools and Manufacture 34 (1994), Nr. 4, S. 461–472.
- [2] Denkena B.; Boujnah, H.: Feeling machines for online detection and compensation of tool deflection in milling. CIRP Annals – Manufacturing technology 67 (2018), Nr. 1, S. 423 – 426.
- [3] Tönshoff, H. K.; Inasaki, I.: Sensors in Manufacturing. 1. Aufl. Weinheim: Wiley-VCH, 2001.
- [4] Böß, V.; Denkena, B.; Breidenstein, B.; Dittrich, M.-A.; Nguyen, H. N.: Improving technological machining simulation by tailored workpiece models and kinematics. 17th CIRP Conference on Modeling of Machining Operations, 13.-14. Juni 2019, Sheffield/GB. Procedia CIRP 82 (2019), S. 224–230.



Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena, Jahrgang 1959, promovierte 1992 an der Leibniz Universität Hannover und leitet seit 2001 dort das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW). Bild: IFW



J u I i a M a i n k a , M. Sc., Jahrgang 1992, studierte Maschinenbau an der Leibniz Universität Hannover. Seit Mai 2018 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am IFW. *Bild: IFW*

Dr.-Ing. **Marc-André Dittrich**, Jahrgang 1986, promovierte 2016 an der Leibniz Universität Hannover und leitet den Bereich Produktionssysteme am IFW.

 $\bf M$ a r c e I $\,$ W i c h m a n n , M. Sc., Jahrgang 1990, ist seit Januar 2017 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Produktionssysteme am IFW tätig.



Bei der Zusammenarbeit von Mensch und Roboter gilt es, Sicherheitsanforderungen einzuhalten. Bild: Ce-CON/Tristan/Vankann/Fotoetage

Definitionen und Tipps für eine sichere Mensch-Roboter-Kollaboration

Sind Roboter wie Maschinen zu betrachten?

Der zunehmende Einsatz von Industrierobotern wirft häufig Fragen auf: Sind Roboter auch nur Maschinen? Müssen die Anforderungen an die Maschinenrichtlinie erfüllt werden? Welche Schutzmaßnahmen sind bei der Zusammenarbeit von Mensch und Roboter wirklich notwendig? Beispiele aus dem Alltag zeigen, worauf beim Einsatz von Robotern zu achten ist.

TEXT: Alexandra Langstrof

n der modernen Industrie sind Roboter kaum wegzudenken. Menschen steuern und überwachen die Produktion und Roboter übernehmen oft Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben, Bild 1. Das bedeutet, Roboter sind programmierbare, mit mehreren frei beweglichen Achsen versehene Bewegungsapparate, die den Menschen unterstützen. Diese Zusammenarbeit bringt einige Vorteile mit sich: maximale Flexibilität in der Produktion, Entlastung der Mitarbeiter durch die Übernahme von schweren oder ergonomisch ungünstigen manuellen Arbeitsschritten oder beispielsweise eine qualitativ hochwertige Ausführung von reproduzierbaren Prozessen.

Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie

Wird ein Roboter beispielsweise mit dem Verwendungszweck gebaut, dass dieser für Ausbildungszwecke der Instandhaltung montiert, erprobt und wieder demontiert werden soll, fällt dieser in den Anwendungsbereich der Maschinen-

richtlinie 2006/42/EG (MRL). Die MRL setzt voraus, dass eine Maschine für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt wurde. Da der Roboter soweit montiert werden soll, dass er praxisgerecht erprobt werden kann, ist er in diesem Zustand für eine bestimmte Anwendung voll funktionsfähig. Die bestimmungsgemäße Verwendung wird für diesen Roboter somit erfüllt.

Meist sind Industrieroboter jedoch nur dazu bestimmt, in andere Maschinen eingebaut oder mit anderen, auch unvollständigen Maschinen zusammengefügt zu werden. Als Schneid-, Schweiß- oder Lackierroboter sind diese zum Beispiel aus der Fertigung in der Automobilindustrie oder Metallindustrie bekannt. Ein Industrieroboter, der für den Einbau in Maschinen im Sinne der MRL in Verkehr gebracht wird, stellt eine unvollständige Maschine dar. Erst durch das notwendige Werkzeug erhält der Roboter einen bestimmten Zweck und muss als vollständige Maschine betrachtet werden.

Im Artikel 13 der MRL wird das Verfahren für unvollständige Maschinen beschrieben. Dort heißt es unter anderem: "Der Hersteller einer unvollständigen Maschine oder sein Bevollmächtigter stellt vor dem Inverkehrbringen sicher, dass die speziellen technischen Unterlagen entsprechend Anhang VII der Maschinenrichtlinie erstellt werden." Ferner wird aufgeführt, dass er darauf achten muss, dass eine Montageanleitung erstellt wird und eine Einbauerklärung ausgestellt wurde. Diese Dokumente sind der unvollständigen Maschine bis zu ihrem Einbau in die vollständige Maschine beigefügt und sind anschließend Teil der technischen Unterlagen der vollständigen Maschine.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass ein Roboter zu einer vollständigen Maschine wird, wenn er zum Beispiel durch das Anbringen eines Greifers einen bestimmten Zweck erfüllt. Das könnte im genannten Beispiel das Ergreifen und Transportieren von Teilen sein, Bild 2. Ist dies der Fall, wird der Roboter wie eine vollständige Maschine behandelt und muss das gesamte Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen, um die Anforderungen gemäß der MRL zu erfüllen.

Gesamtheit von Maschinen

Im Zuge der Digitalisierung werden immer öfter mehrere Maschinen zusam-



Bild 1. Roboter übernehmen oft Handhabungs- und Fertigungsarbeiten. Bild: Nataliya Hora



Bild 2. Ein Roboter, der durch das Anbringen eines Greifers einen bestimmten Zweck erfüllt, wird wie eine vollständige Maschine behandelt. *Bild: zapp2photo*

men betrieben, so dass sie am Ende als Gesamtheit funktionieren. Diese Gesamtheit von Maschinen findet sich im Roboterbereich häufig, zum Beispiel im Automobilbau. Dazu müssen einzelne Maschinen, häufig von unterschiedlichen Herstellern, miteinander "kommunizieren". Ein detaillierter Blick auf die Schnittstellen zwischen den am Prozess beteiligten Maschinen gibt einen genaueren Einblick auf das Thema "Gesamtheit".

Um die Grundvoraussetzung für eine Gesamtheit von Maschinen zu erfüllen, müssen folgende drei Punkte auf die Maschinen zutreffen:

- Sie führen eine gemeinsame Aufgabe
- Sie sind funktional so miteinander verbunden, dass sie sich im Betrieb gegenseitig beeinflussen.

• Sie verfügen über eine gemeinsame Steuerung.

Ein gemeinsamer Not-Halt-Kreis bedeutet jedoch nicht, dass hier ein steuerungstechnischer Zusammenhang besteht.

Bei der Automation von zerspanenden Bearbeitungsprozessen werden beispielsweise Roboter eingesetzt, um Bauteile von einer zur anderen Werkzeugmaschine zu transportieren. Sie können auch Bearbeitungsschritte wie das Bohren oder Entgraten - parallel zur Zerspanung innerhalb der Werkzeugmaschine - übernehmen. Oft handelt es sich dabei gemäß der MRL um eine Gesamtheit, da mehrere Werkzeugmaschinen und Roboter steuerungs- und sicherheitstechnisch miteinander verknüpft sind und als Gesamtheit zusammenarbeiten. Betritt ein Mitarbeiter die Roboterzelle bei offener Schutztür, um Arbeiten durchzuführen, müssen die

Werkzeugmaschinen sicherheitsgerichtet stillgesetzt werden.

Sichere Interaktion von Mensch und Maschine

Häufig werden Industrieroboter ohne Applikation oder Absicherung geliefert. Bei diesen Robotern, die dazu bestimmt sind, in andere Maschinen eingebaut oder mit anderen zusammengefügt zu werden, müssen zusätzlich zu den Gefahren, die vom Roboter ausgehen, die Bewegungen des Menschen und die auszuführenden Prozesse berücksichtigt werden.

In Schweißzellen bei Automobilzulieferern arbeiten Mensch und Roboter in vielen Fällen eng zusammen. Zum Beispiel werden dort Karosserieteile zusammengefügt, die später zu neuen Fahrzeugen oder als Ersatzteile weiterverarbeitet werden. Dazu legt ein Arbeiter Einzelteile in eine Vorrichtung, die dann gespannt und anschließend von einem Roboter geschweißt, geklebt oder genietet werden. Dabei entstehen für den Menschen sowohl durch den Roboter als auch durch den Bearbeitungsprozess Gefährdungen. Diese müssen in einer Risikobeurteilung analysiert und beurteilt werden. Aufgrund der Risikobeurteilung können technische, organisatorische und personenbezogene Maßnahmen notwendig werden, um die Maschine sicher zu machen. Dabei sind die technischen Maßnahmen vorrangig gegenüber den organisatorischen Maßnahmen auszuwählen.

Klassischerweise wird der Roboter an mindestens drei Seiten von einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung (zum Beispiel Schutzzaun) umgeben. Um den Arbeiter vor Bewegungen des Roboters zu schützen, muss die vierte Seite



Bild 3. Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen erkennen die Annäherung eines Menschen an den Roboter frühzeitig. Bild: Ce-CON / Tristan / Vankann / Fotoetage

abgesichert werden. Dies kann sowohl über eine beweglich trennende Schutzeinrichtung - wie ein Rolltor - oder eine Tür geschehen, aber auch durch nicht trennende. berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (zum Beispiel Scanner oder Lichtvorhänge), Bild 3.

Soll ein Robotersystem ohne trennende Schutzeinrichtung direkt mit dem Menschen interagieren, spricht man von sogenannten kollaborierenden Robotern. Hier ist darauf zu achten, dass vom Roboter keine Gefahr für den Bediener ausgeht und auch die angebauten Komponenten und der Prozess keine Gefährdungen verursachen. Daher ist dies bei einem Schweißprozess schwierig zu realisieren. Einzelne Aufgaben wie das Ergreifen und Transportieren von Teilen beispielsweise eignen sich dafür eher. Allerdings muss auch hier darauf geachtet werden, dass der Anbau eines Greifers an den kollaborierenden Roboter diesen zu einer vollständigen Maschinen macht und eine CE-Kennzeichnung erfordert.

Fazit

Bei der Absicherung von kollaborierenden Robotern spielen nicht trennende Schutzeinrichtungen eine große Rolle, da auf die klassisch trennenden Schutzzäune verzichtet wird. Entsprechend kommen neue Technologien wie Radarüberwachung oder Kamerasysteme, die die Annäherung eines Menschen an den Roboter frühzeitig erkennen, die Geschwindigkeit oder die Kraft des Roboters anpassen oder ihn bei Bedarf stillstehen lassen, zum Einsatz. Für die Integration von kollaborierenden Systemen müssen die Sicherheitsanforderungen gemäß der Norm DIN EN ISO 10218-2 erfüllt werden.

Weitere Informationen

CE-CON GmbH, Lloydstr. 4-6, 28217 Bremen, Tel. 0421 / 94406740, Fax -9, E-Mail: info@ce-con.de, Internet: www.ce-con.de



Alexandra Langstrof betreibt die Agentur Langstrof IT-Vertrieb 4.0 in Erkrath.

Antworten 4.0: Wie die digitale Transformation gelingt

Die Industrie steckt mitten im Wandel. Einmal erzeugte Daten sollen im gesamten Prozess der Fertigung, Bearbeitung und Servisierung eines Schaltschranksystems verfügbar sein. Die dabei entstehende Unmenge an Daten wird zukünftig selbst relevant sein für Wertschöpfungsprozesse. Praktikable Lösungen zeigt Rittal, Herborn, auf seinem 1100 m² großen Messestand bei der "SPS" auf dem "Industrie 4.0-Marktplatz". Gemeinsam mit dem Schwesterunternehmen Eplan ist zu sehen, wie Hersteller von Steuerungs- und Schaltanlagen sukzessive eine datendurchgängige Wertschöpfungskette aufbauen können. Nahezu alle Stationen im Anlagenbau – von Engineering und Konfiguration über die mechanische Bearbeitung

bis zur vollautomatischen Kabelkonfektionierung – lassen sich durch das hocheffiziente Zusammenspiel digitaler Prozesse durchgängig automatisiert verknüpfen, dank digitalem Zwilling.

Mit den Start-ups "German Edge Cloud" und "IoTOS" sowie mit "Bosch Connected Industry" betritt Rittal zudem ein neues Terrain: "Oncite" heißt das erste KI (künstliche Intelligenz)-basierte, echtzeitfähige und datensouveräne Edge-Rechenzentrum zur zukünftigen industriellen Datenverarbeitung, das die Unternehmen gemeinsam vorstellen werden.

www.rittal.de, SPS: Halle 3C, Stand 430 und 431 Eplan auf der SPS: Halle 6, Stand 210

Lösungen für die applikationsspezifische Antriebssteuerung

Skalierbare Messgeräte

Ein Motor – viele Möglichkeiten: Mit Messgeräten von Heidenhain, AMO und Renco kann ein Antrieb dank kompatibler Schnittstellen einfach an die unterschiedlichsten Applikationen angepasst werden. So kann der Maschinen- und Anlagenbauer seine Antriebslösungen standardisieren und über die Messtechnik für die jeweilige Anwendung optimieren.

ompatible mechanische und elektronische Schnittstellen sorgen dabei für eine problemlose Konnektivität, während die Variantenvielfalt den Einsatz verschiedener Messgeräte an einem Motor zulässt.

Für jeden Antrieb die passende Messgerätelösung

Vielfalt macht Standardisierungen möglich. Das zeigen auf der "SPS" 2019 Drehgeber und Winkelmessgeräte von Heidenhain, AMO und Renco für die Antriebssteuerung. Denn durch die große Variantenvielfalt der Messgeräte haben Motorenhersteller sowie Maschinen- und Anlagenbauer unvergleichliche Möglichkeiten, ihre Antriebe über die Messtechnik an verschiedenste Applikationen anzupassen.

So stehen beispielsweise für die Standardbauformen 35 mm sowie 58 mm Drehgeber mit induktiver oder optischer Abtastung, unterschiedlichen Genauigkeitsklassen und Single- oder Multiturn-Funktionalität bei identischer mechanischer Schnittstelle zur Verfügung. Die induktiven, ungelagerten Drehgeber "ECI/ EQI 1100" und "ECI/EQI 1300" sind anbaukompatibel zu den optisch abgetasteten, gelagerten Drehgebern der Baureihe "ECN/EQN 1100" und "ECN/EQN 1300", Bild 1. In der Praxis heißt das: Durch den Wechsel zwischen induktiven und optischen Drehgebern können Robustheit, Baulänge und Genauigkeit applikationsspezifisch variiert werden. So lässt



Bild 1. Die induktiven Drehgeber "ECI/EQI 1100" und "ECI/EQI 1300" sind anbaukompatibel mit diesen optisch abgetasteten, gelagerten Drehgebern der Baureihe "ECN/EQN 1100" und "ECN/EQN 1300". Bild: Heidenhain

sich die Systemgenauigkeit desselben Motors von \pm 65" auf \pm 20" verbessern.

Schnittstellenvielfalt sichert Kompatibilität

Die Anbindung an alle gängigen Motorsteuerungen sorgt für die breitgefächerte elektronische Kompatibilität, zum Beispiel über die seriellen Schnittstellen EnDat, Drive-CLiQ, Fanuc-Serial-Inter-Mitsubishi-High-Speed-Interface und weitere. Diese vollseriellen Schnittstellen bieten Einsparpotentiale bei der Verkabelungstechnik zwischen Positionsmessgerät und Folge-Elektronik, da die Übertragung der Analogsignale entfällt. Die Positionswerte werden im Messgerät digitalisiert und anschließend an die Folge-Elektronik übertragen. Dies minimiert die Einflüsse auf die Qualität der Positionsinformation und ihre Übertragung, die bei Sinussignalen auftreten können, und erhöht die mögliche Auflösung gegenüber inkrementalen Schnittstellen mit TTL- oder HTL-Ausgangssignalen.

Eine serielle Schnittstelle gestattet außerdem das Übertragen des "elektronischen Typenschilds", also von Daten zur Inbetriebnahme des Messgeräts und des Antriebs. Und sie übermittelt Zusatzinformationen wie die Wicklungstemperatur des Motors oder Diagnosedaten. Die En-Dat-Schnittstelle erlaubt es während des Betriebs, bei der turnusmäßigen Wartung oder bei einer Störung schnell und zuverlässig Informationen über den Funktionszustand des Positionsmessgeräts zu liefern und Wartungsmaßnahmen abzuleiten.

Weil die funktionale Sicherheit eine immer wichtigere Rolle spielt, stehen viele Messgeräte auch in Ausführungen für sicherheitsgerichtete Anwendungen zur Wahl. Zusätzlich zur genauen Positionsmessung und sicheren Datenübertragung an die Maschinensteuerung erlauben diese Messgeräte auch eine mechanisch sichere Anbindung und verfügen über den notwendigen mechanischen Fehlerausschluss. Damit bringen sie alle notwendigen Voraussetzungen mit, um in Verbindung mit einer sicheren Steuerung die Einstufung "SIL 2" und in besonders kritischen Anwendungen sogar "SIL 3" zu erreichen.

Skalierbarkeit von Messgeräten für Rundachsen

Eine Vorführeinheit mit unterschiedlichen Winkelmessgeräten an einem "Etel"-Torquemotor veranschaulicht den Einfluss des Messprinzips auf die Genauigkeit und die Dynamik von Rundachsen. Außerdem zeigt sie die Systemarchitektur zur digitalen Temperaturüberwachung des Torquemotors. Denn bei Anwendungen mit besonderen Anforderungen - zum Beispiel in der Werkzeugmaschine, Robotik, Medizintechnik und Astronomie - ist die Wahl des richtigen Messgeräts entscheidend dafür, die gewünschten Eigenschaften einer Rundachse zu realisieren:

- Die neuen optischen Winkelmessgeräte vom Typ "RCN 2001" mit Eigenlagerung und integrierter Statorkupplung bieten eine noch bessere Systemgenauigkeit und höhere maximale Drehzahl.
- Die neue Generation der modularen, optischen "ERA"-Winkelmessgeräte ist jetzt auch mit dem Heidenhain Signal-Processing-Asic "HSP 1.0" ausgestattet. Dieser gleicht Schwankungen der Signalamplitude in Folge von Verschmutzung auf der Teilungstrommel nahezu vollständig aus.



Bild 2. Hochgenaue Heidenhain- und AMO-Messgeräte erlauben die absolute Positionsmessung als "Secondary Encoder" an Industrierobotern. Bild: Heidenhain

- AMO stellt seine modulare Bandlösung "Wmka" für besonders große Durchmesser mit EnDat- und Drive-CLiQ-Schnittstelle für sicherheitsgerichtete Anwendungen vor.

Encoder sorgt für höhere **Genauigkeit eines Roboters**

Mit einem "Secondary Encoder" kann die absolute Positionsgenauigkeit am Tool Center Point eines Robotorarms um bis zu 80 % gesteigert werden, Bild 2. Dadurch können Industrieroboter auch genauere Aufgaben in der Montagetechnik, zum Beispiel der Automobilindustrie, übernehmen. Dazu wird zusätzlich zum Motorfeedback ein Secondary Encoder an jeder Roboterachse jeweils nach dem Getriebe angebaut. Dort erfasst er die tatsächliche Position jedes Robotergelenks ohne Getriebefehler. Ein Abgleich der Positionsdaten von Motorfeedback und Secondary Encoder an jeder Achse des Roboterarms erlaubt außerdem die Bestimmung der rückwirkenden Kräfte aus der Bearbeitung.

Eine typische Messgerätelösung für hochgenaue Roboter besteht aus den induktiven Heidenhain-Drehgebern vom Typ "EBI 1100" oder "EQI 1100" als Motorfeedback und aus einem induktiven AMO-Winkelmessgerät Wmka/Wmra als Secondary Encoder. Das Winkelmessgerät kann dank seiner Unempfindlichkeit

gegenüber Verschmutzungen problemlos außen am Roboter angebaut werden.

Für die genaue Positionierung des Roboters auf einer Längsachse entlang großer Werkstücke steht mit dem "LIC 2100" ein offenes, absolutes Längenmessgerät zur Verfügung - für hohe Verfahrgeschwindigkeiten bis zu 600 m/min, sodass der Roboter lange Verfahrwege von bis zu 28 m schnell zurücklegen kann.

Zukunftssicherer Ausbau

Seit ihrer Einführung vor mehr als 20 Jahren hat sich die EnDat-Schnittstelle am Markt etabliert. Alle Drehgeber, Winkelund Längenmessgeräte von Heidenhain, AMO, Numerik Jena, RSF und Leine & Linde sind mit dieser Schnittstelle lieferbar. Weltweit nutzen Maschinen- und Anlagenbauer die Vorteile der Datenübertragung via EnDat. Auf der "SPS" 2019 stellt Heidenhain die Zukunft der Schnittstelle vor: "EnDat 3" wird die weiterhin bestehende Schnittstellen-Familie abrunden und deren Vorzüge konsequent weiterentwickeln. Dazu gehören vor allem die einfache Verkabelung, ein erweitertes Konzept zur funktionalen Sicherheit und neue Möglichkeiten zur Einbindung von Zusatzsensorik.

www.heidenhain.de, SPS: Halle 7, Stand 190 www.renco.com www.amo-gmbh.com

Gemeinschaftsstand zur industriellen Kommunikation

Kernthema des Gemeinschaftsstandes von PI (Profibus & Profinet International), Karlsruhe, auf der "SPS" 2019 in Nürnberg ist die Umsetzung der industriellen Kommunikation für Industrie 4.0, Bild. Dies wird auf dem gesamten Messestand an konkreten Beispielen gezeigt, zum Beispiel anhand der neuen Demo "Digitaler Zwilling". Dieser basiert auf einem virtuellen Roundtable-Picker-System für die Bauteilmontage, welches mittels "ProfiDrive"-Kommunikation (AC1 - AC5) reale Motoren ansteuert. Eine weitere Neuerung findet sich im Bereich IO-Link, wo erstmalig konkrete "IO-Link Safety"-Produkte zu sehen sein werden. Hierzu gehören Entwicklungshilfen für den IO-Link Safety Master mit entsprechenden Tools und Safety Devices. Darüber hinaus werden auch vorzertifizierte Safety-Stacks für die Integration in IO-Link Safety Master sowie in IO-Link Safety Devices vorgestellt.

Einen Überblick über die am Markt verfügbaren Produkte im Bereich Profinet für die Prozessautomatisierung liefert eine neu gestaltete "Process Automation"-Live-Demo. Diese zeigt außerdem die Möglichkeiten der Fortentwicklung von industriellen Kommunikationslösungen in bestehenden Anlagen. Besucher erhalten die Gelegen-



Die Umsetzung der industriellen Kommunikation für Industrie 4.0 wird auf dem gesamten PI-Gemeinschaftsstand an konkreten Beispielen gezeigt. *Bild: PI Profibus Profinet*

heit, die auf Profinet und Profibus PA basierenden Anlagenstruktur interaktiv zu bedienen. Thematisch ergänzend werden die in Kooperationen mit anderen Organisationen entwickelten Technologien FDI und Ethernet-APL (Advanced Physical Layer) vorgestellt.

Neben den Neuerungen werden auf dem Messestand auch die bewährten Technologie-Präsentationen gezeigt. Auf der Factory-Automation Wand wird die Gerätevielfalt von Profinet mit über 200 verschiedenen Geräten gezeigt. Das Thema funktionale Sicherheit wird mittels einer ProfiSafe Live-Demo sowie einer OPC UA Safety Live-Demo dargestellt. Darüber hinaus werden die aktuellen Industrie 4.0-relevanten Live-Demos und Präsentationen zu den Themen TSN, Security, Profinet und OPC UA wieder Teil des PI-Gemeinschaftsstandes sein.

www.profibus.com/sps SPS: Halle 5, Stand 210

Integrierbarkeit auf allen Ebenen

Von der Feld- und Steuerungsebene der Maschinenarchitektur über die systematische Nutzung digitaler Technologien bis hin zu übergeordneten Management- und Monitoringsystemen: Konnektivität auf allen Ebenen der industriellen Automation steht bei Yaskawa, Eschborn, zur "SPS" 2019 im Mittelpunkt, Dabei setzt das Unternehmen systematisch auf Offenheit und leichte Integrierbarkeit, indem die gängigen Feldbussysteme durch entsprechende Funktionsblöcke und Schnittstellen unterstützt werden. Ein aktuelles Beispiel ist das Servosystem "Sigma-7": Neben dem Yaskawa-eigenen Motion-Bus "Mechatrolink-III" oder integrierter EtherCAT-Schnittstelle sind die Achsen nun auch mit integrierter Profi-

net-Schnittstelle erhältlich und erlauben so die nahtlose Integration in entsprechende Anlagenumgebungen ohne zusätzliche Optionskarten. Bei der Vernetzung von Komponenten, Anlagenteilen und Software setzt der Anbieter zudem auf eine plattform- und herstellerunabhängige Kommunikation über "OPC UA" (Open Platform Communication Unified Architecture). Entsprechende Schnittstellen sind jetzt für die CPUs "Micro" und "Slio" sowie für die HMIs "smartPanel" und "Panel PC" verfügbar.

Zukunftsweisende Lösungen für vernetzte Industrie 4.0-Umgebungen werden aus den Bereichen Steuerungstechnik, Antriebssysteme und Industrieroboter zu sehen sein. So zeigt



Eine Live-Demozelle ist auf der "SPS" mit der "Singular Control"-Lösung zu sehen. Bild: Yaskawa

eine Live-Demozelle, wie sich mit der aktuellen "Singular Control"-Lösung Roboter, Servoantriebe, Frequenzumrichter und I/O's über einen einzigen Controller steuern lassen, Bild. Die Voraussetzung dafür schafft die Maschinen-Kompaktsteuerung "MP3300iec RBT". Weiterhin im Fokus steht zudem die Software-Plattform "Connected Factory YCF 1.0": Von verschiedenen Maschinen und Komponenten werden darüber sowohl lokal als auch über eine Remote-Verbindung in Echtzeit Daten ermittelt, analysiert und visualisiert. www.yaskawa.eu.com SPS: Halle 7, Stand 340

Schnell und sicher in die Industrie 4.0 – mit smarter Energieführung auf langen Wegen

Hohe Geschwindigkeiten auf langen Verfahrwegen sind für Energiekettensysteme an Maschinen und Anlagen besondere Herausforderungen. Daher hat igus, Köln, jetzt eine neue Gleitschiene aus Hochleistungskunststoffen mit einer fünfmal höheren Lebensdauer entwickelt. Zur Überwachung der abriebfesten Schiene können Anwender jetzt zusätzlich auf den "smart plastics"-Sensor "EC.T" zurückgreifen, Bild. Dieser gibt regelmäßig Auskunft über den Zustand der Schiene und sendet dem Instandhalter rechtzeitig wichtige technische Informationen. Im Maschinenbau steigt die Nachfrage nach immer schnelleren Anlagen mit Verfahrwegen von 200 m und mehr sowie mit höheren Zusatzlasten. Diese Entwicklung bringt neue Herausforderungen auch für die Gleitschiene im Energieführungssystem mit sich. Rollen-Energieketten lösen diese Aufgaben schon lange problemlos, sind aber teurer. Damit die eingesetzte Energiekette in einer Führungsrinne trotz anspruchsvollen Bedingungen verschleißfest auf langen Wegen gleitend verfahren kann, sind Gleitschienen aus einem langlebigen Material

gefragt. Deswegen hat der "motion plastics"-Spezialist jetzt speziell für hohe Geschwindigkeiten über 5 m/s einen neuen hochabriebfesten Hochleistungskunststoff entwickelt. Die Gleitschiene aus dem neuen Polymer konnte sich bereits im hauseigenen Testlabor mit einer fünfmal höheren Lebensdauer im Gegensatz zum bisher eingesetzten Profil bewähren. Sie ist so konzipiert, dass sie sich schonend gegenüber der Energiekette verhält. Um den Zustand der Gleitschiene permanent zu überwachen, wurde nun zusätzlich der Sensor entwickelt. Er ist direkt in die neue High-Speed-Schiene vergossen, funktioniert drahtlos und ist batteriebetrieben. In regelmäßigen Abständen sendet er ein Signal über seinen Zustand an das Kommunikationsmodul ..icom". Dieses bereitet die Daten aller "isense"-Sensoren auf und bietet die Möglichkeit der Integration in das gewünschte Instandhaltungstool. Kommt es zu einer Unterbrechung der Leiterschleife im Sensor, kann mittels Realitätsabgleich der Lebensdauer-Algorithmen die Anzahl der Tage bis zur nächsten Wartung über das Instandhaltungstool ausge-



Zur Überwachung der neuen Gleitschiene aus einem abriebfesten Hochleistungspolymer wird der "smart plastics"-Sensor "EC.T." genutzt. Dieser sendet regelmäßig Informationen über den technischen Zustand der langlebigen Schiene. Bild: igus

geben werden. Zum Finsatz kommen die neuen Gleitschienen mit dem Sensor zum Beispiel an Portalrobotern in der Automobilproduktion, an Gantries im Werkzeugmaschinenbau oder auch an der siebten Achse von Industrierobotern.

Verfahrwege bis 1000 m und mehr realisiert igus mit seinen Rollen-Energieketten. So können beispielsweise Anwender auch bei der neusten Rollenketten-Generation P4.1 auf eine langlebige und "intelligente" Lösung zurückgreifen. Denn für die eingesetzten Gleitlager, die für die schmierfreie Lagerung der einzelnen Kettenglieder

sorgen, ist optional ein Sensor erhältlich. Dieser informiert über den Zustand des Gleitelements. Weitere Sensoren. die zum Beispiel Auskunft über den Zustand der Daten- und Energieleitungen geben, den Abrieb der Energiekette oder auch Zug- und Schubkräfte messen, sind zusätzlich erhältlich. In Kombination mit den hauseigenen "chainflex"-Ethernet-, Profinet-, Servo-, Hybrid- und LWL-Leitungen bieten die Kölner hochmoderne Maschinenkomponenten an, die für alle Industrie 4.0-Anforderungen gerüstet sind. www.igus.de SPS: Halle 4, Stand 310

Kommunikationsnetze in der Automatisierungstechnik.

Bussysteme, Netzwerkdesign und Sicherheit im industriellen Umfeld.

Von: Ricarda Koch u. Ralph Lüftner. Erlangen: Publicis Pixelpark, 1. Aufl. 2019. 250 S., Preis geb. 39,90 Euro. Das Buch vermittelt die Grundlagen für den Einsatz von Industrial Ethernet und Kommunikationsbussen in der Industrieautomatisierung. Es



beginnt mit einer Einführung in verschiedene Feldbussysteme, in Ethernet mit seinen unterschiedlichen Ausprägungen sowie den Aufbau und die Protokollarchitektur von TCP/IP. Es folgen Abschnitte zu Wireless-Netzwerken und zu Protokollen zur Steigerung der Netzwerkverfügbarkeit sowie eine grundlegende Einführung in Profinet. Praxisbeispiele zeigen die Konfiguration von Profinet-IO-Netzwerken, MRP-Ringen, Shared

Devices und I-Devices mit STEP 7 V5.6 und TIA Portal V15. Im Kapitel "Industrial Security" werden Angriffstechniken und Maßnahmen, Konzepte und Architekturen zur Netzwerksicherheit vermittelt. Firewall-Beispielkonfigurationen mit dem TIA Portal V15 und Scalance S geben eine Hilfestellung für eigene Projekte. Ein Überblick zum Netzwerkportfolio mit einem Beispiel zum Netzwerk-Aufbau rundet das Buch ab.

Automation unlimited

Die Eckelmann Gruppe, Wiesbaden, präsentiert sich auf der "SPS" 2019 erstmals mit ihrem gesamten Lösungsportfolio für die Automatisierung und Digitalisierung von Maschinen und Produktionsanlagen. Die Automatisierungspyramide mit klassisch abgegrenzten Ebenen wird durchlässiger oder löst sich auf. Dadurch entstehen "Innovationsfreiräume" für wandlungsfähigere Konzepte und "information driven-Services". So werden beispielsweise typische MES-Funktionen wie die Fertigungssteuerung oder die Betriebs- und Maschinendatenerfassung künftig als Dienste auf der Automatisierungs- und Feldebene bereitstehen, um smarte Produktionssysteme flexibler und effizienter zu managen. Auf der SPS demonstriert Eckelmann einen durchgängigen Lösungsbaukasten, der das komplette Portfolio von der digitalen Maschine bis zur digitalen Fabrik abdeckt. Durch die richtige Symbiose von Automatisierung und Digitalisierung wird alles vom Sensor bis zum Leitsystem, Bild, -Teil einer durchgängigen Welt, mit vielfältigen



Menschen und Maschinen mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik vernetzen: durchgängige "Automation Services" von der Komponente bis zum Leitsystem. Bild: Eckelmann

Potentialen für mehr Produktivität, Flexibilität sowie Energie- und Ressourceneffizienz. Wo wollen wir 2030 in Sachen Digitalisierung stehen? Welche Industrie 4.0 Trends bestimmen die Zukunft? Über diese und weitere Fragen möchte Eckelmann in Nürn-

berg mit Kunden und Branchenexperten ins Gespräch kommen und seine durchgängigen Soft- und Hardware-Lösungen vorstellen.

www.eckelmann.de SPS: Halle 7, Stand 314

Digitalisierungsstrategie mit neuen Produkten ausbauen

Insbesondere im Feld der Leichtbauroboter ist der Markt derzeit in Bewegung: Immer mehr Hersteller und Modelle bereichern dieses Feld. Jedoch sind die Schnittstellen ebenso mannigfaltig wie die Ausprägung der Roboter. Ein allgemein verbindlicher Standard existiert nicht. Die Zimmer Group, Rheinau, hat diese Herausforderung bereits früh erkannt und 2013 als Pionier der Branche mechatronische Greifer auf Basis des IO-Link-Standards präsentiert. Im Jahr 2016 folgte die "PrepBox" zum Parametrieren, Testen und für den Service: ein Jahr später. wurde ein multifunktionales und omnikommunikatives End-of-Arm-Schichtenmodell als Technologieträger eingeführt. Auf der "SPS" wird nun erstmals das "Smart Communication Modul" (SCM), Bild, in Verbindung mit der Software "guideZ" vorgestellt. Diese erlauben sowohl die einfache Parametrierung und Inbetriebnahme, gestatten es aber auch, die Vorteile und Funktionalitäten von IO-Link-Komponenten an Robotern auszunutzen. Das SCM als Master Gateway ist in zwei Ausführungen – für die Schaltschrankmon-

60



Das "Smart Communication Module" (SCM) dient als "Master Gateway" zur direkten Umsetzung des digitalen Busprotokolls auf IO-Link. *Bild: Zimmer Group*

tage (Schutzart IP20) oder für den direkten Verbau am Roboterflansch (IP54) – verfügbar. Beide Versionen sind für den Anschluss von zwei IO-Link-Komponenten ausgelegt und können die einzelnen Parameter der Komponenten programmieren. Dabei übernehmen sie permanent die Umsetzung des Busprotokolls von digital I/O auf IO-Link. Während der Parametrierung benö-

tigen sie eine temporäre Ethernet-Verbindung. Somit ist es trotz der relativ begrenzten Fähigkeiten einer digital I/O-Übertragungsinfrastruktur vieler Roboter möglich, nahezu alle Funktionalitäten der hochentwickelten IO-Link Komponenten der Gruppe zu nutzen.

www.zimmer-group.de

hrungen – für die Schaltschrankmon- Link. Während der Parametrierung benö- SPS: Halle 3A, Stand 251

Offenes Ecosystem gestattet neue Form der Zusammenarbeit

Die Grenzen zwischen IT und OT überwinden

In den Anwendungsbereichen der Automatisierungstechnik kommen immer häufiger Technologien aus dem Informationstechnik (IT)-Umfeld zum Einsatz. Der Grund sind neue und sich ändernde Anforderungen, die an die Automation und speziell die SPS gestellt werden. Daher verschwimmt die Grenze zwischen IT und OT (Operational Technology) zunehmend. Vielen Anwendern bereitet außerdem der Mangel an Softwareentwicklern Probleme.

TEXT: Benjamin Homuth

iesen Trends lässt sich am besten durch eine neue Form der Zusammenarbeit sowie eine geeignete technologische Grundlage entgegenwirken. Mit "PLCnext Technology" stellt Phoenix Contact, Blomberg, ein offenes Ecosystem zur Verfügung, mit dem den geschilderten Herausforderungen begegnet werden kann. Die Technologie umfasst neben der eigentlichen SPS-Hardware in Form der "PLCnext Control" inklusive der Firmware-Plattform - dem "PLCnext Runtime"-System - auch die Software "PLCnext Engineer" zur Parametrierung, Inbetriebnahme und Programmierung gemäß IEC 61131-3.

Seit Ende 2018 wird das Ecosystem mit dem "PLCnext Store" durch einen Marktplatz für Software ergänzt. Darüber hinaus erlaubt die "PLCnext Community" den Informationsaustausch mit und zwischen den Anwendern. Erst durch das Angebot im Store und die Community entsteht ein echtes Ecosystem, das ganz neue Möglichkeiten und eine neue Form der Zusammenarbeit eröffnet, Bild 1.

Softwarekomponenten und -lösungen austauschen

Auf der Suche nach der passenden Softwarelösung können Unternehmen nicht in jedem Bereich eine entsprechende Expertise aufbauen. Dies gilt besonders



Bild 1. Die "PLCnext Community" dient dem Informationsaustausch rund um "PLCnextTechnology" eines offenen "Ecosystems", mit dem Anwender auf aktuelle Herausforderungen der Automatisierungstechnik reagieren können. Bild: Phoenix Contact

für Problemstellungen, die schon mehrfach an anderer Stelle programmiert worden sind. In diesem Fall lassen sich bestehende Softwarekomponenten nutzen, um schneller zu einer Lösung zu kommen. Der Store stellt eine Plattform für den Austausch von Softwarekomponenten und -lösungen rund um die PLCnext Technology bereit. Dort können Anbieter Software für die Technologie offerieren und Anwender diese dann herunterladen, Bild 2.

Das Angebot umfasst Funktionsbau-Funktionserweiterungen Cloud-Konnektoren bis hin zu weiteren Laufzeitumgebungen wie "Codesys". Auf

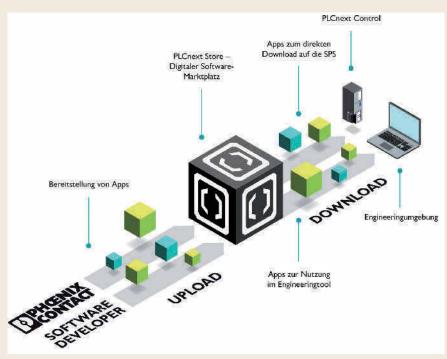


Bild 2. Der "PLCnext Store" bildet den "Marktplatz für Software". Bild: Phoenix Contact

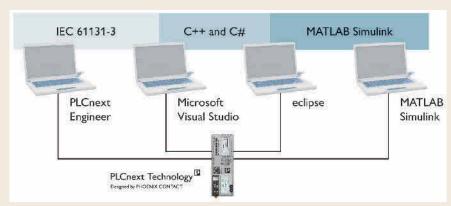


Bild 3. Mit PLCnextTechnology lässt sich je nach Applikation die am besten geeignete Programmiersprache verwenden. Bild: Phoenix Contact

diese Weise lässt sich die PLCnext Control mit Apps zur Programmierung in einer anderen Sprache – beispielsweise IEC 61499 oder Node.js – sowie zur Verwendung von JavaScript oder Node-RED erweitern. Das Angebot des Stores setzt sich aus kostenpflichtigen und kostenfreien Apps zusammen.

Vom Store profitieren sowohl die Anwender als auch die Anbieter der Apps in gleichem Maße. Für den Anbieter ergibt sich mit der Plattform ein neuer Vertriebskanal und damit eine zusätzliche Einnahmequelle. Die Nutzer können die Funktionen der Steuerung und die Programmiermöglichkeiten durch entsprechende Apps einfach ausbauen. So lassen sich Applikationen schneller umsetzen, ohne dass die jeweilige Funktion aufwendig programmiert oder vorhandenes Know-how in eine andere Programmiersprache überführt werden muss. Die Apps können in die Softwareumgebung Engineer oder direkt auf die PLCnext Control heruntergeladen werden.

Wissen mit anderen Nutzern teilen

Der Wissensaustausch und die Zusammenarbeit stellen eine Schlüsselaufgabe in der heutigen Technologievielfalt dar. In der IT-Welt gehört der Begriff "Community" mit allen Facetten wie Nutzerforen, Tutorials oder Makers Blogs deshalb schon lange zum Alltag. Dies trifft ins-

besondere zu, wenn es um die Aneignung von Kenntnissen und Diskussion mit weiteren Nutzern geht, um zum Beispiel Unterstützung bei der Suche nach einer geeigneten Lösung zu erhalten.

Plattformen wie "GitHub" oder "Stackoverflow" sind in der IT-Welt üblich. Gerade das Thema "Open Source" bietet hier neue Möglichkeiten, damit die Anwender durch Kollaboration schneller ans Ziel gelangen. Diese Form der Zusammenarbeit wird auch Einzug in die Automatisierungstechnik halten müssen. Nur so kann es gelingen, bei den immer schneller werdenden Entwicklungszyklen nachzukommen. Die PLCnext Community greift dazu auf ein Nutzerforum, FAQs, Tutorials, entsprechende YouTube-Videos und verschiedene Informationsquellen in den Social-Media-Kanälen zurück. Programmierbeispiele und spezifische Open-Source-Projekte sind zudem auf https://github. com/plcnext verfügbar.

Programme in der favorisierten Sprache erstellen

Die Funktionalität des Runtime-Systems wird stetig erweitert. Sämtliche Funktionen zur Umsetzung einer SPS-Applikation sind bereits bei der Auslieferung vorhanden. Auf diese Weise lassen sich viele Anwendungen ohne zusätzliche Kosten in den unterschiedlichen Sprachen wie IEC 61131–3, C++ oder C# programmieren. Aufgrund der Offenheit des Systems lassen sich darüber hinaus benötigte Funktionen auf verschiedenen Ebenen in das System einbinden. Der Anwender kann die Integration entweder direkt auf Linux aufsetzen oder in das PLCnext Runtime-System einfügen.

Der Programmierer profitiert von den bereits bestehenden System-, Service- und IO-Komponenten des Runtime-Systems. Grundlegende Funktionen einer SPS sowie die unterschiedlichen Kommunikationsschnittstellen – wie die Interfaces zu den einzelnen Feldbussystemen – müssen nicht mehr aufwendig erstellt werden. Dieser Vorteil differenziert das PLCnext Runtime-System von einem Industrie-PC mit Linux-Betriebssystem sowie den weiteren am Markt erhältlichen offenen Systemen, **Bild 3**.

Außerdem lassen sich Funktionserweiterungen für das Runtime-System einfach aus dem Store herunterladen. So kann die Applikationsentwicklung selbst ohne besondere Linux-Kenntnisse be-



Bild 4. Die "PLCnext Control" ist in den verschiedenen Leistungsklassen "RFC 4072S" und "AXC F 2152" erhältlich. Bild: Phoenix Contact

schleunigt und die Programmiermöglichkeiten können um andere Sprachen ergänzt werden. Auf Basis des PLCnext Stores sind auch spezielle Applikationen mit entsprechenden Funktionen und verschiedenen Programmiersprachen einfach realisierbar. Das Angebot an Apps wird von Phoenix Contact und vor allem durch die Partnerunternehmen - die "Kontributoren" – ständig ausgebaut.

Das Feedback aus der Community zeigt, dass auf diese Weise schon zahlreiche Applikationen umgesetzt worden sind. Egal, ob mit klassischer Aufgabenstellung und Programmierung in IEC61131-3-Code, einem Mix aus Hochsprache und IEC61131-3-Code oder der ausschließlichen Verwendung von Hochsprache aus "Visual Studio" oder "Eclipse": Mit der Technologie sind der Auswahl der geeigneten Mittel zur Applikationserstellung keine Grenzen gesetzt.

Aufgaben einfach erledigen

PLCnext Technology bietet die Grundlage, um Automatisierung neu zu denken. Klassische SPS-Aufgaben lassen sich einfach erledigen. Neben IEC 61131-3 kann die Applikation ebenfalls in unterschiedlichen Hochsprachen programmiert und bei Bedarf in Echtzeit abgearbeitet werden. Durch die Verknüpfung mit neuen IT-Technologien gelingt der Brückenschlag zum IIoT. Die Kombinations- und Integrationsmöglichkeiten sind dabei frei wählbar, Bild 4. So stellt das Ecosystem völlig neue Möglichkeiten zur Verfügung, trägt zur Beschleunigung der Anwendungsentwicklung bei und erlaubt eine andere, moderne Form der Zusammenarbeit. Weitere Informationen finden sich online

www.phoenixcontact.de/plcnext SPS: Halle 9, Stand 310

SECURITY FRÜH BERÜCKSICHTIGEN Authentifizierung Integrität - Benutzerkonten - Principle of least privilege Credentials-Authentifizierung Defense in depth - Autorisierung - Netzwerksegmentierung Vertraulichkeit Verfügbarkeit - Nutzung sicherer Protokolle - Monitoring und Angriffserkennung - Kryptographic - Sichere Fernwartung Know-how-Schutz

Die wichtigsten Faktoren der Security sind Authentifizierung, Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit. Bild: Phoenix Contact

Die Offenheit einer Steuerungsplattform bietet viele Vorteile: Der Anwender ist flexibler bei der Technologieauswahl und kann eigene Komponenten integrieren. Der Schlüssel liegt jedoch in der Zusammenstellung der Komponenten zu einem Automatisierungssystem. In diesem System müssen dann noch die geforderten Security-Maßnahmen umgesetzt werden, um die Lösung vor unbefugten Zugriffen und Manipulationen zu schützen. Mit PLCnextTechnology lassen sich die wichtigsten Aspekte der Security realisieren, Bild. Im Runtime-System sind beispielsweise bereits bei der Auslieferung Komponenten zur Absicherung der Kommunikation wie eine Firewall, VPN (Virtual Private Network) und TLS (Transport Layer Security), ein rollenbasiertes User-Management oder ein TPM (Trusted Platform Module) zur sicheren Ablage von Zertifikaten vorhanden. Darüber hinaus wurden die wesentlichen Sicherheits-Aspekte schon bei der Entwicklung der Control berücksichtigt. In einem gemäß IEC 62443-4-1 zertifizierten Entwicklungsprozess ist das "Security-by-Design" durchgeführt worden. Als nächste Stufe folgt die Zertifizierung nach IEC 62443-4-2, sodass die Steuerungen den hohen Security-Anforderungen aus den Industrien der kritischen Infrastruktur gerecht werden.



Benjamin Homuth, B.SC.

arbeitet als Leiter der Abteilung PLCnextTechnology bei Phoenix Contact Electronics in Bad Pyrmont. Bild: Phoenix Contact



Der Firmensitz von Stein liegt im baden-württembergischen Villingen-Schwenningen. Bild: Stein Automation

Trendsetter mit hoher Innovationskraft feiert Jubiläum

Flexible Lösungen in Montage und Produktion

Stein Automation, führender Anbieter von Werkstückträger-Transportsystemen, feiert 2019 das 50-jährige Bestehen. Bei einem Pressetag gab der familiengeführte Systemanbieter Einblicke in die "Transfertechnik der Zukunft". Künftig will Stein die Modularität und Vernetzung seiner Anlagen mit Blick in Richtung Industrie 4.0 weiter ausbauen sowie den internationalen Auftritt stärken.

m Jahr 1969 durch Josef Stein im schwäbischen Schwenningen gegründet, stand zunächst die Fertigung von Werkzeugen für Drehmaschinen im Mittelpunkt. Bereits 1973 folgte der Bau der ersten Be- und Entladegeräte für Bearbeitungsmaschinen, Bild 1. Zwölf Jahre später steigt Peter Stein, Sohn des Firmengründers, in die Geschäftsführung ein. Einen Meilenstein in der Firmengeschichte markiert das Jahr 1990 - es war der Entwicklungsstart des "Werkstückträger-Transportsystems (WTS) Stein 300", das zwei Jahre später am Markt eingeführt wurde und den Montageprozess maßgeblich beeinflusst hat.

Vordenker in Sachen Industrie 4.0

Peter Stein hat sich bereits früh mit der Produktion von morgen auseinandergesetzt und das Thema Modularität in das Stein 300 einfließen lassen – damit war er Vordenker, lange bevor der Begriff Industrie 4.0 geprägt wurde. Bei der Versorgung von Fertigungsplätzen ging er einen völlig neuen Weg, Bild 2. "Die Steuerung der Systeme sollte mit den einzelnen Montagestationen kommunizieren, damit der Anwender alle Produktionsund Qualitätsdaten zur Verfügung hat. Wir wollten weg vom Sondermaschinenbau und Lieferant von Standardelementen

sein", skizziert er die Marschrichtung. Nicht hunderte verschiedener Schaltungen waren zu verbauen, sondern aufeinander abgestimmte Lösungen.

Die unternehmerische Pionierarbeit "trug Früchte": Bereits 1991 waren 1500 Stein-Anlagen weltweit in Betrieb. 1995 wurde das "Stein 500" wurde am Markt eingeführt, um Bauteile mit Massen bis 80 kg zu transportieren. 2006 stieg die Ehefrau von Peter Stein, Monika, in die Geschäftsführung ein. Fünf Jahre später waren bereits 3000 Anlagen aus vier Steuerungsgenerationen weltweit im Einsatz. 2015 trat Jürgen Noailles in die Geschäftsleitung ein, Bild 3, und führt bis heute die Geschicke des Unternehmens

gemeinsam mit Monika Stein. Peter Stein fungiert als Gesellschafter gemeinsam mit seinen beiden Töchtern Yvonne Stein und Jeanette Bucher-Stein.

Mehr vertikale Vernetzung

Auf die Montagetechnik wartet aus Sicht von Noailles in Zukunft eine ganze Reihe von Herausforderungen. "Es kommt zu einer verstärkten vertikalen Vernetzung von Anlagen. Dies betrifft beispielsweise eine vorausschauende Instandhaltung. Aber auch andere Themen aus dem Bereich Industrie 4.0, die die Prozesskontrolle verbessern, werden uns auch künftig beschäftigen und das Portfolio prägen." Ein weiterer Trend ist, bei Transportsystemen auf elektrische statt auf pneumatische Lösungen zu setzen, etwa um den Aufwand für Verschlauchungen zu vermeiden. Bei Stein gibt es seit 2018 erste pneumatikfreie Lösungen.

Ungebrochen ist aus Sicht von Noailles der Trend zur Automatisierung - mit entsprechenden Konsequenzen. Die international steigenden Lohnkosten drängen gerade Länder wie China, Mexico oder Malaysia dazu, in solchen Lösungen zu denken. Dies gilt weiterhin auch für Europa. Zusätzlich wird dieser Trend durch den Fachkräftemangel und steigende Fertigungsstückzahlen "gepuscht". Automationskomponenten sind am Markt häufig mit langen Lieferzeiten belegt.

Stein steuert strategisch dagegen: "Für uns ist es wichtig, schon frühzeitig mit den Zulieferern in Kontakt zu treten. So können wir durch unterschiedliche konzeptionelle Ansätze Verzögerungen minimieren", erläutert Noailles. Detaillierte Angebote für die Kunden werden in ein bis zwei Tagen unterbreitet. Einzelne Komponenten für die Transportsysteme sind in zwei bis vier Wochen lieferbar, und die von Stein gesteuerten Gesamtsysteme stehen in zehn bis zwölf Wochen komplett zur Verfügung.

Mit Blick auf die zunehmende Digitalisierung spiele die kompetente Kundenberatung eine wichtige Rolle. Nicht immer ist ein hoher Industrie-4.0-Standard erforderlich. "Es geht darum, welche Lösung für die jeweilige Anwendung geeignet ist", meint Noailles. Künftig will das Unternehmen zudem noch mehr international agieren und baut die Präsenz durch zusätzliche Partner weiter aus.

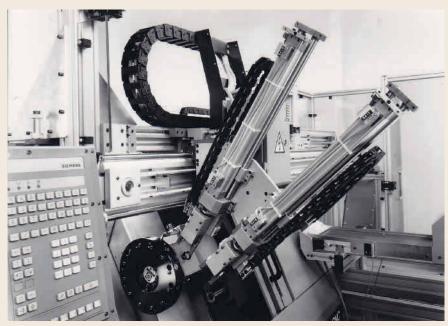


Bild 1. Im Jahr 1973 startete die Firma mit dem Bau der ersten Be- und Entladegeräte für Bearbeitungsmaschinen. Bild: Stein Automation



Bild 2. Transparenz durch "intelligente" Werkstückträger: Die Bediener erhalten wichtige Daten zum Betriebszustand der Anlage übersichtlich am Monitor angezeigt. Bild: Stein Automation



Bild 3. Beim Betriebsrundgang gewährt Geschäftsführer Jürgen Noailles den Teilnehmern des Pressetags Einblicke in die Büro- und Produktionsräume. Bild: B.E.

Erfolg in vielen Branchen

Werkstückträger-Transportsysteme von Stein kommen in vielen Branchen erfolgreich zum Einsatz, darunter Automotive, Medizintechnik, Elektrotechnik und Konsumgüter. Das Unternehmen bietet dafür eine Vielzahl von standardisierten Komponenten als Baukasten-System. Zu den technischen Highlights gehört die selbst entwickelte, "intelligente" Antriebssteuerung "SoftMove". Sie erlaubt den sanften Transport empfindlicher Güter von Station zu Station. Dieses System spart durch effiziente EC-Motoren Energie, reduziert den Verschleiß und sorgt für einen geräuscharmen Betrieb.

Auch die Verbesserung der Ergonomie am Montagesystem ist ein wichtiges Entwicklungsziel: Die Ingenieure haben einen höhenverstellbaren und im Transfersystem integrierten Arbeitsplatz konstruiert. Je nach Körpergröße, sitzender oder stehender Tätigkeit können Mitarbeiter ihre Montageposition individuell und besonders ergonomisch gestalten.

"Die zukünftige Steuerungs-Entwicklung wird es unseren Kunden und Sondermaschinenbauern noch leichter machen, die Montageanlagen intelligent zu steuern und zu vernetzen. Das Tagesgeschäft ist geprägt von unterschiedlichen Systemlösungen – von Losgröße 1 bis hin zur Ankopplung an ERP- oder MES-Sys-

teme oder einfache Umläufe", weiß Noailles. Er blickt unterdessen optimistisch in die Zukunft. "Wir verzeichnen weiterhin eine große Nachfrage nach unseren Transportsystemen. Schwerpunkte liegen aktuell bei Lösungen mit unserer Logistiksteuerung, gepaart mit Softmove. Dies zeigt, dass wir bereits frühzeitig in die richtige Richtung entwickelt haben", so der Geschäftsführer. Aufgrund der hohen Ausbildungsrate sieht er dem Fachkräftemangel etwas entspannter entgegen: "Als Familienunternehmen ist uns weiterhin bewusst, dass wir seit nunmehr 50 Jahren mit hochmotivierten und kompetenten Mitarbeitern erfolgreich sind."

www.stein-automation.de

Wettbewerbsvorteile schaffen



Auf der "SPS" 2019 in Nürnberg ist das neue Angebot an Automatisierungslösungen wie Predictive Maintenance, Collaborative Robotics und Big Data Handling zu sehen. Bild: Mitsubishi Electric Europe

Das Motto von Mitsubishi Electric, Ratingen, zur "SPS" 2019 in Nürnberg lautet: "Your solution partner for smart manufacturing". Auf dem Stand zeigt das Unternehmen seine neueste Palette an Automatisierungsprodukten und -technologien, die den Anwendern einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. Zu den vorgestellten Lösungen gehören Predictive Maintenance, Time-Sensitive Networking (TSN) und zunehmend kollaborative Robotik - allesamt zur Verbesserung der Produktion, Bild. Die Hilfe beim Umgang mit großen Datenmengen durch Edge Computing wird neben der breiteren Anwendung von KI (künstlicher Intelligenz) zur Verbesserung der Maschinen- und Systemintelligenz im Vordergrund stehen. Die Realisierung und Anwendung dieser Technologien wird durch die Zusammenarbeit mit Partnern der "e-F@ctory Alliance" unterstützt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Maschinenbau, wobei mehrere Produktentwicklungen Verbesserungen in Bezug auf Leistung und Integration bieten.

https://de3a.mitsubishielectric.com, SPS: Halle 7, Stand 391

Nachhaltige Nutzung digitaler Daten

Auf der "SPS" 2019 zeigt Siemens, München, branchenspezifische Anwendungen sowie Zukunftstechnologien für die digitale Transformation der Fertigungs- und Prozessindustrie. Im Mittelpunkt des über 4000 m² großen Messestands stehen Produkte, Lösungen und Services aus dem Digital-Enterprise-Portfolio, die Kunden unterstützen, ihre Produkteinführungszeiten zu verkürzen und gleichzeitig Produktivität, Flexibilität und Effizienz zu steigern. Vorgestellt wird ein neu entwickeltes Komplettsystem zum industriellen Bedienen und Beobachten. Das webbasierte Visualisierungssystem besteht aus der Software "Simatic WinCC Unified" sowie der neuen Generation der HMI-Bediengeräte "Simatic HMI Unified Comfort Panels". Mit "Sinumerik One" ist das CNC-System für das digitale Zeitalter zu sehen. Durch das nahtlose Zusammenspiel von virtueller und realer Welt werden Werkzeugmaschinen produktiver, Markteinführungszeiten können reduziert und die Maschinenleistung gesteigert werden. Bei "Digital Connectivity" präsentiert Siemens zudem neue Cloud-Connect-Produkte. Damit können Daten ieder Anlage einfach, schnell und sicher in die Cloud übertragen werden. Die Möglichkeiten reichen vom Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Edge Computing bis hin zur Fabrik- und Prozessautomatisierung der Zukunft. Die Datenhoheit bleibt dabei immer beim Eigentümer dieser Daten. Am Beispiel der Automobilindustrie wird zu sehen sein, wie die Entwicklungs- und Produktionszeiten unabhängig vom Motorkonzept (Diesel, Benzin, Elektro) verkürzt werden können. Vollautomatische Fertigungskonzepte mit hoher Qualität und Genauigkeit sowie industrialisiertes Additive Manufacturing führen zu besserer Leistung, kürzeren Aufbauzeiten und einem transparenten Batterieentwicklungs- sowie Produktionsprozess.

www.siemens.com SPS: Halle 5, Stand 140

Vielseitig einsetzbar: Dämpfer in Linearmodulen

Kleinstoßdämpfer optimieren Maschinen zuverlässig und effektiv, indem sie bewegte Massen schnell und zerstörungsfrei bremsen. Trifft die Masse auf den Stoßdämpfer, wird durch den in der Druckhülse befindlichen Kolben Öl in Bewegung gesetzt und durch Drosselbohrungen gedrückt, wodurch die eingeleitete Energie in Wärme umgewandelt wird. Je nach Anwendung sind die Bohrungen so über den Hub angeordnet, dass die Masse mit konstanter Dämpfkraft verzögert, die kinetische Energie also gleichmäßig über den gesamten Hub abgebaut wird. Dies geht mit der geringsten Belastung für die Maschine einher. Durch rasches, sanftes Abstoppen ohne Rückpralleffekte sind schnellere Taktungen bei den Maschinen mit entsprechend höherer Produktivität möglich. Lärm wird zudem deutlich reduziert. Fine interessante Alternative für den zuverlässigen Schutz (und auch bei der harten Arbeit in den Endlagen von Linearmodulen) sind die wegen ihrer rohrähnlichen Form "Tubus" genannten Strukturdämpfer von ACE, Langenfeld. Insgesamt acht Produktfamilien mit mehr als 150 standardisierten Einzelprodukten gibt es. Die aus Co-Polyester-Elastomer gefertigten Elemente sind eine preisgünstigere Alternative zu hydraulischen Dämpfern, wenn es nicht auf punktgenaues, also unverzügliches Abstoppen ankommt. Bei der Firma Lisco, Bargteheide, kommen die Tubus für folgende Aufgabe zum Einsatz: Als leistungsfähige Maschinenelemente in verschiedenen Linearachsen, Bild, in Handling- und anderen Bewegungssystemen sorgen sie dafür, dass es im Fall eines Bedien- oder Software-Fehlers oder eines Stromausfalls zu keinem unkontrollierten Einschlag der Massen in den Endlagen kommt. Kostenintensive Reparaturen und Stillstandszeiten werden vermieden. Da die Linearachsen bei Lisco in aller Regel mit Profilschienen oder Rollenführungen ausgeliefert werden, war eine Lösung sinnvoll, die links und rechts von der jeweiligen Schiene beziehungsweise Führung angebracht werden kann, Im Anforderungsprofil standen zudem eine kompakte Bauform sowie eine einfache Montage. Gemeinsam mit ACE wurde die preisgünstige Alternative der Tubus vom Typ "TA17-7" als Dämpfungselement ermittelt. Dieses zeichnet sich durch eine degressive Dämpfungskennlinie aus, was eine hohe Energieaufnahme am Hubanfang zur Folge hat. Trotz der kompakten Bauform und der geringen Eigenmasse von nur 40 g sind diese Tubus bei Umgebungstemperaturen von -40 °C bis 90 °C als zuverlässige Maschinenelemente in der Lage, bis zu 9 Nm pro Hub abzubauen. Im Vergleich zu alternativen Lösungen wie anderen Feststoffdämpfern oder Federn ist eine hohe Lebensdauer von bis zu 1 Million



Spindel-, Zahnriemen- oder Linearmotorachsen werden einfach oder als Mehrachssysteme gefertigt und zum Schutz der Endlagen sowie der Gesamtkonstruktion mit Strukturdämpfern ausgestattet. Bild: Lisco

Lastwechseln möglich - bis zu 20 Mal mehr als bei Lösungen, die aus Urethan gefertigt sind, bis zu 10 Mal mehr als bei Gummidämpfungen und bis zu fünf Mal mehr als bei Stahlfedern. Mit einer bereitgestellten Schraube sind sie ohne Komplikationen und sehr schnell zu befestigen. Ein Vorteil, der sowohl für Tubus als auch für Kleinstoßdämpfer von ACE gilt, ist die einfache Integrierbarkeit. Zudem sind beide Produktreihen auf Anfrage mit Sonderhüben, -kennlinien, -federraten, -baugrößen und -materialien lieferbar. Das erleichtert die Arbeit für den Konstrukteur deutlich. www.ace-ace.de

Kostengünstige Zuführlösung

Epson, Meerbusch, hat einen neuen Vibrationsförderer präsentiert, der in zwei Varianten verfügbar ist, Bild. Das System erlaubt den Aufbau einer einfachen und kostengünstigen Zuführlösung für eine Vielzahl von Teilen. Der "Feeder" wird in vielen Branchen zum Einsatz kommen, beispielsweise in der Medizin-, Pharma-, Elektronik- und Automobilindustrie. Dank seiner nahtlosen Integration in die Entwicklungsumgebung "RC+" ist eine schnelle und kostengünstige Nutzung auch in bestehenden Anlagen möglich. Die Komponenten lassen sich alle unkompliziert einrichten und konfigurieren. Auch der neue Feeder erlaubt im Zusammenspiel mit der Epson-RC+-Entwicklungssoftware eine Inbetriebnahme in wenigen Schritten

Volker Spanier, Head of Robotic Solutions von Epson in der Region EMEAR, erklärt: "Die Fördersysteme IF240 und IF530 sind unsere Antwort auf die steigende Nachfrage nach Vereinzelungslösungen von hochgradig durchmischten Stücken mit geringen Abmessungen. Die Integration der Teilezuführungen mit den Roboter- und Vision-Systemen von Epson in einer gemeinsamen Entwicklungsumgebung beschleunigen die Anlagenentwicklung und bieten Herstellern hohe Effizienz bei kurzen Umrüstzeiten. Darüber hinaus wird eine große Zahl an Formen und Materialien unterstützt, zum Beispiel Verschlüsse, Clips, Membranen, Steckverbinder, Komponenten, Halterungen und Röhren aus Kunststoff, Metall und Gummi." www.epson.de, SPS: Halle 8, Stand 301



Den neuen Vibrationsförderer wird es in zwei Varianten (je nach Teilegewicht) geben. Bild: Epson



Bild 1. Die Jim Beam Distillery in Clermont/USA stellt seit über 75 Jahren einige der weltweit feinsten Spirituosen her. Durch die Nutzung einer multivariablen Regelung konnte nun der Durchsatz gesteigert und eine gleichbleibende Qualität erzielt werden. Bild: Jim Beam

60 % weniger Schwankungen bei gleichbleibendem Alkoholgehalt

Multivariable Regelung

Stabiler Betrieb, gesteigerte Produktqualität und ein höherer Destillationsertrag sind das Ergebnis des Einsatzes einer "MPC"-Regelung von Rockwell Automation in der Jim Beam Destillerie in Clermont, Kentucky/USA. Dank des Einsatzes der modernen Steuerung ist es der Destillerie nun gelungen, den Durchsatz zu maximieren und die Bediener zu entlasten.

TEXT: Rene Akkermans

ie Iim Beam Distillery in Clermont stellt seit über 75 Jahren einige der weltweit feinsten Spirituosen her, Bild 1. Die Destillerie produziert jährlich über 90 Millionen Flaschen Spirituosen, die in mehr als 200 Länder geliefert werden. Viele der führenden Bourbon-Marken werden in diesem Werk hergestellt, beispielsweise der "Jim Beam Bourbon" und "Jim Beam Black". Zudem werden diverse "Ultra-Premium-Bourbons" in kleineren Mengen produziert. In mehr als 600 000 Fässern reifen die Erzeugnisse in den 27 Lagerhäusern auf

dem Gelände der Destillerie. Damit ist das Jim-Beam-Werk in Clermont das größte in Nordamerika.

Komplexer Herstellprozess

Beim Bourbon macht das Fass 100 % der Farbe und 60 % des Geschmacks aus – so ist die allgemeine Ansicht. Die übrigen 40 % des Geschmacks werden vom Getreide im Maischebrei, der Hefe, den Fermentierungsbedingungen sowie dem Alkoholgehalt des Rohbrands (Low Wine) und des Feinbrands (High Wine) eingebracht. Durch einen gleichbleibenden Alkoholgehalt von Roh- und Feinbrand

wird sichergestellt, dass bei der Fermentierung neben dem Alkohol die gewünschten geschmacksprägenden Kongenere und Substanzen entstehen und im Feinbrand konserviert werden, während nicht erwünschte Kongenere entfernt werden.

Das Getreide für den Maischebrei wird gekocht und anschließend mit Hefe fermentiert, um das sogenannte "Distiller's Beer" (Brennerbier) herzustellen. Dieses Bier mit einem Alkoholgehalt von etwa 9 % wird einer kontinuierlichen, mehrstufigen Destillationskolonne, der "Column Still" oder "Beer Still", zugeführt, in der Alkohol in den Dämpfen konzentriert und oben in der Kolonne abgenommen wird.



Bild 2. Die "Pavilion8"-Lösung lässt sich in der Destillerie als multivariable Regelung zur Handhabung von Einschränkungen nutzen. Sie regelt Zufuhr sowie Entkopplung und verringert die Stillstandzeiten. Bild: Rockwell Automation

Die Dämpfe kondensieren und der so entstandene Rohbrand mit einem Alkoholgehalt von etwa 60% oder 120 Proof wird in einem Auffangbehälter gelagert. Der übrige Teil des Distiller's Beer wird im unteren Teil der Destillationskolonne als "Thick Slop" entnommen. Der Rohbrand durchläuft jetzt eine letzte einfache Destillationsstufe im "Doppler". Der Dampf aus dem Doppler kondensiert und der daraus resultierende Feinbrand mit einem Alkoholgehalt von etwa 65 % oder 130 Proof wird in Zisternen gelagert, bis er auf die gewünschte Konzentration verdünnt oder "geprooft" wurde, um dann in neue, ausgebrannte Eichenfässer abgefüllt zu werden.

Damit kein Alkohol verloren geht, werden die Seitenströme aus der Destillationskolonne, die Bodensätze aus dem Doppler und andere Abfallströme von der Destillerie in einem Tank gesammelt und einer kleinen Destillationskolonne für den Vor- und Nachlauf, der "Heads and Tails Still" zugeführt. Der Alkohol wird in den Dämpfen konzentriert, oben in der Kolonne abgenommen und mit dem Rohbrand kondensiert.

Die Herausforderung

In den letzten Jahren hat der weltweite Whiskey-Konsum einen regelrechten Boom erlebt. Jim Beam suchte nach Möglichkeiten, Teile seines Werks zu modernisieren, um den Durchsatz zu maximieren und gleichzeitig die Einschränkungen hinsichtlich der Ausrüstung und des Prozesses einzuhalten. Zum Erreichen dieses Ziels mussten die Prozess- und Oualitätsschwankungen verringert werden. Das Werk sollte näher an seine Betriebsgrenzwerte herangeführt und der Durchsatz erhöht werden, ohne die Produktionsintegrität zu beeinträchtigen. Die Anwendung soll durch die Implementierung der Technologiekomponenten eine modellprädiktive Echtzeitregelung bereitstellen.

Die Lösung

Die "Pavilion8"-Lösung von Rockwell Automation, Düsseldorf, realisiert eine multivariable Regelung zur Handhabung von Einschränkungen, für die Zufuhr und Entkopplung sowie zur Verringerung von Stillstandzeiten, Bild 2. Prozessmodelle dienen zum Optimieren der Steuerungsaktionen. Wo eine konventionelle modellprädiktive Regelung (MPC) lineare Modelle einsetzt, gestattet Pavilion8 die Verwendung nicht-linearer Modelle. Die Software berechnet empfohlene Sollwerte für einfachere Prozessregelkreise - typischerweise PID (Proportional-Integral-Differential)-Regelkreise - um die Leistung der Echtzeitsteuerung zu optimieren. Diese Steuerungen können vom Bediener an der modellprädiktiven Regelung oder an anderer Stelle positioniert werden. Komplexere Strategien lassen sich realisieren, indem eine Pavilion8-Steuerung so konfiguriert wird, dass sie Sollwerte für die Regelgrößen einer anderen Steuerung dieser Art festlegt.

Fazit

Durch den Einsatz der modernen Steuerung kann die Destillerie nun die Zufuhr zur Destillationskolonne maximieren, um den Durchsatz abhängig von den Prozess- und Qualitätseinschränkungen zu erhöhen. Die Materialströme werden so gestaltet, dass die Materialbalance (wie der Behälterpegel) stets gleichbleibend ist, damit sich die Bediener auf komplexere Aufgaben konzentrieren können. www.rockwellautomation.com SPS: Halle 9, Stand 205,



und Halle 5, Stand 128

Rene Akkermans

arbeitet als Business Deve-Iopment Manager EMEA bei Rockwell Automation. Bild: Rockwell Automation

Der Versuch, das Beste aus zwei Welten zu vereinen

Hybrides Projektmanagement

Klassisches oder agiles Projektmanagement? Diese Frage hat sich in vielen Unternehmen zur Glaubensfrage entwickelt. Dabei haben beide Ansätze Stärken und Schwächen. Deshalb ist es in der Praxis oft sinnvoll, das Beste beziehungsweise Zielführendste aus den beiden Projektmanagement-Welten zu vereinen.

TEXT: Alexander Pifczyk, Reiner Marquart

iel eines professionellen Projektmanagements ist es, Projekte so zu planen und zu steuern, dass deren Risiken begrenzt, die Chancen genutzt und die Projektziele in der angestrebten Qualität erreicht werden – termingerecht und im definierten Kostenrahmen. Vor dieser Herausforderung standen Unternehmen schon immer bei ihrem Bestreben, Change-Projekte und -Vorhaben so zu gestalten, dass der Erfolg auch langfristig gesichert ist.

Dabei gilt es jedoch zu beachten: Projekte finden stets in einem Umfeld statt. Deshalb werden zum Teil auch bewährte (Projektmanagement-)Verfahren -Methoden obsolet, wenn sich die Rahmenbedingungen ändern. Dies geschieht seit einigen Jahren verstärkt in der von rascher Veränderung und sinkender Planbarkeit geprägten Welt - auch aufgrund der digitalen Transformation der Wirtschaft und Gesellschaft. (Change-)Projekte werden nicht nur zahlreicher, sondern auch komplexer. Deshalb stellen immer mehr Unternehmen ihr klassisches Projektmanagement in Frage und suchen nach neuen, meist agileren Formen des Projektmanagements.

Agiles Projektmanagement

Dem klassischen Projektmanagement-Modell (auch "Wasserfall"-Modell genannt, **Bild 1**) zufolge, besteht ein Projekt aus genau definierten, aufeinander folgenden Phasen. In der Regel werden vier Phasen – Startphase, Planungsphase, Ausführungsphase(n) und Abschlussphase unterschieden. Bei Softwareprojekten sind

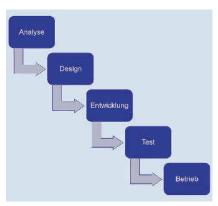


Bild 1. Klassisches Projektmanagement, das aus definierten, aufeinander folgenden Phasen besteht. *Bild: Kraus & Partner*

es oft die Phasen Analyse, Design, Implementierung, Test und Betrieb.

Anders ist dies beim agilen Projektmanagement, das sich meist auf das "Scrum"-Modell, **Bild 2**, bezieht. Bei ihm werden Projekte nicht von Anfang bis Ende detailliert durchgeplant. Das Vorgehen folgt vielmehr einer Vision, wodurch auch die beim klassischen Projektmanagement üblichen Lasten- und Pflichtenhefte entfallen. Stattdessen ist das Vorgehen

- inkrementell, also in kleinen aufeinander aufbauenden Schritten ablaufend.
- iterativ, also sich in Reflexions- und Wiederholungsschleifen vollziehend.

Im Mittelpunkt des Geschehens stehen dabei die Stakeholder (Kunden/Anwender) und die "User-Storys". Diese beschreiben die Anforderungen an das Endprodukt beziehungsweise die Problemlösung aus der Benutzerperspektive. Sie werden meist vom Product-Owner – also der Person, die letztlich für die Arbeit des Projekt- beziehungsweise Entwickler-

teams und die Qualität des Endprodukts verantwortlich ist – mit den Stakeholdern parallel zur Entwicklung im laufenden Prozess verfasst.

Das Projekt selbst gliedert sich beim agilen Projektmanagement nicht in Phasen, sondern eine Abfolge circa drei- bis vierwöchiger "Sprints". In ihnen werden die User-Storys zum Beispiel bei der Softwareentwicklung den Entwicklerteams zugewiesen, und zwar jeweils so viele, wie in dieser Zeit leistbar sind. Ist ein Sprint zu Ende, steht die entwickelte Teillösung als Produkt-Inkrement zur Verfügung und kann im Betrieb getestet werden. Parallel dazu startet der nächste Sprint.

Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile

Beide Projektmanagement-Arten haben Stärken und Schwächen. So entfaltet zum Beispiel das klassische Projektmanagement seine Stärken in Projekten, in denen sich auf Sicht an den Zielen wenig ändert und kaum Anpassungen erforderlich sind; außerdem bei Projekten, in denen sich Aufgabenstellungen wiederholen und die eine überschaubare Zeit dauern. Dies sind oft Projekte.

- bei denen es darauf ankommt, Gesetze und Vorschriften einzuhalten, und
- bei denen eine umfassende Dokumentation nötig ist.

Diese Rahmenbedingungen sind jedoch zum Beispiel bei den meisten Software-Projekten nicht gegeben. Ähnlich verhält es bei fast allen größeren Change- und Transformationsprojekten in Unternehmen. Bei ihnen lassen die Komplexität der Anforderungen und die Wechselwirkun-

gen im System meist keine längerfristige Planung zu. Vielmehr muss das Projekt aufgrund der neuen Erkenntnisse und Einflüsse stets neu ausgerichtet werden. Hier entfaltet das agile Projektmanagement seine Stärken, das seine Wurzeln in der Softwareentwicklung hat. Viele (Software- und IT-)Projekte sind heute sehr komplex und unterliegen im Projektverlauf einer permanenten Veränderung. Und zu Beginn sind die Vorgaben und Anforderungen oft noch unklar.

Die Praxis zeigt jedoch: Ein agiles Vorgehen ist keine Erfolgsgarantie. Eine Schwachstelle ist zum Beispiel, dass die Entwickler das in einem Sprint Machbare zu optimistisch einschätzen – deshalb werden Sprint-Ziele oft nicht erreicht. Das erschwert es der Projektleitung, einen längeren Zeitraum zu planen und zu budgetieren. Hinzu kommt: Ein agiles Projektmanagement setzt außer einer anderen Organisationsstruktur auch eine andere "Kultur" voraus. Beide Faktoren sind in vielen Unternehmen nicht oder nur in einzelnen Bereichen gegeben.

Hybride Variante verbindet beide Ansätze

Beim Projektmanagement lässt sich nicht der berühmte "Schalter umlegen", um vom klassischen zum agilen Projektmanagement zu gelangen. Vielmehr ist eine Übergangszeit normal, in der noch "Parallelwelten" existieren, und diese müssen gemanagt werden. Deshalb fragen sich die Unternehmen zunehmend: Bei welchen Projekten ist eher das klassische Vorgehen und welchen ein agiles Projektmanagement zielführend? Wie lassen sich im konkreten Fall die Stärken beider Methoden vereinen?

Sie streben also ein hybrides Projektmanagement an. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist: In der Organisation – besonders auf der Führungsebene – besteht ein Verständnis für dieses "sowohl, als auch", damit undogmatisch entschieden werden kann, welches Prinzip bei welchem Projekt gilt. Übergeordnete Ziel ist: Für die Teams soll eine optimale Arbeitsumgebung geschaffen werden. Deshalb werden Methoden und Werkzeuge "aus beiden Welten" genutzt.

Das Verfahren in der Praxis

Hybride Projekte starten in der Regel mit einer Analyse-Phase. In ihr wird das

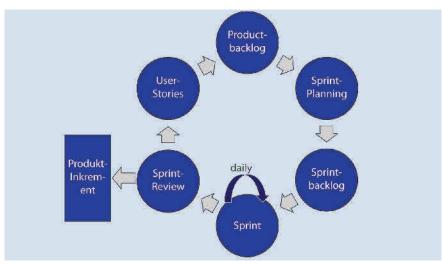


Bild 2. Beim "agilen Projektmanagement" ("Scrum"-Modell) werden Projekte nicht im Detail durchgeplant. Bild: Kraus & Partner

Gesamtprojekt jedoch nicht in der Tiefe, sondern eher in einer groben Granulierung analysiert und geplant. Danach wird das Grobgranulare in Projektschritte aufgeteilt, und ab diesem Augenblick werden agile Methoden eingesetzt und zum Beispiel Analyse, Design, Implementierung, Test und Alpha-Betrieb parallel gefahren. Tägliche Kurz-Meetings sorgen dafür, dass die Projektbeteiligten ihre Arbeit synchronisieren können.

Die Phasen des klassischen Managements werden in Iterationen (Sprints) aufgeteilt. Zudem werden in den laufenden Sprints jeweils die User-Stories für den nächsten Sprint entwickelt. Das heißt: Die Methoden der agilen Vorgehensweise sind beim hybriden Projektmanagement in die Prinzipien des klassischen Projektmanagements eingebettet.

Die Sprints enden – statt mit einem Statusmeeting – mit einem Review. Alle Erfahrungen "kommen auf den Tisch" und werden auf ihre Relevanz für das noch folgende Projekt hin untersucht. Eine Folge kann sein, dass Termine verschoben, Ressourcen angepasst und Erwartungen verändert werden müssen. Das Wesentliche ist jedoch: Die Risiken des Projekts werden mit jeder Iteration beziehungsweise jedem Sprint kleiner und treten nicht erst gegen Ende zutage.

Ein Change ist unabdingbar

Das Zusammenspiel agiler und konventioneller Methoden stellt beim Bestreben, die Agilität von Unternehmen allmählich zu erhöhen, einen natürlichen

Entwicklungsschritt dar. Dieser geht mit einem Kultur- und Strukturwandel in der Organisation einher. Deshalb sollte dieser Prozess durch ein professionelles Change-Management gesteuert werden. Die Aufgabe ist es hierbei, das Nebeneinander neuer und konventioneller Arbeitsweisen in Projekten zu erlauben und die nötigen Rahmenbedingungen zu schaffen.

Für viele "Anhänger" des agilen beziehungsweise des klassischen Projektmanagements hat es sich zu einer "Glaubensfrage" entwickelt, welcher Ansatz in Projekten den Vorzug verdient. Diese Ist-Situation gilt es zu überwinden – und zwar durch das Schaffen einer bereichs-, funktions- und hierarchieübergreifenden Kultur der Unvoreingenommenheit gegenüber der jeweils anderen Art, Projekte zu managen. Denn nur dann kann undogmatisch entschieden werden, welches Prinzip bei welchem Projekt gilt und ein hybrides Projektmanagement praktiziert werden.

www.kraus-und-partner.de



A I e x a n d e r P i f c z y k ist Senior Consultant und Partner bei der Unternehmensberatung Dr. Kraus & Partner in Bruchsal mit dem Arbeitsschwerpunkt Change- und Projekt-Management. Bild: Kraus & Partner

Reiner Marquart ist Senior Consultant und Spezialist für Softwareentwicklung bei Dr. Kraus & Partner.

Inhalte der Online-Ausgabe 10-2019

TITELTHEMEN: UMFORMTECHNIK - LEICHTBAU

M. Liewald – Institut für Umformtechnik IFU, Universität Stuttgart

Der zukünftige Leichtbau qualifiziert besonders die Umformtechnik

Mehr denn je wird aktuell über den Verbrauch von verfügbaren Ressourcen für Leben, Wohnen, Transport und Technik nachgedacht, die wir zur Fortbewegung im beruflichen und privaten Umfeld einsetzen. Bezogen auf den Weltverbrauch von nachhaltigen Ressourcen rechnen Wissenschaftler seit circa 50 Jahren jährlich den Tag im Jahreslauf aus, wann jene verbraucht sind, die innerhalb eines Jahres wieder nachwachsen könnten, also nachhaltig verfügbar sind. 1970 war es rechnerisch erst Ende Dezember so weit, im Jahr 2000 bereits im September, im laufenden Jahr erreichten wir dieses Datum bereits Ende Juli.

M. Liewald; P. Essig, C. Bolay – IFU, Universität Stuttgart; Daimler AG, Sindelfingen

Digitalisierte Tragbilder im Werkzeug-Tryout *

Steigende Anforderungen an die Qualität von Außenhautteilen stellen Unternehmen in der Automobilindustrie vor neue Herausforderungen. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Werkzeugentstehungsprozess, der von zeitintensiven Schleifarbeiten geprägt ist. Der Beitrag zeigt einen neuen Ansatz zur Datenrückführung von Traganteilen bestimmter Wirkflächenzonen in die Umformsimulation durch optische Messtechnik. Damit kann der aktuelle Tryout-Zustand mit der Simulation verglichen werden.

T. Suckow, J. Günzel, L. Schell, E. Sellner, J. Dagnew, P. Groche Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU), Technische Universität Darmstadt

Temperatureinfluss in der Aluminiumblechumformung*

Temperaturunterstützte Prozesse bieten die Möglichkeit, hochfeste Aluminiumlegierungen umzuformen. Im Beitrag wird das Potenzial der Halbwarm- und Warmumformung sowie der W-Temper-Umformung der hochfesten Aluminiumlegierungen EN AW-6082-T6 und EN AW-7075-T6 in einem 90°-Gesenkbiegeversuch aufgezeigt.

A. Franceschi, P. Groche – PtU, Technische Universität Darmstadt

Verzugsarme Kaltmassivumformung*

Eigenspannungen, die während des Herstellungsprozesses in Bauteile eingebracht werden, sind oft Ursache von Verformungen und beeinträchtigen zudem die Ermüdungs- und Korrosionsbeständigkeit. Vorgestellt wird eine Technologie, die es erlaubt, die Eigenspannungen bei kaltfließgepressten Teilen zu verringern. Zudem wird eine Wärmebehandlung numerisch simuliert, um zu zeigen, wie sich mit dieser Technologie Verformungen vermeiden lassen.

E. Seif, J. Langner, M. Stonis; B.-A. Behrens IPH Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH; Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM), Leibniz Universität Hannover

Folgeverbundhybridschmieden eines Querlenkers*

Folgeverbundhybridgeschmiedete Bauteile haben großes Potenzial im Leichtbau. Am Beispiel eines Querlenkers wird der Vorteil des Hybridschmiedens in Struktur- und Stoffleichtbau betrachtet. Zusätzlich zeigt die Betrachtung des Wärmeeintrags, dass beim nachträglichen Vergüten das Potenzial des Stoffleichtbaus nicht gefährdet wird.

Die Online-Zeitschrift wt Werkstattstechnik erscheint inklusive neun produktionsspezifischen Ausgaben pro Jahr unter der Internet-Adresse

www.werkstattstechnik.de

109 Jahre wt Werkstattstechnik - seit 19 Jahren online

Die "wt" veröffentlicht aktuellste Forschungsergebnisse aus Wissenschaft, Hochschulen, Praxis und Industrie – ergänzt um tägliche News etc. Der Jahreszugangspreis zu allen Fachartikeln (mehr als 2950) beträgt € 247,– (VDI-GPL-Mitglieder zahlen € 222,30; Studenten: € 124,–). Mehr Informationen gibt es auf der Homepage oder unter 0211 / 6103-335.

M. Liewald; M. Burkart, J. Wied, E. Stockinger IFU, Universität Stuttgart; Mercedes-Benz Sindelfingen, Daimler AG

Analyse dynamischer Niederhalterbelastungen*

Effizienzsteigerungen in Presswerken aufgrund erhöhter Hubzahlen stellen Werkzeugkonstrukteure vor Herausforderungen. Die Beschleunigungsvorgänge bewegter Massen werden für servo-mechanische Pressen zu kritischen Belastungen. In Folgeoperationen resultieren durch Niederhalter stoßartige Belastungen der Werkzeugstruktur. Der Beitrag stellt einen Versuchsaufbau vor, der zur Validierung von Modellen der Stoßbelastungen entwickelt wurde. Dieser erlaubt die Untersuchung bei Variation der Betriebsparameter.

R. Meißner, M. Liewald; C. Leonhardt, M. Otto, K. Stahl – IFU, Universität Stuttgart; Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG), Technische Universität München

Torsionsfestigkeit von umformgefügten Zahnrädern*

Im Verbundprojekt "massiverLeichtbau" wurde als Beitrag zur Gewichtsreduktion von Antriebsstrangkomponenten am IFU und an der FZG das Verfahrenskonzept zur umformtechnischen Herstellung von "gebauten" Zahnrädern mittels Querfließpressen in Mehrkomponentenbauweise entwickelt und dessen Leichtbaupotenzial untersucht. Die dargestellten Ergebnisse stammen aus dem AiF-Abschlussbericht sowie einer vorangehenden Veröffentlichung [12].

N. Missal, M. Liewald, T. Deliktas; H. Venzlaff IFU, Universität Stuttgart; Zwez-Chemie GmbH, Lindlar

Kaltumformung komplexer innenprofilierter Hohlbauteile*

Der Beitrag präsentiert ein Verfahrens- und Werkzeugkonzept zur Kaltumformung eines Kolbenbolzens mit einem strukturmechanisch optimierten helixförmigen Innenprofil. In der Untersuchung wurde der Umform- und Auswurfprozess numerisch modelliert und anhand der numerischen Ergebnisse ein Versuchswerkzeug entwickelt und aufgebaut. Damit wird der Auswurfprozess beim Einsatz unterschiedlicher Schmierstoffsysteme und Variation der Prozessgeschwindigkeit detailliert untersucht.

T. Wang, H. Ye, P. Groche – PtU, Technische Universität Darmstadt

Leichtbauprofile durch flexibles Rollsicken*

Im Sinne des Wandels der konventionellen Massenproduktion hin zur seriellen Maßanfertigung wurde das Verfahren "Flexibles Rollsicken" entwickelt, welches die kontinuierliche Fertigung von Profilen mit veränderlicher Höhe erlaubt. Im Beitrag werden die Funktionsweise und Auslegungskriterien dieses Umformverfahrens erläutert. Des Weiteren wird gezeigt, wie der Einsatz von durch flexibles Rollsicken hergestellten Halbzeugen die Umformgrenzen in nachgeschalteten Prozessen erweitern kann.

A. Hetzel, R. Schulte, M. Vogel, J. Degner, M. Merklein Lehrstuhl für Fertigungstechnologie (LFT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Maßgeschneiderte Halbzeuge*

Die Blechmassivumformung erlaubt die effiziente Herstellung von leichtbaugerechten Funktionsbauteilen mit verschiedenartigen Nebenformelementen in einem kombinierten einstufigen Tiefziehund Stauchprozess. Durch die Analyse der Umformergebnisse mit konventionellem Halbzeug anhand von Gefügeschliffbildern und Härtemessungen lassen sich Bauteilfehler in Form von Falten und Rillen identifizieren. Eine signifikante Verbesserung der Bauteilqualität kann durch den Einsatz von maßgeschneiderten Halbzeugen in der untersuchten Prozesskette erzielt werden. Durch die Herstellung der Halbzeuge in einem Taumelprozess wird eine gezielte Materialvorverteilung möglich, welche die Formfüllung deutlich erhöht und in Folge dessen die auftretenden Bauteilfehler reduziert.

L. Altan; D. Lenz, T. Hasselbusch, J. E. Förster – IFUM, Garbsen; Institut für Werkzeugforschung und Werkstoffe e.V. (IFW), Remscheid

Qualität schergeschnittener MKV-Bleche*

Metall-Kunststoff-Verbunde (MKV) sind eine Werkstoffklasse, mit der besonders im Bereich

des Kraft- und

Bild. Durchführung des Schwingfestigkeitsversuchs mit eingespannter Probe. Bild: IFUM

Schienenfahrzeugbaus eine signifikante Gewichtseinsparung erzielt werden kann. Das Scherschneiden als trennendes Fertigungsverfahren erlaubt eine hohe Ausbringungsrate bei geringen bauteilbezogenen Kosten. Im Beitrag wird der Einfluss der durch Scherschneiden erzeugten Schnittflächen von MKV auf eine

nachfolgende Bauteilbeanspruchung vorgestellt.

B.-A. Behrens, S. Hübner, S. Yarcu, K. Wölki; H. J. Maier, O. Golovko, F. Nürnberger – IFUM; Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität

Erzeugung duktiler Bereiche beim Formhärten*

Formgehärtete Bauteile sind aufgrund ihres Leichtbaupotenzials im Karosseriebau etabliert. Jedoch ist die mechanische und thermische Fügbarkeit aufgrund der hohen Festigkeit stark eingeschränkt. Ein Ansatz zur Verbesserung ist die Erzeugung von weichen Fügezonen. Zur gezielten Einstellung lokal angepasster Eigenschaften beim Formhärten wurde daher eine dem Platinenerwärmungsprozess nachgeschaltete Temperierungsstation entwickelt, um Platinen vor dem Formhärten im Hinblick auf eine lokale Entfestigung zu temperieren.

B.-A. Behrens, R. Relge – IFUM, Leibniz Universität Hannover

Verbesserung der Duktilität durch Kornfeinung*

Gegenüber herkömmlicher Stähle zeigen binäre Eisen-Aluminium-Legierungen eine hohe Korrosionsbeständigkeit und bieten gute Festigkeitseigenschaften bei niedriger Dichte. Jedoch werden FeAl-Legierungen aufgrund ihrer enormen Versprödung mit steigendem Aluminiumgehalt von potenziellen Anwendungen ausgeschlossen. Gezielt sollen ultra-feinkörnige Gefügestrukturen hergestellt werden, die zur Festigkeitssteigerung führen und zusätzlich zur Verbesserung der Duktilität metallischer Werkstoffe beitragen.

R. Selbmann – Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz

Erhöhung der Bauteilfestigkeit durch Gradierungspressen

Ein Verfahren zur Erzeugung von Korngrößengradienten über den Bauteilquerschnitt stabförmiger Halbzeuge ist das Gradierungspressen. Der Beitrag erläutert das Verfahrensprinzip, beleuchtet Varianten der Verfahrensauslegung und zeigt die Möglichkeiten des Gradierungspressens für die Erzeugung lokaler ultrafeinkörniger Bereiche im Werkstoff auf.

H. Mende, P. Vogel, M. Padrón Hinrichs, R. Schmitt – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen

Industrie 4.0 in praxisnaher Anwendung*

Industrie 4.0 und maschinelles Lernen (ML) versprechen hohes Potenzial der Effizienzsteigerung für die Produktion. Kleine, umsetzungsfähige Beispiele sollen den Nutzen zeigen. Der Beitrag beschreibt das Vorgehen für die Vernetzung einer Maschine zur nicht-isothermen Glasumformung und anschließender Verwertung der Daten mittels ML. Die Optimierung der Prozessparameter soll durch eine Prognose der Qualität der Endprodukte erreicht werden.

Ch. Hopmann, K. Fischer, N. Magura, D. Schneider; S. Stender, M. Emonts Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen; Aachener Zentrum für integrativen Leichtbau AZL

Methoden zur produktfunktionsgeregelten Fertigung von Composite-Bauteilen

Im Projekt "iComposite4.0" wurde ein Produktionssystem zur Fertigung hybrider FVK-Bauteile entwickelt. Durch den Multimaterialansatz werden kostengünstige Materialien lastspezifisch eingesetzt. Zudem wird der mehrstufige Prozess genutzt, um bei der Produktion durch eine Ausgleichsfunktion eine Anpassung der mechanischen Bauteileigenschaften umzusetzen. Messtechnik, Modellierungen und Entscheidungsalgorithmen werden in das Produktionssystem integriert.

S. Ju, N. Hanenkamp – Lehrstuhl für Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen, Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg

Energieeffizienz durch Oberschwingungsreduzierung*

Oberschwingungen durch frequenzgeregelte Antriebe wirken sich sehr negativ auf den Energieverbrauch aus. Sie verstärken sich immer dann, wenn schnelle Drehzahländerungen aus Produktivitätsgründen notwendig sind. Zur Kompensation dieser Effekte müssen Steuerungsstrategien optimiert und weiterentwickelt werden. Durch die Erhöhung des Grundschwingungsanteils im Motorsteuersignal lässt sich die Energieeffizienz um bis zu 20 % steigern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine Bibliothek standardisierter Steuerungsbausteine entwickelt.

Über Innovationen und technische Entwicklungen stets aktuell informiert: Melden Sie sich unverbindlich an unter www.werkstattstechnik.de – wt-online-Newsletter.

*Bei den mit einem Stern gekennzeichneten Beiträgen handelt es sich um Fachaufsätze, die von Experten auf diesem Gebiet wissenschaftlich begutachtet und freigegeben wurden (peer-reviewed).

Energieflexible Fabriken für eine erfolgreiche Energiewende

Bis zum Jahr 2050 sollen mindestens $80\,\%$ des deutschen Strombedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Sonne und Wind liefern ihre Energie allerdings nicht in gleichbleibender Stärke. Zwar sollen große Stromspeicher Schwankungen abfedern. Doch auch Unternehmen müssen ihren Teil leisten und ihre Nachfrage flexibler an das Stromangebot anpassen. Eine "energieflexible Fabrik" erlaubt es, auf die Schwankungen der Strompreise zu reagieren und diese wirtschaftlich zu nutzen. Die neue Richtlinie VDI 5207 Blatt 1 definiert dazu den Prozess der Identifikation und Vermarktung von Energieflexibilität sowie die zugehörigen Begriffe. Behandelt werden speziell energieflexible Fabriken produzierender Unternehmen. Maßnahmen für Energieflexibilität sind unter anderem Anpassung von Prozessstarts, Unterbrechung von Prozessen, Anpassung von Prozessparametern, Anpassung der Maschinenbelegung, Anpassung der Auftragsreihenfolge, Speicherung von Energie, Wechsel der Energiequelle, Anpassung von Pausen- oder Anpassung von Schichtzeiten. Die Richtlinie entwickelt die Kennzahlen zur Energieflexibilität, erläutert die verschiedenen Beschaffungsmärkte und beschreibt Entscheidungswege. Sie zeigt zudem einen Prozess, wie Potentiale erkannt und nutzbar gemacht werden.

Herausgeber ist die VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL). Die Richtlinie erschien im Oktober 2019 als Entwurf und kann zum Preis von 81,00 Euro beim Beuth Verlag (Tel.



Richtlinie VDI 5207 Blatt 1: Energieflexible Fabriken für eine erfolgreiche Energiewende. Bild: Thomas Ernsting

030 / 2601-2260) bestellt werden. Onlinebestellungen sind unter www.vdi.de/richtlinien oder www.beuth.de möglich. Die Möglichkeit zur Mitgestaltung der Richtlinie bestehen durch Nutzung des elektronischen Einspruchsportals oder durch schriftliche Mitteilung an die herausgebende Gesellschaft (gpl@vdi.de). Die Einspruchsfrist endet am 31. Dezember 2019.

Studie vergleicht additive mit konventioneller Fertigung

Additive Fertigung, auch 3D-Druck genannt, gilt als Schlüsseltechnologie der Digitalisierung. Additive Verfahren gelten als schneller und kostengünstiger. Unter anderem, weil weniger Ausschuss produziert wird und bei der Herstellung weniger Abfall anfällt. Deshalb wird dem 3D-Druck künftig eine zentrale Rolle in kleinen und mittleren Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes prophezeit. Zu Recht? Das VDI Zentrum Ressourceneffizienz (VDI ZRE) hat in einer Studie mit dem Titel "Ökologische und öknomische Bewertung des Ressourcenaufwands: Additive Fertigungsverfahren in der industriellen Produktion" den Ressourcenverbrauch verglichen. Bei der Studie wurde eine mittelgroße Serienproduktion betrachtet, die derzeit für den 3D-Druck noch nicht üblich ist. Zunächst wurde die Struktur des additiv zu fertigenden Bauteils optimiert. So ließ sich das Volumen reduzieren und der Materialverbrauch verringern.

Produziert wurde eine Dämpfergabel für einen Pkw. Konventionell besteht diese aus einer gesenkgeschmiedeten Aluminium-Gusslegierung und wiegt 1,3 kg. Die Herstellung umfasst die Produktionsschritte Gießen, Gesenkschmieden, Entgraten, Wärmebehandeln und Fräsen. Bei der additiven Fertigung kam das Laser Beam Melting (LBM) zum Einsatz. Bei diesem selektiven Laserschmelzen wurden zwei verschiedene Aluminiumpulver lokal geschmolzen und Schicht für Schicht auf einer Grundplatte aufgebracht.

Im betrachteten Fall zeigte sich, dass beim 3D-Druck mehr Energie, mehr Rohstoffe, mehr Wasser und mehr Fläche verbraucht wurden als bei der konventionellen Produktion. Auch die Treibhausgasemissionen steigen an. Zudem sind die Materialund Betriebskosten deutlich höher. Diese Effekte sind vor allem auf den hohen elektrischen Grundverbrauch der LBM-Anlage sowie auf deren Pulver- und Wartungskosten zurückzuführen. Technische Verbesserungen an der Anlage, mit denen in Zukunft zu rechnen ist, werden die Umweltauswirkungen und die Kosten reduzieren. Der Abstand zwischen konventioneller und additiver Fertigung wird sich hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz mittelfristig verringern. Deutlich wird, dass im Einzelfall genau zwischen den Herstellungsverfahren abzuwägen ist. Im Falle der Pkw-Dämpfergabel fällt die Massereduktion durch die additive Fertigung so gering aus, dass dies keine Effekte auf den Treibstoffverbrauch des Autos haben wird. Anders sieht es in der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik oder für bionische Produktkonzepte aus: Hier sind in der Nutzungsphase höhere Einsparpotentiale erzielbar. Metallische Werkstücke werden in Zukunft wahrscheinlich weder ausschließlich auf konventionellem Wege noch ausschließlich additiv gefertigt. Stattdessen werden die 3D-Druckverfahren die herkömmlichen Methoden ergänzen. Die Studie steht kostenfrei auf der Webseite des VDI ZRE zum Download bereit. www.ressource-deutschland. de/publikationen/informationsbroschueren

Unternehmen fit für die Zukunft machen

Wissensmanagement im digitalen Zeitalter

Wie sorgen wir dafür, dass das (Erfahrungs-)Wissen von Mitarbeitern und Arbeitsteams bereichsübergreifend ständig weitergegeben wird? Das fragen sich aktuell viele Unternehmen, denn in einer Zeit, in der Schnelligkeit ein wichtiger Erfolgsfaktor ist, werden Wissensinseln in der Organisation ein immer größeres unternehmerisches Risiko.

TEXT: Klaus Kissel

ür ihre Arbeit benötigen Unternehmen und ihre Mitarbeiter nicht nur Wissen und Know-how, sie sammeln hierbei auch Wissen und Know-how - zum Beispiel darüber wie bestimmte Kunden und Märkte denken oder wie gewisse Aufgaben und Probleme am besten gelöst werden sollte. Die Summe dieses Know-hows entscheidet weitgehend darüber, wie leistungsfähig und erfolgreich ein Unternehmen ist. Es entscheidet auch darüber, wie schnell und effektiv es auf neue Herausforderungen reagieren kann, weil es aus den Erfahrungen der Vergangenheit gelernt hat und hieraus die nötigen Schlüsse

Wissen bewahren und weiter entwickeln

Deshalb spielt das Thema Wissensmanagement – also die Frage, wie eine Organisation dafür sorgt, dass Wissen nicht verloren geht und dieses so gespeichert und dokumentiert wird, dass es allen Mitarbeitern, die es für ihre (künftige) Arbeit brauchen, weitergegeben werden kann – auch schon zu Zeiten eine wichtige Rolle, als der Begriff Wissensmanagement noch nicht existierte. Zu dieser Zeit erfolgte die Weitergabe von Wissen zwar auch schon in mehr oder minder strukturierter Form, doch die Wissensvermittlung wurde noch nicht als ein Managementprozess verstan-

Kodifizierbares Wissen

- => kann beschrieben werden
- => kann dokumententext, gespeichert werden

Formen der Wissensweitergabe u. a.

- Anleitungen
- Prozesshandbücher
- Interne Wiki's

Verhaltensorientiertes Wissen Anwendungsorientiertes Wissen

Kann zumindest nicht gewinnbringend in Dokumenten weitergegeben werden

Formen der Wissensweitergabe

- Dialogische Verfahren u.a.
 - Coaching / Mentoring
 - Lessons Learned

Merke: Je komplexer eine Anforderung ist, umso mehr implizites Wissen muss in der Regel übertragen werden.

Bild 1. Vergleich: Explizites Wissen versus implizites Wissen. Bild: ifsm

den, der systematisch und zielorientiert gestaltet werden sollte. Dieses Bewusstsein entwickelte sich erst im Laufe der Industrialisierung allmählich, als immer größere Unternehmen entstanden, die stets komplexere Produkte produzierten und verkauften, und die Arbeitsorganisation immer arbeitsteiliger wurde, wodurch auch mehr Wissensinseln entstanden, die über ein Spezial- oder Expertenwissen verfügten, das dem Rest der Organisation ganz oder teilweise fehlte.

In diesem Kontext gewann auch die Frage an Relevanz: Wie sorgen wir dafür, dass die Wissensbasis unserer Organisation nicht nur gewahrt bleibt, sondern sich auch so erneuert, dass das Unternehmen auch mittel- und langfristig erfolgreich ist?

Herausforderung: Vermittlung von Erfahrungswissen

Dabei wurde zunehmend zwischen dem "expliziten" und dem "impliziten" Wissen unterschieden, Bild 1 – zwei Begriffe, die der Chemiker und Philosoph Michael Polanyi prägte. Unter dem Begriff explizites Wissen wird in der Regel das Wissen subsummiert, das unter anderem mittels Sprache, Schrift, Zeichnungen und Bildern eindeutig kodifiziert und dokumentiert an anderen Personen weitergegeben werden kann. Hierbei handelt es sich weitgehend um das Regel- und Fak-

tenwissen, das man beispielsweise in Form von Berichten, Lehr-/Handbüchern, Arbeitsanweisungen, schriftlich fixierten Abläufen/Organigrammen oder Zeichnungen an andere Menschen weitergeben kann. Hierzu zählen auch alle wissenschaftlichen Erkenntnisse, die auf Zahlen, Daten und Fakten beruhen und über Veröffentlichungen in einer formalisierten Sprache kommuniziert werden. Dieses explizite Wissen kann aufgrund seiner kodierten Form auf zahlreichen Medien gespeichert, verarbeitet und übertragen werden.

Der Begriff implizites Wissen bezieht sich auf das Wissen, das oft als Erfahrungswissen bezeichnet wird. Dieses Wissen, das sich aus Erfahrungen, Erinnerungen und Überzeugungen speist, bezieht sich auf das Können einer Person oder Organisation. Es lässt sich nicht oder nur schwer kodifizieren und dokumentieren und somit auch an andere Personen und Organisationen weitergeben. Beispiele für ein implizites Wissen im betrieblichen Kontext sind, wenn ein erfahrener Verkäufer intuitiv spürt, wie er sich bei gewissen Kunden taktisch und strategisch verhalten muss, damit er einen Auftrag erhält, oder wenn ein erfahrener Techniker weiß, wenn nicht bald bestimmte Wartungsarbeiten an einer Maschine vorgenommen werden, bekommen wir mit ihr Probleme, ohne dass er dies begründen kann.

Implizites Wissen ist mit Einstellungen verknüpft

Beide Formen des Wissens sind für den Erfolg eines Unternehmens wichtig, wobei in der Regel gilt: Das Vermitteln des expliziten Wissens fällt ihnen leichter – nicht nur, weil es sich dokumentieren lässt, sondern auch weil die Unternehmen hiermit in ihren Bereichen Aus- und Weiterbildung bereits viel Erfahrung gesammelt haben.

Anders sieht es beim impliziten Wissen aus. Seine Vermittlung setzt oft voraus, dass es in einem gezielten Prozess der Externalisierung, **Bild 2** – beispielsweise durch eine systematische Befragung der Wissensträger oder eine systematische Analyse ihres Tuns – zunächst in ein explizites Wissen umgewandelt wird, sodass es dokumentiert werden kann. Dieses Externalisieren ist beim impliziten Wissen jedoch oft nur bedingt möglich, weshalb es anderen Personen häufig nur in dialo-

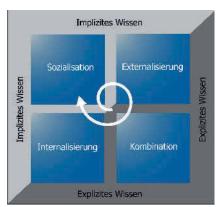


Bild 2. Prozess der Externalisierung und Internalisierung und Sozialisierung des impliziten Wissens. *Bild: ifsm*

gischen Verfahren wie zum Beispiel Coaching- und Mentoring-Programmen weitergegeben werden kann.

Hinzu kommt beim impliziten Wissen: Es ist oft außer mit konkreten Erfahrungen auch mit teils durch sie bewirkten Einstellungen, Überzeugungen und Haltungen verknüpft. Deshalb ist bei den Personen, die sich dieses Wissen internalisieren möchten – also so aneignen möchten, dass es ein integraler Bestandteil ihres Könnens wird – nicht selten auch eine Einstellungs- und Verhaltensänderung nötig. Sonst entfaltet es keine Wirkung. Auch deshalb ist seine Weitergabe oft nur in dialogischen Verfahren möglich.

Komplexität erfordert andersartiges Vorgehen

Als "Faustregel" kann gelten: Je komplexer eine Aufgabe ist, umso mehr implizites Wissen, muss zu ihrer Lösung übertragen werden. Dies ist insofern relevant, als in den letzten Jahren unter anderem im Zuge der Globalisierung der Wirtschaft sowie deren fortschreitender Digitalisierung, die Arbeitswelt – zumindest in der Wahrnehmung der Mitarbeiter – stets komplexer wurde.

Deshalb ist die These nicht gewagt: Die Unternehmen müssen der Vermittlung des impliziten Wissens eine größere Bedeutung und damit auch Zeit und Ressourcen beimessen, wenn sie vermeiden möchten, dass in ihrer Organisation immer mehr Wissensinseln entstehen, die letztlich die oft angestrebte hierarchieund bereichsübergreifende, nicht selten sogar unternehmensübergreifende Teamund Projektarbeit erschweren, dem Schaffen der erforderlichen Strukturen, um

schnell und flexibel beziehungsweise agil auf neue Herausforderungen zu reagieren, im Wege stehen und ein Steigern der Innovationskraft und -geschwindigkeit der Organisation verhindern.

Neben dieser Herausforderung sehen sich die Unternehmen im Bereich Wissensmanagement mit einer weiteren konfrontiert: Auch das explizite Wissen, das in der Vergangenheit oft von Generation zu Generation weitergegeben wurde, veraltet in der von rascher Veränderung und sinkender Planbarkeit geprägten "Vuka"-Welt sowie im Zeitalter der digitalen Transformation der Wirtschaft und Gesellschaft rasch. Entsprechendes gilt für das externalisierte implizite Wissen: Alte Erfolgsrezepte taugen oft nicht mehr beziehungsweise müssen aufgrund der veränderten Rahmenbedingungen regelmäßig auf den Prüfstand gestellt werden. Zwar lässt sich heute das explizite Wissen, da es häufig elektronisch gespeichert ist (zum Beispiel in firmeninternen Wikis), viel einfacher als früher aktualisieren und organisationsweit verbreiten, ungeachtet dessen stehen die Unternehmen jedoch vor der Herausforderung, dieses fortlaufend zu aktualisieren. Deshalb gilt die alte Parole heute mehr denn je: Wissensmanagement ist ein fortlaufendes Projekt (beziehungsweise ein fortlaufender Prozess). Es hat zwar einen Anfang jedoch kein En-

Wissensmanagement wird zum fortlaufenden Projekt

Dies haben in den letzten Jahren viele Unternehmen erkannt. Deshalb überdenken sie ihr tradiertes Wissensmanagement und versuchen dieses zunehmend den Rahmenbedingungen und Anforderungen im digitalen Zeitalter anzupassen. Dieser Prozess verläuft in der Regel wie folgt, Bild 3: In einem ersten Schritt wird zunächst, wie bei fast allen Projekten, die Ist- beziehungsweise Ausgangssituation analysiert. Fragen werden gestellt, zum Beispiel: Wie erfolgt unser Wissensmanagement heute? Entspricht dies noch den Erfordernissen im digitalen Zeitalter?

Hierauf aufbauend stellen sich dann Fragen, die mit der Auftragsklärung zusammenhängen, wie: Welches Wissen brauchen wir (künftig) aufgrund seiner Erfolgsrelevanz und sollte deshalb kontinuierlich ausgebaut werden? Handelt es sich hierbei um explizites und/oder implizites Wissen?

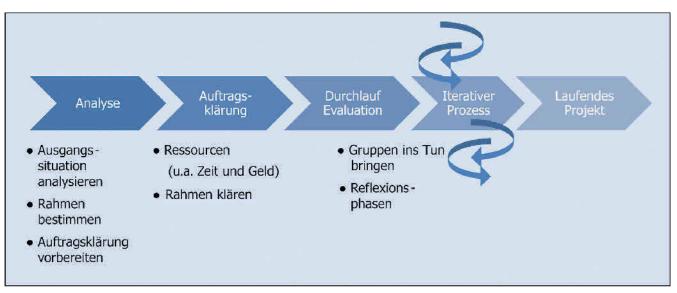


Bild 3. Phasen eines Projekts zur Schaffung eines fluiden Wissensmarkts in Unternehmen. Bild: ifsm

Sind diese Fragen vorläufig geklärt, stellen sich Fragen wie: Welche Ressourcen (unter anderem Zeit, Geld, Technologien, Verfahren) stehen uns zur Wissensidentifikation, Wissensdokumentation und -verteilung sowie Wissensweiterentwicklung zur Verfügung beziehungsweise Ressourcen brauchen wir? Welche Rahmenbedingungen struktureller, kultureller sowie motivationaler Art brauchen wir, damit in unserer Organisation keine bürokratische Wissensverwaltung, sondern ein zielorientierter sowie hierarchie-, bereichsübergreifender und funktionsübergreifender Wissensmarkt entsteht?

Auch beim Wissensmanagement Agilität bewahren

Sind diese Fragen wiederum vorläufig geklärt, können erste Versuchsballons gestartet werden, um das Wissensmanagement allmählich den Erfordernissen im digitalen Zeitalter anzupassen. Wichtig ist, dass dies in einem iterativen Prozess geschieht, in den immer wieder Reflexionsschleifen eingebaut sind "Befinden wir uns noch auf dem richtigen Weg?", da die Unternehmen beziehungsweise Projektteams hierbei Neuland betreten - nicht nur weil ihnen die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie neue Möglichkeiten der Wissensidentifikation, -speicherung und -dokumentation sowie Wissensverbreitung zur Verfügung stellt.

Mindestens ebenso relevant ist es im Prozess- beziehungsweise Projektverlauf regelmäßig zu überprüfen: Erheben wir bei dem von uns eingeschlagenen Weg überhaupt das erfolgsrelevante Wissen, das unsere Organisation (künftig) braucht? Haben wir die relevanten Wissensträger als Mitstreiter beim Versuch, einen fluiden Wissensmarkt in der Organisation zu schaffen, gewonnen? Gelangt das erhobene Wissen auch zu den Mitarbeitern, die es für ihre Arbeit brauchen, und wird es von ihnen effektiv genutzt?

Diese Fragen gilt es sich im Projektverlauf immer wieder zu stellen, damit das übergeordnete Ziel erreicht wird. Dieses lautet: das Unternehmen fit für die Zukunft machen.

Fluider Wissensmarkt braucht starke Promotoren

Erschwert wird dies aktuell oft dadurch, dass ein damit verbundenes Ziel oft lautet: Das Unternehmen soll schneller und agiler auf neue Herausforderungen reagieren können. Deshalb schaffen viele Unternehmen zurzeit – insbesondere in den Bereichen, in denen die Kernleistungen der Organisation erbracht werden, – gerade Strukturen, die den einzelnen Arbeitsteams ein autonomeres und selbstbestimmteres Arbeiten erlauben sollen. Dies birgt jedoch stets die Gefahr, dass in der Organisation erneut Wissensinseln entstehen.

Deshalb stehen die Wissensmanager bei ihrer praktischen Arbeit eigentlich stets vor derer Herausforderung, einerseits die Strukturen und Rahmenbedingungen zu schaffen, die für ein modernes, zukunftsorientiertes Wissensmanagement nötig sind, was auch ein gewisses Alignment – also ein Sich-verständigen auf gemeinsame Ziele und ein verbindliches Vorgehen und Verhalten – erfordert, und andererseits keinen bürokratischen Moloch zu schaffen, der ein agiles Arbeiten gerade wiederum erschwert.

Hier die erforderliche Balance zu finden, ist nicht nur eine komplexe Management-, sondern auch Leadership-Aufgabe, denn dies setzt voraus, bei allen Beteiligten ein Bewusstsein zu schaffen, warum ein modernes, zukunftsorientiertes Wissensmanagement für den Erfolg des Unternehmens nötig ist, sowie den Mindset zu fördern, der erforderlich ist, damit ein fluider Wissensmarkt in der Organisation entsteht. Ohne starke Promotoren auf allen Management- und Führungsebenen gelingt dies nicht.

www.ifsm-online.com



Klaus Kissel

ist einer der beiden Geschäftsführer des Trainingsund Beratungsunternehmens ifsm in Höhr-Grenzhausen. *Bild: ifsm*



Im Forschungsgebäude "Arena2036" werden neuartige Produkt- und Produktionskonzepte für die Automobilindustrie der Zukunft erforscht. Bild: Arena2036

BMBF-geförderter Forschungscampus für die Mobilität der Zukunft

Fluide Fahrzeugproduktion

Über hundert Jahre nach Beginn der Massenproduktion in der Automobilindustrie sind aufgrund volatiler Märkte sowie kürzer werdender Produktund Innovationszyklen alternative Produktionsmethoden gefragt. Die Transformation der Automobilwirtschaft hin zu neuen Produktarchitekturen und Geschäftsmodellen aufgrund des veränderten Nutzungsverhaltens beschleunigen den Wandel zusätzlich. In der Initiative des Stuttgarter Forschungscampus "Arena2036" werden daher im Zusammenspiel zwischen Industrie und Forschung fluide Produktionskonzepte entwickelt und erprobt.

TEXT: Christian Fries, Anwar Al Assadi, Manuel Fechter, Thomas Bauernhansl, Ali Bozkurt, Robert Schulz, Samir Grimm

ie Automobilindustrie steht vor großen Veränderungen. Neue Mobilitätskonzepte mit veränderten Kundenwünschen, eine abgeschwächte Konjunktur und geänderte regulatorische Rahmenbedingungen im Hinblick auf die Elektromobilität und den Umweltschutz setzen die Automobilindustrie zunehmend unter Druck [1–3]. Darüber hinaus treten mit IT-Konzernen und Automobilherstellern aus Fernost neue Wettbewerber in den Markt ein [4].

Die so entstehende komplexere Wettbewerbslandschaft zwingt die traditionelle Automobilindustrie, an unterschiedlichen Stellen zu konkurrieren. Sie muss daher immer schneller und flexibler auf sich ändernde Marktanforderungen reagieren können. Dazu bedarf es einer entsprechend wandlungsfähigen Fabrik. In der ersten Förderphase des Forschungscampus "Arena2036" wurden flexibel verknüpfte Prozessmodule als Elemente des Produktionssystems entwickelt. Ohne starre Kopplung von Stationen erlaubt die Routenflexibilität des Produktionssystems eine bedarfsgerechte Ad-hoc-Sequenzanpassung. Um die Skalierbarkeit und technologische Anpassungsfähigkeit des Produktionssystems sicherzustellen, ist eine Planungslogik für den Entwurf eines Produktionssystems aus flexibel verknüpften Prozessmodulen erforderlich. Dazu werden in der zweiten Förderphase des Projekts insbesondere die Rolle des Mitarbeitenden in der Produktion, die Spezifikation der Betriebsmittel in digitalen Wertschöpfungsnetzwerken sowie die zur Interoperabilität der Einzelsysteme befähigenden IT-Systeme näher beleuchtet.

Produktionstypen im Kontext der Automobilindustrie

Die von Henry Ford eingeführte "Fließbandproduktion" zeichnet sich durch eine sequentielle Organisation von Mitarbeitenden und Betriebsmitteln aus. Sie ist insbesondere bei hohen Stückzahlen und geringer Variantenvielfalt vorteilhaft. Bei geringen Stückzahlen und hoher Variantenvielfalt hingegen führt diese starre taktzeit-gebundene Verkettung der Arbeitsstationen zu Nachteilen

Die "Matrixproduktion" verbindet Prozessmodule (Arbeitsstationen) flexibel und erlaubt deren bedarfsgerechte Kombination. Prozessmodule sind cyber-physische Produktionseinheiten, deren Funktionsumfang mit der Komplexität der Produktionsaufgabe variiert. Simulationsergebnisse aus der ersten Förderphase der Arena2036 zeigen, dass dieser Produktionstyp bezüglich Variantenmix, Robustheit und Stückzahlskalierbarkeit überlegen ist. Insbesondere bei hoher Variantenvielfalt und geringen Stückzahlen überwiegen die Vorteile [5].

Die "Fluide Produktion" löst zusätzlich die Ortsfixierung und die feste Zuordnung der Betriebsmittel zu Prozessmodulen auf. Dies erlaubt es, Arbeitsinhalte, Arbeitsreihenfolgen sowie die Arbeitsverteilung im Produktionssystem flexibel zu verschieben. Daraus resultiert ein sich kontinuierlich veränderndes Produktionslayout. Die Fluide Produktion ist somit eine Weiterentwicklung der Matrixproduktion und basiert auf der Idee eines Produktionssystems aus Einzelsystemen, welche sich adhoc verbinden und wieder auflösen. Bild 1 zeigt eine Gegenüberstellung der drei Produktionstypen.

Produktionssteuerung in der Fluiden Produktion

Die Fluide Produktion eröffnet neue Freiheitsgrade in der Produktionssteuerung. Das Prinzip der Werkstattfertigung wird um die bedarfsgerechte Konfiguration der Prozessmodule ergänzt, welche die klassischen Fertigungssteuerungsaufgaben um vier Freiheitsgrade erweitert:

- Der Arbeitsinhalt definiert die Anforderungen an die Fähigkeiten eines Prozessmoduls.
- Die Operationsreihenfolge legt die Reihenfolge der Arbeitsvorgänge aus Sicht des Auftrags fest.
- 3. Die Arbeitsverteilung weist dem Teilauftrag aus Ressourcensicht ein bestimmtes Prozessmodul zu.
- Das Produktionslayout definiert die Position des Prozessmoduls innerhalb des Raums.

Diese Freiheitsgrade erlauben es, unterschiedliche Varianten im selben Layout zu produzieren und die durch Taktzeitspreizung bedingten Effizienzverluste zu eliminieren. Konventionelle Verfahren der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) berücksichtigen die oben genannten Freiheitsgrade nicht. Aus diesem Grund findet ihre systematische Betrachtung im Rahmen der zweiten Förderphase der Arena2036 statt. Dazu werden zwei Stufen der Auftragssteuerung, nämlich die Produktionssteuerung und die Versorgungssteuerung, untersucht.

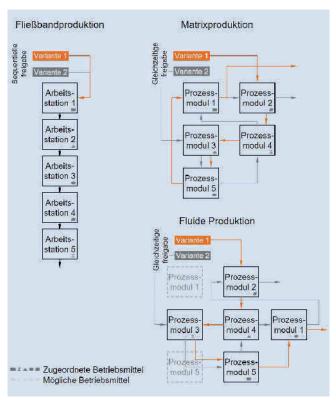


Bild 1. Gegenüberstellung der Produktionstypen. Bild: Arena2036



Bild 2. Interaktion von cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS). *Bild: Arena2036*

Neue Forderungen an Betriebsmittel und Mitarbeitende

Aus den Randbedingungen und Freiheitsgraden der Fluiden Produktion ergeben sich zukünftig neue Anforderungen an rekonfigurierbare Betriebsmittel und den Mitarbeitenden. Hiervon betroffen sind Betriebsmittel wie Fahrerlose Transportsysteme, Robotersysteme, Handhabungseinrichtungen, Sensoren und die zugehörige Informationstechnik (IT). Aus der Perspektive des Mitarbeitenden sind die veränderten Qualifikationsanforderungen vor allem im Bereich der IT zu berücksichtigen.

Alle Betriebsmittel in der Fluiden Produktion sind cyberphysische Produktionssysteme (CPPS) und gestatten neben der

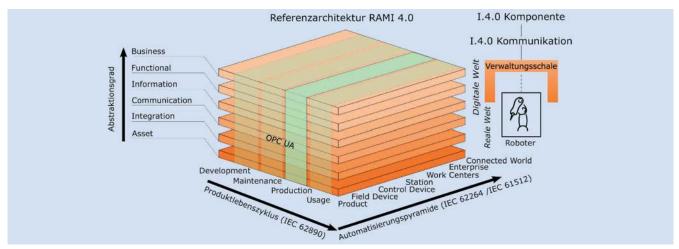


Bild 3. Ableitung der Industrie-4.0-Komponente aus der Referenzarchitektur Industrie 4.0, in Anlehnung an [6]. Bild: Arena2036

physischen Aktion im Produktionsprozess einen Datenaustausch über die Einzelsystemgrenzen hinweg. Maschinendaten und Beschreibungsmodelle dienen als Bindeglied (schwarze Pfeile) zwischen den einzelnen CPPS-Teilsystemen und unterstützen aktiv die Rekonfiguration der Produktionssysteme, **Bild 2**.

Mitarbeitende als zentraler Faktor der Produktion

Im Fluiden Produktionssystem verändern sich auch die Aufgaben des Mitarbeitenden. Getrieben durch die steigende Produktvarianz erhöht sich die Aufgabenvielfalt. Monotone Arbeitsschritte verringern sich, planerische und überwachende Tätigkeiten nehmen zu. Kollaborative Assistenzsysteme befähigen den Mitarbeitenden, einfache Wartungsarbeiten ohne vorherige Schulung durchzuführen. Dies führt unter anderem zu geringeren Stillstandszeiten und einer gesteigerten Produktivität. Die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) erlaubt eine Parallelisierung der Prozesse in den Prozessmodulen und damit eine Reduktion der Zykluszeiten.

Durch die Veränderung der Aufgaben verändert sich auch das Qualifikations- und Kompetenzprofil der Mitarbeitenden in der Produktion. Zunehmend sind Kenntnisse im Umgang mit Smart Connected Things (SCoT) notwendig.

Dateninformationsmodelle und 14.0-Komponenten

Ein wichtiger Aspekt der Fluiden Produktion ist die hinreichend genaue Abbildung von Gegenständen der physischen Welt in der digitalen Welt. Hierfür werden entsprechende Informations- und Datenmodelle benötigt. Über verschiedene Organisationsgrenzen und Disziplinen hinweg wird zur besseren Strukturierung und einem einheitlichen Begriffsverständnis im Projekt das Referenzarchitekturmodell ("RAMI4.0") genutzt. Daraus lässt sich die Industrie 4.0-Komponente ableiten, welche die Informations- und Datenmodellierung gewährleistet [6].

Eine I4.0-Komponente besteht aus einem "Asset", der von einer digitalen Verwaltungsschale umgeben wird. Diese schließt eine Selbstbeschreibung des Gegenstands mit seinen Fähigkeiten ein und erlaubt die Virtualisierung und Steuerung der Komponente. Als Gegenstand kann ein komplettes Betriebsmittel oder

eine Subkomponente des Betriebsmittels aufgefasst werden. Die Schachtelbarkeit der Systeme ist ein wichtiges Merkmal des Konzepts der Verwaltungsschale; die Granularität ist je nach Anwendungsfall und Komponente zu definieren.

Bild 3 macht die Zusammenhänge des Produkt-Entstehungsund Produktionsprozesses anhand des RAMI-Modells deutlich. Farblich hervorgehoben – und Schwerpunkt des Forschungsprojekts – ist dabei der Bereich der Produktion, der sich insbesondere mit der Integration der Datenschnittstellen und der Informationsmodellierung beschäftigt. Der Fokus liegt auf der Entwicklung der I 4.0-Komponente für die Automobilproduktion.

Smarte Produktionskomponenten

"Intelligente" Produktionskomponenten gestatten die Synthese von Prozessmodulen, **Bild 4** (Schritt 1) aus einzelnen Teilsystemen. Die Grundlage dafür bildet die Selbstbeschreibung der Industrie-4.0-Komponenten mittels Verwaltungsschale. Diese erlaubt einen Austausch von Prozessdaten und Leistungsparametern über mehrere am Produktionsprozess beteiligte Produktions- und Produktkomponenten hinweg. Beispielsweise können physikalische Eigenschaften der Bauteile – wie Temperatur oder Verformung – parallel zum Fügeprozess gemessen und mit den Prozessparametern der Produktionsmittel verglichen werden (Bild 4, Schritt 2 und 3). Smarte Produktionskomponenten überwinden zusätzlich die strikte Trennung zwischen Produktion und Logistik, Betriebsmittel aus der Logistik verschmelzen mit Betriebsmitteln aus der Produktion und führen gemeinsam wertschöpfende Tätigkeiten aus (Bild 4, Schritt 4).

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderprogramm "Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen" (Förderkennzeichen 02P180620, 02P180623, 02P180626) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



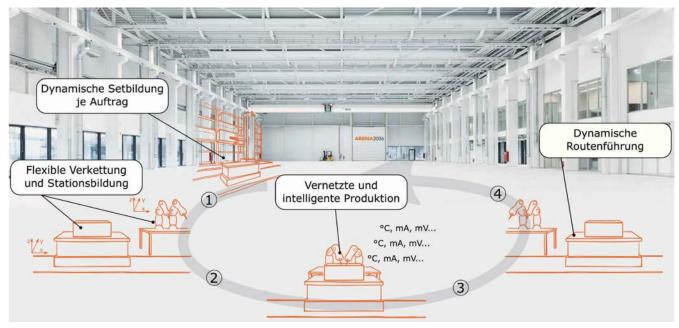


Bild 4. Dynamische Prozessmodulsynthese und -dissipation in der Fluiden Produktion. Bild: Arena2036

Ziel ist es, einzelne Produktionsmodule und -komponenten so aufzubauen, dass diese direkt in der Produktionsumgebung nutzbar sind. Unabhängig davon, ob es sich um eine vorab bekannte oder unbekannte Komponente handelt, wird durch die Selbstbeschreibung der Module eine Minimalfunktionalität und Verfügbarkeit im Betrieb gewährleistet. Weiterhin kann jedes Modul durch den Produktionsmitarbeiter in einfachen Schritten in Betrieb genommen und auf den Anwendungsfall parametriert und abgestimmt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Der vorgestellte Ansatz der Fluiden Produktion stellt neue Anforderungen an den Mitarbeitenden in der Produktion. Planerische und überwachende Tätigkeiten werden zukünftig einen größeren Anteil am Arbeitsalltag des Produktionsmitarbeiters ausmachen. Die Trennung zwischen Produktion und Logistik sowie zwischen Produkt und Produktion wird aufgrund der zunehmenden Digitalisierung der Systeme weiter abnehmen. Wertschöpfende Prozesse finden somit in allen Bereichen der Produktion Einzug.

Die Betriebsmittel der Fluiden Produktion sind als smarte CPPS ausgeführt. Eine datentechnische Interoperabilität der Module, eine schnelle, intuitive Inbetriebnahme sowie die schnelle Bildung von Prozess- und Montage-Modulen werden durch Plugand-Produce-Ansätze unterstützt.

Die Entwicklung und Erprobung der Fluiden Produktion in der Arena2036 wird anhand einer Batteriemodulmontage durchgeführt. Um die Übertragbarkeit des Konzepts auf andere Produkte sicherzustellen, werden im Projektverlauf zusätzliche Produktionsumfänge der Automobil (zuliefer) industrie aufgenommen. Erste Ergebnisse der Anwendung der beschriebenen Produktionskomponenten sind für das kommende Frühjahr zu erwarten und können in der Forschungsfabrik der Arena2036 in Stuttgart besichtigt werden.

Literatur

- [1] Bauernhansl, T.: Digital Transformation in Automotive Industry: Consequences for Body in White Production. In: 6th International Automotive Conference: Joining SmartTechnologies, 8./9. Mai 2019, Sattledt/A. Neuhof-Dorfborn, 2019.
- [2] Brand, C.; Anable, J.: Disruption and continuity in transport energy systems: the case of the ban on new conventional fossil fuel vehicles in transport energy systems. In: European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE) Summer Study 2019 Proceedings. 3–7 Juni 2019, Hyères/F, S. 1117–1127.
- [3] Weber, J.: Automotive Development Processes. Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- [4] Du, J.; Quyang, M.; Ceng, J.: Prospects for Chinese electric vehicle technologies in 2016–2020: Ambition and rationality. Energy 120 (2017), S. 584–596.
- [5] Foith-Förster, P.; Eising, J.-H.; Bauernhansl, T.: Effiziente Montagesysteme ohne Band und Takt. wt Werkstattstechnk online 107 (2017), Nr. 3, S. 169–178.
- [6] Heidel, R.; Hoffmeister, M.; Hankel, M.; Döbrich, U.: Industrie 4.0. Basiswissen RAMI 4.0: Referenzarchitekturmodell und Industrie 4.0-Komponente. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.). Berlin: Beuth-Verlag, 2017.



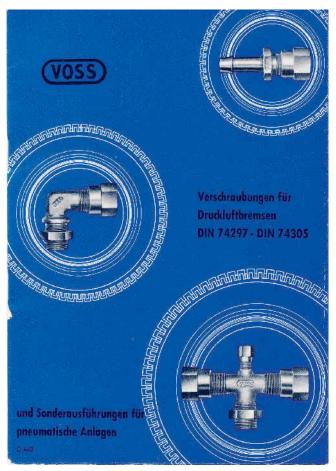
Christian Fries (Bild), M.Eng., Jahrgang 1992, Anwar Al Assadi, M.Sc., Jahrgang 1991, und Manuel Fechter, M.Sc., Jahrgang 1988, sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF der Universität Stuttgart. Bild: Arena2036

Prof. Dr.-Ing. **Thomas BauernhansI**, Jahrgang 1969, ist Leiter des Fraunhofer IPA in Stuttgart und des IFF der Universität Stuttgart.

A I i B o z k u r t , M. Sc., Jahrgang 1991, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fördertechnik und Logistik IFT der Universität Stuttgart.

Prof. Dr.-Ing. **R o b e r t S c h u l z** , Jahrgang 1970, ist Leiter des IFT der Universität Stuttgart.

Dipl.-Ing. **S a m i r G r i m m**, Jahrgang 1977, arbeitet im Industry Consulting Manufacturing bei DXCTechnology.



Der Katalog "Verschraubungen für Druckluftbremsen" ist einer der ersten Produktkataloge und stammt aus dem Jahr 1959. *Bild: Voss Fluid*

ach der Unternehmensgründung in den 30er-Jahren und der Fertigung von Hauswasserarmaturen aus Messing, führte Voss Fluid 1953 mit der Produktion von Rohrverbindungen für den Maschinen- und Fahrzeugbau einen Wandel durch, Bild. Bis 1960 hatte sich die Produktion neu aufgestellt und ein neuer Kundenstamm gebildet. Viele innovative Produkte, zum Beispiel strömungstechnisch verbesserte Schwenkverschraubungen mit exzentrischem Ringkanal sowie schrägverlaufenden Querbohrungen, entstanden in den darauffolgenden Jahren.

Alternative Antriebe und praktische Lösungen

Die Verbindungssysteme stehen für praktisches Design, hohe Montagefreundlichkeit und gleichbleibende Leckagesicherheit. Zu den "Selbstläufern" zählen die Rohrumformsysteme "Voss-Form^{SQR}" und "Voss Lok ⁴⁰". Insbesondere mit der Einführung von Voss Lok ⁴⁰ wurde das Wissen im Gebiet fluidtechnischer Verbindungen auf Branchen übertragen, die standardmäßig Klemmringe einsetzen, um leckagefreie Anschlüsse zu schaffen – wie die Energiebranche, die chemische Industrie oder die Automobilindustrie. Künftig werden die Anwendungsgebiete "alternative Antriebe durch CNG" (Compressed Natural Gas) oder Wasserstoff- beziehungsweise Brennstoffzellen an Bedeutung gewinnen. Die verlangte Feinstdichtheit bei höchsten Systemdrücken wurde dem System von den Zertifizierungsstellen bestätigt.

Darüber hinaus bietet Voss Fluid seinen Kunden praktikable Alternativlösungen für spezielle Anwendungsbereiche an. Für schmale Montageräume präsentiert das Unternehmen zum Beispiel das Stecksystem "Voss Plug". Es wurde zur Platz sparenden Montage beziehungsweise Demontage von Hydraulikschläuchen

82

Innovationstreiber in der Verschraubungstechnik

66 Jahre Fluidtechnik

Als Voss Fluid 1953 die ersten Verschraubungen in sein Portfolio aufnahm, vermuteten die größten Optimisten nicht, auf welchen Erfolg sich 66 Jahre später zurückblicken lässt: Bis heute wurden mehr als zwei Milliarden dieser Lösungen für die Verbindungstechnik ausgeliefert. Hohe Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie in eine eigene Galvanik haben die Wipperfürther inzwischen zu Innovationstreibern in der Fluidtechnik werden lassen.

entwickelt. Im Vergleich zum Verschrauben dauert die Installation nur Sekunden. Das System, bestehend aus zwei Keilschiebern, einem Halte- sowie einem Dichtungselement, ist so konstruiert, dass alle Bauteile fest auf dem Stecker sitzen. Die patentierte Verrieglung erlaubt dem Voss Plug-System, die Stecksicherheit auch bei einer Druckbelastbarkeit von 450 bar zu erreichen.

Branchenübergreifender Systemlieferant

Inzwischen fertigt und vertreibt Voss neben Einzelkomponenten zudem einbaufertige Hydraulikleitungen. Höhepunkt in diesem Teilbereich war im Jahr 2016 die Übernahme des italienischen Unternehmens Larga, dass heute den Namen Voss Fluid S.r.l. trägt. Geliefert werden alle Bestandteile für den Schlauchanschluss mobiler und stationärer Maschinen sowie Anlagen. Mit dieser Mischung von Schlaucharmaturen sowie Hydraulikkomponenten kann auf jeden Anwendungsfall reagiert werden.

Um auch die hohe Qualität seiner Beschichtung "Voss coat", einer Zink-Nickel-Oberfläche, zu gewährleisten, hat das Wipperfürther Unternehmen 2010 in eine eigene Galvanik mit Gestellund Trommelanlage investiert. Infolge der steigenden Nachfrage nach Produkten mit Beschichtung wurde die Kapazität der Galvanik im Jahr 2018 erweitert. Kunden erhalten nun "alles aus einer Hand": von der Projektierung und dem Engineering über die Fertigung und Montage bis zu wirtschaftlichen Logistikleistungen. Mit vier eigenen Vertriebsgesellschaften in Europa und Asien sowie weiteren Präsenzen der Gruppe und einem weltweiten Händlernetz ist die zuverlässige Distribution der Systemlösungen jederzeit gewährleistet.

Jetzt Konstruktion* abonnieren, 20% RABATT bekommen.



Sie wollen sich so praxisorientiert wie wissenschaftlich über neue Konstruktionsideen informieren?

Dann abonnieren Sie als Leser der Fachzeitschrift VDI-Z jetzt Konstruktion*, die Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieur-Werkstoffe. Auf das Jahres-Abo erhalten Sie im ersten Jahr 20 % Rabatt – statt 453 EUR zahlen Sie nur 362,40 EUR zzgl. 14 EUR Versandkosten innerhalb Deutschlands!

Jetzt abonnieren!

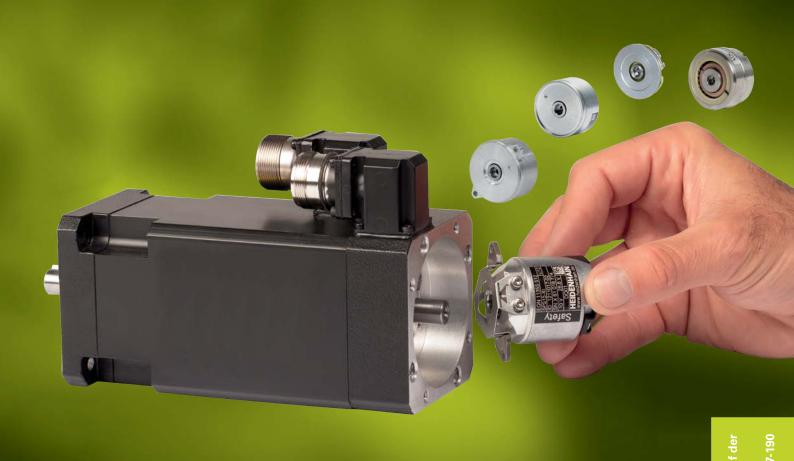
VDI Fachmedien GmbH & Co. KG, Leserservice, 65341 Eltville Telefon: +49 6123 9238-202, Telefax: +49 6123 9238-244, vdi-fachmedien@vuservice.de

TECHNIKWISSEN FÜR INGENIEURE. www.vdi-fachmedien.de





HEIDENHAIN



Mehrwerte für Ihre Applikation Skalierbare Messgeräte für die Antriebssteuerung

Ein Motor – viele Möglichkeiten: Mit Messgeräten von HEIDENHAIN kann ein Antrieb einfach an die unterschiedlichsten Applikationen angepasst werden.

- + Kompatible mechanische und elektrische Schnittstellen ermöglichen eine problemlose Konnektivität
- + Das Produktprogramm bietet Resolver, induktive und optische Messgeräte mit einheitlichen Anbaumaßen
- + Funktional sichere Messgeräte unterstützen Anwendungen bis SIL 3, PL e
- + Maschinen- und Anlagenbauer können ihre Antriebslösungen standardisieren
- + Die Messtechnik optimiert den Antrieb für die jeweilige Applikation

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH 83292 Traunreut, Deutschland Tel. +49 8669 31-0 www.heidenhain.de