

# DIGITAL MANUFACTURING

AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE

+ Industrie 4.0 | Internet der Dinge

**canias**<sup>ERP</sup>



caniasERP bei Gedore Torque Solutions

## Offenheit und Flexibilität als Standard

Fujitsu empfiehlt Windows 10 Pro für Unternehmen.

**FUJITSU**

shaping tomorrow with you

# The shape of things to come

FUJITSU Workstation CELSIUS M7010(power)  
und CELSIUS M7010X(power)

## High-Performance für kreative Profis

Die neue FUJITSU CELSIUS M7010(power) oder die neue CELSIUS M7010X(power) Workstation sind ein Must-have für professionelle Power-User. Ob für anspruchsvolles Media & Entertainment wie Animationen, oder Software, wie VRED, Cinema 4D und 3ds Max, oder für VR und Mixed Reality: Mit dem vorinstallierten Windows 10 Pro, ihren Intel® XEON® W22xx Prozessoren der 10. Generation bzw. Intel® Core™ i9 der 10. Generation und den intelligenten Sicherheitsfeatures bieten die Workstations eine kompromisslose High-End-Performance!

### Drei Highlights im Profi-Bundle

Starten Sie jetzt mit unserem 3er-Bundle in eine neue professionelle Dimension! Das Bundle besteht aus:

**1. FUJITSU Workstation CELSIUS M7010(power) oder CELSIUS M7010X(power)**

Herstellernummer: Bitte sprechen Sie einen Vertriebspartner von Fujitsu an

**2. FUJITSU Display P27-8 TS UHD**

Herstellernummer: S26361-K1610-V160

**3. FUJITSU Keyboard KB951 PalmM2**

Herstellernummer: S26381-K951-L420

Fordern Sie jetzt Informationen an unter:

→ [cic@ts.fujitsu.com](mailto:cic@ts.fujitsu.com)

Powered by  
Intel® Xeon® W Prozessor.

© Copyright 2020 Fujitsu Technology Solutions GmbH. Fujitsu, das Fujitsu Logo, Fujitsu Markennamen sind Marken oder eingetragene Marken von Fujitsu Limited in Japan und anderen Ländern. Andere Firmen-, Produkt- und Servicebezeichnungen können Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Eigentümer sein, deren Benutzung durch Dritte für eigene Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Rechte vorbehalten. Intel, das Intel-Logo, Xeon und Xeon Inside sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.



# Kreative Ideen gegen die Pandemie

Liebe Leserinnen und Leser,

als Ende Dezember 2019 die ersten Meldungen aus China über ein neuartiges Virus in Europa aufgeschlagen sind, hat sicherlich keiner von uns für möglich gehalten, was wir heute erleben. Die Corona-Krise hat die produzierenden Unternehmen voll erwischt. In einigen Fabriken, zum Beispiel in der Automobilindustrie, stehen bereits seit ein paar Wochen die Bänder still. Andere Unternehmen warten durch unterbrochene Lieferketten händeringend auf dringend notwendige Zulieferteile. Die derzeitige Situation zeigt aber auch eindrucksvoll, mit welchen enormen Auswirkungen eine global vernetzte Industrie zu kämpfen hat, wenn ein Rädchen mal nicht mehr ins andere greift.

Trotz des menschlichen Leids, das die aktuelle Pandemie erzeugt, und ihres negativen Impakts auf die Wirtschaft gilt es jetzt nach vorne zu schauen. Das sehen auch mehr und mehr Unternehmen so. Die anfängliche Verunsicherung wird nun immer häufiger durch kreative Ideen, Solidaritätsbezeugungen und Partnerschaften abgelöst.

So produzieren bereits einige Fertigungsunternehmen abseits ihres normalen Produktportfolios derzeit dringend benötigte medizinische Komponenten. Aber auch 3D-Druck-Spezialisten entwickeln mit ihren 3D-Druck-Teams, Technologien und Produktionskapazitäten Lösungen gegen die Corona-Krise. Das betrifft nicht nur derzeit dringend benötigte kritische Produkte für das medizinische Personal, sondern auch kostenlose Entwicklungskapazitäten und die Möglichkeit für Konstrukteure und 3D-Druckdienstleister, sich mit eigenen Ideen und Produktionskapazitäten einzubringen. Insbesondere in Krisenzeiten, die von Lieferverzögerungen und -engpässen geprägt sind, zeigen sich die Vorteile der flexiblen Fertigung mittels Additive Manufacturing. Wie das aussehen kann, lesen Sie im Beitrag auf den Seiten 28 und 29.

Viel Spaß beim Lesen!

*Rainer Trummer,  
Chefredakteur*



Besuchen Sie Digital Manufacturing auch auf Facebook, Twitter und XING.



## EMCO-TEST – die Zukunft der Härteprüfung

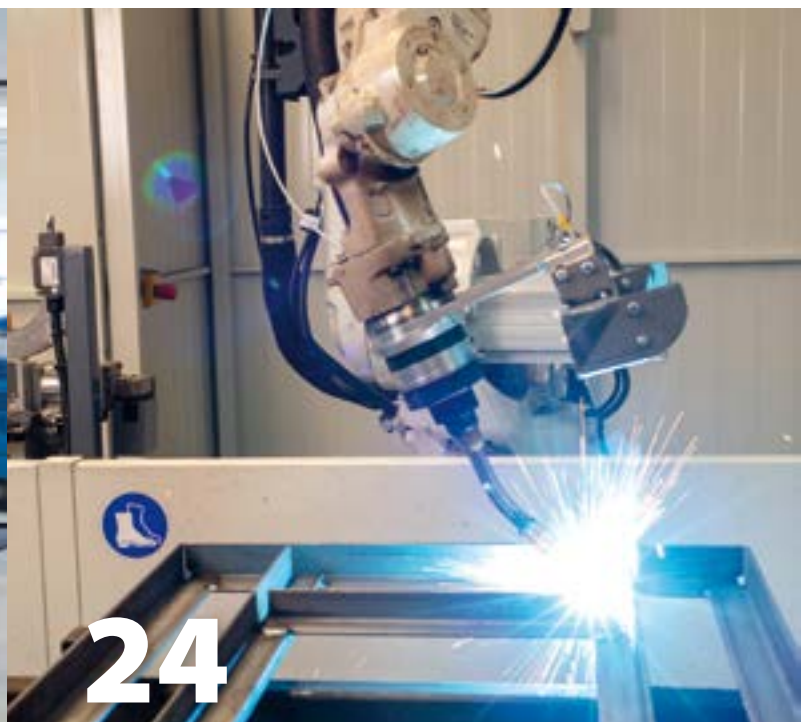
Qualitätssicherung auf dem höchsten Level der Automatisierung mit **ecos Workflow xCHANGE**, der cleveren Programmschnittstelle.





Wachstumsschmerzen durch MES gelindert: Wie Stero seine Planungs- und Steuerungsmethoden mittels durchdachter IT modernisiert hat.

Bild: Stero



Roboterschweißen im Mittelstand: Das Fraunhofer IPA veranstaltet einmal pro Jahr ein Seminar, das zeigt, woran Institut und Anwender aktuell forschen.

Bild: Fraunhofer IPA/Robott-Net

**News**

Aktuelles aus der Branche 6

**Titelstory:**

**Enterprise Resource Planning (ERP)**

Offenheit und Flexibilität als Standard 8

**Manufacturing Execution Systems**

KI revolutioniert die Fertigungs-IT 10

**Manufacturing Execution Systems**

Wachstumsschmerzen lindern 12

**Manufacturing Execution Systems**

Die Zukunft der digitalen Produktion 14

**Manufacturing Execution Systems**

MES bringt das Fass ins Rollen 16

**Werkzeuge: Planfräser für Nickelbasislegierungen**

93 Prozent günstiger schrappen 20

**Reinigungsgerät für Werkzeugaufnahmen**

Sicher und effizient 22

**Roboterschweißen im Mittelstand**

Ab Losgröße 1 wirtschaftlich 24

**Additive Fertigung**

Produktion aus dem Homeoffice 28

**Digitalisierung und Nachhaltigkeit**

Die Fertigung fit machen 30

**Digitalisierung**

FEM as-a-Service – zwischen Tradition und Datenökonomie 33

**Digitalisierung**

Effektive Datenanalyse in der Fertigung 36

**IoT-Projekte umsetzen**

Der „magische IoT-Kreislauf“ 38

**Digitalisierung**

Wettbewerbsfähig durch Industrie 4.0 40

**Machine Learning**

KI-Projekte erfolgreich implementieren 42

EDITORIAL 3

MARKETPLACE 44

VORSCHAU, IMPRESSUM 46



# 28

Auch in Krisen möchten Unternehmen produktiv bleiben. Ein Weg ist sicher der 3D-Druck. Aber es gibt auch weitere Gründe für eine Anschaffung. Bild: Formlabs



## INDUSTRIE 4.0

**IHR SOFTWARE-  
PARTNER FÜR  
DIE INDUSTRIE**

Sind Sie bereit für Industrie 4.0? GFOS bietet das MES zur smarten Steuerung Ihrer Produktion.

 HANNOVER MESSE

**13-17  
JULI**



HANNOVER  
HALLE 17  
STAND C54



**Titelanzeige: IAS  
Offenheit und Flexi-  
bilität als Standard**

Nicht nur Unternehmen, die international agieren, müssen in der Lage sein, sich rasch und flexibel auf neue Anforderungen und Änderungen der nationalen und globalen Märkte einzustellen. Zu den wichtigsten Instrumenten hierfür gehört ein ERP-System, das den Anwendern moderne und aktuelle Funktionalitäten bietet, Zukunftssicherheit gewährt sowie keine ständigen teuren Updates erfordert. Auch die Einführung eines neuen Systems ist meist teuer und aufwändig. Die GEDORE Torque Solutions GmbH, ein Unternehmen der weltweit engagierten GEDORE Gruppe, führte 2003 ein solches ERP-System ein, mit dem auch noch heute alle firmenspezifischen Geschäftsprozesse in hoher Qualität abgebildet und gesteuert werden. Die Offenheit und Flexibilität des ERP-Standards caniasERP, der problemlos Anpassungen und Modifikationen ermöglicht, lässt das Unternehmen zudem gelassen in die digitale Zukunft blicken.

**IAS Industrial Application Software GmbH**  
Kriegsstraße 100  
76133 Karlsruhe  
Telefon: +49 (0) 721 / 96 41 61 0  
E-Mail: [vertrieb@caniaserp.de](mailto:vertrieb@caniaserp.de)  
[www.caniaserp.de](http://www.caniaserp.de)

**Redaktionell erwähnte Institutionen,  
Anbieter und Veranstalter**

3D Systems [S. 6], Actemium [S. 30], Bobcad-CAM [S. 6], DatenBerg [S. 42], Delfoi [S. 24], DSAG [S. 6], Formlabs [S. 28], Fraunhofer [S. 24], Gewatec [S. 12], Grob Werke [S. 36], IAS [S. 8], Industrie Informatik [S. 14], Jakob Antriebstechnik [S. 6], Kelch [S. 22], MPDV [S. 10], Proxia [S. 16], Robert Bosch [S. 38], RWTH Aachen [S. 33, 40], Universität Innsbruck [S. 42], Walter [S. 20]

## DSAG – TECHNOLOGIETAGE

## Digitalisierung ist alternativlos

Die Technologietage der Deutschsprachigen SAP-Anwendergruppe e.V. (DSAG) vom 11. bis 12. Februar 2020 in Mannheim, waren mit 2.300 Teilnehmern ausgebaut. Das Motto der Veranstaltung lautete: „Digitalisierung hat viele Seiten: Auf den richtigen Dreh kommt es an“. Die Veranstaltung thematisierte das richtige Handwerkszeug für erfolgreiche Digitalisierungsvorha-



Laut DSAG-Technologievorstand Steffen Pietsch sollte SAP die User-Experience seiner Lösungen harmonisieren. Bild: DSAG

ben und die Anforderungen an SAP, um die Kunden bei ihrer Digitalisierungsstrategie zu unterstützen. Kernanforderungen an SAP sind die Harmonisierung des Produktportfolios, Integrationsfähigkeit von Lösungen, Qualität, Planungs- und Investitionssicherheit. Bezogen auf die Harmonisierung: SAP ist stark durch Zukäufe gewachsen. Daraus resultieren Brüche zwischen den Lösungen. Statt einer OneSAP-Experience wird der Anwender mit unterschiedlichen Bedienoberflächen konfrontiert, die die Komplexität erhöhen und zu Fehleranfälligkeit führen. „Hier erwarten wir von SAP, dass die User-Experience produktübergreifend harmonisiert wird“, fordert DSAG-Technologievorstand Steffen Pietsch.

## JAKOB – WERKSTÜCKE SPANNEN

## Lösung für große Teile

Werkstücke bis 50 Zentimeter werden meist mit Drei- oder Vierbackenfutter aufgespannt. Bei größeren Werkstücke allerdings finden Planscheiben ihren Einsatz. Sie halten mittels Klauenkästen und Spannspindeln auch wesentlich größere Teile sicher an Ort und Stelle. Beim Hersteller Jakob hat der Anwender die Wahl zwischen 7 Standardgewindegrößen von TR 50 bis TR 220, mit denen, dank des Prinzips der Kraftvervielfältigung mittels Keilspannsystem, Spannkraften von bis zu 500 kN erreicht werden können. Außerdem hat diese Spannung Selbsthemmung in jeder Stellung und sie ist sehr steif ausgelegt. Die Kraftspannspindeln sind mit einer internen Umschaltautomatik ausgestattet, um zwischen Außen- und

Innenspannung umschalten zu können. Um die maximale Betriebssicherheit zu gewährleisten, empfiehlt Jakob (je nach Häufigkeit der Spannzyklen) eine regelmäßige Prüfung ein- bis zweimal im Jahr. Besonders einfach gestaltet sich das mit Kraftmesssystemen, wie dem hydraulischen, autarken Kraftaufnehmer HMD. Die intelligente Spannklau FMS erlaubt sogar eine konstante Spannkraftkontrolle während der Bearbeitung der Werkstücke. Die ermittelten Daten können drahtlos direkt an ein Anzeigegerät oder PC gesendet werden.



Bild: Jakob Antriebstechnik

## 3D SYSTEMS – COVID-19

## Versorgung mit 3D-Druck sichern

Die rasche Verbreitung von COVID-19 setzt die Gesundheitssysteme weltweit unter enormen Druck. Wie viele andere Firmen auch hilft 3D-Druckhersteller 3D Systems bei der Bewältigung. Beispielsweise druckt, Lonati Venturi Beatmungsventile auf Geräten des Herstellers. Zudem produziert der On-Demand-Service von 3D Systems in Italien gemeinsam mit Isinnova Ventile für die Herstellung einer Notfallbeatmungs- maske. Um Engpässe in der Lieferkette von Ressourcen zur Überwindung der COVID-19-Pandemie zu überbrücken, bittet 3D Systems zudem Partner und Kunden in seinem globalen Netzwerk sowie andere Unternehmen aus der additiven Fertigung



Bild: 3D Systems/Isinnova

um ihre Hilfe bei der Herstellung der dringend benötigten Teile. Die Herstellung medizinischer Geräte durch 3D Systems zur weltweiten Unterstützung erfolgt im Rahmen der sogenannten Emergency Use Authorization (Anwendung in Notfallsituationen) der U.S. Food and Drug Administration (FDA) und nach Ausstellung eines entsprechenden Genehmigungsverfahrens, oder in Zusammenarbeit mit Herstellern von medizinischen Geräten, damit die produzierten Einheiten als gleichwertige Komponenten qualifiziert werden können.

## BOBCAD-CAM-LÖSUNGEN

## Gratis-Lizenzen für das Homeoffice

Auch Programmierer und Konstrukteure können Teile ihrer Arbeit aus dem Homeoffice heraus erledigen. Das Unternehmen Datacad möchte seine Anwender in der Krise dabei unterstützen, die Remote-Option möglichst flexibel und sicher zu gestalten. Daher bietet das Unternehmen aktuell BobCAD-CAM-Lizenzen für das Homeoffice gratis für Bestands- und Neukunden gleichermaßen an. Die Lizenzen sind vorerst 3 Monate gültig und werden bei Bedarf entsprechend verlängert. Informationen dazu gibt es unter [info@datacad.de](mailto:info@datacad.de) oder telefonisch bei Datacad. BobCAD-CAM ist mit mehr als 150 000 Li-



Bild: Datacad

zenzen weltweit vertreten und bietet Module unter anderem für Fräsen, Mehrachsfräsen, Fräsdrehen, Drehen, Laser-, Plasma- und Wasserstrahlschneiden, Drahterodieren und Maschinensimulation. Seit 1985 am Markt, bietet das System laut Hersteller eine leistungsstarke und budgetfreundliche Gesamtlösung für die Konstruktion und Fertigung. Jetzt lässt sich das einfach testen: Programm herunterladen und die Lizenz per Mail anfordern.

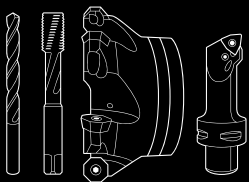
# Walter Nexxt

## Ihre Fertigung im Blick – transparent und in Echtzeit




### Neue Perspektiven für die Industrie 4.0

Sie gehen mit offenen Augen durch Ihre Fertigung. Nehmen Sie uns mit. Mit einer digital vernetzten Zerspanung zeigen wir Ihnen neue Einblicke. Und echte Transparenz. Vom Einsatz der Werkzeuge und Maschinen bis hin zur Logistik. Damit sind Sie detailliert in Echtzeit informiert. Und bleiben auf Augenhöhe: Walter Nexxt.



[walter-tools.com](http://walter-tools.com)

 **WALTER**  
Engineering Kompetenz

# Offenheit und Flexibilität als Standard

Wer seit 17 Jahren ein ERP-System nutzt, ohne den Drang zum Wechseln zu spüren, muss fast alles richtig gemacht haben. Ein schwäbischer Spezialmaschinenhersteller hat so die Vergangenheit erfolgreich gemeistert, bewältigt die Gegenwart und fühlt sich für die Zukunft gut gerüstet.

VON VOLKER VORBURG



Marco Bruhns und Nicole Gsenger schätzen die Arbeit mit der offenen und flexiblen Lösung caniasERP.

**DER INTERNATIONAL** tätige Hersteller von Premium-Werkzeugen Gedore ist in 70 Ländern aktiv. Mit mehr als 16.000 Produkten bietet das Familienunternehmen eines der breitesten Angebote aller europäischen Werkzeughersteller. Gedore Torque Solutions in Vaihingen an der Enz bündelt die Kompetenz des Unternehmens im Bereich der Hochdrehmoment-Schraubtechnik. Dort entwickeln und fertigen 50 Spezialisten drehmomentpräzise Hochmomentschrauber für den Bereich von 60 bis 54.000 Nm. Die Schrauber kommen vor allem im Maschinen- und Anlagenbau, in der Schwerindustrie, der Wasserwirtschaft sowie beim Bau von Kraftwerken, Windanlagen und beim Verschrauben von Bahngleisen zum Einsatz.

Die Hochmomentschrauber gibt es mit Akku-, Elektro-, Pneumatik- und Hydraulikantrieb. Außerdem stellt man in Vaihingen neben sogenannten Schiebermaschinen zum sanften Öffnen und Schließen von Schiebern auch Prüfstände für Hochmomentschraubtechnik her. „SEW-Eurodrive, ein Hersteller von Antriebstechnik, der auch große Industriegetriebe zusammenbaut, verschraubt mit unseren Hydraulikgeräten ebenso wie mit unserem Highseller, den Akkumaschinen. Auch der klassische Stahlbau gehört zu unseren Kunden, etwa die Dachkonstruktion des Stadions in Hoffenheim“, nennt Standortleiter Marco Bruhns Anwendungsbeispiele. Vertrieben werden die Produkte in Deutschland durch Handelsvertreter. Im Ausland knüpfen die Gedore-Niederlassungen die Kontakte.

## Erfolgreicher ERP-Standard

Im Jahr 2003 führte man das erste ERP-System ein. „Vorher lief alles tatsächlich ein wenig ohne System. Damals führten wir nach dem üblichen Auswahlverfahren den ERP-Standard caniasERP von IAS ein“, erzählt Nicole Gsenger, zuständig für Vertrieb und Organisation bei Gedore. Und seit dieser Zeit ist das ERP-System von IAS Industrial Application Software aus Karlsruhe im Einsatz. „Wir arbeiten wirklich schon sehr lange und erfolgreich mit diesem System und haben in all den Jahren nur einen Release-Wechsel mitgemacht. Unsere individuellen Anpassungen machten mehr einfach nicht notwendig“, offenbart Gsenger. Gesteuert werden mit caniasERP die Lagerwirtschaft, also Wareneingang, Warenausgang und Bestellungen, sowie der Vertrieb mit Angeboten, Auftragsbestätigungen, Lieferscheinen und Rechnungen. Nach dem Release-Wechsel hat man auch die Produktion mit eingebunden. Stücklisten, Arbeitspläne und Fertigungsaufträge liefern vorher alle außerhalb des ERP-Systems.



In der Produktion gab es keine Individualisierungen des Standards, denn: „Stücklisten und Arbeitspläne, das ändert sich auch in 3.000 Jahren nicht. Die Struktur, die grundlegende Idee, die dahintersteckt, ändert sich nicht“, ist sich Nicole Gsenger sicher. Dagegen hat man im Vertrieb einige Änderungen vorgenommen. „Die Tatsache, dass sich caniasERP so gut auf unsere Bedürfnisse anpassen lässt, ist natürlich ein Riesenvorteil. Ich kann mir nicht vorstellen, dass das in anderen Systemen ähnlich einfach funktioniert“, konstatiert die Vertriebsverantwortliche. So musste die Provisionsabrechnung für die Handelsvertreter detailliert und gründlich angepasst werden. „Zwar bietet caniasERP bereits im Standard eine Vertreterabrechnung, die ist aber nicht so komplex und spezifisch, wie wir sie für unseren Vertrieb brauchen“, erläutert der Standortleiter Marco Bruhns, „Die Offenheit der Software ermöglichte aber eine detaillierte, exakte Anpassung an unseren Bedarf.“

### Firmenspezifische Programmierung

Eine weitere individuelle Anpassung ist eine von Nicole Gsenger so genannte Verbrauchsdatenbank: Man gibt den Artikel ein und erhält so etwas wie eine Verbrauchshistorie des Artikels über die letzten Jahre – etwa bezüglich der Aufträge oder Auslieferungen. Das hatte der ERP-Standard in dieser Form nicht ermöglicht, dass allein durch Eingabe der Artikelnummer alle vorhandenen Informationen über den Artikel aufgelistet wurden. Die Informationen sind jedoch wichtig, da man unter anderem jeden Artikel, bevor er neu produziert wird, auf seinen Verbrauch und Bedarf überprüft. Vor der Anpassung mussten diese Informationen aus dem ERP-System extrahiert und in Excel-Tabellen umständlich mit Formeln ermittelt werden. Zudem war diese Excel-Lösung oft bis zu vier Wochen alt, da man die Daten nur einmal im Monat erhoben hat. „Jetzt können wir dank der Möglichkeit der raschen, problemlosen Anpassung von caniasERP neben der gesamten Artikel-Historie tagesaktuell die benötigten Losgrößen feststellen, und ob wir kleinere oder größere Stückzahlen produzieren müssen. Und alles mit einer einzigen Transaktion“, erklärt Marco Bruhns.

Themen wie die digitale Transformation oder Konzepte wie Industrie 4.0 spielen



Standortleiter Marco Bruhns (links) und Produktionsleiter Timo Schmidt (rechts) müssen bei Gedore Torque Solutions häufig nach spezifischen Kundenwünschen produzieren. Bilder: Gedore Torque Solutions

zurzeit bei Gedore Torque Solutions keine zentrale Rolle, sodass ein Software-Upgrade momentan keine Priorität hat. „Für die Produktion sind diese Themen nicht relevant, und mit unseren Geschäftspartnern sind wir ganz klassisch per Telefon und E-Mail vernetzt“, berichtet Bruhns. Die Spezialisten in der Zentrale erhalten die Daten der Kunden per Telefon oder E-Mail, leiten sie an die Konstruktion weiter, die daraus eine adäquate Lösung erarbeitet, die wiederum die Basis für ein Angebot darstellt. „Bei uns kommen die Anfragen meist sehr individuell und spezifisch, oft mit einem erhöhten Gesprächs- oder Beratungsbedarf. Und wir stellen keine Massenprodukte her, sodass auch nicht so viele Bestellungen eingehen, dass sie eine digitale Verarbeitung erforderten“, ergänzt Gsenger.

### Die Zukunft kann kommen

Selbstverständlich weiß man bei Gedore Torque Solutions, dass die IAS-Software auf die Anforderungen von Industrie 4.0, IoT-Szenarien und digitaler Transformation vorbereitet ist. „Wir befassen uns schon mit der Zukunft unseres Unternehmens, unter anderem mit Erweiterungen des Geschäftsmodells wie Predictive Maintenance und Pay-per-Use-Modellen, die wir dann auch selbst betreuen wollen. Da ist es gut, zu wissen, dass wir einen IT-Partner haben, der uns mit seiner Software und seinen Experten in dieser Richtung kompetent supporten kann“, zeigt sich Bruhns zuversichtlich und bekennt: „Wir sind auch getrieben durch die Digitalisierung. Jeder hat heute ein

Handy mit einem großen Display in der Tasche. So etwas möchten die Kunden auch an ihrer Schraubmaschine sehen.“ Diesen Wünschen ist die Konstruktion nachgekommen und hat mit den entsprechenden Partnern eine Maschine mit einem großen Display entwickelt, um die Live-Daten, also das, was beim Schrauben passiert, erfassen zu können. „Damit sind wir für IoT-Szenarien und eventuelle neue Geschäftsmodelle maschinen-seitig schon mal gut gerüstet“, zeigt sich Bruhns zuversichtlich.

Auch das Reporting funktioniert einwandfrei wie Marco Bruhns weiß: „Wir können relativ viele Auswertungen direkt aus dem System heraus erstellen.“ Und Nicole Gsenger erläutert: „Wir fragen alles über SQL-Scripts ab, die ich über die Jahre angelegt habe. Es gibt aber auch immer wieder Momente, da verlangt die Geschäftsführung eine Auswertung, die es bislang noch nicht gab. Das können wir dann immer individuell zusammenstellen.“ Beide sind sich auf jeden Fall darin einig, dass caniasERP als offenes und ausgesprochen flexibles System erstklassig dafür geeignet ist, individuelle, firmenspezifische Prozesse abzubilden und sich an neue Gegebenheiten anpassen zu lassen. „IAS und unser ERP-System helfen uns dabei, unseren hohen Qualitätsanspruch als Premium-Hersteller innovativ und zuverlässig, heute und künftig für unsere Kunden umzusetzen“, fasst Standortleiter Bruhns zusammen. rt ■

Volker Vorburg ist Redakteur in Vaihingen an der Enz.

# KI revolutioniert die Fertigungs-IT

Auch wenn derzeit noch die Anwendungen im Fokus der Fertigungsindustrie stehen, so kann man den technologischen Einfluss auf IT-Lösungen für die Smart Factory kaum mehr leugnen, insbesondere wenn es dabei um künstliche Intelligenz geht. In der Industrie werden inzwischen viele innovative KI-Lösungen eingesetzt – und ein Ende ist noch lange nicht in Sicht.

VON THORSTEN STREBEL



Mit Predictive Quality lässt sich auf Basis von Prozesswerten und KI die Qualität vorhersagen.

Bild: MPDV, AdobeStock, Alterfalter

**GRUNDSÄTZLICH** hat sich bei der Aufgabenstellung an die Fertigungs-IT wenig geändert – sie soll weiterhin den Fertigungsbetrieb unterstützen und Optimierungen ermöglichen. Was sich geändert hat, ist die Komplexität. Losgrößen sind nun wesentlich kleiner, was die Variantenvielfalt enorm steigert. In dessen Folge wächst die Datenflut, mit der sowohl Software als auch Menschen umgehen müssen. Für einen effizienten Umgang mit diesen Massendaten braucht es neue Methoden – wie sie die künstliche Intelligenz bietet.

## Die Produktqualität vorhersagen

Mit Predictive Quality hat MPDV bereits ein konkretes Produkt umgesetzt: Grundannahme für die Vorhersage der Qualität ist, dass es auch zu Ausschuss oder Nacharbeit kommen kann, wenn sich alle Prozesspa-

rameter innerhalb der jeweils gültigen Toleranzen bewegen. Grund dafür sind komplexe Zusammenhänge und Wechselwirkungen, die oftmals auf die Fertigungstechnologie zurückzuführen sind.

Predictive Quality berücksichtigt diese Zusammenhänge und gibt Mitarbeitern in der Fertigung die Möglichkeit, sofort zu sehen, ob das aktuell produzierte Produkt Ausschuss oder ein gutes Teil ist – und das unter Angabe der Eintrittswahrscheinlichkeit. Damit lässt sich etwa die Qualität eines Motorblocks vorhersagen, während dieser gerade noch abkühlt. Mitarbeiter können also frühzeitig entscheiden, ob es sich lohnt, weiter in ein Teil zu investieren oder, ob sie es direkt wieder einschmelzen, was Zeit spart und Kosten senkt, da potenziell fehlerhafte Produkte frühzeitig ausgeschleust werden können.

Im Rahmen der Fertigungsplanung wird auf eine Reihe von Vorgabewerten zurückgegriffen, um eine Grundlage für die zu berücksichtigende Bearbeitungsdauer eines Vorgangs und für die Übergangszeiten zwischen zwei Vorgängen eines Auftrags zu haben. Die Rüstzeit ist eine dieser Vorgaben, die bisher meist manuell mit der Stoppuhr gemäß REFA ermittelt wird. Um die wachsende Zahl der möglichen Kombinationen aus Werkzeugen, Material, Personal und sonstigen Einflussfaktoren gerecht zu werden, kann KI die Rüstzeitvorhersage unterstützen. Dazu wird auf Basis historischer Daten aus einem MES ein Modell erstellt, das alle Faktoren berücksichtigt, wie etwa die Länge der Rüstzeit, bezogen auf die Kombinationen aus Artikel, Maschine und Werkzeug.

## Zuverlässige Vorhersagen für die Rüstzeiten

Der eigentliche Clou besteht jedoch in der Verwendung des erzeugten Modells und somit in der Vorhersage der Rüstzeit. Wird beispielsweise ein Arbeitsgang auf einer Maschine zu einem bestimmten Zeitpunkt mit einem bestimmten Werkzeug eingeplant, werden diese und eventuell weitere Daten verwendet, um auf Basis des zuvor erstellten Modells die wahrscheinliche Rüstzeit vorherzusagen. Die KI agiert dabei im Wesentlichen so, wie die manuelle Pflege erfolgen würde: Ein Fachexperte schließt von vergleichbaren Artikeln, Werkzeugen auf die neue Kombination.

Die Prognose wird damit nicht die Genauigkeit erreichen, die bei Kenntnis aller Faktoren möglich wäre, liegt jedoch sicherlich auch nicht hinter den manuellen Schätzungen zurück. Was die Rüstzeitvorhersage im Vergleich mit der herkömmlichen Methode leisten kann, wurde auf

Basis von mehreren realen Produktionsszenarien untersucht. Erste Analysen zeigen, dass durch den Einsatz von KI-Systemen rund 20 Prozent neue Kapazitäten in der Produktion frei werden.

**Analyse der Einflussfaktoren auf die Rüstzeit**

Für viele Unternehmen würde allein die Benennung der tatsächlichen Einflussfaktoren auf Basis historischer Daten schon einen Mehrwert darstellen. Denn meist fehlen Informationen darüber, wie relevant ein Einflussfaktor in diesem Fall für die zu erwartende Rüstzeit ist. Zum Beispiel könnte die Tageszeit eher weniger relevant sein – das Rüsten dauert also in der Frühschicht genauso lang wie in der Nachtschicht. Andererseits könnte das verwendete Material sich signifikant auswirken – beispielsweise dauert das Rüsten mit dem Material von Lieferant A deutlich länger als mit dem Material von Lieferant B. Die Analyse der Einflussfaktoren auf Ihre Relevanz hin ist quasi ein nützliches Nebenprodukt bei der Modellerstellung für die Rüstzeitvorhersage.

Auch bei der eigentlichen Fertigungsplanung profitiert die Industrie davon, dass viel leistungsfähigere Rechner verfügbar sind als früher. Damit können signifikant größere Datenmengen verarbeitet und immer bessere Algorithmen entwickelt werden. Im Vergleich zum heuristischen Vorgehen bei der automatischen Fertigungsplanung kann mit künstlicher Intelligenz ein entscheidender Schritt in Richtung optimale Fertigungsplanung gemacht werden.

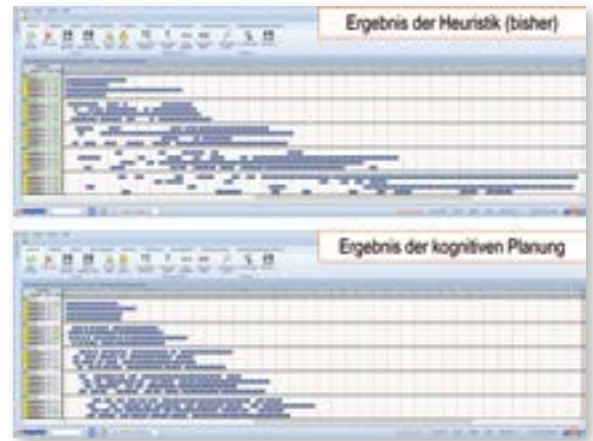
Im Gegensatz zum schrittweisen Vorgehen der Heuristik werden mittels Reinforcement Learning zahlreiche Entscheidungsmöglichkeiten geprüft, bevor eine

endgültige Planungsentscheidung getroffen wird. Reinforcement Learning, was als verstärkendes Lernen übersetzt werden kann, bewertet die getroffenen Entscheidungen, hinterfragt diese und lernt daraus. Mit jeder Entscheidung sammelt das System neue Informationen, was Schritt für Schritt die Qualität der Planungsentscheidung verbessert.

Dieses Vorgehen einer intelligenten Fertigungsplanung bringt enorme Vorteile mit sich. Alle ausschlaggebenden Faktoren wie Aufträge, Arbeitsplätze, Transportwege, Rüstzeiten, begrenzte Ressourcen und Personalverfügbarkeiten berücksichtigt das System bereits bei der Entscheidungsfindung. So lassen sich Rüstzeiten minimieren, Durchlaufzeiten verkürzen, die Termintreue erhöhen, Personalkosten minimieren oder eine Materialverfügbarkeitsprüfung durchführen.

**Automated Data Science als Königsdisziplin**

Bei der Modellbildung macht sich die Leistungsfähigkeit des verwendeten KI-Systems bemerkbar. KI-Systeme wie das von MPDV zeichnen sich dadurch aus, dass sie für die Modellbildung verwendeten historischen Daten selbständig aufbereiten können. Hierzu zählen bei der Vorbereitung auf die Modellerstellung neben der Datensynchronisation auch die Anomalie-Erkennung – also das automatisierte Erkennen von Ausreißern und deren Bereinigung. Dieses Vorgehensmodell, welches den herkömmlichen und größtenteils manuellen CRISP-DM-Ansatz automatisiert, wird auch als Automated Data Science bezeichnet.



Ein Vergleich heutiger Planungsalgorithmen mit der KI-basierten kognitiven Planung.

Bild: MPDV

Kombiniert man darüber hinaus das methodische Know-how eines KI-Spezialisten wie PerfectPattern mit der Praxisnähe eines MES-Anbieters wie MPDV, so können schnell einsetzbare Standardprodukte und flexible Lösungen entstehen. Deren Hauptvorteil besteht darin, dass die zur Verfügung stehenden Daten nicht erst aufwendig vorbereitet werden müssen. Damit sind Kosteneinsparungen von bis zu 80 Prozent gegenüber dem heute üblichen Vorgehen gemäß CRISP-DM möglich.

Die Nutzung von KI in der Fertigung ist ein grundlegender Schritt in die Zukunft und kann Unternehmen den entscheidenden Wettbewerbsvorteil bieten. Mithilfe von MES kann dieser Vorteil genutzt werden und Unternehmen dabei helfen, ihr Ziel von Industrie 4.0 und der Smart Factory zu erreichen. Nichtsdestotrotz kommt es – auch im Jahr 2020 – in erster Linie auf die Anwendung an und erst dann um die genutzte Technologie. **sg ■**

Thorsten Strebel ist Vice President Products bei der MPDV Microlab GmbH.



**Heiße Stähle cool geplant**

„Die präzise MDE/BDE-Erfassung und Produktionsmonitoring mittels PROXIA MES an unseren beiden Standorten (CH und D) liefert uns aussagekräftige Produktionskennzahlen. Rüstzeiten wurden um bis zu 50% reduziert und unsere Produktivität in einem Werk sogar um bis zu 15% gesteigert. Mit PROXIA sind wir auch unserem Ziel der „papierlosen Fertigung“ nähergekommen.“

Holger Kirse, IT-Manager, Steeltec AG, CH-Emmenbrücke



Direkt zum Anwenderbericht: Einfach QR-Code scannen!



# Wachstumsschmerzen lindern

Wenn Unternehmen stetig wachsen, stoßen sie mit ihren hergebrachten Planungs- und Steuerungsmethoden oft an Grenzen. Wie sich die Planung auch mittels IT effizient und transparent aufstellen lässt, zeigt dieses Beispiel bei Stero.

VON PETER BAUER



Um flexibel und schnell auf Kundenanfragen reagieren zu können, verfügt Stero über einen umfangreichen und vielseitigen Maschinenpark.

Bilder: Stero

**DER PLANUNGS-AUFWAND** steigt steil an, wenn die Zahl von Aufträgen, Maschinen und Mitarbeitern stetig wächst. Der Überblick droht verloren zu gehen.

Bei Stero in Velbert zeigt sich, wie über eine durchgängige Softwareunterstützung nicht nur Transparenz in einer vergrößerten Produktion wiederhergestellt, sondern auch die Effizienz von Organisation und Planung auf eine neue Ebene gehoben werden kann.

Drehen ist Kernkompetenz, ergänzt durch das Fräsen bei Stero, einem Fertigungsdienstleister, der bereits über 30 Jahre am Markt vertreten ist. Was als nebenberufliches Projekt von Stefan Rosendahl begann, ist heute ein Unternehmen mit 112 Mitarbeitern und 63 Maschinen. Über 62 Millionen Teile liefert das Unter-

nehmen jährlich aus, vom Einzelstück bis zur großen Serie. Das Angebot hat sich dabei stetig erweitert: Oberflächen- und Werkstoffbehandlungen gehören heute ebenso zum Geschäft wie Montagetaätigkeiten und Logistikdienstleistungen.

Das eigentlich erfreuliche Wachstum von durchschnittlich gut 10 Prozent pro Jahr ließ jedoch die Komplexität von Planung und Verwaltung immer weiter steigen. Über Jahre war das wichtigste Werkzeug Rosendahls die Tabellenkalkulation. Doch der Gründer erkannte schließlich, dass das ausgefeilte, Excel-basierende System an Grenzen stieß. Er beschloss, sich einen technischen Leiter an die Seite zu holen und fand ihn in Peter Maczula.

Der Ingenieur war zuvor bei Automobilzulieferern für die Produktion verant-

wortlich und beherrscht die Planung und Steuerung einer größeren Produktion. Er hatte bei seinem vorhergehenden Arbeitgeber bereits IT-Systeme evaluiert und eingeführt.

Für Rosendahl und Maczula war daher klar: Die gesuchte EDV-Lösung muss zu allererst die Produktionsplanung, -steuerung und -kontrolle im Unternehmen perfekt unterstützen. Als vorbereitenden Schritt baute Maczula daher ein Informationssystem auf, um Transparenz über Auftragsstatus und Produktionsebene zu bekommen. Erst danach evaluierte er Systeme.

„Ich hatte da ganz klare Vorstellungen. Wichtig war mir, das System nicht nur präsentiert zu bekommen, sondern es über längere Zeit selbst testen zu können – Funktionalitäten, Bedienung und Visualisierung sind essentiell!“, erklärt Maczula.

## Individualisierbare Out-of-the-Box-Lösung

Er entschied sich für den Anbieter Gewatec aus Wehingen. Dieser hat sich auf IT-Branchenlösungen für Präzisionsteilhersteller, Kunststoffspritzgießer und Medizintechniker spezialisiert. Die Lösung ist als modulares System aufgebaut, dessen Funktionskomponenten eine gemeinsame Datenbank nutzen. Module wie Produktions-Planung und Steuerung (PPS), Maschinen- und Betriebsdatenerfassung (MDE/BDE), Qualitätsmanagement (CAQ) oder die computerunterstützte Angebotserstellung (Kalk) speisen alle eine einheitliche Datenbank.

Informationen aus einem Modul sind damit sofort in den anderen Modulen verfügbar. Das erlaubt es beispielsweise in der Kalkulation, über detaillierte Maschinenstundensätze und Stückzeitberechnungen zu präzisen Angeboten zu kommen.

### Eigenes Konzept entwickelt

Maczula entwickelte ein Konzept, das das von ihm konzipierte Stero-Informationssystem mit der von Gewatec bereitgestellten Software zu zusammenbringt.

Das Unternehmen führt aktuell über 2200 aktive Artikel und jede Woche kommen sechs bis acht neue Produkte hinzu. Speziell hier konnte die Gewatec-Lösung punkten: Produktbeschreibungen führen direkt zur Kalkulation, Nachkalkulation und so weiter – ohne Mehrfacheingaben.

Hinzu kommt die Branchenkompetenz, die sich in der Lösung zeigt. „Unsere Tests ergaben, dass sich 96 Prozent unserer Abläufe abbilden lassen.“, erläutert Maczula. Damit hatte er eine Out-of-the-Box-Lösung vor sich, die sich über zahlreiche Schalter sehr individuell einstellen lässt, wie er sagt.

Neun Monate nach der Systementscheidung wurde fast die komplette Gewatec-Suite eingeführt. „Wir haben in Vorbereitung der Softwareeinführung einiges standardisiert und effizienter organisiert“, erläutert Maczula. „Die technische Herausforderung PPS, MES, BDE, QS, kaufmännische Module, Lieferscheine, Aufträge und so weiter mit einem Schlag umzustellen, haben wir gut gemeistert“. Jedoch sei es wichtig, darauf zu achten alle Mitarbeiter mitzunehmen.

### Schnittstellenlieferant

Auch die Anbindung des Maschinenparks war eine Herausforderung. Während sich moderne CNC-Bearbeitungszentren oft einfach in die Maschinendatenerfassung einbinden lassen, brauchen andere Maschinen individuelle Lösungen. Mindestens der Auftragsfortschritt muss transparent sein und: „Nur wenn der gesamte Maschinenpark angeschlossen ist, kann die computergestützte Kapazitätsplanung wirklich funktionieren“, sagt Maczula.

### Remote-Arbeit für Maschinenbediener

Der Auftragsfertiger fertigt sieben Tage die Woche in drei Schichten, rund um die Uhr. An den Wochenenden wird vorrangig „mannarme“ Fertigung eingeplant. Hier laufen Aufträge, die über lange Zeit von Maschinen automatisch abgearbeitet werden können.

Die Maschinenüberwachung mit dem MDE/BDE-System Provis ermöglicht es, durch ein mobiles Interface, dass der jeweils verantwortliche Mitarbeiter seine Maschine aus der Ferne überwachen kann. Er verbringt dann also einen großen Teil seiner Wochenend-Schichten zuhause in Bereitschaft.

### Integration von Fremdsystemen

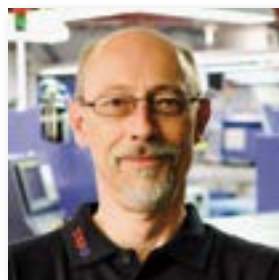
Auch Fremdsysteme werden integriert. So plant Maczula das CAD/CAM-System, die Werkzeugvoreinstellung, das Dokumentenmanagementsystem für die automatisierte Rechnungsprüfung sowie ein Lager- und Ausgabesystem für Werkzeuge dieses Jahr einzubinden.

### Flexibilität in der Planung

„Wachstum ist kein Ziel, sondern das Ergebnis hervorragender Leistungen“, ist ein beliebtes Motto des Firmengründers Stefan Rosendahl. Maczula ergänzt: „Wachstum wird aber früher oder später zur Herausforderung. Ohne die Einführung einer durchgängigen Softwareunterstützung hätten wir große Probleme bekommen.“

Auch Flexibilität gehört zum Selbstverständnis des Auftragsfertigers. Die Kunden reichen vom Schlosser bis zum Automobilhersteller und entsprechend variieren die Losgrößen – im Durchschnitt zwischen 500 bis 10 000 Stück.

Der tägliche Materialbedarf aus dem Konsignationslager – im Jahr werden 2.500 Tonnen Stahl, Aluminium und Messing verarbeitet – muss ebenso geplant werden wie die Einbindung von



**Wir wären ohne das neue System nicht dort, wo wir heute stehen.“**

PETER MACZULA, TECHNISCHER GESCHÄFTSLEITER BEI STERO

Partnern für Oberflächennachbehandlungen. Seit Einführung der Kapazitätsplanung trifft man sich morgens vor einer elektronischen Plantafel und organisiert die Priorisierung und Zuordnung der Aufträge. Der Planungshorizont reicht über rund zehn Wochen, 700 bis 800 Aufträge sind ständig aktiv.

Der Vertrieb hat dank dieses Systems Transparenz über die Auslastung und



**Damit die computergestützte Kapazitätsplanung auf verlässlichen Daten basiert, sind alle Maschinen ans System angeschlossen. Mindestens der Auftragsstand ist ersichtlich.**

kann Wunschtermine mit hoher Treffsicherheit bestätigen. Die Angebotserstellung spiegelt die Regeln der Produktionsplanung wider. Ob ein Kunde 50, 500 oder 5 000 Teile anfragt – es gehen die Kosten der jeweils geeigneten Maschinen in die Kalkulation ein.

Zudem ist es bei dem Mittelständler üblich, bei Kapazitätsengpässen im Falle von Eilaufträgen mit anderen Kunden zu sprechen, ob deren Aufträge womöglich warten können.

Geschäftsführer Stefan Rosendahl erklärt: „Diese mit den betroffenen Kunden abgestimmten Planänderungen schaffen uns zusätzliche Spielräume.“ Die Kunden reagieren entgegenkommend auf solche Anfragen, so der Gründer: „Sie wissen: Wenn es bei ihnen mal besonders eilig ist, werden wir auch für sie alle Hebel in Bewegung setzen. Basis dafür ist aber, dass wir genau wissen, welche Aufträge wann auf welchen Maschinen geplant sind“.

### Ein wachsendes System

Peter Maczula kommentiert: „Wir wären ohne Gewatec nicht dort, wo wir heute stehen. Wir hätten unser Wachstum schlicht nicht bewältigen können. Mit der Software sind Status und Planung jederzeit transparent, wir können Effizienz und Termintreue hoch und gleichzeitig den Planungs-, Steuerungs- und Organisationsaufwand klein halten.“ jbi ■

Peter Bauer ist Vertriebsleiter bei Gewatec.



# Die Zukunft der digitalen Produktion

Hochdynamische Märkte und sich ständig verändernde Anforderungen an die Industrie stellen heute vor allem produzierende Unternehmen vor neue Herausforderungen. Daher geht es darum, neue Technologien gewinnbringend einzusetzen und die richtigen Schritte in Richtung zukunftsfähige Fertigung zu gehen. Besondere Bedeutung kommt dabei der Fertigungsplattform zu.

VON DIPL.-ING. BERNHARD FALKNER

**DIE INDUSTRIE** hat die Notwendigkeit von Digitalisierungsmaßnahmen erkannt. Man ist sich einig: sie stellen die Basis für eine solide Zukunftsorientierung und Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit im industriellen Umfeld dar. In diesem Zusammenhang bildet ein Manufacturing Execution System nach wie vor die stabile Basis für die Abwicklung digitaler Fertigungsprozesse ab. Der Markt wächst weiterhin sehr stark und fertigungsnahe Kernfunktionalitäten werden auch mittelfristig in einem leistungsstarken MES beheimatet sein.

Was wir allerdings nicht vergessen dürfen, ist die technologische Entwicklung in allen Bereichen, die uns schon heute neue Möglichkeiten eröffnet. Das Industrial Internet of Things (IIoT) ist auf dem Vormarsch und reif für Umsetzungsszenarien. Softwaresysteme, Technologien und Anwendungen kämpfen um ihren

festen Platz in der Wertschöpfungskette und der Anwender steht im Zentrum dieser technologischen Vielfalt und versucht, sie zu beherrschen. An dieser Stelle kommt erstmals die häufig genannte Fertigungsplattform der Zukunft ins Spiel.

## **Anwendungen, Prozesse und Microservices im Einklang**

Die Automatisierungspyramide, wie wir sie heute kennen, unterliegt einem Wandel und wird sich in den kommenden Jahren nach und nach auflösen. Monolithische, abgeschottete Softwaresysteme weichen flexiblen Anwendungen, Prozessen und Microservices. Ein MES alleine wird die steigenden Anforderungen an eine digitale Fabrik nicht mehr abbilden. Vielmehr wählt der User künftig seine Bausteine aus der bereits oben genannten Systemvielfalt – und zwar unabhängig vom Hersteller und technologischer Ba-

sis. Eine zukunftsfähige Fertigungsplattform hat daher vor allem die Aufgabe, all die benötigten (Einzel-)Komponenten zusammenzuführen und zu orchestrieren.

Voraussetzung hierfür ist natürlich die Öffnung dieser Plattform in Richtung einer wachsenden Systemlandschaft und den damit verbundenen, neuen Möglichkeiten. Eigene, periphere und fremde Lösungen müssen sich problemlos integrieren lassen. Der Schlüssel liegt in einer – wie auch immer gearteten – offenen Schnittstellen- und Kommunikationsebene, die genau das ermöglicht.

## **Maximale Flexibilität durch Best-of-Breed-Ansatz**

Nicht alle Bausteine der digitalen Fabrik müssen und können künftig aus ein und derselben Hand kommen. Anbieter von fertigungsnahen Systemen sind gefordert, ihre Produkte danach auszurichten.



Die Fertigungsplattform ist ein wichtiger Baustein für die Digitalisierung der Industrie.

Bild: shutterstock/PopTika

Vor allem bei peripheren Anwendungen wird man künftig auf das Know-how spezialisierter Partner setzen. Der integrative Best-of-Breed-Ansatz garantiert dem User die bestmöglichen Lösungen für seine individuellen Einsatzzwecke und damit auch die maximale Flexibilität in der Gestaltung seiner Systemlandschaft. Zudem erhalten auch die Softwareproduzenten die Chance, den Fokus auf ihre eigenen Kernthemen zu legen und sich dort weiterzuentwickeln.

### Potenzial der digitalen Fertigung bestmöglich ausschöpfen

Dank einer leistungsfähigen und integrativen Fertigungsplattform profitieren Anwender von einer flexiblen Produktion, die heute benötigt wird, um auf dem sich ständig verändernden Markt wettbewerbsfähig zu bleiben. Prozesse können damit schnell und dynamisch an neue Gegebenheiten angepasst werden. Abhängig vom Know-how und den Anforderungen der Anwender können verschiedenste Bausteine sogar völlig selbstständig oder mittels Low-Code-Plattform entwickelt werden. Wir sprechen hier von einer massiv optimierten „Time2Solution“. Somit kann die zukunftsfähige Fertigungsplattform ihre Stärken in einem ungeahntem Ausmaß entfalten und den Weg zu einer echten Smart Factory ebnen.

Bei allen technologischen Möglichkeiten ist allerdings auch Vorsicht geboten. Nicht jedes Unternehmen kann und

wird von Beginn an das volle Leistungsspektrum der digitalen Fertigungsoptimierung ausschöpfen können. Der Weg dorthin ist lange und baut zumeist auf einer langjährigen Entwicklung auf. Viele Fertigungsbetriebe sehen ihre Ziele auch nicht automatisch an der Spitze der Digitalisierungsmöglichkeiten, sondern irgendwo dazwischen. Abstufungen wird es hier immer geben und das ist auch gut so. Lösungsanbieter sind gefordert, in engem Austausch mit dem Markt Bedürfnisse zu erfassen und diese kundenorientiert zu realisieren.

Kommunikations- und Individualisierungsmöglichkeiten, die eine neue Fertigungsplattform mit sich bringt, werden heute definitiv gefordert und ebnen den Weg in die digitale Zukunft, bei manchen Unternehmen schon früher und bei manchen erst später. Nur mit der richtigen Herangehensweise wie auch kompetenten Partnern für die Umsetzung schafft man die Verschmelzung von industriellen und digitalen Welten und kann so langfristig seinen Wettbewerbsvorsprung absichern und sogar ausbauen. sg ■

Dipl.-Ing. Bernhard Falkner ist CTO der Industrie Informatik GmbH.



Bild: Industrie Informatik GmbH

MES PRODUKTIONSSTEUERUNG AGILE FERTIGUNG



## MES neu gedacht

Wenn sich Ihre Fertigung ändert, passt sich unser MES an. Sparen Sie Kosten, denn Prozesse und Bedienmasken lassen sich bei uns ganz einfach konfigurieren.

» [www.psi-automotive-industry.de](http://www.psi-automotive-industry.de)

Software für Versorger und Industrie



# MES bringt das Fass ins Rollen

Höhere Verfügbarkeit mit MES erreicht: Blefa Beverage Systems, Hersteller von Edelstahlfässern für Getränke, nutzt für die Anbindung seiner Produktionsmaschinen die MDE/BDE-Lösung von Proxia mit integrierter Datenkommunikation über OPC UA. Die dadurch gewonnene Transparenz hat zu einer stückzahlgenauen Ausbringungsmenge und Produktivitätssteigerung von 15 Prozent geführt.

VON DR. BERNHARD VALNION



Die Blefa Beverage Systems stellt pro Jahr über eine Million Keg-Fässer her.

**SEIT MEHR** als fünf Jahrzehnten produziert Blefa im siegerländischen Kreuztal Edelstahlfässer für Bier, Wein und Softdrinks nach individuellen Anforderungen des Kunden. Dem Slogan „The Keg – made in Germany“ liegt eine Historie zugrunde, die freilich viel weiter zurück reicht. Das Keg („kleines Fass“) ist ein Mehrwegbehälter, der speziell für das industrielle Befüllen und keimfreie Lagerung von Getränken entwickelt wurde. Blefa beschäftigt in Deutschland rund 155 und in den USA 40 Mitarbeiter. Im Jahr 2016 wurde es aus der Franke Gruppe ausgegliedert und der Artemis Holding als Blefa Beverage Systems zugeführt.

Bereits 2013 wurde das interne Strategieprojekt „Blefa 2020+“ auf den Weg gebracht, unter anderem mit dem Leitbild,

das eigene Selbstverständnis mit der Praxis in Einklang zu bringen. So wurde die Losung ausgegeben, die Nummer eins in Sachen Qualität zu bleiben und die Position als einer der weltweit größten Keg-Hersteller zu behaupten. Dies alles sollte unmittelbar in der Produktion sichtbar sein, zumal eine 25-prozentige Erhöhung der Ausbringung – bei unveränderten Ressourcen – ebenfalls als strategisches Ziel anvisiert wurde.

## Der frühe Vogel fängt den Wurm

Der Bier-Markt ist nach wie vor attraktiv. So wird der Rückgang des Bier-Konsums in den Industrieländern durch die Craft-Bier-Bewegung und dem wirtschaftlichen Aufschwung in zahlreichen Schwellenländern kompensiert. Bei Blefa geht

man von einem maximalen Bedarf an Stahlfässern von fünf Millionen Stück pro Jahr aus, an dem das Unternehmen ein Drittel Marktanteil anstrebt. Unter der Annahme von 60 Liter pro Fass (als Maximalwert) sind fünf Millionen Fässer verschwindend gering, wenn man deren Fassungsvermögen mit dem jährlichen Gesamtverbrauch von rund 200 Milliarden Liter in Beziehung setzt. Tatsächlich ist der Bedarf an neuen Fässern nicht so gering, auch wenn man sich vor Augen führt, dass Blefa 30 Jahre Garantie auf seine Produkte gibt.

Wie also sieht das Potenzial aus? Zum einen gibt es einen „natürlichen“ Schwund, zum anderen wird die Nachfrage auch die stimuliert. Steckt in Deutschland die Craft-Brewer-Szene noch in den Kinderschuhen, ist das in den USA ganz anders. So konnte Blefa den nordamerikanischen Markt mit US-typischen Fässern über einen Service-Hub schnell und flexibel ab Lager bedienen. Eine clevere Idee war es auch, die Kegs beispielsweise per Siebdruck mit Firmenemblem zu versehen, was die Marketing-affinen US-Amerikaner begeistert.

## Verbesserungsprozess geht kontinuierlich weiter

Für die Umsetzung des Strategieprojekts „Blefa 2020+“ wurden erhebliche Mittel bereitgestellt, die auch dazu genutzt wurden, die Produktionsstätte in Kreuztal zu modernisieren und ein neues Gebäude zu errichten. „Wir haben uns zu einem sehr frühen Zeitpunkt mit Wertstromdesign auseinandergesetzt. Daraus haben wir Handlungsrichtlinien für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess abgeleitet. Was wir allerdings nie so recht wussten, war, wie hoch der Verfügbar-



keitsgrad einer Anlage oder einer Fertigungslinie tatsächlich war“, erinnert sich Jürgen Kromer, Technical Director bei Blefa, an die Zeit vor der MES-Einführung.

Bei Blefa gibt es zwei verkettete Hauptfertigungslinien, für die exakte Werte der einzelnen Stationen ermittelt werden sollten. Bei der Vorfertigung, in welcher der Boden und Deckel (Ronden-Ober- und -Unterteile) des Fasses in passgerechte Form gebracht werden, sei dies kein Problem, weil dort in Kanbanlager produziert wird. „Auf den ersten Blick war der Wertstrom sehr ausgeglichen, doch wenn man genauer hinsieht, lassen sich deutliche Varianzen bei der Verfügbarkeit der Anlagen bei der Herstellung der verschiedenen Produkte ausmachen“, berichtet Kromer.

### Auf der Suche nach einer passenden MES-Lösung

Zwar konnte viel mit Taktzeitermittlungen und manuell aufgezeichneten Störzeiten erklärt werden, aber eben nicht alles. So bestand Unsicherheit darüber, ob die manuell erfassten Angaben der Mitarbeiter umfassend die Realität widerspiegeln. „Mit einem Blatt Papier, Bleistift und Excel kamen wir nicht mehr weiter. Wir haben uns daher entschieden, mit einem MES tiefer in die Thematik einzusteigen.“ fasst Jürgen Kromer zusammen. Bei der Wahl der MES-Lösung wie auch des ERP-Systems ließ die Franke Gruppe den IT-Experten von Blefa freie Hand.

Ergänzend zum ERP-System von Sage Bärer wurde Proxia als „MES-Zahlenlieferant“ für die Planung, Detailüberwachung und -steuerung des Shopfloors gewählt. Jürgen Kromer betont, dass man eben besondere Anforderungen habe, die auch nicht unbedingt mit den



MES-Monitoring mit Zeitstrahl-Software und MES-Auswertung sorgen abteilungsübergreifend für aussagekräftige Kennzahlen.

Empfehlungen eines Systemanbieters in Einklang stehen müssen. Henner Ohrndorf, der als IT-Manager die Einführung von MES Proxia verantwortete, erklärt dazu: „Zu den Gründen, warum wir uns für Proxia entschieden haben, gehört neben technologischen Aspekten vor allem die sehr anwenderfreundliche BDE-Benutzerführung, Hier gibt es auch heute noch signifikante Unterschiede, was ein System den Kollegen in der Fertigung zumutet. Zuvor wurde bei uns ja nie mit MDE und BDE gearbeitet, sodass wir in Sachen Software-Ergonomie und Mitarbeiterakzeptanz auf Nummer sicher gehen wollten.“

### Konfigurieren statt Programmieren

Dass die Entscheidung zugunsten von Proxia sich als richtig bestätigte, zeigte die hohe Akzeptanz der Werker, unter denen sich auch viele Saisonkräfte befinden. In einer Fertigungslinie sind acht Industrie-PC Terminals mit Proxia

BDE installiert. „Für die Mitarbeiter macht es keinen Unterschied, die Daten auf einen Zettel einzutragen oder in die Eingabemaske am Terminal einzutippen“, so Henner Ohrndorf. Jürgen Kromer ergänzt: „Der erste Kontakt zu Proxia kam bei einem Messebesuch zustande. Die Lösungspräsentation auf der Hannover Messe machte uns so neugierig, dass der Systemanbieter schließlich doch noch in unseren bereits weit gediehenen Auswahlprozess einbezogen wurde. Mit anderen Worten: Proxia ist als Letzter gestartet und hat als Erster die Ziellinie erreicht.“

Große Zustimmung findet bei Blefa auch, dass der Standard der MES-Software trotz der vielfältigen Konfigurationsmöglichkeiten erhalten bleibt – ein Customizing im engeren Sinne ist also nicht notwendig. Der Empfehlung, auf Standard zu setzen, ist Henner Ohrndorf und sein IT-Team dann auch gefolgt. Stefan Menzel, Projektingenieur bei Blefa, berichtet: „Die

HEITEC 4.0 – Transparenz für Ihre Produktion

[www.heitec.de/heitec40](http://www.heitec.de/heitec40)

**HEITEC**  
  
 engineering solutions



Neben technologischen Merkmalen überzeugte Blefa vor allem die anwenderfreundliche BDE-Benutzerführung der Proxia-Software.

bei uns implementierte Proxia-MES-Auswertung funktioniert wirklich gut und ist hinsichtlich ihrer Auswertungen und Reports voll konfigurierbar“.

In der IT-Abteilung von Blefa gab es auch eine dezidierte Anforderung bei der Wahl der Datenbank und der Schnittstellentechnologie für die Maschinenanbindung. „Uns ging es darum, dass bei der Anbindung von Sage Båurer ERP die Datenbankinhalte des Proxia-Systems ausgetauscht werden. Dies war zum damaligen Zeitpunkt eine zukunftsorientierte Entscheidung. Der Anwender hat hier die Wahl zwischen einer MS-SQL-Datenbank und der von Oracle angebotenen Technologie.“

**Professionelle Datenbank mit hoher Ausfallsicherheit**

Henner Ohrndorf begründet die Entscheidung so: „Unsere Strategie ist es, möglichst alle unsere Business-Anwendungen auf Oracle-Datenbanken laufen zu lassen. Das ist zwar auf den ersten Blick nicht die kostengünstigste Lösung, aber die professionelle Datenbank „Oracle EE“ bietet eine hohe Ausfallsicherheit. So besteht die Möglichkeit, zur Produktivinstanz der Datenbank jeweils ein Stand-by-System vorzuhalten, das auch räumlich voneinander getrennt betrieben werden kann. Dadurch, dass ERP und MES auf Oracle laufen, können wir beide Systeme in der gleichen Weise betreiben und administrieren. Wir können selbst Ausführprogramme erstellen, um Daten so zu übertragen, wie wir das möchten. Und wir können auch schnell etwas verändern. Zum Beispiel haben wir erst später den Produktionskosten bestimmte

weil die Zuordnung eines Arbeitsgangs fehlt, wird der Administrator per E-Mail automatisch darauf hingewiesen. „Auch die Verwendung der modernen OPC-UA-Technologie für die Maschinenkommunikation war Pflicht“, erklärt Jürgen Kromer. So ist die Maschinenanbindung von Proxia modular aufgebaut, also über digitale I/O-Module oder über OPC UA.

**Kommunikationsarchitektur über OPC-UA-Standard**

Eine weitere Anforderung bei der Implementierung beinhaltete, dass das Abgreifen von Daten aus den Steuerungen über den modernen OPC-UA-Standard geschehen sollte. OPC Unified Architecture (UA) ist eine M2M-Kommunikationsarchitektur nach den Spezifikationen der OPC Foundation. Im Vergleich zu den OPC-Vorgängertypen besteht nun die Möglichkeit, Regelgrößen, Messwerte und Parameter nicht nur zu transportieren, sondern auch maschinenlesbar (semantisch) zu beschreiben. Das zugrundeliegende Informationsmodell ist ein sogenanntes Full-Mesh-Network aus Nodes (Objekten), mit dem neben den Nutzdaten auch Meta- und Diagnoseinformationen repräsentiert werden. Prinzipiell kann OPC UA für Lese- und Schreibinformationen genutzt werden. Auf Wunsch von Blefa setzte Proxia auch die komplette OPC-UA-Kommunikation um. Zusammen mit der WLAN-Vernetzung sämtlicher Maschinen und Anlagen ist Blefa nicht nur softwareseitig zukunftssicher aufgestellt, sondern auch Hardware-unabhängig, flexibel und mobil.

Bei Blefa werden nun in einer Fertigungslinie insgesamt 15 Messpunkte per

Arbeitsgänge zu geordnet, was bei der Implementierung des Systems noch gar nicht vorgesehen war.“

Darüber hinaus wurde die Kommunikation zwischen ERP und MES um eine automatische Benachrichtigung ergänzt: „Wird vom ERP-System ein Arbeitsgang übertragen, für den Proxia keine passende Maschine findet,

OPC UA abgegriffen. Dabei konzentriert man sich zunächst nur auf die wichtigsten, zum Beispiel die Signalsteuerung, Automatikstörung oder Materialmangel. „OPC UA erlaubt es uns, nach Belieben weitere Signale mit wenigen Klicks abzugreifen. Dies wird ja nur softwareseitig über Datenbausteine initiiert“, erklärt Ohrndorf.

Die Verantwortlichen bei Blefa sind sich einig darin, dass der große Nutzen von Proxia MES die Erzeugung valider Daten für eine detaillierte Wertstromanalyse ist und Diskussionen über Ursachen und mögliche Wirkungen ein Ende gefunden haben. So konnten aussagekräftige Produktionsdaten zum Beispiel für einen Rüst-Workshop genutzt werden, weil die Analysen ergaben, dass Verzögerungen durch zu zeitaufwändiges Rüsten verursacht wurden. Hierbei kam man zum Ergebnis, dass es sinnvoll sei, eine neue Maschine anzuschaffen. Jürgen Kromer bringt die Gründe für die Investition auf den Punkt: „Unser gesamtes Maßnahmenmanagement in der Produktion basiert heute auf validen Zahlen, Daten und Fakten, die wir aus dem Proxia MES erhalten.“

**Ziel erreicht: Stückzahlgenaue Ausbringung der Kegs**

Durch die Auswertungen ergibt sich auch an anderer Stelle ein Vorteil für Blefa. So fasst ein Standard-Übersee-Container 2.200 20-l-Kegs oder 880 50-l-Kegs. Werden jedoch zwei mehr produziert, stellt sich die Frage, wohin damit? Hierfür würde niemand eine Stückgutfracht nach Übersee in Auftrag geben, weil die Kosten viel zu hoch wären.

„Deshalb ist es für uns so wichtig, die stückzahlgenaue Ausbringungsmenge vorab zu ermitteln. Am Anfang der Fertigungslinie müssen die Mengen exakt bekannt sein, sodass am Ende die Herstellung einer bestimmten Anzahl von Fässern vorhergesagt werden kann, um Unter- oder Überlieferungen zu vermeiden“, erklärt Jürgen Kromer. Seit der Einführung von Proxia MES konnte Blefa die Ausbringung von Keg-Fässern um 15 Prozent steigern und ist damit dem anvisierten Ziel von 25 Prozent mit den bestehenden Ressourcen ein ganzes Stück nähergekommen. sg ■

Dr. Bernhard Valnion ist freier Fachjournalist in München.

# Digitale Transformation: Mit KUMAVISION alle Chancen nutzen

KUMAVISION begleitet Unternehmen auf dem Weg in die digitale Zukunft: Durch moderne Business-Software sowie durch strategische Beratung und konkrete Unterstützung bei der Planung, Durchführung und Evaluierung von Digitalisierungsprojekten.



Bild: KUMAVISION

**SEIT MEHR** als 20 Jahren ist KUMAVISION der Business-Software-Spezialist für den Mittelstand. Von den innovativen ERP- und CRM-Lösungen auf der zukunftssicheren Basis von Microsoft Dynamics, dem exzellenten Know-how bei der Gestaltung schlanker Geschäftsprozesse, der effizienten Einführung von Softwarelösungen und dem nachhaltigen Betreuungskonzept profitieren bereits über 1.700 Kunden mit rund 50.000 Anwendern. Aber das genügt KUMAVISION nicht. Das Unternehmen ist Ansprechpartner, Innovationstreiber, Experte und Berater, wenn es um Unternehmenssoftware geht. Manche nennen das Ergebnis mehr Erfolg. KUMAVISION nennt es den KUMA-Effekt.

## Der KUMA-Effekt für die digitale Transformation

Ideen in erfolgreiche Geschäfte verwandeln: Die digitale Transformation stellt Unternehmen vor große Herausforderungen. Ob Predictive Maintenance, digitaler Retrofit, neue Geschäftsmodelle wie Pay per use, Losgröße 1+ zu wirtschaftlichen Konditionen oder Kostenvorteile durch optimierte und automatisierte Prozesse: Die Digitalisierungsspezialisten von KUMAVISION beraten und begleiten ihre Kunden auf diesem Weg – mit individuel-

len Lösungskonzepten und Fachwissen. Die Softwarelösungen von KUMAVISION basieren auf modernster Microsoft-Technologie und verfügen schon heute über die Features von morgen:

- zahlreiche praxiserprobte Best-Practice-Prozesse für jede Branche
- IoT-Integration für eine herstellerunabhängige Vernetzung
- KI-Services mit Microsoft Azure, zum Beispiel für Bild- und Spracherkennung
- zukunftssichere Technologie: Microsoft Dynamics 365 Business Central (vormals Dynamics NAV)
- einheitliche Datenbasis für ERP, CRM, Business Analytics, IoT, Office-Suite u. v. m.

## Der KUMA-Effekt für jede Branche

Für noch mehr Effizienz hat KUMAVISION den Standardumfang der bewährten Softwareplattform Microsoft Dynamics 365 um zahlreiche Best-Practice-Prozesse erweitert. Die daraus entstandenen KUMAVISION-Branchenlösungen decken branchenspezifische Funktionen bereits im Standard ab. Zeitaufwändige und kostspielige individuelle Entwicklungen werden damit vermieden:

- Auftrags-, Serien- und Projektfertiger
- Elektronik- und Hightech-Industrie

- Maschinen-, Anlagen-, und Gerätebau
- Ingenieur- und Projektdienstleister
- Medizintechnik
- Großhandel und Vermietung

## Der KUMA-Effekt für flexible Lösungen

Alle KUMAVISION-Lösungen basieren auf der weltweit einmaligen Technologie-Plattform Microsoft Dynamics 365. Das heißt: Alle Business-Applikationen arbeiten auf einer einheitlichen Datenbasis. So können Unternehmen Software und Services der neuen Microsoft-Technologie nach individuellen Anforderungen flexibel kombinieren und komfortabel anpassen. Ein weiterer Vorteil: Durch den Verzicht auf Schnittstellen sind anwendungsübergreifende Workflows unkompliziert möglich. Ob ERP, CRM, Business Intelligence oder Office: Alle Lösungen zur Unternehmenssteuerung von KUMAVISION können Sie aus der Cloud nutzen. Das macht flexibel, sorgt für Investitionssicherheit und skalierbare Lösungen und schafft Freiräume für Ihr Kerngeschäft.

## Der KUMA-Effekt in Ihrer Nähe

An 25 Standorten in Österreich, Deutschland, in der Schweiz und in Italien (Beteiligung EOS Solutions) arbeiten über 750 Berater und Technologieexperten, die vor allem exzellente Branchenkenner mit ausgeprägter Projekterfahrung sind. Das Resultat: schnelle Reaktionszeiten sowie kurze Wege zu Kunden. Anders ausgedrückt: Mehr Erfolg für die Kunden.



Anbieter: **KUMAVISION AG**  
 Anschrift: Oberfischbach 3  
 D-88677 Markdorf  
 Telefon: +49 800 5862876  
 E-Mail: info@kumavision.com  
 Internet: www.kumavision.com

# 93 Prozent günstiger schrappen

Keramische Schneidstoffe erzeugen in der Schneidzone eine Temperatur von rund 1.200 Grad Celsius.

Bilder: Walter AG

**Nickel-Chrom-Legierungen sind gefragt, deren Bearbeitung hat jedoch ihre Tücken. Die enge Zusammenarbeit eines Werkzeugherstellers und eines Triebwerkteillieferanten zeigt, wie sich die Herausforderungen meistern lassen.**

VON MARLON RIES

**NICKEL-CHROM**-Legierungen zeichnen sich durch hohe Festigkeit und extreme Wärmebeständigkeit bis rund 750 Grad Celsius aus. Die Superlegierungen finden sich deshalb überall, wo sehr hohe Temperaturen entstehen: in Gasturbinen, Raketentriebwerken, Bauteilen von Raumschiffen, Kernkraftreaktoren oder Pumpen. Aber nicht nur in der Luft- und Raumfahrt, auch in anderen Bereichen geht der Trend zu heißstabilen Teilen: Maschinen zur Krafterzeugung müssen überall wirtschaftlicher werden und mit möglichst wenig Kühlung auskommen.

## **Höheres Zeitspanvolumen mit keramischen Schneidstoffen**

Die hohe Temperaturstabilität der Nickelbasislegierung stellt Prozessverantwortliche in der Zerspanung oftmals vor Herausforderungen, auch weil es noch vergleichsweise wenige Erfahrungswerte gibt. Werden warmfeste Superlegierungen mit Wendeschneidplatten aus Hartmetall gefräst, beträgt die Schnittgeschwindig-

keit ( $V_c$ ) nur etwa 45 m/min. Rund 20-fach höhere Schnittwerte beim Schrappen erreichen Fräser mit keramischen Schneidstoffen: Mit Schnittgeschwindigkeiten bis zu 1.000 m/min erreichen sie ein deutlich höheres Zeitspanvolumen ( $Q$ ). Die bei keramischen Schneiden grundsätzlich geringere Schnitttiefe ( $a_p$ ) als bei Hartmetallschneiden gleicht die höhere Vorschubgeschwindigkeit ( $V_f$ ) mehr als aus: In konkreten Anwendungsfällen ist das Zeitspanvolumen beim Schrappen von Inconel 718 mit Keramikschniden mehr als zehnmals so hoch.

Rund 90 Prozent geringere Bearbeitungszeiten sind ein wichtiges Argument für die Produktionsplanung, insbesondere wenn, wie in der Luftfahrtbranche, die Auftragsbücher voll und die Maschinenkapazität knapp sind.

## **Knackpunkt Temperatur**

Das Fräsen mit Keramikschniden stellt hohe Anforderungen an Maschine, Schneidstoff und Prozess. Der größ-

te Unterschied zur Hartmetallschneide ist die extrem hohe Temperatur in der Schneidzone: Durch Drehzahlen von über 10.000 U/min an der Spindel wird die gewünscht hohe Reibungshitze erzeugt, die den Werkstoff aufschmilzt und aus der Schneidzone abführt.

Bei Temperaturen von rund 1.200 Grad Celsius ist die Energie zwischen Werkzeug und Bauteil so hoch, dass ein hell-oranger Funkenstrahl zu sehen ist – ähnlich wie beim Schleifen.

## **Schruppbearbeitung von Triebwerksteilen**

Für einen Hersteller von Triebwerksteilen hat Walter für die Schruppbearbeitung eines neuen Bauteils aus Inconel 718 vorhandene Planfräser mit Keramik-Wendeschneidplatten sowie die entsprechenden Fräsprozesse optimiert. Als kritische Bearbeitungsstufe des konischen Drehteils mit über einem Meter Durchmesser wurde die Schruppbearbeitung der Facetten identifiziert. An zwölf Flächen beträgt die Gesamttiefe der Bearbeitung rund 25 Millimeter. Mit klassischen Werkzeugen würde diese Bearbeitung rund 50 Minuten dauern.

Walter hat einen bestehenden Werkzeugkörper mit fünf Schneiden und acht Schneidkanten pro Wendepatte für diese Anwendung angepasst sowie den kompletten Bearbeitungsprozess in mehreren Versuchsreihen optimiert.

**Sicherheit trotz Beschleunigung und Hitze**

Grundvoraussetzung für das Fräsen mit Keramikschniden sind Hochgeschwindigkeits-Fräsmaschinen, die in der Lage sind, die Spindel auf teils über 10.000 U/min zu beschleunigen. Im Laufe des Prozesses wurden daher der Plattensitz und die Geometrie des Fräasers optimiert, um für mehr Laufruhe zu sorgen.

Durch die Hitze in der Bearbeitungszone bilden sich Metaldämpfe, die sich auf dem Werkzeug niederschlagen und dessen bewegliche Teile und verkleben. Walter hat deshalb die Einbauteile der Keilklemmung mit einer PVD-Beschichtung überzogen, die einen höheren Schmelzpunkt als der Grundwerkstoff hat, was die Aufklebungen am Spannsystem minimiert.

Eine Besonderheit von Inconel: Beim Fräsen von Bauteilen kann das Material bei der Bearbeitung nachfedern oder es dehnt sich aus. In Versuchen wurde herausgefunden, dass ein geringer Sturzwinkel der Standzeit entgegenkommt. Für einen weichen Schnitt sind die Platten mit einem bestimmten Winkel in zwei Ebenen eingeschwenkt. Die verbesserte Werkzeuggeometrie sorgt für weniger Geräuschentwicklung und Vibration.

**Werkzeug und Werkstück schonen**

Es erfordert besondere Anpassungen, die Hitze durch Reibung im Fräsprozess gering zu halten: Einfahrtweg, Drehzahl, Vorschub und Schnitttiefe müssen jeweils optimal gewählt werden. Keramikschneidstoffe kommen ursprünglich aus der Drehbearbeitung – dabei bleibt die thermische Belastung in der Regel relativ konstant. Beim Fräsen hingegen variiert die Temperatur an der Schneide, weil der Schnitt unterbrochen wird.

Dieser abrupte Wechsel von Reibungshitze und Abkühlung belastet die

Schneide zusätzlich. Daher hat man im konkreten Fall die Werkzeugwege so geplant, dass ein möglichst kontinuierlicher Schnitt gewährleistet ist.

Um einen Thermoschock durch Abkühlung des Werkzeugs zu verhindern, wird beim Fräsen mit Keramikschniden ohne Kühlschmierstoffe gearbeitet. Die Temperatur des Prozesses wird vorzugsweise mit dem Span abgeführt und nicht hauptsächlich in das Bauteil eingebracht.

Walter hat den Fräskörper mit Bohrungen versehen, über die während der Bearbeitung von Kavitäten Pressluft in den Bearbeitungsbereich geblasen wird. Späne lassen sich so zuverlässig evakuieren.

Der Triebwerksteile-Lieferant hatte ursprünglich Bedenken, dass die enorme Temperatur von fast 1.200 Grad Celsius zu Verzug des Bauteils oder zu Oberflächenaufhärtung führen könnte, wie es beim Schleifen vorkommen kann.

Um das zu verhindern, werden die äußeren Seiten des Turbinengehäuses nicht in einem Zug gefräst. Das Bauteil wird nach jedem Abschnitt auf die gegenüberliegende Seite gedreht, um es weiter zu bearbeiten. Die Toleranzen liegen bei einem zehntel Millimeter und konnten problemlos eingehalten werden. In Versuchen wurde festgestellt, dass die Teile erstaunlicher Weise selbst unmittelbar nach dem Fräsen nur handwarm waren.

**Werkzeugstandzeit dezimiert, aber Teile 93 Prozent günstiger**

Der Großteil der bei der Bearbeitung entstehenden Wärme wird von der Schneidkante und vom Span absorbiert. Diese extreme Belastung durch Wärme und Geschwindigkeit macht sich auch an den vergleichsweise harten Keramikschneidplatten schnell bemerkbar. Temperaturbedingter chemischer Verschleiß und Adhäsion sind relativ schnell zu erkennen.



Triebwerksgehäuse sind auf maximale Stabilität ausgelegt. Sie werden deshalb aus Materialien wie Inconel, Titanlegierungen oder Waspaloy hergestellt.

Davon sollte sich der Anwender aber nicht verunsichern lassen: Auch wenn das Werkzeug verschlissen aussieht, kann es trotzdem sehr gute Schnittwerte liefern. Die Verschleißmarkenbreite beim Schrappen lag bei zwei Millimetern.

Beim Keramikfräsen kann es vorkommen, dass Wendeschneidplatten weniger als zehn Minuten auf der Maschine sind, bevor sie verschlissen sind. Wenn dabei aber 20-mal schneller gearbeitet werden, zahlen sich die hohen Werkzeugkosten trotz allem aus.

Mit keramischen Wendeschneidplatten und dem für diese Anwendung optimierten Fräskörper reduzieren sich die Bearbeitungszeiten bei dem konkreten Anwendungsfall drastisch.

Im Vergleich zu einem Planfräser mit sieben Schneiden (Durchmesser 80 mm) reduzierte sich die Lebensdauer des Werkzeugs von 29 Minuten auf sieben Minuten pro Bestückung. Die Bearbeitungszeit ging jedoch gleichzeitig um 92 Prozent zurück. Die Bearbeitungskosten pro Bauteil (Cost per Part) für diese Schrupperoperation sanken auf nur noch sieben Prozent des früheren Wertes.

**Auch für andere Anwendungen gut**

Ergebnis dieses Projektes ist ein Planfräser mit Keramikschneidplatten für einen ganz konkreten Prozess, aber die Erkenntnisse sind leicht übertragbar auf weitere Fälle. Bauteile aus Nickelbasislegierungen werden immer beliebter und aktuell laufen schon die Planungen, um den Fräskörper auch für andere Produktionsprozesse zu übernehmen. **jbi**

Cutting data:		Previous Face mill button insert Da50	Walter Special face mill with ceramic inserts Da50
$v_c$	[m/min]	37	1000
$n$	[min <sup>-1</sup> ]	147	6366
$f_z$	[mm]	0.09	0.08
$v_s$	[mm/min]	92	2546
$a_p$	[mm]	2.5	1.5
$a_e$	[mm]	47	35
$Q$	[mm <sup>3</sup> /min]	10810	133665

Das Zeitspanvolumen (Q) ist mit dem neuen Werkzeug rund zehnmal so hoch.

Marlon Ries ist Application Development Engineer bei der Walter AG.

# Sicher und effizient

**Gut gewartete Werkzeugaufnahmen tragen zum sicheren und effizienten Betrieb von Werkzeugmaschinen bei. Wie sich die Reinigung automatisieren lässt.**

VON VIKTOR GRAUER

**MIT REGELMÄSSIG** gereinigten Werkzeugaufnahmekegeln tragen Betriebe zu einem reibungslosen und präzisen Ablauf in der Fertigung bei und können die Standzeiten erhöhen. Gleichzeitig fördern sie den Systemschutz der Maschinenspindel und ihrer Werkzeuge.

Kelch hat das bestehende Reinigungsgerät RoWi für Werkzeugaufnahmekegel überarbeitet. Auch in der neuen Version dient es der Reinigung auch stark verschmutzter Werkzeugaufnahmen vor und nach dem Einsatz in der Werkzeugmaschine.

Neu ist unter anderem eine integrierte Zeitschaltuhr. Sie verhindert den Dauerlauf der Reinigung. Damit können sich Anwender während der Reinigungszeit von einer Minute pro Durchgang parallelen Arbeitsschritten widmen.

Ein ergonomisches Design sorgt für sicheres und einfaches Arbeiten: Es

besteht aus einer Antriebseinheit mit Wechselstrommotor, die die Aufsätze mit etwa 65 Umdrehungen pro Minute antreibt, und verschiedenen Reinigungsaufsätzen mit je drei Bürsten für verschiedene Kegelgrößen.

Dabei ist das System im Betrieb wenig aufwendig: Abgesehen vom gelegentlichen Leeren der Schmutzpartikel oder Auswechseln der Bürsten ist das System wartungsfrei und beständig gegenüber Rost und Kühlschmierstoffen, sodass nach der Nutzung keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind.

## In die Werkzeugmaschine integriert

Als portables Tischsystem lässt sich das Gerät beliebig an jedem Ort platzieren und benötigt lediglich eine 220 V-Steckdose für die Antriebseinheit. Auch eine ortsunabhängige Nutzung

ist umsetzbar; integrierte Handgriffe unterstützen ein sicheres Anheben des Geräts. Alternativ bietet Kelch die Reinigungseinheit RoWi auch in einer Variante zur direkten Integration in das Magazin der Werkzeugmaschine an.

Dort wird es neben dem Werkzeugmagazin der Maschine platziert. So kann die Maschine den Werkzeugaufnahmekegel vor dem Einsatz automatisch reinigen und nach dem Einsatz erneut einen Reinigungsvorgang starten. Damit ist der Kegel perfekt auf den nächsten Einsatz vorbereitet sorgt dauerhaft für einwandfreie Arbeitsergebnisse.

Für die maschinenspezifische Abstimmung können sich Maschinenhersteller direkt an Kelch wenden. Die erfahrenen Teams des Systemlieferanten kümmern sich in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber um die korrekte Auslegung und den Einbau des Systems in die jeweilige Maschine, sodass Hersteller ihren Kunden mit dem integrierten Reinigungssystem einen Mehrwert bieten können.

Das Standardortiment umfasst wechselbare Reinigungsaufsätze für die Kegelarten HSK in den Größen 32 bis 100, PSC in den Größen 40 bis 100 sowie SK in den Größen 30 bis 50. Weitere Größen sind auf Anfrage erhältlich.

Dabei können Betriebe zusätzlich zur Antriebseinheit gezielt die benötigten Aufsätze auswählen – eine Abnahme des Gesamtsystems ist nicht erforderlich, sodass die Kosten sich auf den tatsächlichen Bedarf beschränken.

Kommen im Betrieb andere Kegelarten hinzu, lässt sich das System gezielt um die entsprechenden Einzelaufsätze erweitern.

**Beides möglich: Flexibles Tischgerät oder lieber maßgeschneiderter Einbau in CNC-Maschinen?**

Bilder: Kelch





Nach dem Einsetzen des Kegels reinigt das Gerät automatisch eine Minute lang. Der Werker kann sich parallelen Arbeiten zuwenden.

### Wechselpräzision und Prozesssicherheit

Die Reinigung der Werkzeugaufnahmekegel sorgt vor dem Einsatz in die Werkzeugmaschine für Wechselpräzision und Prozesssicherheit. Zudem bewahrt sie die Rundlaufgenauigkeit des Werkzeugsystems und verringert auf diese Weise den Ausschuss.

Nach dem Arbeitseinsatz entfernt die Reinigung Emulsionen von den Werkzeugaufnahmekegeln, die bei längerer Lagerung zu einer Verharzung führen könnten, und Späne, die bei einem künftigen Einsatz die Präzision beeinträchtigen würden.

Das Reinigungsgerät kann je nach Grad der Verschmutzung mit oder ohne

das passende Reflu-Reinigungsmittel betrieben werden, das wie die Ersatzbürsten im Standardsortiment von Kelch erhältlich ist und neben der Reinigungswirkung auch konserviert. Das Gerät lässt sich aber auch ohne das Mittel einsetzen und umgekehrt ist Reflu auch zum Solo Einsatz zum Säubern und versiegeln geeignet.

Anwenderbetriebe, die die Metalloberflächen der Kegel nach der Reinigung mit RoWi zusätzlich versiegeln und dann erst einlagern, können diese auch für längere Zeit lagern, ohne eine Beeinträchtigung der Oberfläche befürchten zu müssen.

Das Versiegeln empfiehlt sich vor allem für Kegel, die wegen seltener Verwendung längere Lagerzeiten haben.

### Werkzeuglogistik

Mit seinen Systemen ist Kelch sowohl in den Fertigungsbetrieben, als auch bei Maschinenherstellern vertreten. Sie übernehmen beispielsweise die Entnahme aus dem Werkzeug-Lagersystem über das Montieren mit einem Schrumpfo- oder Montagesystem bis hin zum Reinigen, Messen und Einstellen.

Die Lösungen für die Werkzeuglogistik unterstützen zusätzlich einen reibungslosen Betrieb, darunter etwa die TUL-Werkzeugträger für einen effizienten Transport der Werkzeuge direkt an die Maschine.

Ergänzend haben Anwender die Wahl zwischen zahlreichen verschiedenen Wischern zum zusätzlichen manuellen Reinigen der Innenkegel von Maschinenspindeln sowie Wischern zum Reinigen der Außenkegel und Plananlagen von HSK-Werkzeugen.

Ausgestattet mit einem abriebfreien Vlies und breiten Zwischenräumen erzielen die Wischer eine hohe Reinigungsleistung, sind resistent gegenüber Öl und Emulsionen und zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer aus.

Mit der aktuellen Version des Reinigungsgeräts RoWi etwa erhalten sie ein ausgereiftes System, das sich bei Bedarf direkt in die Werkzeugmaschine einfügt, das aber auch flexibel Stand-alone betrieben werden kann.

jbi ■

B. Eng. Viktor Grauer ist Mitglied der Geschäftsführung und Leiter des Innovationsmanagements bei Kelch.



## C-Gate Industry 4.0 enabled

### Digitalisierung in der Schweißtechnik

Das CLOOS-Gateway C-Gate ermöglicht ein bedarfsorientiertes Management von Schweiß- und Roboterdaten. Mit dem ganzheitlichen Informations- und Kommunikationstool visualisieren Sie die Performance Ihrer Roboteranlagen, lokalisieren Sie Engpässe und steigern Sie die Effizienz Ihrer Schweißfertigung.



CLOOS

Weld your way.

# Ab Losgröße 1 wirtschaftlich

Auch abseits ausgetretener Pfade der Großserie wollen Anwender heute das Schweißen automatisieren. Zu diesem Thema veranstaltet das Fraunhofer IPA einmal pro Jahr ein Seminar, das zeigt, woran Institut und Anwender aktuell forschen. Hier ein Überblick.

VON JOHANNES STOLL



**ETWA EIN FÜNFTTEL** der weltweit eingesetzten Industrieroboter führt Schweißaufgaben aus. Das ist nach dem Handling die zweithäufigste Aufgabe von Industrierobotern überhaupt. Das belegen die Zahlen der „International Federation of Robotics“ aus dem Jahr 2018. Allerdings: Bisher Schweißen Roboter eher hohe Stückzahlen und sorgen in Serie für robuste Prozesse.

Kleinere Stückzahlen rechnen sich deshalb nicht, weil die Programmierung, das Einrichten der Roboterzelle und das Nachteachen, also die Anpassung des offline erstellten Programms an die reale Anwendung, viel Zeit kosten. Kleine Losgrößen und eine variantenreiche Produktion jedoch ist für den Mittelstand typisch. Entsprechend hoch ist die Hürde für die Mittelständler auf dem Weg zum Schweißroboter.

## **Fachkräftemangel treibt Automatisierung**

Dabei ist der Bedarf nach Schweißrobotern gerade im Mittelstand besonders hoch. Das zeigte sich auch im Technologieseminar „Schweißroboter für kleine Losgrößen 2019“ des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA im vergangenen Herbst. Jährlich lädt das Institut zu Vorträgen aus Forschung und Anwendung, die Besuchern sowohl den Stand der Technik als auch realisierte Anwendungen aus erster Hand nahebringen.

**Weniger Aufwand für die Offlineprogrammierung macht Schweißroboter auch für kleine Losgrößen interessant.**

Bild: Fraunhofer IPA/Robott-Net



Ein häufiges Thema ist dabei der Mangel an qualifizierten Schweißfachkräften. Nahezu alle Referenten gingen auf diesen Punkt ein. Oft sind genug Aufträge da, aber nicht genug Schweißer, um die Aufträge abzuarbeiten. Bei Schweißrobotik geht es daher nicht um Rationalisierung, sondern darum, Produktionskapazitäten zu halten oder gar zu erhöhen. Auch wollen viele Unternehmen ihren erfahrenen Schweißern anspruchsvolle Aufgaben geben, die ihren Expertisen entsprechen, um die Fachkräfte zu halten. Dabei müssen sie heute auch oft vergleichsweise simple Schweiß-Aufgaben erledigen.

Weitere Treiber für mehr Roboter sind: Wettbewerbsposition verbessern, sich unabhängiger machen von Zulieferern und individuellere Kundenbedarfe bedienen können.

### Programmierung vereinfachen

Was kann man nun machen, um das Roboterschweißen kleiner Losgrößen wirtschaftlich zu machen? Erster Ansatz ist die Programmierung. Denn die gängige Teach-In-Programmierung, bei der manuell jeder Punkt der Roboterbahn eingegeben wird, benötigt viele Iterationen. Die Mitarbeiter zu schulen ist aufwendig und die Roboterzelle ist während der Programmierung blockiert.

Dem gegenüber erlaubt eine Offline-Programmierung, die Roboterzelle weiter zu nutzen. Allerdings sind dies meist aufwendige Expertensysteme, die erst erlernt werden müssen, und bei der Inbetriebnahme sind manuelle Anpassungen des Programms in der Zelle nötig. Mehrere Referenten haben im IPA-Seminar gezeigt, wie sich die Offline-Programmierung verbessern und vereinfachen lässt, sodass Programme schneller fertig werden.



Die IPA-Software plant die Schweißbahn mithilfe von Sensordaten automatisch.

Bild: Fraunhofer IPA/Robott-Net

Eine Idee ist das parametrisierte Programmieren: Einzelne Programmteile lassen sich je nach Bedarf auswählen. Das ist sinnvoll, wenn die Anzahl möglicher Bauteile überschaubar ist. Dabei wird quasi das Bauteil programmiert, nicht der Roboter. Und: Hochwertige Simulationssysteme können die Programmierung großteils übernehmen.

Andere Referenten berichteten vom erfolgreichen Einsatz von Cobots für einfache Schweißprozesse. Der Vorteil: Diese leichten Roboter sind oft ortsflexibel und bringen in der Regel eine einfache Programmieroberfläche mit. Ergebnis ist ein halbautomatisiertes Schweißen, das die Qualität und Produktivität verbessern kann.

### Schlaue Funktionen für Schweißroboter

Auch das Fraunhofer IPA selbst arbeitet gemeinsam mit Anwendern an Lösungen. In diesem Zug hat das Institut das „3D-Sensor-Toolkit“ samt Auswertungsoftware und einen automatischen Bahnplaner entwickelt. Das 3D-Sensor-Toolkit lässt sich in bestehende Schweißrobotersysteme integrieren und verleiht ihnen die Fähigkeit zu „sehen“. Der Sensor vermisst das Bauteil kontaktlos. Bauteilposition und -toleranzen werden erkannt und automatisch abgeglichen. Über Schnittstellen zur Offline-Programmiersoftware werden die einzelnen Messungen in Form von Punktwolken übermittelt und das CAD-Modell aktualisiert.

Behalten Sie den Durchblick

## MASCHINEN-SICHERHEITSSCHEIBEN

Die individuellen Sicherheitsscheiben von HEMA schützen Bediener von Werkzeugmaschinen. Sie können optional mit einer Perlucor-Auflage für abrasive Anwendungen ausgestattet werden.



HEMA Maschinen- und Apparateschutz GmbH  
Am Klinggraben 2 | 63500 Seligenstadt  
Tel.: +49 6182 773-0 | info@hema-group.com  
www.hema-group.com

Glas ESG/VSG

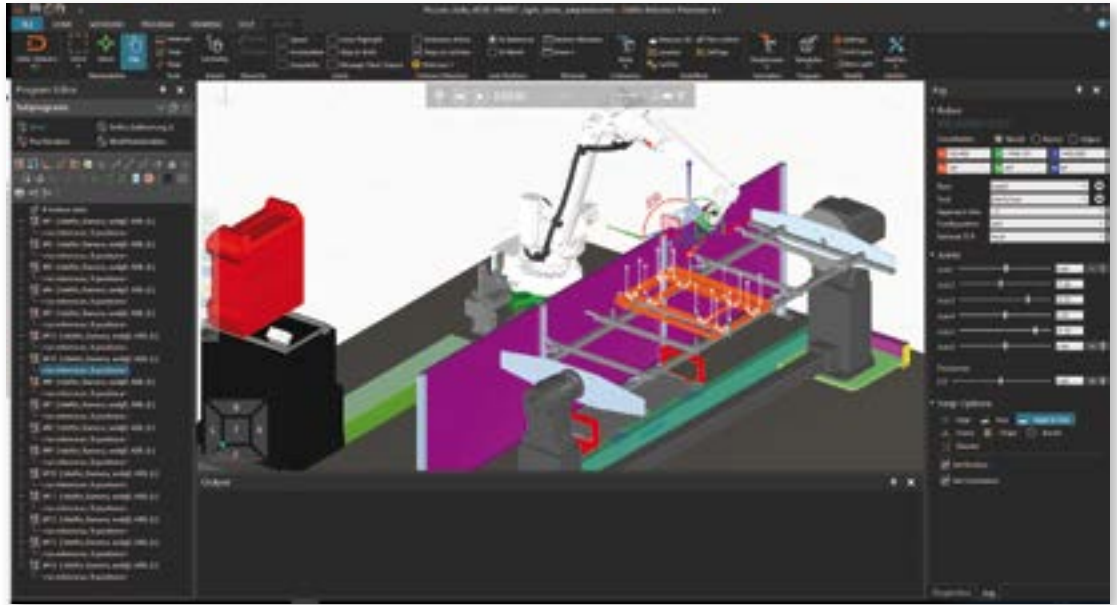
Polycarbonat kratzfest beschichtet

Auf Wunsch mit  
INTEGRIERTER  
LED-BELEUCHTUNG



Die IPA-Technologien wurden als Plugins in die Delfoi-Software integriert.

Bild: Delfoi Oy



Auf Grundlage der CAD-Daten programmiert der Schweißexperte beispielsweise in der Offline-Programmier-Oberfläche von Delfoi Arc das Robotersystem. Die IPA-Softwarekomponente des 3D-Sensor-Toolkits ist dort als Plug-In integriert. Der 3D-Sensor samt Software ermöglicht so eine auf 0,2 Millimeter genaue 3D-Lagevermessung des Bauteils, erkennt geometrische Bauteilabweichungen und passt die CAD-Daten in der Offline-Simulation an die tatsächlichen Gegebenheiten an. Ein weiterer Algorithmus reagiert auf die erkannten Abweichungen und verändert die ursprüngliche Programmierung der Schweißnähte. Nachteachen entfällt oder wird zumindest auf ein Minimum reduziert.

Die Software-Komponente für die automatische Bahnplanung adaptiert die Schweißbahn, um Kollisionen mit der Vorrichtung, dem Bauteil oder der Roboterzelle zu vermeiden. Dabei berücksichtigt sie optimierte Prozessparameter. In die Planung fließen auch mögliche Freiheitsgrade wie Eigenrotation der Schweißpistole ein. So ausgeführte Offline-Programmierung ist nicht nur effizient, sondern auch prozessstabil.

### In der Praxis

3D-Sensor-Toolkit und Softwarekomponenten stehen für Beta-Tests zur Verfügung. Sie stammen unter anderem aus den EU-Forschungsprojekten SME-robotics und Robott-Net. Letzteres hat die Technologien des Pilotprojekts AutoWeld in die Praxis gebracht. In diesem hat das IPA die Softwarekomponenten

in die Offline-Programmiersoftware Delfoi Arc 4 integriert.

Anwendungsbeispiel: In die Praxis geht es zur Firma Piccolo K+L Behältertechnik GmbH. Das Unternehmen stellt Gitter- und Transportboxen für die Autoindustrie her, die in relativ kleinen Stückzahlen und hoher Varianz gefertigt werden. Daher schweißen Fachkräfte die Boxen heute von Hand. Im Zuge von AutoWeld wurde bereits ein Roboter in der Piccolo-Produktion getestet, dessen Programmierung mithilfe der Projektergebnisse deutlich leichter von der Hand geht und nur geringe Roboterkenntnisse voraussetzt.

Auch beim Mittelständler Cedis Components GmbH wurden die Technologiekomponenten bereits getestet. Dort konnte die Programmierzeit des Schweißroboters in einem ersten Szenario ebenfalls signifikant reduziert werden.

### Die KI programmiert

Maschinelles Lernen (ML) hat Potenzial, die Programmiereffizienz weiter zu steigern. Grundsätzlich geht es beim ML darum, Muster in Daten zu erkennen und dieses Wissen zur Problemlösung einzusetzen. Das verändert sich mit Blick auf die traditionelle Datenverarbeitung: Bisher war es nötig, ein Programm zu schreiben, das mithilfe von Eingaben Ausgaben erzeugt. Mithilfe von ML soll das Programm nun komplett automatisch erzeugt werden. Hierfür erhält der Algorithmus Eingabedaten und, je nach ML-Methode, auch Ausgabedaten und erzeugt darauf basierend das erforderliche Programm anhand von Abschätzungen.

Das derzeit erfolgreichste ML-Verfahren ist Deep Learning. „Deep“, weil es tiefe künstliche neuronale Netze nutzt, die in mehreren Schichten arbeiten, um Erkenntnisse aus Daten zu gewinnen und Entscheidungen zu treffen. Ein neuronales Netz muss jedoch mit realen Daten trainiert werden, bis es eigenständig richtige Ausgaben erzeugen kann.

Eine andere Machine-Learning-Methode ist die des Reinforcement Learnings: Hier erhält der Algorithmus bei korrekter Ausgabe ein Belohnungssignal und wird so schrittweise besser. Übertragen auf die Programmgenerierung beim Roboterschweißen heißt das: Der Algorithmus erhält als Eingabedaten den Start- und Zielpunkt sowie die Position eines Hindernisses. Die Ausgabe besteht aus dem nächsten Punkt auf der Roboterbahn. Ist die Lage des Roboters kollisionsfrei und erfüllt sie weitere Kriterien, gibt es während der Trainingsphase eine Belohnung. Diese Lernphase kann in einer Simulationsumgebung erfolgen.

Künftig könnten also Programme mit einem noch höheren Autonomiegrad erzeugt werden. Neben den erwähnten Ansätzen bietet das IPA weitere Dienstleistungen an, um Schweißroboter bei kleinen Losgrößen effizient zu nutzen: Untersuchungen zur Genauigkeit von Robotersystemen, zur cloudbasierten Vernetzung, Machbarkeitsuntersuchungen, Konzepte und Realisierungen. **jbi**

Dipl.-Ing. Johannes Stoll leitet am Fraunhofer IPA die Gruppe „Roboterprozesse und Kinematiken“.



# Additive Fertigung

## Digitalisierung und Serienreife voranbringen

Eine qualitätsgesicherte additive Serienfertigung scheitert immer wieder, weil Fachwissen oder Erfahrungen fehlen. Dabei profitieren Anwender, Auftraggeber und Hersteller von neuen Standards und Zertifizierungen. TÜV SÜD unterstützt Unternehmen dabei und erleichtert so den Zugang zu zuverlässigen Produkten. Ein Netzwerk aus zertifizierten Lieferanten bietet in diesem Umfeld zusätzlich Sicherheit.

**DIE ADDITIVE** Fertigung im industriellen Maßstab erfordert einen Paradigmenwechsel in der Prozessqualifizierung. Dafür sind alle qualitätsrelevanten Faktoren produktspezifisch zu kontrollieren. Hardware, Software und die Materialien müssen den angestrebten Eigenschaften gerecht werden. Geprüft werden sollten auch die Anforderungen an eine Produktionsstätte, die betrieblichen Voraussetzungen sowie Qualitätsmanagement und -sicherung. Die Mitarbeiter, die kontinuierlichen Verbesserungsprozesse sowie die Selbstkontrollen im Prozesskreislauf sind genauso zu betrachten.

TÜV SÜD Product Service prüft diese und andere Punkte und hat seine zugehörigen Zertifizierungen und Qualifizierungen international aufgestellt. Ein qualitätsgesichertes Produktionsnetzwerk bündelt zahlreiche als „Additive Manufacturer“- und „iAM ready“-zertifizierte Unternehmen – darunter Blue Production, Evonik, Protiq, Siemens Mobility oder Toolcraft. Zudem bestehen Kooperationen mit der Forschung und der Industrie wie mit Thyssenkrupp Innovations, der

Universität Singapur und dem Aachen Centre for Additive Manufacturing.

### Standard erleichtert Aufbau einer Produktion

Bei der Serienfertigung ist die gleichbleibende Produktqualität eine Herausforderung. Einheitliche Festigkeitswerte und Abmessungen sind vor allem in Branchen wie der Luftfahrt, dem Eisenbahnwesen oder der Medizintechnik unabdingbar. Die DIN SPEC 17071 verkürzt seit verganginem Jahr den Aufbau von Produktionslinien. Mit dem branchenübergreifenden Leitfaden können Hersteller eine risikominimierte und qualitätsgesicherte Fertigung in nur sechs Monaten aufbauen. Bisher dauerte das mitunter viele Jahre.

Der Standard definiert einheitliche Anforderungen an die Anlagen, Materialien, Prozesse und Mitarbeiter. Vollständige und verlässliche Pflichtenhefte für Materiallieferanten oder Auftragsfertiger lassen sich damit schneller erstellen. Auch sind weniger Lieferantenaudits nötig und der Einkauf von Bauteilen ist einfacher. Die

DIN SPEC 17071 entstand unter maßgeblicher Beteiligung der Unternehmen Deutsche Bahn, MT Aerospace, Siemens und TÜV SÜD und dient als Vorläufer für eine internationale ISO/ASTM-Norm.

### Ausblick: digitale Bauteilzertifizierung

Um die Zulassungsprozesse weiter zu beschleunigen, arbeitet TÜV SÜD an einer Konzeptstudie für eine sichere digitale Zertifizierung. Bauteile sollen künftig automatisiert und standortübergreifend mittels eines digitalen Fingerabdrucks überwacht werden. Durch 3D-gedruckte Codes lassen sie sich eindeutig identifizieren und einem Datensatz zuordnen. Ein „Digital Part-Report“ macht dann die zugehörigen Materialeigenschaften transparent.

#### Kontakt:

TÜV SÜD Product Service GmbH  
 Gregor Reischle, Head of Additive Manufacturing  
 Ridlerstraße 65 • 80339 München  
 Telefon: +49 89 50084-579  
 E-Mail: [gregor.reischle@tuev-sued.de](mailto:gregor.reischle@tuev-sued.de)  
[www.tuvsud.com/de](http://www.tuvsud.com/de)

# Produktion aus dem Homeoffice

Gerade in Krisen, wie jetzt zu Covid-19-Zeiten, möchten Unternehmen produktiv bleiben. Ein Weg zu dieser krisensicheren Produktivität ist sicher der 3D-Druck. Aber es gibt auch weitere Gründe für eine Anschaffung.

VON STEFAN HOLLÄNDER



**KONVENTIONELLE** Werkzeuge und Maschinen für die Prototypenerstellung und Fertigung müssen vor Ort bedient und regelmäßig kontrolliert werden. Kann ein Hersteller dies nicht gewährleisten, steht die Produktion wohlmöglich still oder läuft bei geringer Produktivität und hohen Kosten weiter.

Maschinelle Fertigungsprozesse und ein flexibles Arbeiten schließen sich heutzutage jedoch nicht mehr grundsätzlich aus. Neue 3D-Druck-Technologien und digitale Workflows ermöglichen es Herstellern, ihre Produktion ortsunabhängig zu steuern und zu überwachen, um die Produktivität auch in Krisen aufrechtzuerhalten.

## Aufträge von daheim steuern

Software zur Druckvorbereitung ermöglicht es, im CAD designte Modelle und Teile innerhalb von Minuten an die Anforderungen anzupassen, an den 3D-Drucker zu senden und schließlich auszudrucken, ohne dass die „additive Maschine“ dazu händisch bedient werden müsste.

Die Druckaufträge können in der Regel von überall aus geplant und angepasst werden.

Dabei kann der Auftragsvorrat des 3D-Druckers bei einer hohen Anzahl von Druckaufträgen optimiert werden. So können kurze Drucke eher tagsüber ausgeführt werden, während Langläufer verstärkt nachts abgearbeitet werden. Zudem kann die Software Drucke aus dem gleichen Material hintereinander einplanen, so dass möglichst wenig manueller Aufwand am Gerät anfällt.

Mit einer Rechteverwaltung kann der Zugriff von mehreren Nutzern remote erfolgen. Das erlaubt das Arbeiten im Team von verschiedenen Standorten aus. Die Produktion ist dabei skalierbar und kann durch Hinzufügen weiterer Drucker ins Netzwerk individuell an den

**Kompakte Desktop-3D-Drucker ermöglichen es, die Produktion ad hoc in die eigenen vier Wände zu verlagern.**

Bilder: Formlabs

jeweils erforderlichen Bedarf angepasst werden.

Mitarbeiter können die Druckaufträge online verfolgen und sind so über den aktuellen Stand auf dem Laufenden. SMS- und E-Mail-Benachrichtigungen informieren den verantwortlichen Nutzer über einen abgeschlossenen Druckvorgang.

In den meisten Fällen bedarf es noch einer Person, die den oder die 3D-Drucker manuell vor Ort und aus dem lokalen Netzwerk heraus bedient. Die gedruckten Teile müssen aus den Geräten entnommen und nachbearbeitet werden. Außerdem müssen die Materialien – im betrachteten Verfahren Tanks mit verschiedenen Kunstharzen – bei Bedarf zwischen den Druckvorgängen getauscht werden.

### Social Distancing ist möglich

Während sich ein Kollege um den Betrieb der Druckhardware vor Ort kümmert, können die anderen Teammitglieder die Produktion auch von zu Hause steuern und überwachen. Da ein Mitarbeiter reicht, den Betrieb der Druckhardware zu gewährleisten, lässt sich der physische Kontakt untereinander vermeiden. So lässt sich die Produktion weiterführen und die Gefahr einer gegenseitigen Ansteckung – wie im Falle von Covid-19 – ist maximal verringert.

Einige 3D-Desktopdrucker wie die Modelle von Formlabs verfügen für dieses Szenario bereits über eine Ferndruckfunktion, die es erlaubt nicht nur innerhalb eines lokalen Netzwerks, sondern von überall aus zu drucken.

### Fertigung direkt im Homeoffice

Eine andere Option ist es, die 3D-Drucker einfach mit in die eigenen vier Wände zu nehmen. Konventionelle Werkzeuge und Maschinen für die Prototypenerstellung und Fertigung sowie komplexere Industrie-3D-Drucker sind in der Regel zu schwer bis gar nicht transportabel.

Desktop-3D-Drucker sind hingegen sehr kompakt und relativ leicht. Die Standfläche ist dabei meist nicht größer als ein DIN-A3-Blatt. Sie können also sehr leicht auf- und abgebaut und ohne großen Aufwand von einem zum anderen Ort bewegt werden. Da sie zudem keinen besonderen Umgebungsanforderungen unterliegen, ist es problemlos möglich, die Geräte mit ins eigene Homeoffice zu nehmen und die Produktion fortzuführen.

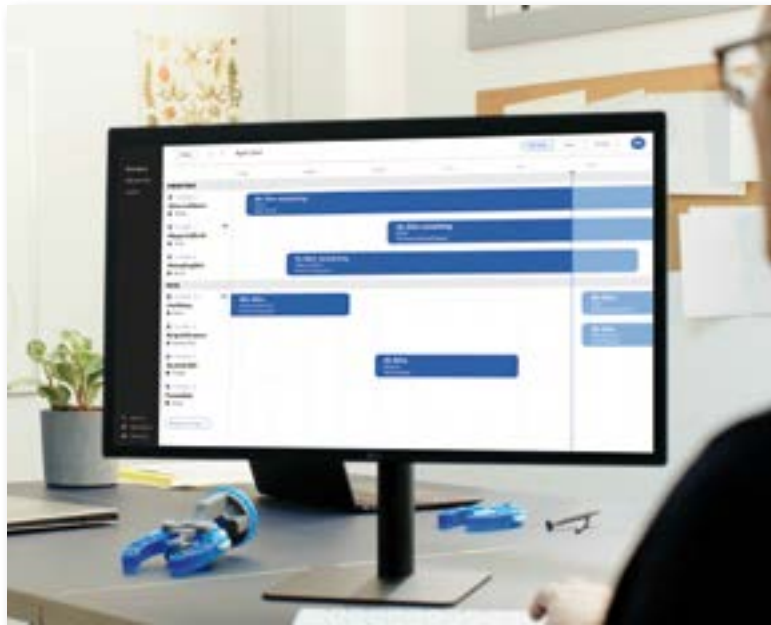
Das wiederum bietet den Vorteil, dass niemand mehr in der „Produktion“ vor Ort sein muss. Insbesondere in Situationen, in denen die Mehrheit des Teams von zu Hause aus arbeiten muss, bietet dies eine weitere Möglichkeit, um produktiv zu bleiben.

### Drucken im Cluster

3D-Drucker des gleichen Modells können problemlos auch über mehrere Standorte hinweg miteinander vernetzt werden. So können Mitarbeiter durch die Verwendung der gleichen 3D-Drucker und Materialien von ihrem jeweiligen Arbeitszimmer aus Teile nahtlos auf verschiedenen Maschinen produzieren.

### Die Produktion optimieren

Hinzu kommen Vorteile, wie die Möglichkeit Prototypen und auch Endprodukte



Software erlaubt es, auch im Team und örtlich verteilt die Druckaufträge von überall aus zu überwachen und anzupassen.

von höchster Qualität mit Desktop-3D-Druckern vor Ort in beliebiger Stückzahl nach Bedarf produzieren zu können – und das je nach Größe bereits innerhalb weniger Stunden oder sogar Minuten.

Tests können jederzeit stattfinden und Anpassungen sind auch individuell und schnell umsetzbar. Abhängigkeiten von externen Dienstleistern und lange Iterationsschleifen sowie Lieferzeiten entfallen. Teils wochenlange Wartezeiten auf Teile von externen Zulieferern sowie daraus resultierende Verzögerungen in der Produktion, die auch wieder Kosten verursachen können, gehören der Vergangenheit an.

### Beispiele aus der Praxis

Die Ingenieure des Advanced Manufacturing Research Centers (AMRC) der Universität Sheffield benötigten dringend 500 spezifische Bohrkappen für ein Projekt von Airbus. Das übliche Spritzgussverfahren für diese Teile hätte eine neue Form mit relativ langer Lieferzeit benötigt, zudem wäre für jede Anpassung eine teure Formänderung nötig gewesen.

Durch Einsatz einer vernetzten 3D-Fertigungsstation aus mehreren Desktop-3D-Druckern war das AMRC in der Lage, innerhalb von zwei Tagen die Teile anzufertigen. Zudem lässt sich bei ähnlichen Bedarfen das Teil in seinen Abmessungen und seiner Geometrie flexibel anpassen und vor Ort drucken.

Ähnliches berichtet Ashley Furniture. Bis dato bezog der Möbelhersteller bestimmte Komponenten extern. Diese wa-

ren mit einer hohen Mindestbestellmenge von 1.200 Stück beaufschlagt. Jedoch benötigte das Unternehmen meist deutlich weniger dieser Bauteile. Der Einsatz einer vernetzten 3D-Fertigungsstation und die Digitalisierung der Abläufe, erlauben dem Unternehmen heute, diese Komponenten nach Bedarf und in enger Abstimmung mit der Designabteilung innerhalb weniger Stunden vor Ort zu drucken.

Dies ermöglicht Ashley Furniture neben einer flexiblen und relativ günstigen Produktion, schnellere und freiere Reaktion auf den Bedarf. Wochenlange Vorlauf- und Lieferzeiten externer Dienstleister, bei neuen oder geänderten Produkten, entfallen. Auch Platz und Aufwand im Lager spart das Unternehmen.

### Flexible und robuste Produktion

Insbesondere in Krisenzeiten, die von Lieferverzögerungen und -Engpässen geprägt sind, zeigen sich die Vorteile der flexiblen Fertigung mittels 3D-Druck. Solange Materialien ausreichend auf Lager sind, was relativ einfach zu sichern ist, lässt sich mit Einbindung von innerbetrieblichem 3D-Druck, die Resilienz der Produktion ausbauen.

Aber auch ohne Lieferkettenprobleme und geschlossene Werke bietet der 3D-Drucker Kapazität für schnelle Prototypen, Fertigungswerkzeuge oder Ersatzteile, die meist 80 bis 90 Prozent schneller verfügbar sind, als bei der Fertigung durch externe Dienstleister. jbi ■

Stefan Holländer ist Managing Director EMEA bei Formlabs.



# Die Fertigung fit machen

Digitalisierung und Energiewende – das sind zwei Themen, die die Fertigungsindustrie aktuell beschäftigen. Über diese haben wir mit Jürgen Knörrich, Director Innovation Germany bei Actemium, gesprochen, einem Unternehmen, das in diesen Feldern ein besonderes Profil vorweisen kann.

**Digital Manufacturing (DM): Wo liegen die Schwerpunkte von Actemium Bereich der Fertigungsindustrie?**

**Jürgen Knörrich:** Die Unternehmensgruppe Actemium deckt mit seinen Industriedienstleistungen die gesamte Bandbreite der Fertigungsindustrie ab. Von der Förder- und Montagetechnik in der Automobilindustrie über das Engineering und die Montage in der Chemie und Petrochemie bis hin zur Projektierung aller bekannten Automatisierungs-Systeme. Speziell in der Fertigungstechnik liegt unser Schwerpunkt auf der Standardisierung von Hand-

ling- und Transportsystemen sowie Verpackungslinien.

**DM: Was sind für Sie derzeit die wichtigsten Herausforderungen in der Industrie?**

**Jürgen Knörrich:** Die Industrie ist in einem Umbruch, der nur vergleichbar ist mit der Erfindung der Dampfmaschine oder der Einführung der Massenproduktion. Wir haben es mit zwei Herausforderungen gleichzeitig zu tun: Die digitale Transformation und die Energiewende. Weltweit müssen wir in den nächsten

Jahrzehnten Millionen von Maschinen und Anlagen fit machen für die Digitalisierung und zeitgleich müssen wir alle damit verbundenen Prozesse so gestalten, dass eine ökologisch nachhaltige und damit CO<sub>2</sub>-freie Industrieproduktion möglich ist.

**DM: Was bieten Sie Industrie-Kunden dafür an?**

**Jürgen Knörrich:** Generell bieten wir Services für den gesamten Anlagenlebenszyklus, also Planung, Umsetzung und Instandhaltung von Industrieanlagen



Actemium unterstützt Industrieunternehmen unter anderem bei der Optimierung und Digitalisierung von Prozessen in Produktion und Fertigung. Mobile Lösungen sind nur einer der aktuellen Schwerpunkte.

und -prozessen. Im Detail umfasst das alle Prozesse des Engineerings, die Montage und Inbetriebnahme, Überwachung und Analyse mit allen anschließenden Maintenance-Aufgaben. Dazu gehören auch Schulungsangebote für die Mitarbeiter der Kunden, damit diese selbst den Betrieb der Anlagen effizient leisten können.

Daneben bieten wir aber auch Zusatzangebote für die Energietechnik im Nieder- und Mittelspannungsbereich und umfangreiche Audits zur Verbesserung der Energieeffizienz an. Eine Besonderheit sind unsere Lösungen als Eigenentwicklungen wie die SPS-Bibliothek Process Device Library (PDL), das Prozessleitsystem Autecs speziell für die Getränke- und Lebensmittelindustrie oder unsere IoT-Lösung ViewStar X, mit dem

sich Systemlandschaften vollständig einbinden, visualisieren, analysieren und optimieren lassen.

#### **DM: ...und speziell für den Bereich Smart Industry?**

**Jürgen Knörrich:** In Sachen Smart Industry verfolgen wir einen Ansatz, der drei verknüpfte Bereiche umfasst: Smart Process, Smart Energy und Smart Maintenance. Wir helfen unseren Kunden dabei, Daten zu erfassen, zu speichern, vorzuhalten, auszuwerten und zu guter Letzt in Form von Anwendungen in der Praxis zu nutzen. Wir ermöglichen unter anderem lückenlose MES-Lösungen, Virtual/Augmented-Reality-Anwendungen, Audits zur Optimierung des Energieverbrauchs und verschiedene mobile Tools. Wir fokussieren besonders auf diese mobilen Lösungen, um Mitarbeitern die Arbeit vor Ort einerseits zu erleichtern und andererseits ihre Effizienz zu steigern. Letztendlich verfolgen wir mit Smart Industry drei Ziele: alle Industrieprozesse vernetzen und an den Bedürfnissen des Menschen ausrichten; eine auf Nachhaltigkeit getrimmte und verantwortungsvoll handelnde Industrie schaffen; und schließlich Produktionsanlagen kontinuierlich optimieren und damit effizienter machen.

#### **DM: Gibt es da eine Blaupause zur Integration von Smart-Industry-Lösungen und -Services?**

**Jürgen Knörrich:** Wir sprechen nicht direkt von Blaupausen. Aber zur Integration von Smart-Industry-Anwendungen nutzen wir eine standardisierte Vorgehensweise. Sie besteht aus vier Schritten: Zunächst erfolgt ein sogenannter „Quick Scan“, bei dem wir Best-Practice-Lösungen vorstellen, die die Anforderungen des Kunden berücksichtigen, um praktische Anwendungsfälle zu identifizieren. Danach erfolgt ein sogenannter „Deep Scan“ zusammen mit Experten aus Produktion, Instandhaltung, Engineering und der IT unseres Kunden. Wir identifizieren dabei gemeinsam Anwendungsfälle im Detail, um dann einen konkreten Business-Plan zu erstellen. Anschließend – Punkt 3 – findet ein Rapid Prototyping statt, bei dem die angestrebte Lösung in einem frühen Stadium durch eine erste lauffähige Programmversion überprüft wird. Zum Schluss erfolgt dann der Rollout in Form der flächendeckenden Im-

plementierung und Inbetriebnahme einer finalen Lösung.

#### **DM: Wie gelingt es Ihnen, die Produktions- und Geschäftsprozesse Ihrer Kunden zu optimieren?**

**Jürgen Knörrich:** Um die Prozesse optimieren zu können, müssen wir uns die bestehenden Prozesse innerhalb der Betriebsführung zunächst genau ansehen; auch hier arbeiten wir mit Quick Scan und Deep Scan. Produktionsabläufe bilden wir meist in Manufacturing Execution Systems (MES) ab, mit denen wir auch verschiedene Prozessdaten automatisch erfassen und aufbereiten können, um anschließend etwa Stillstandzeiten, die Verfügbarkeit von Anlagen oder Störungen analysieren zu können. Wenn wir Produktionsdaten in ERP-Systeme integrieren, erhalten Kunden nicht nur eine lückenlose Real-Time-Übersicht, sondern auch die Möglichkeit, ihre Ressourcen optimal einzusetzen. Sie können damit die Produktqualität oder den Output steigern und gleichzeitig bei den Produktionskosten sparen. Unser Vorteil ist, dass wir herstellerunabhängig sind. Das heißt, wir können problemlos auch bei unterschiedlichen Systemplattformen die Produktions-IT mit der betriebswirtschaftlichen IT verbinden.



**Bei der Anbindung der Fertigungs-IT an die Business-IT arbeiten wir innerhalb VINCI Energies eng mit Axians zusammen.“**

JÜRGEN KNÖRRICH,  
DIRECTOR INNOVATION GERMANY  
BEI ACTEMIUM



Actemium setzt häufig mobile Lösungen ein, um die Arbeit zu erleichtern und zugleich die Leistung zu erhöhen.

Bilder: Actemium

**DM: Mit welchen Systemplattformen im Bereich PIMS, MES und Qualitätsmanagement können sie das?**

**Jürgen Knörrich:** Wie erwähnt, sind wir herstellerunabhängig. Um nur ein paar Plattformen zu nennen, mit denen wir häufig zu tun haben: Simatic IT R&D Suite oder Preactor APS von Siemens, genauso wie die CPG Suite von Rockwell oder das PI-System von OsiSoft.

**DM: ...und wie sieht deren Anbindung an die betriebswirtschaftliche IT aus?**

**Jürgen Knörrich:** Auch hier sind wir grundsätzlich unabhängig. Wir nutzen hier insbesondere Software von Herstellern wie SAP oder Microsoft, aber nicht ausschließlich. Bei diesen Leistungen arbeiten wir – Actemium – innerhalb von VINCI Energies eng mit Axians zusammen. Axians bietet IT-Dienstleistungen aller Art an.

**DM: Actemium ist ja Teil des VINCI-Konzerns – was macht dieser Konzern und Ihre Sparte VINCI Energies?**

**Jürgen Knörrich:** Nun, VINCI S.A. an sich ist unser französischer Mutterkonzern. Er ist weltweit im Bereich Konzession und Bau tätig. Die Holding VINCI Energies, zu der wir und Axians gehören, hat ihren Fokus mit 1.800 Business Units in 56 Ländern auf Dienstleistungen rund um Netzwerke, Leistung, Energieeffizienz und Daten. In Deutschland tritt VINCI Energies über seine vier Dachmarken in den Bereichen Industrie (Actemium), ICT (Axians), Energie & Stromversorgung (Omexom) und dem Gebäude-

management (VINCI Facilities) auf. Die übergreifenden Themen sind hier die Energiewende und die digitale Transformation.

**DM: Energiewende heißt, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit: worauf sollten Industrieunternehmen dabei insbesondere achten?**

**Jürgen Knörrich:** Es geht hier zum einen schon lange nicht mehr um das „Ob“, sondern eigentlich nur noch um das „Wie“. Das heißt, die Idee, Kosten einzusparen, sollte nur ein Teil der Motivation sein. Denn Industrieunternehmen stehen angesichts des Klimawandels in der Pflicht, eine energieeffiziente und nachhaltige Produktion anzustreben. Die Verantwortlichen sollten sich vergegenwärtigen, dass zwei Drittel des Verbrauchs einer Produktionsanlage allein auf die Prozesstechnik zurückzuführen ist. Das zeigt, welches Potenzial an Einsparungen an Energie und Ressourcen sich aus der Verbesserung von Prozessen ergeben kann. Durch umfangreiche Energie-Audits lassen sich Energiefresser identifizieren und durch sparsamere Anlagen und gezielte Prozessoptimierungen der Verbrauch herunterschrauben. Aber auch die Energierückgewinnung etwa aus Abwärme sollten die Unternehmen verstärkt ins Auge fassen, um das Optimum herauszuholen. Ein wichtiger Schritt ist aber auch, alle beteiligten Mitarbeiter aktiv für das Thema zu sensibilisieren.

**DM: Bei der IT arbeiten Sie mit Axians zusammen. können Kunden von Ihnen**

**von weiteren Synergien innerhalb des VINCI-Konzerns profitieren?**

**Jürgen Knörrich:** Durch die Vernetzung innerhalb des Netzwerks von VINCI Energies können wir unsere Kunden immer wieder überraschen. Wir können Dinge erreichen, die in dieser Form einzigartig im Markt sind. Alleine durch die 400 Business Units innerhalb der Unternehmenssparte Actemium haben wir Zugriff auf ein Industriebranchen-übergreifendes Know-how. Hinzu kommen die anderen Marken, die ihre ganz eigene Expertise einbringen können – von Energie-Infrastrukturen über das Gebäudemanagement bis hin zu IT-Lösungen. Das gilt auch für die Manpower. Allein Actemium beschäftigt weltweit rund 22.000 Mitarbeiter. Beim VINCI Energies-Netzwerk insgesamt sind es 82.500 Mitarbeiter, auf die wir bei Bedarf zurückgreifen können.

**DM: Wie funktioniert diese Zusammenarbeit untereinander?**

**Jürgen Knörrich:** Wir arbeiten zwischen den Business Units insbesondere über unsere sogenannten „Clubs“ zusammen. Die Clubs, die etwa auf Technik/Technologie, einzelne Kunden oder eine Branche fokussiert sind, dienen dem Transfer von Know-how und dazu, die Zusammenarbeit sowohl national als auch international zu ermöglichen.

**Vielen Dank, Herr Knörrich, für dieses Gespräch.**

Die Fragen stellte Digital-Manufacturing-Chefredakteur Rainer Trummer.



# FEM as-a-Service – zwischen Tradition und Datenökonomie

Vernetzung und Digitalisierung ermöglichen in der Fertigungstechnik neue Methoden der datengetriebenen Analyse und Optimierung von Prozessen. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Erzeugung von digitalen Zwillingen, mit denen sich Produkte und Prozesse vertikal, also im eigenen Unternehmen und horizontal, über die Firmengrenzen hinaus, nutzbar machen lassen.

VON JOACHIM STANKE

**DIE VERTIKALE** Bereitstellung der Daten ermöglicht die Optimierung von internen Abläufen, die nur geringfügig durch äußere Stellgrößen beeinflusst werden. Die horizontale Bereitstellung der Daten hingegen dient der Optimierung von vollständigen Wertschöpfungsketten und ist die Grundlage für neue Geschäftsmodelle mit Netzwerkeffekt. Hierfür werden vollkommen neuartige Technologien und Methoden benötigt, welche die Monetarisierung der Daten ermöglichen.

Nicht alle für einen digitalen Zwilling relevanten Daten können messtechnisch erfasst werden. Es werden daher zusätzliche Methoden benötigt, welche die Erfassung von im Fertigungsprozess schwer oder nicht messbaren physikalischen Größen, wie Spannungen, Dehnungen, Temperatur) ermöglichen. Eine solche Methode ist die sogenannte Finite-Elemente-Methode (FEM). In vielen Unternehmen ist jedoch weder das Know-how noch die notwendige IT-Infrastruktur für eine Implementierung oder Durchführung einer FE-Simulation vorhanden.

Externe Beauftragungsprozesse sind ebenfalls häufig nicht geeignet, um die mit der Digitalisierung und Vernetzung der Fertigung verfolgten Ziele einer höheren Produktivität und Agilität zu erreichen. Am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen wurde daher eine Architektur entwickelt, welche die vollkommen automatisierte Nutzung der FEM as-a-Service durch den Einsatz von Technologien wie Cloud Computing



Der Digitale Zwilling unterstützt den Vorgang des Feinschneidens.

(Bilder: WZL)

und Blockchain ermöglicht. Die Architektur wurde am Beispiel eines industriellen Feinschneidprozesses entwickelt.

## Blechverarbeitung als Baseline für As-a-Service-Modelle

Das Feinschneiden ist ein Fertigungsverfahren für die Großserienproduktion von sicherheitskritischen Bauteilen aus Blechwerkstoff mit besonders hohen Qualitätsanforderungen. Erreicht wird die im Vergleich zu ähnlichen Verfahren besonders hohe Bauteilqualität durch das dreifach wirkende Prinzip der Feinschneidpressen und sehr geringe Werkzeugtoleranzen. Durch zusätzliche Sensoren in den Werkzeugen können der

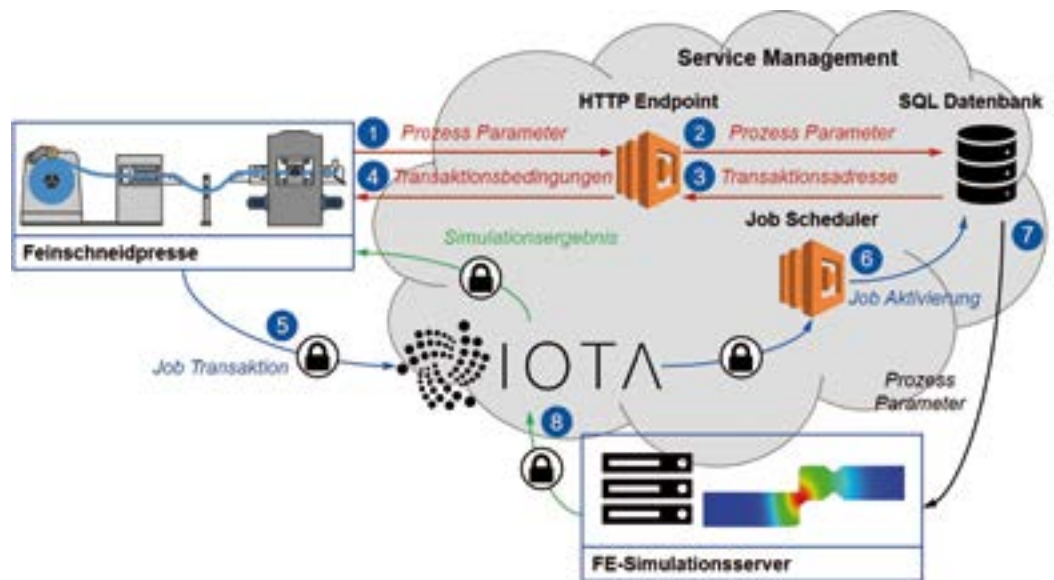
Feinschneidprozess und seine Reaktionsgrößen optimal auf messtechnische Weise erfasst werden. Immer noch eine Herausforderung ist jedoch die Erfassung der Eigenschaften des gefertigten Bauteils. Diese sind messtechnisch nur schwer zugänglich und teilweise nicht zerstörungsfrei erfassbar.

## Cloud-Modell kombiniert mit dem As-a-Service-Prinzip

Mithilfe der FEM können diese Eigenschaften allerdings numerisch präzise bestimmt werden. Nachteil ist dabei, dass diese Methode nicht allen Unternehmen zur Verfügung steht und einen hohen personellen Aufwand sowie leis-

tungsfähige Hardware benötigt. Ein neuartiger Lösungsansatz liegt in der Verwendung des Cloud-Computing-Modells und As-a-Service-Prinzips. Durch dieses Prinzip kann eine einfache und kosteneffiziente Bereitstellung der FEM bewirkt werden, weil Investitionen in Hardware und Personal wegfallen und nur das bezahlt werden muss, was auch genutzt wird.

Durch die Nutzung dieser Technologien wird die Digitalisierung besonders für kleine und mittlere Unternehmen zugänglich. Es können ohne Investitionskosten Methoden wie die FEM genutzt werden, um bislang ungenutzte Potenziale der Produktivitäts- und Effizienzsteigerung auszuschöpfen. Durch den Pay-per-Use-Ansatz sind die Kosten sehr gut kalkulierbar. Da die IT-Infrastruktur außerhalb des eigenen Unternehmens liegt, können keine plötzlichen unvorhergesehenen Kosten durch Ausfälle und Wartungsintervalle der Hardware entstehen. Die Verantwortung der Funktionsfähigkeit liegt beim Service-Anbieter.



Die Architektur der FEM as-a-Service besteht aus einer Feinschneidpresse, einer Service-Management-Umgebung und einem FE-Simulationsserver.

### Blockchain stellt Vertrauen und Datensouveränität sicher

Um eine für das Feinschneiden geeignete Architektur für die FEM as-a-Service zu entwickeln, wurde zuerst eine Anforderungsanalyse der zu schaffenden Architektur durchgeführt. Die Architektur für eine FEM as-a-Service muss ein monetäres Transaktionsmittel umfassen, damit die Bereitstellung des Service durch den Auftraggeber vergütet werden kann. Das monetäre Transaktionsmittel muss dabei besondere Voraussetzungen erfüllen. Da der Service in Form einer Machi-

ne-to-Machine-Kommunikation genutzt werden soll, muss das monetäre Transaktionsmittel auch maschinell nutzbar sein. Des Weiteren müssen die Transaktionen gebührenfrei sein und dürfen keine Verzögerung verursachen, da sonst nicht eine Steigerung der Produktivität und Agilität erreicht werden kann, was jedoch das Ziel der Digitalisierung per se darstellt. Darüber hinaus muss die Sicherheit des Transaktionsmittels ebenfalls gewährleistet sein.

Außerdem wird eine Methode benötigt, mit der sich die Datenintegrität sicherstellen und überprüfen lässt, weil eine datengetriebene Produktion und Wertschöpfungskette nur funktionieren kann, wenn sichergestellt ist, dass die Daten unverfälscht sind. Diese Anforderungen können Unternehmen durch den Einsatz von Distributed-Ledger-Technologies (DLT, auch als Blockchain bekannt) erfüllen.

### Manipulationsichere Dokumentation mithilfe der Blockchain

Der Zweck von DLT ist das manipulationsichere Dokumentieren von Transaktionen. Erreicht wird dies dadurch, dass in dieser Technologie keine zentrale Autorität existiert, die über die Richtigkeit einer Transaktion entscheidet. Stattdessen gibt es ein Netzwerk aus Teilnehmern, die gemeinsam über alle Transaktionen buchführen und neue Transaktionen erst nach Erreichen des Konsenses zwischen den Teilnehmern hinzugefügt werden. Die bekannteste Form der DLT ist die Blockchain-basierte Kryptowährung Bitcoin.



Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen unterhält eine Feinschneidanlage.

Die Bitcoin-Blockchain ist jedoch für einige Anwendungen in der Fertigungstechnik nur bedingt geeignet, weil die Transaktionskosten und die Bearbeitungszeit der Transaktionen zu hoch sind. Konzeptionell bietet die Blockchain-Technik auch keine Skalierbarkeit, daher kann die Geschwindigkeit der Transaktionen und die maximal mögliche Anzahl der Transaktionen nicht durch zusätzliche Netzwerkteilnehmer erhöht werden. Das zu entwickelnde Konzept sollte jedoch eine skalierbare Lösung für die Fertigungstechnik darstellen, um eine Übertragbarkeit auf die Vielzahl an fertigungstechnischen Prozessen zu gewährleisten.

Die von der IOTA Foundation in Berlin entwickelte Tangle-Technologie ist eine Weiterentwicklung der Blockchain-Technik, welche versucht, die Nachteile der Blockchain zu umgehen. Durch den Wandel von einem linearen Aufbau der Blockchain zu einem Directed-Acyclic-Graph wird eine Skalierbarkeit der maximal möglichen Transaktionen pro Zeiteinheit ermöglicht. Darüber hinaus sind Transaktionen mit IOTA gebührenfrei und haben eine geringere Transaktionsdauer. IOTA ist speziell für Internet-of-Things-Anwendungen entwickelt worden und damit auch besonders gut für die Entwicklung einer vernetzten Fertigung geeignet.

### Eine Brücke zwischen Shop Floor, Cloud und Blockchain

Basierend auf dem Ergebnis der Anforderungsanalyse wurde mithilfe von IOTA eine Cloud-basierte Architektur geschaffen, durch die die FEM as-a-Service direkt von einem Feinschneidprozess aus vollständig automatisiert genutzt werden kann. Konzeptionell lässt sich die geschaffene Architektur in eine Feinschneidpresse, das Service-Management und einen FE-Simulationsserver unterteilen. An der Feinschneidpresse ist eine Edge-Computing Hardware installiert, an der kontinuierlich die Prozesskräfte und die Kinematik des Werkzeugs aufgezeichnet werden.

Die kontinuierlich erzeugten Daten werden mit durch den Benutzer eingegebenen Metadaten des Prozesses aggregiert, zum Beispiel dem feingeschnittenen Werkstoff. Zusammen bilden diese Daten die Prozessparameter. Die Edge-Computing Hardware erkennt automatisch, wenn ein Feinschneidhub durchgeführt wurde. Bei Eintreten dieses Ereignisses

wird zuerst verglichen, ob sich Prozessparameter signifikant geändert haben oder ob zu den Prozessparametern bereits Simulationsergebnisse existieren. Liegen zu den Prozessparametern noch keine Simulationsergebnisse vor, wird ein neuer Simulationsauftrag an den entwickelten FEM-Cloud-Service geschickt. Hierfür ist die Edge-Computing-Hardware mit dem Internet verbunden, die Anfrage läuft dabei über das Service-Management.

Das Service-Management kann mithilfe von serverlosen Applikationen bei einem Cloud-Anbieter wie Amazon Web Services (AWS) implementiert werden. Dadurch weist der Service eine hohe Skalierbarkeit und Verfügbarkeit auf und ist zugleich kosteneffizient. Der Simulationsauftrag wird an einen HTTP-Endpoint von der Edge-Computing-Hardware der Feinschneidpresse zum Service-Management übertragen. Dort findet dann ein Datenaustausch mit der integrierten Datenbank des Service-Managements statt.

### Transfer der Prozessparameter

Anschließend werden die Transaktionsbedingungen an die Edge-Computing-Hardware zurückgesendet. Diese beinhalten unter anderem die für die Nutzung des FEM-Service zu transferierenden Gebühren an die IOTA. Von der Edge-Computing-Hardware der Feinschneidpresse wird anschließend diese Menge transferiert. Der Transfer wird im Service-Management registriert und der Simulationsauftrag wird danach freigeschaltet. Nach der Freischaltung werden die Prozessparameter des Simulationsauftrags an einen dedizierten FE-Simulationsserver übertragen und die Simulation durchgeführt. Nach Abschluss der Simulation werden die Ergebnisse in einer Datenbank abgespeichert und eine Signatur der Ergebnisse erstellt. Die Signatur wird wieder-

rum in einer IOTA-Transaktion festgehalten. Dadurch kann das Simulationsergebnis von dem Auftraggeber abgerufen und die Validität der Daten verifiziert werden.

### Vollständig automatisierte Simulation mittels FEM

Durch die neu entwickelte Architektur ist es erstmals möglich, eine vollständig automatisierte Simulation mittels FEM durch im Prozess real gemessene Online-Daten in Auftrag zu geben. Durch die spezifischen Eigenschaften ist die Architektur besonders für die Bildung von digitalen Zwillingen beim Feinschneiden und weiteren Fertigungstechnologien im Serienbetrieb geeignet. Die Architektur wird in weiteren Arbeiten um verschiedene Services erweitert. Einer dieser Services ist das Machine-Learning as-a-Service, mit dem echtzeitfähige Modelle für die Prozessoptimierung geschaffen werden können. sg ■

Joachim Stanke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gruppe Datengetriebene Modellierung am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen.

  
**COSMO CONSULT**

**Business-Software für Menschen**

**COSMO CONSULT**  
Ihr verlässlicher Partner für nationale und internationale Herausforderungen in den Bereichen ERP, CRM, Data & Analytics, Collaboration, IoT und Künstliche Intelligenz

Gold  
**Microsoft Partner**  


[www.cosmoconsult.com](http://www.cosmoconsult.com)

DEUTSCHLAND | FRANKREICH | ÖSTERREICH | SCHWEDEN | SCHWEIZ | SPANIEN  
RUMANIEN | UNGARN | CHILE | ECUADOR | KOLUMBIEN | MEXIKO | PANAMA | PERU

# Effektive Datenanalyse in der Fertigung

Der kontinuierliche Verbesserungsprozess besitzt einen hohen Stellenwert in der industriellen Produktion. Die Grob-Werke in Mindelheim beschäftigen sich schon seit einigen Jahren intensiv mit der Entwicklung von leistungsstarken Lösungen für die Fertigungsoptimierung. Bei den Digitalisierungslösungen rund um die Softwarereihe Grob4Analyze steht der kontinuierliche Verbesserungsprozess im Fokus.

VON TOBIAS GÖDDE

**FÜR DIE** Visualisierung und Analyse der im Produktionsprozess entstehenden Maschinendaten, bietet das Mindelheimer Maschinenbauunternehmen Grob seinen Kunden verschiedene Lösungen. Eine Möglichkeit ist die Auswertung historischer Daten über die Web-Applikation Grob4Analyze, die im Rahmen der Softwareleistungen von Grob-Net4Industry entwickelt wurde. Grob selbst setzt die Lösung bereits vollständig in der eigenen Produktion ein und konnte die Applikation auf diese Weise hinsichtlich einer anwenderorientierten und effektiven Nutzung optimieren.

## Erste Schritte in Richtung Prozessverbesserung

Die Einsteigerversion der Applikation, Grob4Analyze Basic, visualisiert für den Anwender alle produktiven und unproduktiven Phasen der überwachten Maschinen. Der Anwender wählt hierbei einen gewünschten Zeitraum aus und erhält daraufhin sofort eine übersichtliche Darstellung der gespeicherten Daten. Zur genauen Analyse der unterschiedlichen Phasen stehen dem Nutzer sekundengenaue Informationen über die verschiedenen Maschinenzustände zur Verfügung. Dazu zählen die Zustandsanzeigen von „Automatik- oder manueller Betrieb“, „Störung Automatik“, „Störung Manuell“ sowie die Anzeige von „Ruhezustand“ und „Maschine ausgeschaltet“. Außerdem werden die ausgewählten NC-Programme in einer Listenansicht oder einer kumulierten Ansicht dargestellt.

Auf Grundlage dieser Daten ist es dem Nutzer dann möglich, die Abläufe an seiner Bearbeitungsmaschine im Rahmen eines PDCA-Zyklus, einem universellen Modell für den kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, zu optimieren. Klassische Anwendungsbeispiele wären etwa die Ermittlung und Verbesserung der termingerechten Anlieferung

der zu bearbeitenden Materialien an die Maschine oder die pünktliche Bereitstellung der Bearbeitungswerkzeuge.

Mit Hilfe der von Grob4Analyze Basic bereitgestellten Daten kann etwa festgestellt werden, dass die Maschine unproduktive Zeiten besitzt, die zum Beispiel aufgrund eines Materialmangels an der Maschine entstehen. Das Potenzial in den dadurch entstandenen Fehlzeiten würde ohne die Analyse mittels der Applikation oft unentdeckt bleiben. Auf Grundlage der Analyse können Gegenmaßnahmen definiert, umgesetzt, überprüft und in der echten Produktionsumgebung eingeführt werden.

## Die nächste Stufe der Prozessverbesserung erreichen

Wer für seinen kontinuierlichen Verbesserungsprozess noch mehr herausholen möchte, dem bieten die Grob-Werke neben der Einsteigerversion Grob4Analyze Basic mit Grob4Analyze Advanced auch eine umfangreichere Version der Web-Applikation. Letztere besitzt einen höheren Funktions- und Datenumfang als ihr „kleiner Bruder“. Neben exakten Alarmmeldungen für die ausgeführten NC-Programme und die benutzten Werkzeuge werden zusätzlich Spindel- und Override-Werte visualisiert. Der exportierbare Maschinenbericht kann anschließend optimal in die täglichen oder wöchentlichen Shopfloor-Meetings eingebracht werden, in denen Mitarbeiter und Führungskräfte eine möglichst effektive Vorgehensweise in der Fertigung besprechen.

Zusätzlich ermöglicht die Advanced-Version, mehrere Maschinen in unterschiedlichen Ansichten miteinander zu vergleichen und eventuelle Diskrepanzen zwischen ihnen zu untersuchen. Durch die Darstellung der Daten in einer



Die innovative Applikation Grob4Analyze unterstützt den kontinuierlichen Verbesserungsprozess.



Mit Grob4Analyze erhalten Anwender eine übersichtliche Visualisierung der Datenanalyse.

historischen, detaillierten oder aggregierten Ansicht werden eventuelle Performance-Unterschiede der Maschinen sofort sichtbar. Ein Anwendungsfall für den effizienten Einsatz von Grob4Analyze Advanced ist die Optimierung der NC-Bearbeitungsprogramme mit Hilfe der gesammelten Daten.

Wiederauftretende Alarmer können gefiltert werden, beispielsweise bei Spindelüberlastfehlern, einem Werkzeugbruch oder Werkzeugstandzeitende. Anschließend können diese Fehler einem bestimmten NC-Programm und Werkzeug zugeordnet werden. Mit Hilfe dieser Zuordnung ist es beispielsweise dem NC-Programmierer oder Werkzeugspezialisten möglich, den Fehler zu lokalisieren und entsprechende Anpassungen vorzunehmen.

#### Nützliches Add-On: Grob4Analyze Office Client

Ergänzend zu den beiden Versionen von Grob4Analyze haben die Grob-Werke mit dem Grob4Analyze Office Client jetzt auch ein neues Add-On für die lokale Auswertung der vorhandenen Maschinendaten mittels der Microsoft-Office-Anwendungen Access und Excel entwickelt. Abteilungen und einzelne Mitarbeiter, die in die Fertigung involviert sind, erhalten durch die Software die Möglichkeit, gespeicherte Daten noch tiefergehend zu analysieren. Aktuell wird das Add-On bei verschiedenen Referenzkunden im Markt eingeführt.

So ermöglicht der Grob4Analyze Office Client es Anwendern, die Maschinendaten zuerst für den vorgegebenen Zeitraum zu exportieren und anschließend in den bekannten Office-Programmen

zu bearbeiten und aufzubereiten. Außerdem hat der Benutzer die Möglichkeit, Vorlagen zu erstellen, spezifische Daten hinzuzufügen oder bestimmte Status beim Export zu ignorieren.

#### Produktionsverlauf einer Bearbeitungsmaschine

Ein Beispiel für entsprechend aufbereitete Daten ist der Produktionsverlauf einer Bearbeitungsmaschine über einen vorher definierten Zeitraum. Mit Hilfe einer Pivot-Tabelle kann in Microsoft Excel eine Produktionskurve erzeugt werden, auf deren Grundlage sich Analysen durchführen lassen mit dem Ziel einer verbesserten Produktivität. Ein anderer Anwendungsbereich ist die Analyse der Werkzeugdaten einer Maschine. In einer weiteren Pivot-Tabelle kann der Anwender die Werkzeugbearbeitungszeiten visualisieren und in Korrelation mit den theoretischen Standzeiten bringen.

#### Ermittlung konkreter Optimierungspotenziale

Die Grob-Werke haben sämtliche Lösungen auch in der eigenen Produktion im Einsatz und ermitteln dadurch stetig neue Einspar- und Optimierungspotenziale. Jüngster Erfolg ist die Diskussion über ein völlig neues Arbeitszeitmodell, das sowohl für den Arbeitnehmer als auch für den Arbeitgeber eine Reihe von Vorteilen bietet. Kunden wie Flammaerotec aus Schwerin können bereits ähnliche Erfolge aufweisen. So berichtet Olaf Ernst, Meister der Zerspanung bei Flammaerotec, über den erfolgreichen Aufbau eines neuen Managementsystems für die Werkzeuginformation unter Berücksichtigung der von Grob-Net4Industry bereitgestellten und im eigenen ERP-System abgebildeten digitalen Daten.

Außer Grob4Analyze enthalten weitere Lösungen von Grob-Net4Industry praxisnahe Konzepte für die Digitalisierung von Maschinenparks und die softwarebasierte Fertigungsoptimierung. Die Vorteile der verschiedenen Web-Applikationen liegen auf der Hand: Sie zeichnen sich durch eine offene Konnektivität aus, ermöglichen die Anbindung von Fremdmaschinen und enthalten eine bedarfsgerechte Auswahl an verschiedenen Online- oder Offline-Lösungen. sg ■

Tobias Gödde ist Pre-Sales Manager bei den Grob-Werken in Mindelheim.



Der Digital  
Manufacturing  
Magazin  
Newsletter ...  
... immer wissen  
was gerade läuft!

Jetzt anmelden unter:

[www.digital-manufacturing-magazin.de/  
redaktionsbrief/](http://www.digital-manufacturing-magazin.de/redaktionsbrief/)



KOSTENFREI

# Der „magische IoT-Kreislauf“

Noch sind zahlreiche Digitalisierungsprojekte zum Scheitern verurteilt, zu komplex erscheinen die vielen Möglichkeiten des IoT. Wie aus IoT und Digitalisierung ein sich selbst antreibender Kreislauf werden kann.

VON MATTHIAS HÜLSMANN

**DIGITALISIERUNG** im Wertstrom entfaltet ihre Effizienz erst dann, wenn sie ganzheitlich betrachtet wird. Jeder Logistiker kennt es: Mehrweg-Behälter, die im Austausch mit anderen Fertigungsbereichen oder Partnern rotieren, werden oft zur Mangelware, obwohl der Behälterbestand eigentlich hoch genug ist.

Zählen, suchen, koordinieren: Das treibt den Aufwand und frisst Zeit. Niemand weiß, welcher Behälter wo verlorengegangen ist. Der vermeintliche Mangel zwingt die Verantwortlichen dazu, nachzukaufen.

## Mit IoT optimieren

Das ist ein Fall für IoT: Sensorik macht dabei die Behälter bis zu einem gewissen Punkt intelligent. Um Prozesse jedoch zu automatisieren und eine wirklich intelligente Logistik zu etablieren, braucht es mehr: Man muss den Gesamtprozess berücksichtigen, mitsamt Aspekten wie das Handling der IoT-Geräte, den Datenzugang, die Integration von IT-Schnittstellen und die Harmonisierung mit anderen Digital- und Logistikprojekten. Um alle Stakeholder, Prozesse und Technologien innerhalb und außerhalb des Unternehmens mitzunehmen, ist ein inkrementeller Ansatz im IoT-Projekt sinnvoll, der kurzzyklisch Feedback durch die Nutzer liefert.

Man könnte auch von einem „magischen IoT-Kreislauf“ sprechen mit der Grundhaltung: „Ideen lassen sich nur dann in Innovationen verwandeln, wenn sich Menschen, Prozesse und Technologien in einem gemeinsamen und zyklischen Transformationsprozess befinden“. Schritt für Schritt wird erprobt, validiert, justiert und eine immer höhere Stufe des „intelligenten“ Systems erreicht. Die Pilotprojekte bringen auf diese Weise schnell sichtbare, operative Ergebnisse und weisen den Mehrwert nach.

Aber diese Stufe ist nicht das Endergebnis, sondern es warten weitere

Schritte im IoT-Kreislauf, mit denen die Pilotprojekte wachsen. Weitere Anwendungsfälle entstehen und wirkliche Vernetzung findet statt.

An den Behältern angebracht, sammeln Sensoren Positionsdaten zunächst von nur wenigen Gebinden und senden sie an die Cloud. Der Such-, Zähl- und Handlingaufwand reduziert sich bereits merklich, was das Anwendervertrauen stärkt. In den nächsten Schleifen werden immer mehr Ladungsträger mit Sensoren ausgestattet und weitere Standorte sowie Partner entlang der Lieferkette erhalten Zugriff auf die Informationen. Schließlich wird die Technik auf weitere Anwendungsfälle ausgedehnt.

Nach einigen Iterationen erfolgt die tägliche Behälter-Inventur bereits automatisiert auf Knopfdruck. Liegezeiten sind jetzt transparent und Dashboards zeigen drohende Engpass-Situationen. Auf diese Weise lässt sich die Verfügbarkeit von Behältern um messbare 25 Pro-

zent erhöhen, da Partner die „digitalen“ Behälter schnell und sicher wieder in den Umlauf bringen.

## Von den Daten zur Optimierung

Hardware, Sensoren und die daraus generierten IoT-Daten stehen in diesem Prozess am Anfang vieler Projekte. Aus den Daten lassen sich in Echtzeit aggregierte Informationen unterschiedlicher Stufen sammeln: von den Behältern, über die Produkte bis hin zum LKW auf der Fernstraße zwischen den Werken und Partnern. Dabei gibt es nicht „die beste“ Technologie für alle Fälle, jedoch die optimale für die jeweilige Anwendung. Im Fokus steht aber nicht die Technik, sondern der aus ihr entstehende Mehrwert.

Wie kommen die Daten in die Cloud? Dafür braucht es vor allem ein kompatibles und vollständiges Datenprotokoll, auf dessen Grundlage ein digitaler Zwilling mit den jeweiligen Attributen generiert

Der IoT-Kreislauf soll Ideen in Innovationen verwandeln, indem er Menschen, Prozesse und Technologien in einen zyklischen Transformationsprozess einbindet.



werden kann. Er ist die Basis der Anwendung, die den Mehrwert erzeugt.

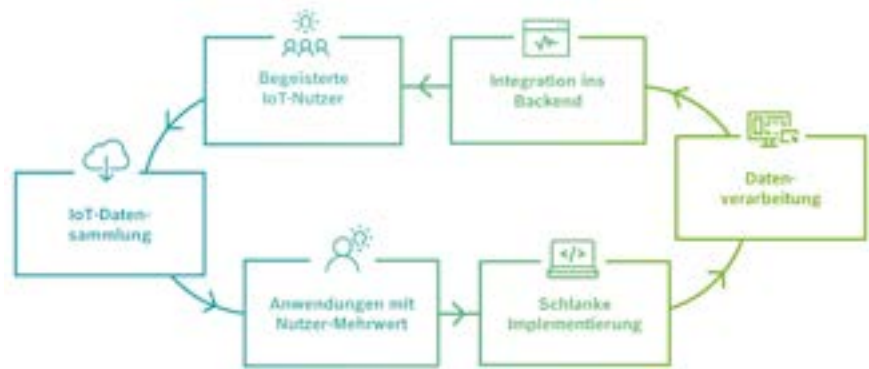
Wo ist der Mehrwert zu suchen? Verlorene Behälter, aufwendige Inventur, langwierige Suchen: Dort wo die Nutzer mit großen Problemen konfrontiert sind, liegt meist auch das größte Optimierungspotenzial. Wer sich bei Digitalisierungsprojekten auf die „Schmerzpunkte“ der Anwender konzentriert und diese direkt in die Entwicklung miteinbezieht, kann sie auch am besten mit der neuen Lösung überzeugen.

Sogenannte User-Experience-Workshops spüren diese Punkte auf und helfen bei der Lösungsentwicklung mittels IoT-Daten. Unterschiedliche Nutzer arbeiten daran, ihren Arbeitsalltag und bestehende Prozesse spürbar zu verbessern. Im Idealfall entsteht ein IoT-Prototyp, bei dem jeder der Teilnehmer denkt: „Genau das brauche ich!“

### „Einfach“ loslegen

Auch die möglichst einfache Implementierung, idealerweise per Plug & Play sorgt für Akzeptanz. Daher ist ein nicht IT-integrierter, schneller Pilot von Vorteil, der den Mehrwert der Lösung etwa durch einen „Data to Dashboard“-Ansatz aufzeigt. Anwender verschaffen sich einen ersten Eindruck, ob die geplante Lösung die Anforderungen erfüllt. Auch können in dieser Phase neue Anforderungen hinzukommen.

Damit es die Lösung sicher in die Praxis schafft, sind auch die Hardware- und



Bei der agilen Entwicklung des IoT-Systems priorisieren die Anwender die Anforderungen in einem kurzzyklischen Prozess und schaffen so Mehrwerte.

Bilder: Bosch

Konnektivitätslösungen zu betrachten, da diese als Datenlieferant Voraussetzung für IoT sind. Sie benötigen professionellen Support etwa als Managed Service, denn nur zuverlässige IoT-Systeme können das Vertrauen der Nutzer gewinnen.

### Mit Analysen Ursachen finden

Läuft das System, können die Anwender mit tiefgehenden Analysen (Data Analytics) Ursachen von „Schmerzpunkten“ aufspüren. Dabei können sich die Anliegen der Nutzer stark unterscheiden: Der Werker will vielleicht wissen, wo der nächste verfügbare Ladungsträger ist. Der Planer hingegen möchte die Durchlaufzeiten im Lager oder die Rundläufe optimieren und mit einem Monitoring- und Alerting-System Engpässe frühzeitig erkennen und verhindern.

Daher arbeiten sie mit verschiedenen Sichten (User Interfaces – UI) mit dem gleichen digitalen Zwilling. Analysetools und übergreifende Standards helfen, alle Beteiligten mit den Informationen zu versorgen, die sie benötigen. So erzeugt das IoT-System Mehrwerte für möglichst viele Nutzer gleichzeitig.

### Das System wächst: Integration ins Umfeld

Schnelle Freigabezyklen der Cloudlösung erlauben eine schnelle Implementierung von relevanten Applikationen, die den Anwendern die tägliche Arbeit vereinfachen. Der Pilot wächst entsprechend seiner Anwender und Anforderungen. Schließlich wird es sinnvoll, Belegdaten mit den IoT-Daten zusammenzubringen.

Dabei helfen Standard-Schnittstellen wie beispielsweise REST APIs. Sie verbinden die Datensätze mit dem ERP oder anderen Systemen. Nun können die Anwender die IoT-Daten auch im bekannten ERP-Umfeld nutzen, was

den Reifegrad und die Stabilität der Lösung weiter erhöht.

### Nutzer als Motor

Der „magische“ IoT-Kreislauf schließt sich: Die Anwender verfügen nun über ein etabliertes System, das ihnen die tägliche Arbeit erleichtert. Neue Ideen für IoT-Lösungen und Verbesserungen treiben Erweiterungen am vorhandenen System voran oder münden in neue Projekte.

Schnelles Feedback der Anwender ist dabei Kapital und Motor eines erfolgreichen IoT-Systems und führt zur kontinuierlichen Optimierung. Begeisterte Anwender formen die in kurzen Zyklen entwickelten Versionen und gestalten „ihre“ Lösung stetig. Der so erzeugte Mehrwert steigert gleichzeitig den ROI.

### So schließt sich der Kreis

Die Zukunft von Fertigung und Logistik liegt im digitalisierten Materialfluss. Viele Unternehmen befinden sich im digitalen Transformationsprozess und sind mit seinen Herausforderungen konfrontiert. Ein Kreislauf, wie der aufgezeigte, berücksichtigt die Komplexität der Logistikprozesse und bietet einen iterativen und zyklischen Ansatz für diese Transformation.

Ausgangspunkt sind immer Probleme, denen Mitarbeiter bei ihrer täglichen Arbeit begegnen. Gemeinsam lernen Technologie, Prozess und Menschen, wie IoT-basierte Digitalisierungslösungen die Situation automatisieren und optimieren. Schneller Mehrwert motiviert die Anwender für die nächste Runde. Auf diese Weise treibt der „magische IoT-Kreislauf“ die digitale Evolution von Organisationen auf natürliche Weise immer weiter voran. jbi ■

Matthias Hülsmann ist Vice President Logistics bei Bosch Connected Industry.

# Wettbewerbsfähig durch Industrie 4.0

Der Großteil der deutschen Einzel- und Kleinserienfertignern ist mittlerweile industrialisiert. Reicht das aber aus, um heute in der globalen Wirtschaft konkurrenzfähig zu bleiben? Die internationale Konkurrenz sorgt für immer mehr Kostendruck und steigende Anforderungen an die Flexibilität. In der ersten Folge der dreiteiligen Serie zur digitalen Transformation von Einzel- und Kleinserienfertignern geht es um die erste Phase – die Analyse.

VON PROF. DR.-ING. WOLFGANG BOOS, CHRISTOPH KELZENBERG, DAVID GOERTZ UND JULIAN SCHWEINS

**DURCH STEIGENDE** Qualität, kombiniert mit den hiesigen Faktorkosten, sind deutsche Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung (EuK), wie Werkzeugbau, Maschinen- und Anlagenbau oder Vorrichtungsbau, gezwungen, neue Differenzierungsmerkmale anzubieten, um sich zukünftig erfolgreich im Wettbewerb positionieren zu können. Eine Option der Differenzierung ist die digitale Transformation. Doch derzeit gilt nur eines von fünf deutschen Unternehmen als vollständig digitalisiert. Grund dafür ist das Fehlen eines systematischen Vorgehens zur Nutzbarmachung der in den Unternehmen vorhandenen Daten und damit der Ausschöpfung des vorhandenen Potenzials in der deutschen EuK-Branche.

Vor diesem Hintergrund hat das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aa-

chen in Kooperation mit der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie Leitfäden für die ganzheitliche digitale Transformation von Werkzeugbaubetrieben und der operativen Umsetzung von Industrie-4.0-Anwendungen erstellt.

## Drei Phasen der Digitalisierung

Die digitale Transformation kann in die drei Phasen Analyse, Gestaltung und Implementierung unterteilt werden. Das Vorgehen beginnt mit einer Analyse des Status quo, bestehend aus der externen, marktseitigen Aufnahme zukünftiger Kundenbedürfnisse und der internen, wertschöpfungsseitigen Bewertung der Leistungsfähigkeit. Darauf aufbauend folgt die Gestaltungsphase in drei Schritten mit dem Ziel, ein individuelles Konzept zur digitalen Transformation für EuK-Unternehmen zu entwickeln. Zunächst

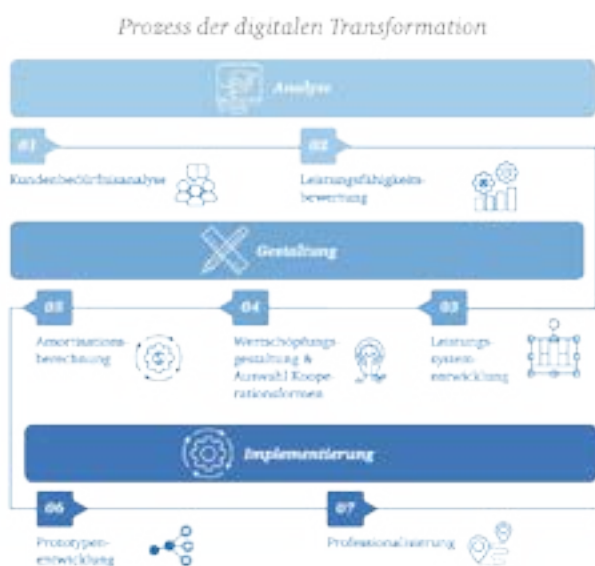
de Implementierungsphase unterteilt sich in die Prototypenentwicklung sowie die Professionalisierung der Leistung. Das übergeordnete Ziel dieser Schritte ist die Validierung der entwickelten Leistungen in der Praxis und dem darauffolgenden Roll-out unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Interessen. Das beschriebene Vorgehen eignet sich insbesondere für Unternehmen der EuK, deren Erzeugnisse oftmals durch individuelle Produkte und Kapitalintensität charakterisiert sind.

Im ersten Beitrag der dreiteiligen Serie erfolgt eine detaillierte Beschreibung der Analysephase. Die Ergebnisse der Analysephase dienen als Input für die beiden weiteren Phasen Gestaltung und Implementierung, deren Beschreibung in den nächsten beiden Beiträgen erfolgen wird.

## Schritt 1 in der Analysephase: Kundenbedürfnisanalyse

Ziel des ersten Analyseschrittes ist die Zentrierung des Kunden und die Identifizierung seiner Bedürfnisse. Dadurch wird eine zielgerichtete Orientierung und Ausrichtung für die digitale Transformation der Unternehmen der EuK gewährleistet. Dazu wird zu Beginn der Aufnahme der Kundenbedürfnisse eine anforderungsgerechte Erhebungsmethode gewählt und bei Bedarf iterativ angepasst. Entsprechende Methoden lassen sich grundsätzlich in qualitative und quantitative Methoden unterteilen, wobei eine Kombination aus beiden eine präzise Abbildung der Zusammenhänge ermöglicht. Qualitative Methoden sind beispielsweise die Customer Journey oder das Konzept der Personas.

Gängige quantitative Methoden sind Korrelations- oder Clusteranalysen. Nach



Der Prozess der digitalen Transformation für EuK-Unternehmen läuft in drei Phasen ab.



erfolgreicher Anwendung der aufgeführten Methoden müssen die Kundenbedürfnisse aus den Erhebungen abgeleitet, beschrieben und priorisiert werden. Für die Priorisierung existieren diverse Methoden, wobei das Kano-Modell ein besonders praktikables Modell darstellt. Beim Kano-Modell werden Kundenbedürfnisse in einer Matrix aus den realisierten Qualitätseigenschaften einer Leistung und der Kundenzufriedenheit aufgetragen, um die Anforderungen der Kunden möglichst genau abzuschätzen. Das Modell unterscheidet dabei zwischen Basis-, Leistungs- und Begeisterungsmerkmalen. Die Kundenbedürfnisse, deren Adressierung das optimale Aufwand-Nutzen-Verhältnis verspricht, werden anschließend priorisiert. Diese priorisierten Kundenbedürfnisse werden für die folgenden Schritte der Leistungsentwicklung als erste Ausgangspunkte genutzt.

Kompetenzen entlang der gesamten Prozesskette erfasst und bewertet.

Für die anforderungsgerechte Erfassung der mitarbeiterspezifischen Kompetenzen existieren verschiedene Ansätze, deren Eignung und Anwendung in der Praxis unternehmensspezifisch zu evaluieren sind. Für die Bewertung von fertigungstechnologischen Kompetenzen eignet sich insbesondere die Auswertung fertigungsrelevanter Kennzahlen entlang der gesamten Prozesskette. Zudem können technologische Benchmarks durchgeführt werden, um die bestehenden Kompetenzen und die Leistungsfähigkeit in allen Fertigungstechnologien quantitativ zu erfassen und mit Referenzbetrieben zu vergleichen. Aus der Bewertung der gesamten mitarbeiterspezifischen und fertigungstechnologischen Kompetenzen kann schließlich ein Stärken-Schwächen-Profil abgeleitet werden.

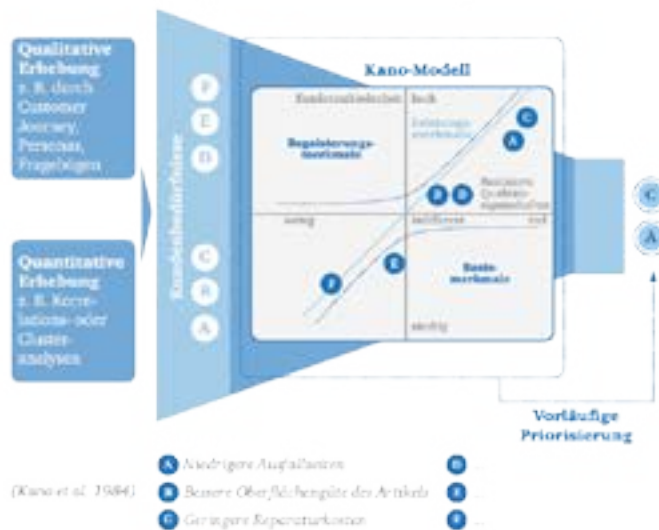
**Schritt 2 in der Analysephase: Leistungsfähigkeitsbewertung**

Der zweite Schritt der Analysephase adressiert die Bewertung der internen Leistungsfähigkeit des Unternehmens der EuK. Die Status-quo-Bestimmung der internen Leistungsfähigkeit dient der Validierung, in welchem Maße die digitale Transformation intern bereits umgesetzt werden kann. Da die Ergebnisse dieser wertschöpfungsseitigen Analyse unabhängig von der marktseitigen Analyse in die nachfolgende Gestaltungsphase einfließen, kann die Durchführung dieser Schritte nicht nur sequentiell, sondern auch parallel erfolgen. Zunächst werden die intern vorhandenen, mitarbeiterspezifischen und fertigungstechnologischen

**Visualisierung des Status quo mit dem Reifegradmodell**

Neben der Bewertung der Kompetenzen und der Leistungsfähigkeit ist es notwendig, die vorhandene IT-Infrastruktur und bereits eingesetzte digitalen Anwendungen systematisch zu dokumentieren und zu bewerten. Das vom Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen entwi-

Kano-Modell zur Abbildung und Priorisierung identifizierter Kundenbedürfnisse



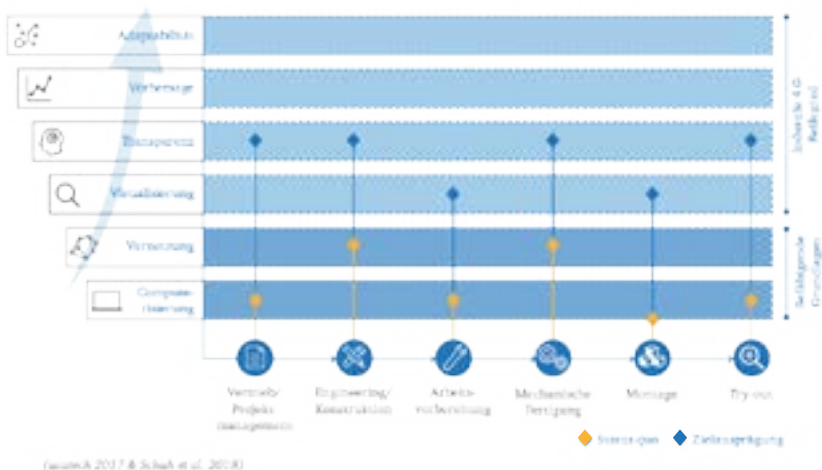
Mit dem Kano-Modell können identifizierte Kundenbedürfnisse abgebildet und priorisiert werden.

ckelte Industrie-4.0-Reifegradmodell dient der Visualisierung des Status quo und des Zielzustands und fungiert als Ordnungsrahmen zur Entwicklung nützlicher Industrie 4.0-Anwendungen.

Die Reifegradbewertung erfolgt in den verschiedenen Unternehmensbereichen entlang der Prozesskette, indem die entsprechende Anwendung in die Stufen Computerisierung, Vernetzung, Visualisierung, Transparenz, Vorhersage und Adaptabilität eingeordnet wird. Auf Basis der Einordnung kann im Anschluss die Priorisierung und Weiterentwicklung der Industrie-4.0-Anwendungen durchgeführt werden. Mit Abschluss der Leistungsfähigkeitsbewertung hat das Unternehmen der EuK, neben den vorhandenen Kompetenzen und Fähigkeiten, auch die IT-Infrastruktur sowie die bereits im Einsatz befindlichen Industrie 4.0-Anwendungen bewertet.

Die Durchführung der Analysephase liefert dem Unternehmen der EuK Erkenntnisse über externe Kundenbedürfnisse und deren Priorisierung sowie über die interne Leistungsfähigkeit. Damit bietet sie die Grundlage für die Gestaltung der digitalen Transformation. In den nächsten zwei Phasen wird ein individuelles Konzept der digitalen Transformation entwickelt und in der Praxis validiert. sg

Industrie 4.0-Reifegradmodell



Das Industrie 4.0-Reifegradmodell enthält sechs wichtige Merkmale.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos, Christoph Kelzenberg, David Goertz und Julian Schweins sind tätig am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen.

# KI-Projekte erfolgreich implementieren

Welche Faktoren sind bei der Einführung von Machine-Learning-Anwendungen in der Produktion entscheidend? Mit dieser Fragestellung hat sich auch eine wissenschaftliche Untersuchung beschäftigt, die am Management Center Innsbruck entstanden ist. Diese liefert wertvolle Empfehlungen für das erfolgreiche Managen von Digitalisierungs-Projekten.

VON JOACHIM KAHL UND MORITZ HUMMEL

**KÜNSTLICHE INTELLIGENZ** wird unser Leben revolutionieren – diese Annahme beruht mittlerweile auf einem breiten Konsens. Auch deshalb wird KI immer mehr als Chance gesehen, neue Maßstäbe in der Produktion zu setzen. Stabilere Prozesse, beschleunigte Anlaufzeiten, weniger Ausschuss und bessere Maschinennutzung – alles gute Gründe für Führungskräfte, sich mit der neuen Technologie vertraut zu machen, um den Anschluss nicht zu verlieren. Allerdings ist der Weg dorthin auch mit einigen Hindernissen gepflastert, die mit den Rahmenbedingungen und der Schaffung der richtigen Voraussetzungen beginnen.

Vor diesem Hintergrund wurde am Management Center Innsbruck (MCI) eine Untersuchung im Rahmen einer Masterarbeit durchgeführt, die zum Ziel hatte, Faktoren zu identifizieren, die bei der Durchführung von KI-Projekten erfolgs-

entscheidend sind. Der Fokus lag dabei auf Machine-Learning-Anwendungen im Produktionsumfeld, unabhängig von der Art der Algorithmen und deren Anwendungsbereiche.

Moritz Hummel, Verfasser der Masterarbeit, hat sein Studium berufsbegleitend an der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen absolviert, wo man sich intensiv mit organisationaler Exzellenz und der Schnittstelle von Management und Technik beschäftigt. Initiiert und betreut wurde das Forschungsprojekt von Joachim Kahl, Lehrbeauftragter am MCI sowie Mitgründer und Geschäftsführer der DatenBerg GmbH.

## Der Forschungsansatz: Befragung zu den Erfolgskriterien

In einem qualitativen Forschungsansatz wurden Führungskräfte, Projektbeteiligte und Akademiker zunächst nach den

Erfolgskriterien befragt. Diese Fragestellung war nicht nur von praktischem Interesse, sondern auch notwendig, um die Variable „Projekterfolg“ exakt zu spezifizieren und einen eindeutigen Bezug für die Einflussgrößen zu erhalten. Konkrete Faktoren wurden zuerst über eine Literaturrecherche ermittelt und anschließend in einem zweistufigen Forschungsdesign validiert und differenziert.

Die Charakterisierung des Erfolgsbegriffes förderte erwartungsgemäß einige Attribute zu Tage, die generell im Projektmanagement wichtig sind, also zum Beispiel die Definition einer klaren, realistischen Zielsetzung vor dem Projektstart. Im Kontext von KI-Projekten waren sich alle Befragten einig, dass der Business-Mehrwert an oberster Stelle steht und jedes Projekt konkrete Verbesserungen, wie Kosteneinsparungen oder Qualitätsverbesserungen, mit sich bringen muss. Dies geht auch mit der Skalierbarkeit der Lösungen einher, was bedeutet, dass eine einfache Übertragbarkeit auf andere Bereiche und Anwendungsfälle gegeben sein sollte und der Nutzen somit vervielfacht werden kann.

Darüber hinaus hat sich herauskristallisiert, dass die einfache Handhabung der Anwendungen eine zentrale Rolle spielt. Darunter fällt beispielsweise eine intuitive Benutzeroberfläche der Software, so dass diese nicht nur von Experten, sondern möglichst von jedem Mitarbeiter bedient werden kann.

## Management von erfolgreichen Digitalprojekten

Von besonderem Interesse ist für den Manager die Frage, worauf der Augenmerk für die Erreichung der Ziele gesetzt werden sollte. Hierzu wurden 56 Fakto-



Das Management Center Innsbruck (MCI) ist eine Universität, die Hochschule und Wirtschaft in qualitativvoller Weise miteinander verknüpft.

Bild: Management Center Innsbruck

ren ermittelt, die sich in sieben Erfolgsdimensionen einteilen lassen:

- 1 Kultur
- 2 Daten
- 3 Projektorganisation
- 4 Strategie
- 5 Kompetenzen
- 6 Technologie
- 7 Governance

Einige der wichtigen Faktoren aus den verschiedenen Dimensionen werden nachfolgend näher vorgestellt: Blickt man mit etwas Abstand auf die Ergebnisse dieser Studie, so wird deutlich, dass die Rahmenbedingungen der Implementierung mindestens den gleichen Stellenwert haben wie die Features der KI-Lösung selbst. Allen voran steht die Akzeptanz der betroffenen Mitarbeiter, denn sie müssen ihre Bereitschaft zur Veränderung nicht nur in der Einführungsphase unter Beweis stellen; auch im laufenden Betrieb kann sich schnell ein Kompetenzgerangel zwischen dem realen und virtuellen Kollegen ergeben.

### **Einfluss der Mitarbeiter auf relevante Daten**

Die Tatsache, dass viele relevante Daten durch den Mitarbeiter beeinflussbar sind, wie etwa die Erfassung von Statusmeldungen, bringt auch mit sich, dass menschliche Fehler durch Einsatz von KI-Tools stets transparenter werden. Eine gelebte Fehlerkultur wirkt der Versuchung entgegen, Daten zu manipulieren und ist deshalb der Garant für eine belastbare Datengrundlage. Auch hat die Praxis der Befragten Hinweise aus der Literatur bestätigt, dass intelligente Software die Kompetenz des Menschen nicht gänzlich überflüssig macht. Vielmehr müssen Daten-Know-how und Prozesswissen zusammengebracht und aufeinander abgestimmt werden, damit gute Ergebnisse erzielt werden und sich das Potenzial von künstlicher Intelligenz entfalten kann.

Nachdem durch Facebook und Amazon ein tieferes Bewusstsein für den Wert von Daten entstanden ist, hat auch die Angst vor Datenklau oder auch ungewolltem Know-how-Transfer zugenommen. Dies lässt sich deutlich an den Forschungsergebnissen ablesen. Dem können letztendlich nur durch klare Compliance-Regelungen und eine vertrauensvolle Partnerschaft zwischen KI-Anbieter und Anwender entgegenwirken.



**Eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst den Erfolg von Machine-Learning-Anwendungen in der Produktion.**

Bild: PopTika/Shutterstock

### **Der richtige Projektansatz für KI**

Was sich aus den genannten Aspekten ableiten lässt, wurde in der Untersuchung explizit bestätigt: Digitale Projekte erfordern einen agilen Ansatz, das heißt die Berücksichtigung von Prinzipien, wie Iteration und Partizipation. Letzteres ist erforderlich, da immer mehrere Unternehmensbereiche und Stakeholder betroffen sind. Neben der Produktion selbst können Abteilungen, wie beispielsweise IT, Prozessentwicklung oder Qualitätsmanagement, involviert sein. Da es meist auch um zukunftsweisende Ausrichtungen und somit strategische Entscheidungen geht, wird das Top-Management ebenso benötigt wie der Betriebsrat, der den Schutz der Belegschaft im Auge behalten muss. Dies macht interdisziplinäre Teams bei der Implementierung obligatorisch. Darüber hinaus müssen auch externe Partner wie Maschinenbauerhersteller oder Data Analysts beteiligter KI-Anbieter eingebunden werden.

Darüber hinaus hat die Untersuchung ergeben, dass Erfolg wahrscheinlicher ist, wenn das Projekt auf einer Hypothesenbestätigung basiert, anstatt sich auf eine Mustersuche in den Daten zu stützen. In anderen Worten: Die Aufgabenstellung sollte sich auf die Validierung von vermuteten Zusammenhängen stützen, statt frei nach Mustern in den Daten zu suchen.

### **Der Treibstoff in KI-Projekten**

KI-Lösungen sind datengetrieben, das ist eine Binsenweisheit. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass der Zugang zu den erforderlichen Daten keine Selbstverständlichkeit ist. Dabei geht es nicht nur um

die Frage, wie man beispielsweise die Parameter einer Maschine ausliest, sondern auch, wie man diese interpretieren und mit weiteren Informationen, beispielsweise einem Zeitstempel oder einer Chargennummer, anreichern kann. Hierbei ist eine zentrale Datenspeicherung entscheidend, um schnell, sicher und langfristig auf große Datenmengen zugreifen zu können.

Allerdings reicht Big Data allein nicht aus – es braucht auch Clean Data, damit die smarten Algorithmen die richtigen Schlüsse ziehen können. Vor diesem Hintergrund wurde die Datenqualität als einer der wichtigsten Faktoren für den Erfolg von Digitalisierungsprojekten identifiziert.

Wer KI-Anwendungen im Produktionsumfeld implementiert, sollte auf die üblichen „Dos and Don'ts“ im Projektmanagement achten. Darüber hinaus liefert die Untersuchung eine hilfreiche Checkliste, die speziell bei der Einführung von KI-Anwendungen eingesetzt werden kann. Je nach Anforderungen der Organisation und des individuellen Projekts können die ermittelten Faktoren gewichtet und so entsprechend ihrer Bedeutung berücksichtigt werden. Für wissenschaftliche Zwecke kann die Studie als Ausgangspunkt für vertiefende Forschungen dienen. Die Ergebnisse der Arbeit wurden bereits bei DatenBerg praktisch umgesetzt, wo ein adaptiertes Faktorenmodell bei Kundenprojekten zum Einsatz kommt. sg ■

Joachim Kahl ist Geschäftsführer der DatenBerg GmbH; Moritz Hummel ist Master-Student am Management Center Innsbruck.



**COSMO CONSULT**

**COSMO CONSULT Gruppe**  
 Schöneberger Str. 15  
 10963 Berlin  
 Tel.: 030 343815-192  
 Fax: 030 343815-111  
 E-Mail: info@cosmoconsult.com

COSMO CONSULT ist Anbieter von End-to-End-Businesslösungen. Wir begleiten Unternehmen bei der Digitalisierung und entwickeln zukunftsweisende Industrie 4.0-Lösungskonzepte. Diese umfassen neben ERP auch BI, CRM, DMS und IoT.



**gbo datacomp GmbH**  
 Schertlinstraße 12a  
 86159 Augsburg  
 Fon: +49 (0) 821 - 59 70 10  
 www.gbo-datacomp.de  
 info@gbo-datacomp.de


**Durchblick mit MES** – dafür steht gbo datacomp Impulsgeber der ersten Stunde im Bereich umfassender MES-Lösungen für mittelständische Fertiger. Als Full-Service-Dienstleister mit mehr als 30 Jahren Projekterfahrung im Produktionsumfeld des Mittelstandes kennen wir die Anforderungen unserer Kunden und bilden diese in unserer **modularen MES-Lösung bisoft** ab. Die umfassende Integration unserer Lösung in Ihre Systeme sorgt für eine zeitnahe Bereitstellung qualitativ hochwertiger Daten. Sie erhöhen Ihre Produktivität durch umfassende Transparenz. Kundenindividuelle Beratungsleistungen runden unser Leistungsportfolio ab. Derzeit betreuen wir weltweit mehr als 850 Systemlösungen mit rd. 14.500 Usern.



**MPDV Mikrolab GmbH**  
 Römerring 1  
 74821 Mosbach  
 Fon: +49 6261 9209-0  
 Fax: +49 6261 181 39  
 E-Mail: info@mpdv.com  
 Website: www.mpdv.com

*WE CREATE SMART FACTORIES*

MPDV mit Hauptsitz in Mosbach ist der Marktführer für IT-Lösungen in der Fertigung. Mit mehr als 40 Jahren Projekterfahrung im Produktionsumfeld verfügt MPDV über umfangreiches Fachwissen und unterstützt Unternehmen jeder Größe auf ihrem Weg zur Smart Factory. Produkte wie das Manufacturing Execution System (MES) HYDRA von MPDV oder die Manufacturing Integration Plattform (MIP) ermöglichen es Fertigungsunternehmen, ihre Produktionsprozesse effizienter zu gestalten und dem Wettbewerb so einen Schritt voraus zu sein. Die MPDV-Gruppe beschäftigt rund 500 Mitarbeiter an 13 Standorten in Deutschland, China, Luxemburg, Malaysia, der Schweiz, Singapur und den USA.



**ISGUS GmbH**  
 Oberdorfstraße 18-22  
 78054 Villingen-Schwenningen  
 Tel: +49 7720 393-0  
 Fax: +49 7720 393-184  
 www.isgus.de  
 info@isgus.de

**UNTERNEHMENSGRUPPE**

Das ZEUS® Workforce Management unterstützt Sie nachhaltig bei der Umsetzung Ihrer Strategie- und Kostenplanung. Die ZEUS® Module Zeiterfassung, Zutrittskontrolle, Personaleinsatzplanung sowie Betriebsdatenerfassung sind beliebig kombinierbar und werden nach Ihren Angaben individuell eingerichtet. Sie haben mit ISGUS die freie Wahl Ihren Lösungsumfang als „on premise“ oder als Software as a Service (SaaS) in der ISGUS Cloud zu nutzen.

Unser Ziel ist es, Ihnen eine technologisch hochmoderne und zuverlässige Gesamtlösung zu erarbeiten, die alle Aspekte der Digitalisierung in Ihrem HR- und Produktionsumfeld vollumfänglich abdecken - stationär und mobil, von einer professionellen Einführung begleitet.



**TRIACOS GmbH**  
 An den Gärten 9  
 D-92665 Altenstadt/WN  
 Tel: +49 (0) 9602 94455-0  
 info@triacos.de  
 www.triacos.de

Die TRIACOS Consulting & Engineering GmbH ist ein mittelständisches Unternehmen, das sich als zuverlässiger **Generalunternehmer für SAP Softwareimplementierung** international etabliert hat.

TRIACOS realisiert mit **SAP Digital Manufacturing** Standards, die digitale Veredelung von Produktions- und Fertigungsprozessen, Echtzeitfähigkeit sowie die vertikale und horizontale Integration auf der SAP-Plattform.

TRIACOS bietet eine individuelle **SAP Rundumbetreuung aus einer Hand** mit Schwerpunkt auf S/4 | HANA | CO | FI | PI | PP | PP-PI | MM | WM | LES | QM | PM | EAM | PLM | PS | CS | SD | HYBRIS | EWM | MFC | YM | YL | TM | APO | IBP | MES | ME | MII | PCo | OEE | DMI | AIN | IIOT




**IGZ mbH**  
 Logistikweg 1  
 D-95685 Falkenberg  
 Tel.: +49 (0) 9637 9292-0  
 info@igz.com  
 www.igz.com

Das SAP Projekthaus IGZ, mit Sitz in Falkenberg (Bayern), realisiert Produktions- und Logistiklösungen mit der SAP-Standardsoftware SAP ME (Fertigungsindustrie), SAP MII (Prozessindustrie) und SAP EWM / TM (Lager- und Transportlogistik). Für die Unabhängigkeit seiner Kunden setzt IGZ konsequent und ausschließlich auf SAP-Standardlösungen sowie auf Neutralität zu Technik- / Anlagenanbietern.

Schwerpunkt von IGZ ist die Integration manueller bis hoch automatisierter Produktionsprozesse mit folgenden SAP-Systemen:

- SAP Digital Manufacturing Suite (SAP ME / MII / PCO)
- SAP Digital Manufacturing Cloud (SAP DMC)
- SAP S/4HANA Manufacturing (SAP PEO)



**SCHOTT SYSTEME GmbH**  
 Landsberger Str. 8  
 D-82205 Gilching  
 Telefon: 089 / 348069  
 E-Mail: info@schott-systeme.de  
 WEB: www.schott-systeme.de

SCHOTT SYSTEME GmbH ist ein auf CAD/CAM, Computergraphik und Produktions-IT spezialisiertes Unternehmen, das seit über 30 Jahren modulare, kostengerechte Softwarelösungen für Design, Konstruktion und Fertigung entwickelt.

Funktionen: 2D-Konstruktion, hybride 3D-Volumen-, Flächen- und Maschen-Modellierung, technische Dokumentation, Rendering, Animation, 2,5D- und 3D-Fräsen/-Bohren, Gravieren, Ausspitzten, angestelltes 3+2-Achsen-Fräsen, HSC - und HPC -Techniken. Zusätzliche Technologien für 5-Achs-Simultan-Fräsen, Drehen, Dreh-Fräsen und Drahtschneiden. Standard-Postprozessoren sowie Support sind kostenfrei, es werden **keine** Gebühren für Wartung erhoben.



**soffico GmbH**  
 BGM-Wegele-Str. 12  
 86167 Augsburg  
 +49 821 567474 00  
 info@soffico.de  
 www.orchestra.soffico.de

**Wir machen Sie zum Dirigenten Ihrer Daten** soffico schafft mit seiner Low-Code Plattform Orchestra Lösungen für Smart Factory, Industrie 4.0 und IoT – vom Shopfloor über die klassische IT bis in die Cloud. Orchestra automatisiert Abläufe und ordnet die Kommunikation in Ihrer IT-Architektur. Semantik setzt Ihre Daten dabei in den richtigen Kontext und generiert so wertvolle Informationen.

**Unsere Services für Sie**

- Intelligente Vernetzung zur bedarfs- und nutzergerechten Datenbereitstellung
- Effiziente und unternehmensübergreifende Wertschöpfungsketten durch Datenverknüpfung mit Orchestra
- Automatisierte Schnittstellen verbinden IT mit OT und unterstützen die Anwender in der Produktion

Nehmen Sie eine führende Position bei der Digitalisierung der Fertigung ein.



**ORSOFT  
GmbH**

**ORSOFT GmbH**  
Martin-Luther-Ring 13  
04109 Leipzig  
Tel.: +49 (0)341 2308900  
www.orsoft.net

**Innovative Advanced Planning and Scheduling und Supply Chain Management Lösungen als Ergänzung zu SAP ERP und SAP S/4HANA und anderer führender ERP-Software**

ORSOFT-Lösungen werden in der Produktionsplanung und -logistik der Prozess- und Fertigungsindustrie eingesetzt. Sie verbessern zudem das Supply Chain Management und die Stammdatenpflege. Planer und Manager erhalten Transparenz über logistische Ketten, Simulationsmöglichkeiten und Entscheidungsunterstützung in Übereinstimmung mit den strategischen Unternehmenszielen. Kunden von ORSOFT sind mittelständische und große Unternehmen weltweit.



**PSI Automotive & Industry GmbH**  
Dircksenstr. 42-44  
10178 Berlin  
+49 800 377 4 968  
info@psi-automotive-industry.de  
www.psi-automotive-industry.de

**Der ganzheitliche ERP- und MES-Anbieter für den Mittelstand**

Für den Automobil- und Fahrzeugbau, den Maschinen- und Anlagenbau sowie die Zulieferindustrie bietet die PSI Automotive & Industry GmbH unter dem Markennamen PSIpenta Lösungen zur umfassenden Optimierung der wertschöpfenden Prozesse auf Produktions- und Feinplanungsebene.

Neben klassischen Mittelständlern werden Unternehmen und Konzerne angesprochen, die in eine bereits bestehende IT-Landschaft ein System für effizientere Produktions- und/oder Instandhaltungsprozesse integrieren wollen.



**Industrie Informatik GmbH**  
Wankmüllerhofstraße 58  
A-4020 Linz  
Tel.: +43 732 / 6978-0  
Fax: +43 732 / 6978-12  
E-Mail: info@industrieminformatik.com  
Web: www.industrieminformatik.com

**Industrie Informatik – Ihr starker Partner in Sachen Fertigungsoptimierung**

Seit mehr als 25 Jahren unterstützen wir mit unserer MES-Software cronetwork, produzierende Unternehmen bei der Optimierung ihrer Fertigungsabläufe. Wir schaffen die Basis für eine effiziente Produktion und eine erfolgreiche Zukunft unserer Kunden. Industrie Informatik ist mit Standorten und Büros weltweit vertreten (Deutschland, Österreich, China) und hat Installationen bei namhaften Unternehmen aller Branchen wie voestalpine, Miba, Schott, Stiebel Eltron oder Voith erfolgreich umgesetzt. Mehr als 95 engagierte Mitarbeiter betreuen in engem, direkten Kontakt unsere Kunden in mehr als 20 Ländern weltweit.



**3D Printing Business  
HP Deutschland GmbH**  
Schickardstr. 32  
71034 Böblingen  
+4970314509100  
3D-Druck@hp.com  
hp.com/go/3Danwendungen

HP inc. ist ein international bekanntes High-Tech Unternehmen, das seit nunmehr 3 Jahren aktiv industrielle 3D-Drucker anbietet. Die **HP Jet Fusion 4200 und 5200 3D-Drucklösungen** heben Ihre Fertigungsmöglichkeiten auf das nächste Level. Fertigen Sie **funktionale Teile in PA12, PA11 und TPU** in Serie, ohne Abstriche bei der Qualität. Das **modulare Design** erlaubt es, Ihren Durchsatz parallel zu den wachsenden Anforderungen an die Additive Fertigung zu steigern.

Vorteile der Additiven Fertigung von HP:

**Geringere Kosten | Zeitersparnis | Serienproduktion | Anpassung der Fertigung**



**JAKOB Antriebstechnik GmbH**  
Daimlerring 42  
63839 Kleinwallstadt  
Tel. 06022 / 2208-0  
info@jakobantriebstechnik.de  
www.jakobantriebstechnik.de

Mit über 40 Jahren Erfahrung sind wir einer der führenden Anbieter für mechanische Baugruppen für den Maschinenbau. Mit unseren Kupplungen für die Antriebstechnik und Kraftspannelementen für die Werkstück- und Werkzeugspannung setzen wir die Standards im Markt. Aber auch mit unseren neu entwickelten Motorspindelschutzsystemen unterstreichen wir unsere hohe Innovationskraft und bieten optimale Sicherheitslösungen für den Kollisionsschutz.

Wir sehen uns als Innovationstreiber für marktgerechte neue Technologien – auch außerhalb unserer bisherigen Produktbereiche – unter Nutzung aller Synergien der JAKOB-Gruppe im Hintergrund.



**WIN-Verlag GmbH & Co. KG**  
Johann-Sebastian-Bach-Str. 5  
D-85591 Vaterstetten  
Tel.: +49-(0)8106-350-0  
Internet: www.win-verlag.de

Mit einer Platzierung hier im Marketplace erreichen Sie ein Jahr lang durchgängige Präsenz in einem etablierten Fachmagazin. Mit sehr geringen Kosten präsentieren Sie Ihr Unternehmen und ihre Vertriebspartner regelmäßig einer hochkarätigen Zielgruppe. Damit erhöhen Sie Ihre Kontaktchancen erheblich.

Martina Summer  
Tel. 0 81 06/306-164, E-Mail: ms@win-verlag.de

Andrea Lippmann  
Tel. 0 81 06/350-227, E-Mail: al@win-verlag.de



### Im nächsten Heft

## Digitale Plattformen und Ökosysteme in der Produktion

Krisenzeiten zeigen, ob wir am Ball sind. Bei Digitalisierung etwa sind wir sicher nicht schlecht, aber die Situation zeigt noch die Knackpunkte und wo die Vernetzung an Grenzen stößt. Wie könnten Digitalplattformen in Zukunft helfen, die Produktion sicherer und robuster zu gestalten? Das ist sicher eine der Fragen, die wir den Experten für unser Special zur Digitalisierung der Produktion stellen werden.

Bild: Zapp2Photo/Shutterstock



## ERP- und MES-Lösungen

Auch klassische ERP- und MES-Lösungen können mit den neueren digitalen Plattformen weiterhin mithalten – meist modular aufgebaut und mit modernen Schnittstellen zur Business-IT und zur Maschine versehen, dienen sie bereits als Datendrehscheibe in so mancher Produktion. Dabei integrieren sie geballtes Fertigungs-Know-how. Wir zeigen in einigen Beispielen das Potenzial dieses, heute fast schon klassischen Ansatzes der Digitalisierung.

Bild: Poptika/Shutterstock



## Additive Fertigung

Eine weitere Technik, die gerade ihr Potenzial entfaltet, ist der 3D-Druck. In der Krise haben viele Geräte-Hersteller und AM-Netzwerke ihre Hilfe durch schnelle Lieferung von Medizintechnik angeboten. 3D-Druck ist aber nicht das Heilmittel für jede Krankheit. Jedoch können Verantwortliche prüfen, inwieweit sie entsprechende Verfahren in die Produktion integrieren möchten, um sie robuster und flexibler zu gestalten.

Bild: MarinaGrigorivna/Shutterstock

### WEITERE THEMEN:

- Robotik
- Werkzeugmaschine im Netz
- Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Industrie 4.0

Aus aktuellem Anlass sind Themenänderungen möglich.

## Impressum

**Herausgeber und Geschäftsführer:**  
Hans-J. Grohmann (hjj@win-verlag.de)

**DIGITAL MANUFACTURING im Internet:**  
<http://www.digital-manufacturing-magazin.de>

**So erreichen Sie die Redaktion:**  
**Chefredaktion:** Rainer Trummer (v.i.S.d.P.), rt@win-verlag.de, Tel.: 08106 / 350-152

**Redaktion:** Jan Bihn (-161, jbi@win-verlag.de), Stefan Girschner (freier Mitarbeiter, sg@win-verlag.de)  
**Mitarbeiter dieser Ausgabe:** Peter Bauer, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos, Bernhard Falkner, Tobias Gödde, David Goertz, Viktor Grauer, Stefan Holländer, Matthias Hülsmann, Moritz Hummel, Joachim Kahl, Christoph Kelzenberg, Marlon Ries, Julian Schweins, Joachim Stanke, Johannes Stoll, Thorsten Strebel, Dr. Bernhard Valnion, Volker Vorburg

**So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:**  
**Anzeigenverkaufsführung:**  
Martina Summer (08106 / 306164, ms@win-verlag.de)  
**Mediaberatung:**  
Andrea Lippmann (08106 / 350-227, al@win-verlag.de)

**Anzeigendisposition:**  
Chris Kerler (08106 / 350-220, cke@win-verlag.de)

**So erreichen Sie den Abonentenservice:**  
Leserservice „WIN-Verlag“, Postfach 13 63, 82034 Deisenhofen  
Tel.: +49 (0) 89 / 85 853 – 866  
Fax: +49 (0) 89 / 85 853 – 62866  
E-Mail: win-verlag@intime-media-services.de GmbH

**Vertrieb:**  
Helga Wrobel, (hew@win-verlag.de), Tel.: 0 81 06 / 350-132,  
Sabine Immerfall, (si@win-verlag.de), Tel.: 0 81 06 / 350-131

**Layout und Titelgestaltung:**  
Saskia Kölliker Grafik, München  
**Druck:** Holzmann Druck GmbH & Co. KG, Bad Wörishofen  
**Bildnachweis/Fotos:** falls nicht gekennzeichnet: Werkfotos, shutterstock.com, aboutpixel.de, fotolia.de  
**Titelbild:** IAS Industrial Application Software GmbH  
**Produktion/Herstellung:**  
Jens Einloft (-172; je@win-verlag.de)  
**Verlagsleitung:**  
Bernd Heilmeier (-251; bh@win-verlag.de), anzeigenverantwortl.  
**Objektleitung:** Rainer Trummer (-152, rt@win-verlag.de)

### Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:

**WIN  
VERLAG** WIN-Verlag GmbH & Co. KG,  
Johann-Sebastian-Bach-Straße 5,  
85591 Vaterstetten,  
Tel.: 0 81 06 / 350-0

**Bezugspreise:**  
Einzelverkaufspreis: 14,40 Euro in D, A, CH und 16,60 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt.  
Jahresabonnement (8 Ausgaben): 115,20 Euro in D, A, CH und 132,80 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt.  
Vorzugspreis für Studenten, Schüler, Auszubildende und Wehrdienstleistende gegen Vorlage eines Nachweises auf Anfrage. Bezugspreise außerhalb der EU auf Anfrage.

**Erscheinungsweise:** achtmal jährlich  
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Honorierte Artikel gehen in das Verlagsrecht des Verlags über. Mit Übergabe der Manuskripte und Abbildungen an den Verlag erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Für unverlangt eingeschickte Manuskripte, Fotos und Abbildungen keine Gewähr.

**Copyright © 2020 für alle Beiträge bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG.**

Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fallen insbesondere der Nachdruck, die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und allen anderen elektronischen Datenträgern.



ISSN 1867-9781  
Dieses Magazin ist umweltfreundlich auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

**Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:**  
**Magazine:** AUTOCAD & Inventor Magazin, Digital Business Cloud, DIGITAL ENGINEERING Magazin, e-commerce Magazin, Bauen Aktuell, virtual-reality-magazin.de  
**Partnerkataloge:** Autodesk Partnerlösungen, DIGITAL ENGINEERING SOLUTIONS, IBM Business Partner Katalog, Partnerlösungen für HP Systeme.

# DIGITAL MANUFACTURING



Wir sind immer für Sie da - auch im Homeoffice!

Und jetzt, während der Corona-Krise, bieten wir unser  
DIGITAL MANUFACTURING Magazin  
kostenfrei als ePaper an

[Einfach hier lesen oder herunterladen](#)



## Bessere Produkte schneller entwickeln.



*Topologieoptimierung eines Kühlkörpers.*

Die Ingenieure des Fraunhofer IAPT nutzten die Topologieoptimierung und die additive Fertigung, um einen Kühlkörper zu entwerfen, der in vielen elektronischen Geräten eine gängige Komponente ist. Das topologieoptimierte Design wurde dann in eine Simulationsapplikation umgewandelt, um bestimmte Designaufgaben zu automatisieren und anzupassen. Jetzt sind Ingenieure, Designer und Hersteller unternehmensweit in der Lage, komplizierte Kühlkörpergeometrien effizient zu optimieren und für den 3D-Druck vorzubereiten.

Die COMSOL Multiphysics® Software wird zur Simulation von Designs, Geräten und Prozessen in allen Bereichen der Konstruktion, Fertigung und wissenschaftlichen Forschung eingesetzt. Sehen Sie, wie Sie sie für die Topologieoptimierung und additive Fertigungsprozesse einsetzen können.

[comsol.blog/3d-printing-optimization](https://comsol.blog/3d-printing-optimization)