7/20 www.digital-manufacturing-magazin.de D, A, CH: 14,40 Euro, weitere EU-Länder: 16,60 Euro | ISSN 1867-9781

# DIGITAL MANUFACTURING

AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE

Industrie 4.0 | Internet der Dinge

Smart-Factory-Plattform COLMINA

## Solide Datenbasis für die vernetzte Fertigung

IM HEFT: Sonderheft Robotik

KELLER

# IoT STARTS
## WITH A SENSOR

keller-druck.com

# Plattformen für die **smarte Fabrik**

Liebe Leserinnen und Leser,

digitale Plattformen und Ökosysteme für die Fertigung sind stark im Kommen. Dies untermauerte auch eine Umfrage der Deutschsprachigen SAP-Anwendergruppe e.V. (DSAG) unter ihren Mitgliedern in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Wichtigkeit einer Plattform-Strategie ist in der Industrie angekommen: Bei 58 Prozent der Befragten wird diese beschleunigt oder konsequent weiterverfolgt. Wer sich mit einer Plattformstrategie auseinandersetzt, hat allerdings die Qual der Wahl unter den Anbietern. Deshalb finden Sie in Digital Manufacturing auch regelmäßig Beiträge, die sich mit diesem wichtigen Thema beschäftigen.

In dieser Ausgabe lesen Sie beispielsweise, wie sich mit Software von SAP eine vollständig integrierte Lösung für Produktionsunternehmen schaffen lässt, die von der Auftragserteilung über die Fertigung bis zur Logistik reicht. Im Interview mit unserer Zeitschrift beschreibt Dominik Metzger, Program Lead Industry 4.Now bei SAP, unter anderem die Bedeutung von Industrie 4.0 für das Walldorfer Unternehmen und beantwortet die Frage, welche Vorteile die SAP Digital Manufacturing Cloud für Unternehmen bringt. Natürlich war auch die neue Partnerschaft mit Siemens ein wichtiger Aspekt des Gesprächs. Lesen Sie mehr darüber auf den Seiten 16 und 17.

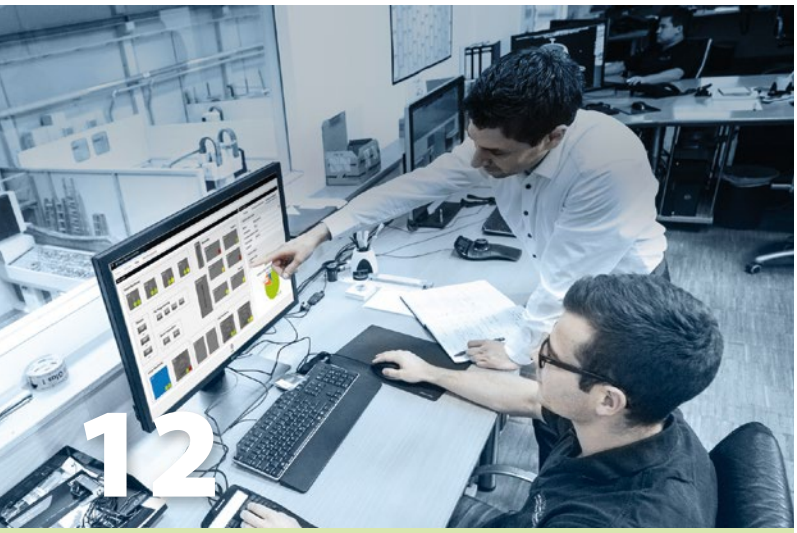
Was eine zentrale Digitalisierungsplattform wie Colmina von Fujitsu leisten kann, erfahren Sie wiederum in der Titelstory ab Seite 8. Damit lassen sich Daten aus verschiedensten Quellen in der Produktion erfassen, konsolidieren und analysieren. Das Ziel ist eine komplette Digitalisierung der Fertigungsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Dem aber nicht genug: Noch mehr fundierte Informationen über digitale Plattformen für die Fertigungsindustrie finden Sie in unserem Themenspecial auf den Seiten 23 bis 32. Dabei geht es unter anderem um die digitale Plattform ABB Ability (Seite 24 und 25) oder um eine Plattform für das Manufacturing Operations Management (Seite 26 und 27).

Viel Spaß bei der Lektüre!

*Rainer Trummer,*
*Chefredakteur*

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




**Nicht alle Fertigungsunternehmen und Maschinenbauer haben bereits „ihren Weg" in das Digitalisierungs-Zeitalter gefunden. Welche Rolle spielt das richtige CAM-System und wie kann es den Weg weisen?** Bild: Tebis

**„Losgröße eins" ist im Trend. In unserem Special „Digitale Plattformen" zeigen wir unter anderem, wie sich die individualierte Produktion umsetzen lässt.** Bild: ABB

**Honsel Umformtechnik nutzt die Gunst der Stunde, um in einem neuen Werk die Lagerlogistik für seine Fertigteile komplett neu zu gestalten. Hier die Ergebnisse.** Bild: ProLogistik

**News**
Aktuelles aus der Branche 6

**Titelstory: Smart-Factory-Plattform aus der Cloud**
Solide Datenbasis für die vernetzte Fertigung 8

**IoT- und Edge-Anwendungen**
Edge Computing für bessere Entscheidungen in Echtzeit 10

**Digitalisierungsstrategien im Maschinenbau**
Von der Basis aus denken 12

**Cloud-Lösungen für das Manufacturing**
Wer IIoT sagt, muss auch Cloud sagen 14

**Interview mit Dominik Metzger, SAP**
Gesamter Lebenszyklus im Fokus 16

**Cloud-Kalkulation für Auftragsfertiger**
Mit schnellen Preisen trumpfen 18

**Toolmanagement**
Shopfloor-Digitalisierung aus Sicht der Werkzeuge 20

**Special: Digitale Plattformen**

**Die individualisierte Produktion umsetzen** 24

**Wieso MOM heute Muss ist** 26

**Mit Recovery-Bootstick Backups zuverlässig erstellen** 28

**Leistungsfähig ab dem ersten Tag** 30

**Künstliche Intelligenz (KI) in der Fertigung**
Der Mut zur Innovation 34

**Additive Fertigung in der Praxis**
Modellbauer erweitert seine Grenzen 36

**Enterprise Resource Planning**
Mit SAP S/4HANA alles im Griff 38

**Die Lagerverwaltung optimieren**
Weniger Aufwand, mehr Durchsatz 40

**KI und Robotik**
Automatisierung mit Feingefühl 42

EDITORIAL 3
MARKETPLACE 44
VORSCHAU, IMPRESSUM 46

**Redaktionell erwähnte Institutionen, Anbieter und Veranstalter**

ABB Stotz S. 24, Auvesy S. 28, Coscom S. 20, D. P. Technology S. 6, Dell S. 10, DMG Mori S. 36, Fujitsu S. 8, Gfos S. 34, Grob Werke S. 6, Hexagon S. 6, Industrie Informatik S. 7, Mesago S. 6, OnRobot S. 42, Orsoft S. 26, Prologistik S. 40, SAP S. 16, 38, Siemens S. 6, 30, Simus Systems S. 18, Syntax S. 14, Tebis S. 2, Walter S. 7

MHP
A PORSCHE COMPANY

# SCHON MAL DARÜBER NACHGEDACHT,

# MANUFACTURER

# IHRER EIGENEN VISION ZU SEIN?

**GEMEINSAM MEISTERN WIR DEN WEG IN DIE ZUKUNFT DES MANUFACTURINGS.**
Wer nachhaltig erfolgreich sein möchte, muss heute das Morgen in die Hand nehmen. Als Beratungsunternehmen und Digitalisierungsexperte kennen wir die derzeitigen Herausforderungen und die sich daraus ergebenden Chancen im Ökosystem der Discrete Manufacturing Industry. Wir unterstützen Sie bei der digitalen Transformation vom Produkt- zum Serviceanbieter und ermöglichen Ihnen so den Weg in eine erfolgreiche Zukunft. Mehr dazu auf **www.mhp.com**

MHP: DRIVEN BY EXCELLENCE

Bild: Siemens

SIEMENS UND SPS CONNECT

## Produktion auf neuer Stufe

Rund um die SPS Connect zeigt Siemens in einer eigenen virtuellen Veranstaltung am 26. November neue Produkte, Services und Lösungen im Digital-Enterprise Portfolio, mit denen Unternehmen der Fertigungs- und Prozessindustrie auf die immer schneller wechselnden Marktanforderungen und Rahmenbedingungen reagieren können. Dazu will das Unternehmen mehr Intelligenz und damit eine höhere Flexibilität in die Produktion bringen – und damit die Industrie auf die eine nächste Stufe heben. Erreicht wird das durch die Verbindung von Automatisierungs- und Digitalisierungslösungen mit Zukunftstechnologien wie künstlicher Intelligenz, Edge und Cloud Computing oder Additive Manufacturing. Unter dem Registrierungslink https://sie.ag/31lz3aC können sich Interessierte für die virtuelle Veranstaltung „Digital Enterprise SPS Dialog" anmelden und die Themen erstmals in einem virtuellen 3D-Showroom entdecken und im Dialog vertiefen. Zu den Neuerungen gehören unter anderem eine einsatzfertige offene Industrial-Edge-Plattform, neue Edge-Hardware sowie eine neue Edge-Applikation für die Antriebstechnik. Zudem wird auch ein neues dezentrales Antriebssystem vorgestellt. Neben einer Lösung für herstellerübergreifende Programmierung von Robotern im TIA(Totally Integrated Automation)-Portal zählen innovative Cloud-Connect-Produkte für durchgängigen Datenzugriff ebenso wie neue Connectivity und Remote Collaboration Services zu den diesjährigen Neuheiten.

**Titelanzeige: Fujitsu**

**Smart Factory: So gelingt die Optimierung der vernetzten Fertigung**

Um Fertigungsprozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette digitalisieren zu können, müssen Unternehmen Daten aus verschiedensten Quellen erfassen, konsolidieren und analysieren. Entscheidend dabei ist die Vernetzung von Maschinen und Anlagen einerseits sowie von Produktions- und Planungssystemen andererseits. Möglich machen dies integrierte Plattformen wie COLMINA von Fujitsu, die eine zentrale Überwachung und Optimierung der Fertigung erlauben – etwa mittels Dashboards und künstlicher Intelligenz. Für eine möglichst einfache Implementierung sorgt dabei der modulare Bezug aus der Cloud.

**Fujitsu Technology Solutions GmbH**
Telefon: 00800 37210000*
E-Mail: cic@ts.fujitsu.com
Internet: ts.fujitsu.com

* Kostenfrei aus allen Netzen in Deutschland, Österreich und der Schweiz

DP TECHNOLOGY UND HEXAGON

## Portfolio erweitert

Hexagon AB, ein weltweit tätiger Anbieter von Sensor-, Software-Lösungen, übernimmt CAM-Anbieter DP Technology, eine intelligente Fertigungslösung für maschinelle Bearbeitungsanwendungen. Über eine gemeinsame Schnittstelle und Arbeitsabläufe unterstützt sie alle CNC-Maschinenklassen und ermöglicht die Programmierung, Optimierung sowie Simulation von CNC-Maschinen für ein breites Anwendungsspektrum in der Präzisionsbearbeitung. Das System integriert eine Simulationsplattform für digitale Zwillinge, um Modelle der fertigen Teile, Werkzeuge sowie der CNC-Maschine zu erstellen. KI-basierte Algorithmen lösen die manuelle Dateneingabe ab und geben Maschinenbedienern damit das erforderliche Vertrauen in die Sicherheit und Effizienz Ihrer Fertigungsprozesse. Das Ergebnis: eine vereinfachte Programmierung, eine längere Lebensdauer und optimale Nutzung der Werkzeuge, verkürzte Bearbeitungszeiten sowie höhere Produktivität. Das 1982 gegründete Unternehmen DP Technology mit Sitz in Camarillo, Kalifornien, beschäftigt derzeit rund 260 Mitarbeiter an 27 Standorten weltweit. Dank eines Netzwerks mit 130 Händlern in 44 Ländern ist Esprit weltweite vertreten und verfügt über eine globale Installationsbasis. DP Technology wird in die Sparte Hexagon Manufacturing Intelligence eingegliedert. Der Abschluss der Transaktion (Closing) steht unter dem Vorbehalt der Zustimmung der Aufsichtsbehörden. Der Umsatz im Jahr 2019 betrug 35 Millionen Euro.

GROB WERKE

## Statoren von E-Maschinen richtig herstellen

Bild: Grob Werke

Bei der Herstellung von Statoren, die Teil des Elektromotors sind, stellt das Imprägnieren den letzten Fertigungsschritt dar und dient der Sekundärisolation. Um eine hohe Leistungsdichte der Statoren zu erreichen, sollten alle Luftbläschen innerhalb der Drahtwicklungen mit Isolationsmaterial verdrängt werden, da innerhalb dieser Lufteinschlüsse die Wärmeabfuhr gestört wird und so Hotspots entstehen könnten. Zusätzlich sollen die Kupferwicklungen fixiert werden, sodass keine Relativbewegung mehr zwischen den einzelnen Drähten stattfinden kann und Schäden an den Wicklungen verhindert werden. Darüber hinaus hat das Imprägnierverfahren insbesondere einen Einfluss auf die elektrischen Kenngrößen wie Kapazität und Teilentladung. Neben dem Imprägnieren kommt in der Elektromobilität meistens das Träufel- oder Heiztauch-Verfahren zum Einsatz. Bei Grob hat man sich für das Träufelverfahren entschieden. Dies wird sowohl zum Aufbringen von Harz auf die Wicklung und in die Zwischenräume in der Nut, als auch zur mechanischen Fixierung und zur elektrischen Isolation und damit zur Verbesserung der Wärmeabfuhr eingesetzt. Dabei hat das Träufelverfahren den Vorteil, dass das Harz nur auf die Drahtwicklung appliziert wird und das Statorblechpaket nach dem Imprägniervorgang nicht gereinigt werden muss. Eine von Grob entwickelte Träufelanlage will in diesem Bereich neue Standards bei der Montage von E-Maschinen setzen. Die Anlage besteht aus flexiblen Fertigungszellen und ermöglicht durch einen speziell entwickelten Übergabegreifer eine rotierende Übergabe zwischen dem Träufel- und Aushärtevorgang. Somit können Prozessschritte optimiert, voneinander getrennt und die Zellen modular aufgebaut werden.

INDUSTRIE INFORMATIK

## Neuer COO forciert maßgeschneiderte Dienstleistungsmodelle

Softwareanbieter Industrie Informatik verstärkt mit dem langjährigen Mitarbeiter Markus Mayrhofer seine Führungsebene. Als COO (Chief Operating Officer) zeichnet er sich ab sofort für alle Agenden rund um die Entwicklung des Dienstleistungs- und Serviceangebotes des Fertigungsoptimierers verantwortlich. Mayrhofer ist seit mehr als 25 Jahren im Unternehmen tätig und hat dementsprechend breiten Zugriff auf Produkt- und Unternehmenswissen. Zuletzt leitete er seit knapp 10 Jahren das deutsche und österreichische Consulting-Team bei Industrie Informatik. Sein Posten ist Teil eines langfristigen strategischen Entwicklungsplans, mit dem das Unternehmen seine Führungsstruktur erweitert. Die Bestellung eines COO soll die Erweiterung des Serviceangebotes forcieren. Damit sollen Kundenbeziehungen an wachsende Bedürfnisse angepasst und eine neue Dimension der Dienstleistungsqualität erreicht werden. „Es liegt in unserer Verantwortung, als nachhaltig agierendes Unternehmen tief in den Markt zu schauen und dessen Anforderungen aufzunehmen. Ein Ergebnis daraus sollen maßgeschneiderte Services und flexible Dienstleistungsmodelle sein, die den zukünftigen Anforderungen einer digitalisierten und vollvernetzten Fertigungswelt gerecht werden", erklärt Mayrhofer.

WALTER

## Speziell für Titan entwickelt

Bild: Walter

Walter hat zwei Vollhartmetall-Fräser speziell für Titan im Programm: der MD377 Supreme ist auf die Luft- und Raumfahrtindustrie ausgelegt; der zweite universell einsetzbar. Beide VHM-Fräser eignen sich zum Schruppen, Schlichten und Semi-Schlichten sowie zum Vollnuten, Rampen, Schulter fräsen und Eintauchen; mit der Supreme-Variante lässt sich zudem „Dynamisch Fräsen". Der Advance ohne Innenkühlung kann neben Titan auch Chrom-Nickel- und Stahl-Werkstoffe bearbeiten. Das Programm startet bei Durchmesser 2 Millimeter, was ihn auch für Kleinteile-Fertiger in der Medizintechnik sowie für die Lebensmittel- und Uhrenindustrie interessant macht. Der Supreme-Titan-Fräser mit zentraler Kühlmittelzufuhr brilliert, wenn es um die Bearbeitung von Triebwerkskomponenten und Strukturbauteilen geht. Er erlaubt enge Toleranzen und zeichnet sich durch sein sehr hohes Zeitspanvolumen aus.

Kollaboratives Werkzeugmanagement mit c-Com

Erleben Sie Ihre Werkzeuge wie nie zuvor

c-Com ist eine innovative Softwarelösung zur Optimierung Ihrer Werkzeuge und deren Prozesse.

INNOVATIV, EINFACH, EFFIZIENT.

www.c-com.net

c·Com

# Solide Datenbasis für die **vernetzte Fertigung**

**Um Fertigungsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette digitalisieren zu können, müssen Unternehmen Daten aus verschiedensten Quellen erfassen, konsolidieren und analysieren. Eine zentrale Digitalisierungsplattform für den Shopfloor wie COLMINA von Fujitsu bringt all diese Daten an einem Ort zusammen.**

VON JÖRN NITSCHMANN UND CHRISTOF SCHLEIDT

**DIE DIGITALISIERUNG** von Fertigungsprozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette steht für die meisten produzierenden Unternehmen aus gutem Grund ganz weit oben auf ihrer Agenda. Denn sich – nicht zuletzt aufgrund der Pandemie – rasant verändernde Anforderungen und die daraus resultierende erforderliche Flexibilität der Fertigung bedingen einen ganzheitlichen Ansatz. Es reicht nicht mehr aus, einzelne Planungs- und Produktionsprozesse isoliert voneinander zu optimieren. Entscheidend ist die Vernetzung von Maschinen und Anlagen einerseits sowie von Produktions- und Planungssystemen andererseits. Möglich machen dies integrierte Plattformen, die eine zentrale Überwachung und Optimierung der Fertigung erlauben – etwa mittels Dashboards und künstlicher Intelligenz. Für eine möglichst einfache Implementierung sorgt dabei der modulare Bezug aus der Cloud.

## Zunehmende Datenmenge

Das größte Hemmnis auf dem Weg zur Smart Factory ist für viele produzierende Unternehmen nicht der Mangel an Daten, sondern deren Vielfalt. Denn die Zahl der Maschinen, die kontinuierlich Daten generieren, sowie der IT-Systeme, die Einzug auf dem Shopfloor halten, steigt rapide. Proprietäre Protokolle und isolierte Datensilos tun ihr Übriges, um das durchgängige Erfassen und Optimieren entlang der Supply Chain und der Produktion zu erschweren. Daher zählt es zu den größten Herausforderungen auf dem Weg zur Smart Factory, eine Brücke zwischen der Informationstechnologie (IT) und den Maschinen und Anlagen (Operational Technology, OT) in der Fertigung zu schlagen.

## Zentrale Plattform als Lösung

Gefordert sind daher zentrale Plattformen, mit denen Fertigungsunternehmen ihre Digitalisierungsvorhaben innerhalb der Produktion effizient vorantreiben und die Daten aus der gesamten Wertschöpfungskette erfassen, konsolidieren und analysieren können. Dazu zählen neben Informationen, die Sensoren an Maschinen generieren – Stichwort Internet of Things (IoT) – auch Informationen aus Systemen für Product Lifecycle Management (PLM), Supply Chain Management (SCM), Enterprise Resource Planning (ERP), aus Manufacturing-Execution-Systemen (MES) sowie aus der Lagerverwaltung, Logistik, Wartung und Personalplanung.

Eine zentrale Digitalisierungsplattform für den Shopfloor wie COLMINA von Fujitsu bringt all diese Daten an einem Ort zusammen. Schnittstellen (Application Programming Interfaces, APIs) für unterschiedliche Datenformate und Übertragungszeiten bilden eine offene Architektur im Edge Layer, welche die Anbindung der verschiedensten IT-Systeme, Sensoren, Maschinen oder Industrieroboter ermöglicht. Auch die Anbindung zahlreicher weiterer Anwendungen und Services, etwa von künstlicher Intelligenz für die Qualitätskontrolle mittels bildgebender Verfahren, ist auf diese Weise einfach möglich. Bei Bedarf bietet sich der Einsatz vorgeschalteter Gateways wie Fujitsu INTELLIEDGE an, um Daten bereits im Vorfeld zu filtern, zu aggregieren und zu puffern und so die Datenflut schon am Rand des Netzwerks deutlich zu verringern.

## Strukturierung sorgt für Überblick

In der betrieblichen Praxis liegen die meisten Daten zunächst in einer unstrukturierten Form vor. Daher sorgen Digitalisierungsplattformen mittels eines sogenannten Data Mappings für die Überführung in ein standardisiertes Datenmodell. Damit wird die anschließende Nutzung zahlreicher Services möglich, beispielsweise für Visualisierungen oder Simulationen sowie für vorausschauende Problemerkennung und Wartung (Predictive Maintenance). Ein sogenanntes Intelligent Dashboard zeigt, ob ein Fertigungssystem oder eine Prozesskette reibungslos funktionieren oder Warenknappheit, Personalmangel oder Maschinenstillstände den Eingriff durch Produktionsplaner oder Techniker erfordern. Idealerweise stehen dabei unterschiedliche Betrachtungsebenen auf alle Abläufe zur Verfügung, zum Beispiel auf eine Produktionslinie oder auf eine einzelne Maschine. Dadurch profitieren die verschiedensten Gruppen im Unternehmen – vom operativen Mitarbeiter im Shopfloor bis hin zum Management.

## Solide Datenbasis anstatt nur Bauchgefühl

Spezifische Ende-zu-Ende-Lösungen („Szenarien“) bereitzustellen gehört zu den elementaren Aufgaben einer Digitalisierungsplattform wie COLMINA. Solche Szenarien sind beispielsweise die

Bild: GettyImages

Reaktion auf unerwartete Einflüsse auf bestehende Produktionsabläufe, die bestmögliche Terminierung von Spezifikationsänderungen sowie die Planung und Überwachung der verfügbaren Ressourcen. Hilfreich sind dabei standardmäßig berechnete KPIs. Darüber hinaus lassen sich auch eigene Kennzahlen integrieren. Damit muss die Entscheidungsfindung bei unvorhergesehenen Ereignissen nicht mehr auf dem Bauchgefühl des Produktionsleiters beruhen. Sondern er kann seine Entscheidungen durch die Simulation unterschiedlicher Handlungsoptionen fundiert treffen.

## Optimales Timing

Ein Beispiel für ein solches Szenario ist die Terminierung von Spezifikationsänderungen: Sie ermöglicht Fertigungsunternehmen, das optimale Timing aller von einer Artikelumstellung betroffenen Produkte unter Berücksichtigung vorhandener Lagerkapazitäten zu bestimmen. Dabei betrachtet man die Auftragsplanung, die Materialbeschaffung, die Lagerhaltung und die Montage. Dies ist eine hochkomplexe Aufgabe, die sich aufgrund der Vielzahl an zu berücksichtigenden Parametern nicht im Kopf lösen lässt – insbesondere dann, wenn mehrere Stücklisten betroffen sind. Moderne Digitalisierungsplattformen zeigen in einem solchen Fall auf, welche Aufträge noch auf Basis der alten Spezifikationen abgewickelt werden und ab wann die neue Produktversion ausgeliefert wird. Dabei berücksichtigen sie den Materialbestand und stellen sicher, dass der Sicherheitsbestand mit möglichst geringem Risiko verbraucht wird. Die Ergebnisse einer solchen Simulation gewährleisten einen kontinuierlichen Produktionsbetrieb, ohne dass man parallel Bestände vom Vorgänger- und Nachfolgeartikel im Lager vorhalten muss.

## Auswahlkriterien für eine Digitalisierungsplattform

Aus Ressourcengründen können und wollen die wenigsten Unternehmen schlagartig alle Prozesse auf einen Streich digitalisieren. Die „digitale Revolution" findet in der Praxis eher als Evolution in vielen kleinen Schritten statt. Daher ist ein modularer Aufbau einer zentralen Digitalisierungslösung empfehlenswert – etwa mittels Container innerhalb einer Kubernetes-Architektur. Dies stellt sicher, dass Entscheider individuell wählen können, welche Services sie in ihrem Unternehmen nutzen möchten. Bei diesem Ansatz bezahlt man nur diejenigen Funktionalitäten, die auch tatsächlich genutzt werden. Diese Skalierbarkeit ermöglicht es, sich zunächst im Rahmen kleinerer Projekte mit der Plattform vertraut zu machen und die Einsatzbereiche dann schrittweise auszubauen.

Zudem ist es wichtig, dass Unternehmen beim Betrieb der Plattform zwischen verschiedenen Modellen wählen können. Die Bandbreite reicht von der Implementierung im eigenen Rechenzentrum, dem Bezug als Service aus der Cloud oder im Rahmen einer hybriden Cloud. Denn nicht jede Firma ist bereit, vertrauliche Fertigungsdaten in einer Public Cloud zu speichern und zu verarbeiten. Andere Unternehmen wiederum wollen den Aufwand vermeiden, eigene Server zu betreiben und zu warten. Ebenso wichtig ist es, bereits im Vorfeld die verschiedenen Stakeholder aus Produktion und IT zu involvieren und gemeinsam eine Digitalisierungsstrategie zu erarbeiten. Aufgrund des komplexen Themas und der Vielzahl unterschiedlicher Erwartungen ist hier ein Co-Creation-Ansatz hilfreich. Dabei entwickeln interne und externe Fachleute in enger Zusammenarbeit eine individuell maßgeschneiderte Digitalisierungslösung. Gerade bei einem hoch sensiblen Projekt wie dem Aufbau einer vernetzten Fertigung ist ein unverstellter Blick von außen in vielen Fällen hilfreich. Denn die Expertise und Hilfe einer neutralen Instanz kann dazu beitragen, existierende Hürden zu überwinden und den Weg zu einer Smart Factory zu ebnen. rt

**Jörn Nitschmann** ist Head of Manufacturing & Automotive Central Europe bei Fujitsu.
**Christof Schleidt** ist Head of Sales & Business Development, Connected Services Manufacturing & Automotive bei Fujitsu.

## Praxisbeispiel Intel: Shopfloor-Daten effizient nutzen

Zu den Unternehmen, die COLMINA bereits einsetzen, zählt der Halbleiterhersteller Intel. Die Digitalisierungsplattform kommt im Werk Penang in Malaysia zum Einsatz und stellt Informationen über den Status der Produktionslinien bereit. Die Lösung, die Fujitsu gemeinsam mit Intel entwickelt hat, verarbeitet und visualisiert IoT-Daten aus dem Shopfloor. Auf Basis dieser Daten konnte Intel mit COLMINA die Effizienz der Fertigung optimieren und beispielsweise die Frachtkosten um rund 30 Prozent senken.

**Intelligentes Dashboard: COLMINA visualisiert sämtliche Produktionsdaten. Die Abbildung zeigt die Daten aller Aggregationsebenen – von Drill-Down bis Roll-Up.** Bild: Fujitsu

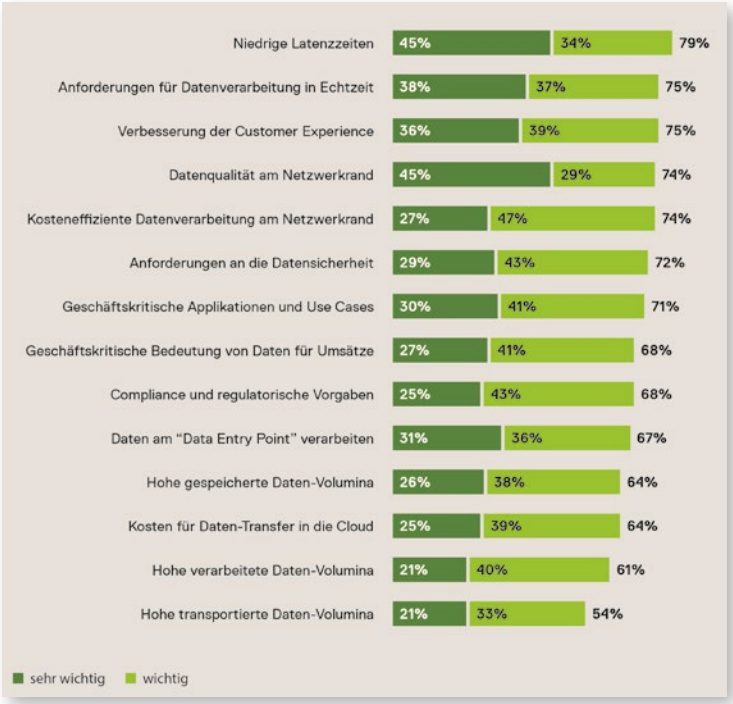
# Edge Computing für bessere Entscheidungen in Echtzeit

**Industrie, Fertigung und Produktion sind gegenüber IoT-Anwendungen am Netzwerkrand grundsätzlich offen. Die realisierbaren, geschäftlichen und operationalen Vorteile sprechen für deren schnelle Einführung. Häufig jedoch fehlt noch eine erfolgsversprechende und zukunftssichere Strategie.**

VON SANJAY TYAGI

**DENKT MAN** an Produktionsstraßen und Industrie-Anwendungen, dann ist Edge Computing, also das Erfassen, Analysieren und Auswerten von Daten direkt vor Ort keine vollkommen neue Erfindung. Allerdings hat Edge Computing erst in den letzten zwei bis drei Jahren so richtig Fahrt aufgenommen – angetrieben vor allem durch hoch performante Hardware-Ressourcen und KI-basierte Analyse-Algorithmen. Die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) hat sich als ein wichtiger Anwendungsfall auf breiter Ebene durchgesetzt. Denn zu groß sind die Risiken durch einen Komplettausfall kritischer Systemkomponenten, die im schlimmsten Fall Teile der Produktion für Stunden oder Tage lahmlegen können.

Aber auch die Qualitätskontrolle in Echtzeit direkt vor Ort, die Prozessautomation sowie eine sichtbare und steuerbare Lieferkette profitieren von den Vorteilen, die moderne Edge-Technologien heute bieten. Erfolgreiche und einen Mehrwert generierende Anwendungsfälle ziehen sich quer durch alle Branchen, wie etwa die Fertigungsindustrie, den Handel, das Gesundheitswesen, Transport, Logistik oder Energiewirtschaft. Dazu passt, dass 73 Prozent der für eine 2019 veröffentlichte Studie von Forrester weltweit befragten Unternehmen bereits eine IoT-Lösung implementiert haben oder gerade dabei sind, Business-Potenziale durch Pilotprojekte auszuloten.




**Diese Vorteile nannten die befragten Entscheider für die Einführung einer analytischen IoT-Edge-Lösung.** Quelle: Forrester/Dell Technologies

## Erzeugung großer Datenmengen

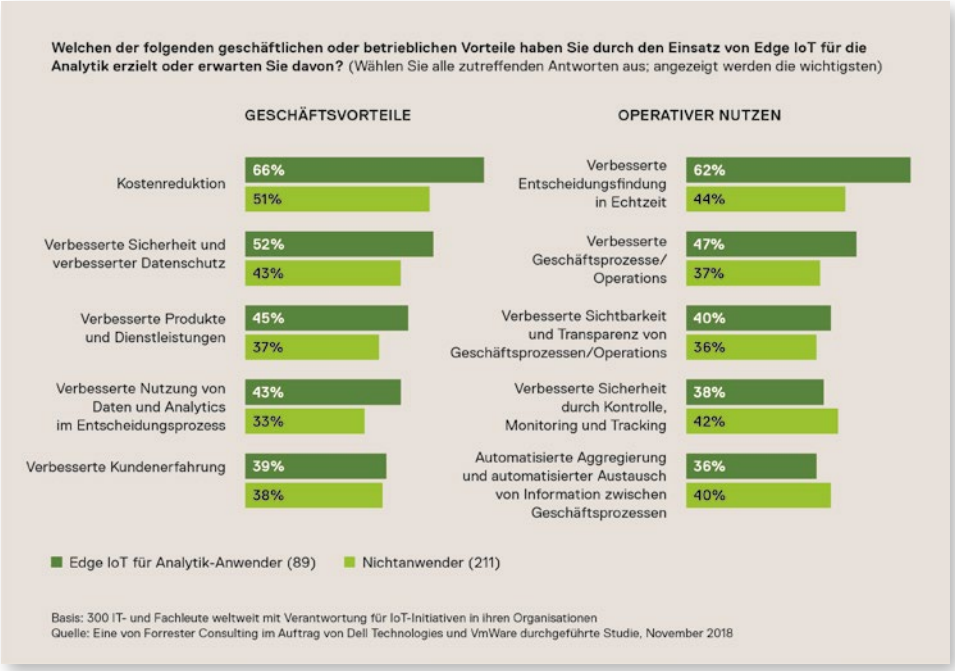
Dabei spricht vieles dafür, die Daten direkt vor Ort am Data Entry Point zu analysieren und auszuwerten, denn die generierte Datenmenge ist gigantisch: So erzeugt etwas eine einzelne Flugzeugturbine pro Minute rund 333 Gigabyte an Daten, eine mittelgroße Erdöl-Plattform bringt es auf sieben bis acht Terabyte pro Tag und ein autonomes selbstfahrendes Fahrzeug generiert pro Tag ein ganzes Petabyte. Diese großen Daten-Volumina zur Analyse in die Cloud oder ins Rechenzentrum zu transferieren, würde nicht nur enorme Kosten verursachen. Auch die zu erwartenden höheren Latenzzeiten, die ein Transfer mit sich bringt, würden den Anforderungen an schnelle Entscheidungen in Echtzeit nicht gerecht werden.

Effizienter und zielführender ist es also, die anfallenden Daten direkt am Ort ihrer Entstehung auszuwerten, was zum Beispiel mit kompakten und leistungsstarken Micro-Rechenzentren problemlos möglich ist. Solche Micro-Rechenzentren sind für Unternehmen eine Investition in die Zukunft, denn die Datenmengen werden zukünftig weiter zunehmen. Experten von Dell Technologies und IDC rechnen bis 2025 mit einem Anstieg auf weltweit 175 Milliarden Terabyte.

## Kostenreduzierung durch Automatisierung

Entscheider erwarten von smarten IoT-Lösungen eine Menge geschäftlicher und operativer Vorteile und haben ihren Mehrwert teilweise bereits in der unternehmerischen Praxis realisiert. An erster Stelle auf der Agenda der zu erwartenden Business-Vorteile stehen Kostenreduktionen durch Automatisierung sowie schnellere Entscheidungen, weil die Daten direkt vor Ort mithilfe von Analyse-Algorithmen ausgewertet werden. Auch eine erhöhte Sicherheit und insgesamt verbesserte Produkte und Dienstleistungen – zum Beispiel durch eine wirksamere Qualitätskontrolle im Produktionsprozess – erwarten sich Entscheider von analytischen IoT-Lösungen am Netzwerkrand.

Zu den operativen Vorteilen zählen für C-Level-Entscheider und Manager vor allem bessere Entscheidungen in Echtzeit, schlankere Geschäftsprozesse und eine insgesamt erhöhte Sichtbarkeit und Kontrolle von Prozessen und Betriebsabläufen. Unternehmen, die bereits analytische IoT-Lösungen am Netzwerkrand einsetzen, bewerten die realisierbaren Mehrwerte aufgrund ihrer Erfahrung fast immer höher als diejenigen Unternehmen, die damit noch keine Praxiserfahrung gemacht haben.




**Kostenreduktion und qualitativ bessere, auf Daten basierende Entscheidungen in Echtzeit sind die wichtigsten Vorteile von Edge Computing.** Quelle: Forrester/Dell Technologies

## Komponenten einer Smart Factory

Automatisierung, das industrielle Internet der Dinge (IIoT) und fundierte, auf Daten basierende Entscheidungen in Echtzeit sind wichtige Komponenten einer Smart Factory, die auch direkte Feedback-Schleifen zwischen Kunden, Lieferanten, Produktion sowie Forschung und Entwicklung in die Geschäftsprozesse einbezieht. Hersteller stehen deshalb dem Edge Computing positiv gegenüber.

Laut Untersuchungen von The Manufacturer sind 87 Prozent der Unternehmen bereit, mehr Mittel in neue Technologien zu investieren, um ihre Produktivität zu erhöhen. 79 Prozent sind davon überzeugt, dass diese Technologien ihnen helfen, neue Kunden zu gewinnen. Eine Studie von Dell Technologies zeigt zudem, dass mehr als 50 Prozent konkret planen analytische IoT-Lösungen am Netzwerkrand zeitnah zu implementieren.

Produzierende Unternehmen sollten dabei systematisch und Schritt für Schritt vorgehen, um ihre Edge-Computing-Strategie in die Tat umzusetzen. Zunächst einmal heißt es, Abschied nehmen von Legacy-Anwendungen und Technologie-Silos, die immer auch dazu führen, dass einzelne Geschäftseinheiten still, leise und isoliert vor sich hin werkeln. Allerdings müssen Planung, Produktentwicklung, Produktion sowie das Kunden-, Lieferanten- und Anlagen-Management eng zusammenarbeiten und abteilungsübergreifend Use Cases identifizieren, um die mittel- und langfristigen strategischen Ziele zu erreichen.

## Hochskalierbare Speichersysteme

Je mehr IoT-Lösungen im Einsatz sind, desto größer wird auch das Volumen der Daten, die erfasst, verarbeitet und evaluiert werden müssen – am Netzwerkrand, aber auch On Premises und in der Cloud. Deshalb muss die Infrastruktur den gestiegenen Anforderungen nicht nur aktuell, sondern auch in Zukunft gewachsen sein. Flexible und vor allem hochskalierbare Speichersysteme bieten dafür eine leistungsstarke Grundlage, um mit Hilfe von Analytics-Software nur die wertvollen Informationen an Auswertungs-Algorithmen in der Cloud zu senden.

Edge Computing bietet Unternehmen zahlreiche Vorteile technischer Art, etwa die Verringerung des Datenverkehrs, die Erhöhung der Skalierbarkeit und eine bessere Qualitätskontrolle. Aber viele Betriebe beklagen in Umfragen zu Edge Computing ein Know-how-Defizit. Daher sollten sie schnellstmöglich Expertise beim Edge Computing aufbauen. Denn als ein Teilaspekt von Industrie 4.0 bietet Edge Computing ein gigantisches Optimierungspotenzial. sg

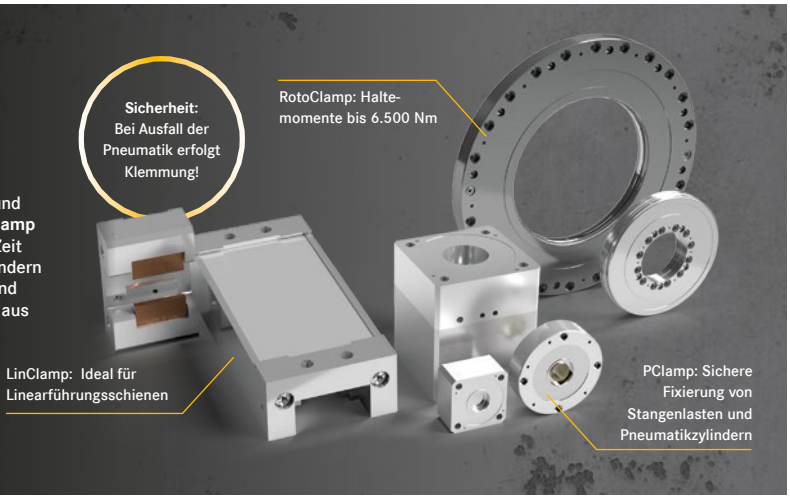
**Sanjay Tyagi ist Vice President, OEM Solutions EMEA, bei Dell Technologies.**

Schnell und sicher fixiert

KLEMM- UND BREMS-SYSTEME VON HEMA

Die pneumatischen Klemm- und Bremssysteme von HEMA stoppen und halten bewegte Massen in zahlreichen Anwendungen. Mit der **RotoClamp** wird die Maschinenachse bei Druckluftausfall innerhalb kürzester Zeit fixiert. Für das sichere Halten von Stangenlasten oder Pneumatikzylindern ist die **PClamp** ideal. Sollen Massen in axialer Richtung gebremst und gehalten werden, empfiehlt HEMA die **LinClamp** mit Bremsbelägen aus Sintermetall und Klemmbelägen aus Werkzeugstahl.

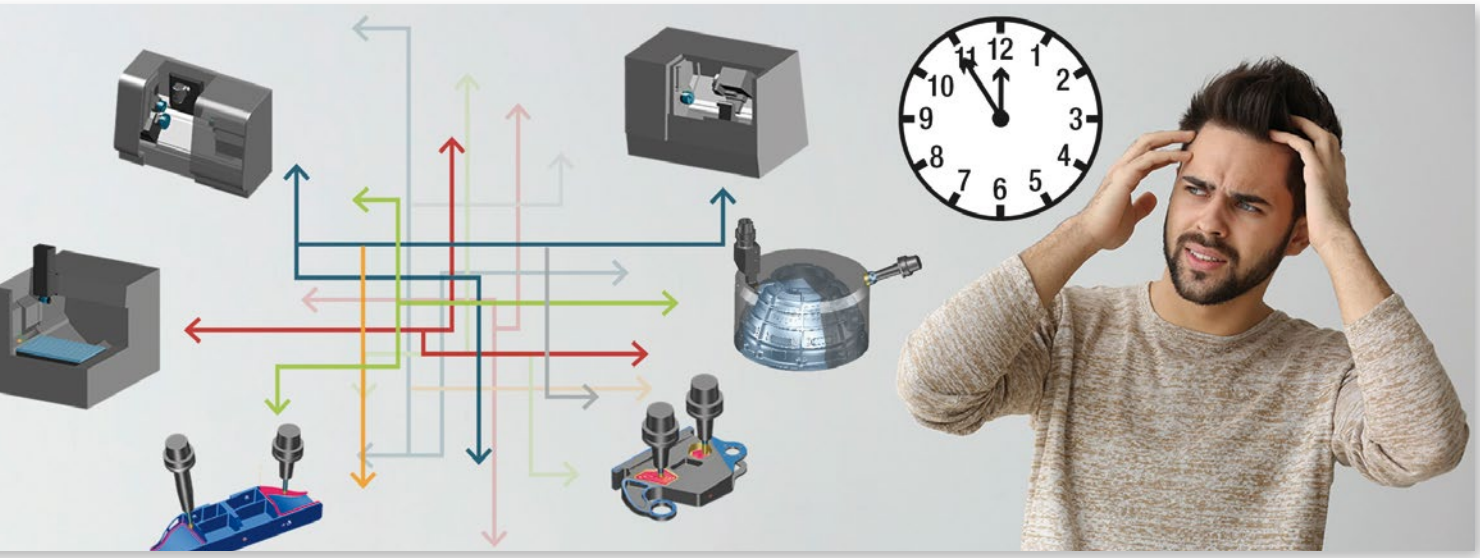
HEMA Maschinen- und Apparateschutz GmbH
Am Klinggraben 2 | 63500 Seligenstadt
Tel.: +49 6182 773-0 | info@hema-group.com
www.hema-group.com



# Von der **Basis** aus denken

**Nicht alle Fertigungsunternehmen und Maschinenbauer haben bereits „ihren Weg" in das Digitalisierungs-Zeitalter gefunden. Welche Rolle spielt das richtige CAM-System und wie kann es den Weg weisen?**

VON REINER SCHMID



**Evolution: Dass etwas nicht mehr stimmt, zeigt sich oft in allen Bereichen einer Fertigungskette. Die richtigen Systeme können die komplexen Fertigungsabläufe abbilden, die Effizienz steigern und die Grundlage für weitere Digitalisierung schaffen.**

**PARADEBEISPIEL** für Fertigungsunternehmen sind die Maschinenbauer und noch dazu gilt der Maschinen- und Anlagenbau als eines der wichtigsten Standbeine der deutschen Wirtschaft. Dabei wird es dort stetig komplexer, gerade in der Welt der Einzelteil- und Kleinserienfertigung. Werkstücke, Fräswerkzeuge, Werkzeugmaschinen und Bearbeitungstechnologien entwickeln sich rasant. Und auch die Anforderungen an Planung, Steuerung und Optimierung der Fertigungsabläufe steigt stetig.

Wirtschaftlich zeichnet sich dagegen eine negative Entwicklung ab, und dies nicht erst seit Ausbruch der Coronavirus-Pandemie. Bereits im Dezember letzten Jahres meldete der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) beim Produktionsvolumen für die letzten drei Quartale (Stand Ende Oktober) ein Minus von rund 1,8 Prozent.

## Evolutionäre Entwicklung

Sicher ist: Wer auf Dauer konkurrenzfähig sein will, muss digital werden – und automatisierte Lösungen einsetzen. Die meisten Unternehmen haben den dringenden Handlungsbedarf erkannt. Doch gerade mittelständische und kleine Betriebe – die zum Teil noch an der Maschine programmieren – fühlen sich oft von der Digitalisierung mit ihren nahezu unendlich vielen Möglichkeiten überfordert.

Digitalisierung ist aber nicht nur komplex – paradoxerweise hilft sie gleichzeitig dabei, Komplexität zu reduzieren. Und selbst wenn der Begriff neu sein mag, der digitale Zwilling ist kein Phänomen von Industrie 4.0. Denn Unternehmen, die bereits CAD/CAM-Software zur NC-Programmierung einsetzen, sammeln damit per se wertvolle Daten und können auf dieser Grundlage aufbauen.

Digitalisierung ist also keine revolutionäre Umkehr – sondern eine evolutionäre Entwicklung. Und Unternehmen können die maßgeblichen Grundlagen für ihren Weg in die Digitalisierung schrittweise und mit überschaubarem Aufwand meistern, mit stets messbaren Erfolgen.

## 1. Die Basis schaffen

Die Grundlage für eine erfolgreiche Digitalisierung in allen Fertigungsunternehmen ist ein modernes CAD/CAM-System, das die Bandbreite der Werkstücke in ihrer Komplexität abbilden kann. „Entwickeln direkt an der Maschine" mag im Alltag praktisch erscheinen, doch auf Dauer ist es ineffizient, treibt die Kosten – und untergräbt die Zukunftsfähigkeit, wenn Arbeitsergebnisse gar nicht, oder nur im Datensilos verfügbar sind. Umgekehrt ist die Investition in eine passende CAD/CAM-Software ein großer Schritt – jedoch in die unerlässliche Richtung.

Welchen Schub der Umstieg auf ein zukunftsfähiges CAD/CAM-System mit sich bringt, wird deutlich, wenn man sich die wichtigsten Auswahlkriterien verdeutlicht: Allen voran werden die Werkstücke komplexer und variantenreicher. Es gilt daher, mehrere Fertigungstechnologien und Anstellungen von der prismatischen Bearbeitung bis hin zur 3D-Bearbeitung und Drehbearbeitung – zum Teil mit Zwischenschritten wie Härten und Maschinenwechseln – in Kombination zu unterstützen. Ganz zu schweigen von

der Notwendigkeit, Form- und Lagetoleranzen sowie Mittentoleranzen gesichert einzuhalten.

Bedingt durch Teilegröße und Komplexität sind unter Umständen auch die Datenvolumina beträchtlich. So erhöhen etwa Spannmittel und Aggregate, die in die NC-Programmierung übernommen werden müssen, die Datenmengen zusätzlich. Auch damit muss die Software zurechtkommen.

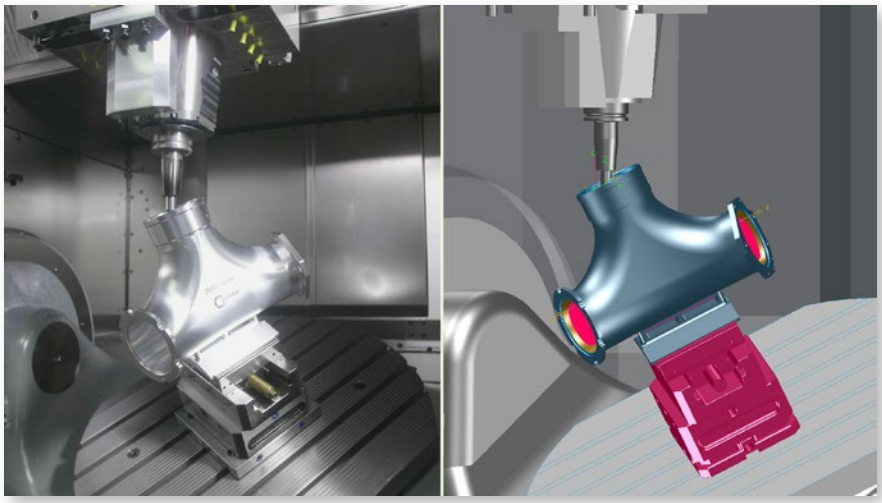
Ein gutes System bietet zudem leistungsstarke Schnittstellen zu allen gängigen CAD-Systemen, zu externen Technologiedatenbanken sowie zu Werkzeugdatenbanken und Messsystemen. Fertigungsgerechte Konstruktions- und Aufbereitungsfunktionen, durchgängige Integration aller für den Maschinenbau relevanten CAM-Fertigungstechnologien wie 2,5-D-Bearbeitung, 3-achsige und 5-achsige simultane Bearbeitung oder Drehbearbeitung sollten ebenfalls gewährleistet sein.

Weitere wichtige Features sind: Effiziente Schablonentechnologie für die automatisierte NC-Programmierung, Nutzung digitaler Zwillinge für zuverlässige Simulation und Kollisionsprüfung sowie die Anbindung an MES-Lösungen (Manufacturing Execution Systems). Darüber hinaus sollte der CAD/CAM-Anbieter der Wahl flankierende Maßnahmen anbieten und seine Kunde aktiv bei Strukturierungsmaßnahmen und Veränderungsprozessen unterstützen können.

## 2. Phase für Phase – Umstieg in Etappen

Die zwei ersten Meilensteine auf dem Weg sind die Digitalisierung der Fertigungsumgebung und die Digitalisierung des Fertigungswissens. Ein dritter ist die Digitalisierung der Fertigungsabläufe.

**Digitalisierung der Fertigungsumgebung:** Ziel ist es, sämtliche Komponenten der realen Fertigungswelt vollständig als digitale Zwillinge in virtuellen Datenbanken abzubilden. Dazu zählen alle 3D-Werkzeug-Komponenten mit Sachmerkmalen wie Länge, Durchmesser und Typ sowie Technologiedaten und punktgenauen Schnittwerten, alle Maschinen mit sämtlichen Komponenten und Kinematiken, Aggregate und Spannmittel. Auf dieser Basis sorgen Postprozessoren dafür, dass die Bearbeitungszentrenn sich 1:1 so verhalten wie die digitalen Zwillinge. Dieser Meilenstein sichert dem Unternehmen bereits zahlreiche Verbesserungen im Arbeitsablauf: Die Maschinenlaufzeiten lassen sich einfacher berechnen, verbesserte Simulationen und Kollisionsprüfungen sorgen für mehr Sicherheit und beim Umspannen lässt sich das Bauteil präzise übergeben. Vor diesem Hintergrund wird auch die mannarme Fertigung greifbare Realität.



**Grundlage ist die Abbildung der realen Fertigungsumgebungen in der digitalen Welt – davon ausgehend lassen sich viele Optimierungen bereits direkt umsetzen.** Bilder: Tebis

**Digitalisierung des Fertigungswissens:** Die nächste Stufe der Digitalisierung – die zeitlich durchaus entzerrt von der ersten Phase erfolgen kann – ist die Digitalisierung des Fertigungswissens. Ziel ist es, das komplette Fertigungswissen des Unternehmens in virtuellen Datenbanken zu hinterlegen und jederzeit verfügbar zu machen. Dazu zählen etwa: Geometrievorlagen für Konstruktion und Fertigungsaufbereitung, standardisierte NC-Sequenzen, NC-Vorlagen für gleiche und ähnliche Fertigungsaufgaben sowie Vorlagen zur NC-Dokumentation. Einige der Vorteile dieser Umstellung liegen direkt auf der Hand – so lassen sich etwa neue Mitarbeiter wesentlich schneller einarbeiten, anwenderbedingte Fehler bei der NC-Programmierung vermeiden und eine gleichbleibende Qualität der Fertigungsergebnisse sicherstellen. Zudem ist die NC-Programmierung an der Maschine damit Vergangenheit – und die Basis für Planung und Steuerung mit einer MES-Software ist ebenfalls bereits gelegt. Darüber hinaus kann ein Unternehmen so einfacher und schneller auf neue Kunden- und Marktanforderungen reagieren. Dazu zählt etwa auch eine größere Branchenunabhängigkeit, da sich neue Bauteilspektren besser integrieren lassen.

**Digitalisierung der Fertigungsabläufe:** Bei dieser Phase der Digitalisierung geht es um die zunehmende horizontale Vernetzung. Alle wirtschaftlichen, technischen, logistischen und organisatorischen Prozess-Stationen sind digital abgebildet und miteinander vernetzt: Die Automatisierung der Fertigung ermöglicht die automatische Bestückung der Maschine, Beschaffungs- und Lieferantenmanagement werden digitalisiert und die CAM-Arbeitsplätze vernetzt. Die zunehmende horizontale Vernetzung bewirkt die optimale Auslastung des Maschinenparks und vieles mehr.

## Erste Schritte und mehr Effizienz

Die Herausforderungen der Digitalisierung sind vielfältig. Jedes zukunftsorientierte Unternehmen muss sich früher oder später auch mit weiteren Themen wie Sensorik, Automatisierung mit Robotik, Künstlicher Intelligenz, Augmented Reality, mit neuartigen Geschäftsmodellen und flexiblen horizontalen Wertschöpfungssystemen auseinandersetzen.

Doch um für das Thema Digitalisierung gerüstet zu sein, ist es sinnvoll, zunächst die passsende und tragfähige Voraussetzungen zu schaffen. Danach ist ein Umstieg in kleinen Etappen ideal, um das Unternehmen und die Mitarbeiter nicht zu überfordern. Und: aus der Digitalisierung der Fertigungsumgebung und des Fertigungswissens ziehen viele Unternehmen bereits heute unfassbar fassbaren Mehrwert: Kürzere Laufzeiten und eine gestiegene Effizienz sorgen bei ihnen für mehr Konkurrenzfähigkeit am Markt. jbi

**Reiner Schmid ist Abteilungsleiter Produktmanagement bei der Tebis AG.**

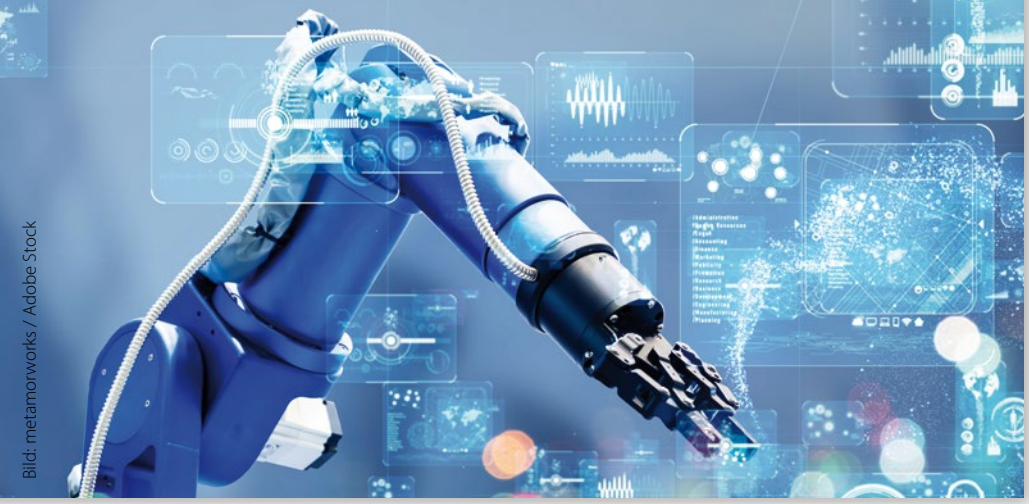


Bild: metamorworks / Adobe Stock

# Wer IIoT sagt, muss auch Cloud sagen

**Längst ist nicht mehr die Frage, ob produzierende Unternehmen IoT im Industrieumfeld (IIoT) nutzen werden, sondern wann – und vor allem wie. Denn wer hier auf die Cloud setzt, profitiert von einer ganzen Reihe von Vorteilen. Doch wie hostet man eine zentrale IIoT-Plattform: in der Private Cloud, Public Cloud oder als hybrides Cloud-Modell?**

VON BJÖRN BARTHEIDEL

**WER VOM IIOT** spricht, denkt in erster Linie an eine zentrale Plattform, mit der in einer vernetzten Produktion Anlagen und Prozesse zentral überwacht und gesteuert werden. Das ist prinzipiell richtig, greift aber inhaltlich zu kurz, denn das IIoT ist weit mehr als die bloße Digitalisierung und Automatisierung vorhandener Kapazitäten. In Verbindung mit der Cloud bildet es die Grundlage für neue Geschäfts- und Servicemodelle. Moderne Industrieunternehmen begreifen sich als Dienstleister, die sich mit Value Added Services von ihren Mitbewerbern abheben. Das geht so weit, dass einige Hersteller teilweise nicht mehr ihre Maschinen, sondern deren Laufzeit verkaufen, im Sinne einer Uptime-as-a-Service.

Unabhängig davon, ob Unternehmen ein solches Servicemodell ins Auge fassen, oder in erster Linie daran interessiert sind, den Ablauf ihrer Produktion und ihr bestehendes Angebot zu optimieren – am Anfang steht immer ein aufwendiger Planungs- und Implementierungsprozess, bei dem viele Faktoren berücksichtigt werden müssen.

Einer dieser Faktoren ist die gewünschte Softwareumgebung, die hinter der genutzten IIoT-Plattform steht. Sie schafft die digitalen Rahmenbedingungen für eine optimale Nutzung der vernetzten Anlagen. Viele Unternehmen setzen hierfür die SAP Digital Manufacturing Suite ein, die sich aus verschiedenen Anwendungen zusammensetzt. So steuert und überwacht SAP Manufacturing Execution (ME) sämtliche Fertigungsprozesse, während SAP Manufacturing Integration & Intelligence (MII) die relevanten Produktionsdaten vertikal in bestehende SAP-ERP-Systeme integriert. In der Praxis bedeutet das zum Beispiel, dass eine vernetzte Produktionsmaschine nicht nur erkennt, dass ein bestimmtes Ersatzteil wegen Verschleiß bald ausgetauscht werden muss. Durch Anbindung der IIoT-Plattform an das ERP-System kann sie sogar autonom das passende Ersatzteil ordern, bevor es zu einem plötzlichen Betriebsausfall kommt, der hohe Kosten verursachen kann.

Die Vorteile einer zentralen IIoT-Plattform kommen allerdings nur in Verbindung mit einer gewissen Flexibilität und Skalierbarkeit voll zum Tragen. Diese Agilität ist bei einem Betrieb im eigenen Rechenzentrum oft schwer oder gar nicht umzusetzen – schon allein deswegen, weil alle Anwendungen und Softwarelösungen manuell installiert, aktualisiert und überwacht werden müssten.

Wer eine zentrale IIoT-Plattform effizient nutzen möchte, muss zumindest einen Teil der Prozesse und Workloads in die Cloud verlagern. Gerade die Nutzung der Public Cloud über einen Hyperscaler eignet sich in diesem Zusammenhang als architektonische Grundlage. Hier fließen im Hintergrund Datenströme aus unterschiedlichen SAP-Applikationen, aus IIoT-spezifischen Apps und anderen Systemen zusammen und werden intelligent zwischen den angeschlossenen Ebenen verteilt und analysiert. Da die Ergebnisse dieser Analysen gleich wieder zurückgespielt werden, ist die Systemlandschaft immer auf dem neuesten Stand.

## Erstellung digitaler Zwillinge

So können Unternehmen beispielsweise SAP Asset Intelligence Network (SAP AIN) nutzen, um einen digitalen Zwilling von jedem Produkt zu erstellen, der sämtliche Daten und Informationen zu Produkthistorie, Betriebsdaten, Servicedaten und Dokumentationen enthält. Die Analyse dieser Daten erfolgt dann entweder durch eine SAP-eigene Lösung oder über eine bereits bestehende Analytics-Anwendung, je nach Ausgangssituation und Präferenz des Betreibers.

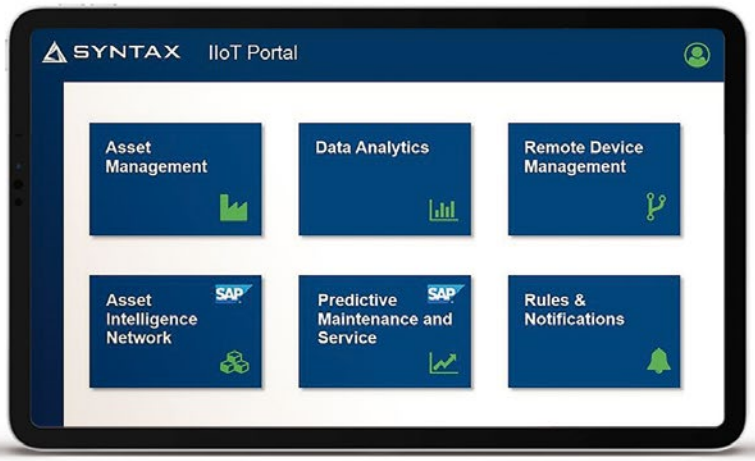
Und auch hinsichtlich der Betriebskosten spielt die Public Cloud ihre Vorteile aus: Die flexiblen Betriebsmodelle erlauben es Unternehmen, die benötigten Kapazitäten je nach Produktionsvolumen und Chargengröße anzupassen und nur für den Leistungsumfang zu zahlen, den sie auch tatsächlich nutzen.

## Eine App für jeden Zweck

Spezielle und individualisierte Anwendungen sind ein wichtiger Faktor beim Einsatz einer zentralen IIoT-Plattform – und damit ein weiteres Argument für deren Betrieb in der Public Cloud über einen Hyperscaler. So bietet beispielsweise Amazon Web Services (AWS) Basisbausteine für die App-Entwicklung an, etwa für Datenspeicherung, Datenanalysen und KI-basierte Technologien wie Machine Learning. Dank dieser Services wird die Cloud-Plattform von einer Be-

triebsumgebung zu einer kreativen Entwicklungsplattform erweitert und damit zum Ausgangspunkt neuer IIoT-Projekte auf Basis spezialisierter Anwendungen.

Damit der Entwicklungs- und Anpassungsprozess von Applikationen auf dieser Plattform agil und schnell ablaufen kann, stellen versierte IT-Dienstleister ihren Kunden Templates auf Basis dieser praxiserprobten „Bausteine" zur Verfügung. So entstehen im Handumdrehen Apps, die zum Beispiel Anomalie-Daten auswerten können, um Fehlerquellen auf den Grund zu gehen oder sogar die Kundenkommunikation in Gang setzen, etwa um Anwender auf neue Modelle oder Zusatzservices aufmerksam zu machen.




**Das Cloud-basierte IIoT-Portal von Syntax integriert Daten aus SAP- und anderen IT-Systemen.**
Bild: Syntax

### Die richtige Mischung entscheidet

Sämtliche Vorteile des IIoT lassen sich vollumfänglich nur über einen Betrieb in der Cloud ausspielen. Allerdings gibt es auch hier Einschränkungen: Ist beispielsweise die Latenzzeit bei der Übertragung von produktionsrelevanten Daten zwischen Anlage und Cloud zu groß, kann dies zu Problemen im Betriebsablauf führen. Und auch die Speicherung und Nutzung produktionsrelevanter Daten darf in vielen Unternehmen aus Sicherheits- und Compliance-Gründen nur im eigenen Rechenzentrum vor Ort stattfinden.

Doch welche Daten, Prozesse und Workloads bieten sich für einen Betrieb in der Cloud an, und welche Kapazitäten sollten sogar eher weiterhin On Premises betrieben werden? Auf diese Frage gibt es keine universelle Antwort. Meist empfiehlt sich zwar ein hybrides Cloud-Modell aus Public und Private Cloud sowie einem Betrieb vor Ort, doch die richtige Mischung hängt von der individuellen Situation ab.

Um bei dieser Fülle an Möglichkeiten und potenziellen Stolperfallen den Überblick zu behalten und Fehlentscheidungen zu vermeiden, sollten sich Verantwortliche einen Partner mit ins Boot holen. Der sollte ein gutes Verständnis der branchenspezifischen Besonderheiten mitbringen. Dann steht der optimalen Nutzung des IIoT in einer individuell gestalteten Cloud-Umgebung zur Erschließung neuer Umsatzmodelle nichts mehr im Wege. sg

**Björn Bartheidel ist Vice President Intelligent Industry Services bei Syntax.**

ANZEIGE

## CLOCKWORX:

# Warum ERP keine Patentlösung ist

**Das Einheitsdenken bezüglich betriebswirtschaftlicher Systeme hat zu kostspieligen Ergebnissen geführt. Höchste Zeit, etwas zu ändern!**

**Wer sind Sie?**
Ich bin Christopher Caruk und habe über 35 Jahre mit Produzenten gearbeitet, hatte zahlreiche Funktionen wie CTO inne und bin jetzt CEO von Clockworx.

**Ist Ihnen bei den Systemen der Produzenten ein Muster aufgefallen?**
Betriebswirtschaftliche Systeme können Produzenten behindern. Dies ist umso offensichtlicher, je grösser sie sind. Jeder Geschäftsbereich nutzt die bestmögliche Software und speichert Daten. Unternehmensweite Prozesse werden oft mit Excel zusammengefügt. Es ist unmöglich, die Leistung zu überwachen, Berichte schnell zu erstellen oder Automatisierungen systematisch einzusetzen. Unternehmen einer gewissen Größe wollen komplette ERP-Lösungen und die machen ihre bisherigen Programme häufig sofort oder später überflüssig. So oder so führt dies zu Destabilisierungen und wird teuer.

**Christopher Caruk ist CEO von Clockworx.**
Bild: Clockworx

**Worauf sollten Produzenten ihre Zeit und Energie konzentrieren?**
Wichtig ist, gleich einmal die Aktivitäten aufeinander abzustimmen. Auch ein schlechtes Wissensmanagement birgt ein geschäftliches Risiko. Finden Sie heraus, wie Sie wertvolle Erkenntnisse gewinnen können. Automatisieren Sie wichtige Prozesse und verbessern Sie Ihre Effizienz. Dies sind die Hauptschwerpunkte.

**Kann das ein ERP nicht auch?**
ERP-Systeme sind für ein paar Dinge sehr gut, für Vieles aber nur durchschnittlich. Mein Vorschlag: Planen Sie die Produktion und die Ressourcen mit einem ERP und nutzen Sie einen Software-Regisseur wie Clockworx für den Rest.

Warum? Laut IDC finden 80 Prozent der Führungskräfte, dass Probleme entstehen, weil sie nicht die gleichen internen Systeme nutzen und folglich nicht miteinander kommunizieren. Wir nehmen uns diesem Problem an und vernetzen jene Programme, die nicht miteinander kommunizieren. Wir bieten automatisierte Prozesse und Qualitäts-Workflows, welche Aufgaben mithilfe von Wikis verbessern.

| | |
|---|---|
| Anbieter: | **Clockworx Business Orchestration Solutions** |
| Anschrift: | Cryers Hill Road,<br>Magnolias<br>Buckinghamshire.HP15 6JR<br>United Kingdom |
| Telefon: | +44 (0)7737 659 081<br>(William Cass, Kundendirektor) |
| Internet: | www.clockworx.com |

# Gesamter **Lebenszyklus** im Fokus

**Mit Software von SAP lässt sich eine vollständig integrierte Lösung für Produktionsunternehmen schaffen, die von der Auftragserteilung über die Fertigung bis zur Lieferung reicht. Was SAP-Kunden bei der Auswahl der richtigen Lösung beachten sollten und was das Ziel der neuen Partnerschaft mit Siemens ist, beantwortete uns – neben anderen aktuellen Fragen – Dominik Metzger, Program Lead Industry 4.Now bei SAP.**

**Digital Manufacturing (DM): Angesichts der aktuellen Lage – wie schätzen Sie die Bedeutung des Themas Industrie 4.0 ein?**
*Dominik Metzger:* Grundsätzlich stellen wir fest, dass über die letzten Jahre vor allem die Lieferketten aufgrund der zunehmenden Globalisierung über Ländergrenzen hinaus optimiert wurden. Letztendlich hat die aktuelle Pandemie signifikante Schwächen in diesem Spannungsfeld aufgezeigt und globale Lieferketten zum Erliegen gebracht. Dies, gepaart mit den steigenden Anforderungen der Konsumenten und Kunden an Qualität und Individualisierung von Produkten, bedeutet, dass die Lieferketten deutlich resilienter werden müssen. Man muss mehr Flexibilität schaffen, um agil auf Herausforderungen reagieren zu können. Hier bildet Industrie 4.0 eine wichtige Säule: Sie erlaubt die industrielle Transformation und Digitalisierung des herstellenden Gewerbes. Im Zentrum steht die Automatisierung industrieller Prozesse, um die Produktivität von Unternehmen zu steigern. Dabei wird vermehrt auf Maschinen und Sensordaten zurückgegriffen, um durch Industrial IoT in Geschäftsprozessen wie Wartung, Anlagenbetrieb, Qualität und Logistik Mehrwerte zu schaffen und so die Kosten zu reduzieren. Daneben ermöglicht es Industrie 4.0, die weiterhin hohen Kundenanforderungen zu bedienen, beispielsweise durch prädiktives Qualitätsmanagement oder durch Losgröße 1. SAP adressiert diese Lösungen mit seiner „Industry 4.Now"-Strategie.

**DM: Was sind derzeit die größten Herausforderungen Ihrer Kunden, wenn es um den Einsatz von SAP-Lösungen im Produktionsbereich geht?**
*Dominik Metzger:* Ein wichtiger Schritt ist aktuell die Skalierung. Wir stellen fest, dass viele Kunden sehr erfolgreich SAP-Lösungen für Industrie 4.0 einsetzen. Unser Fokus ist es nun, diesen Erfolg für eine breite Kundenbasis zu ermöglichen. Wir setzen hier auf ein ganzheitliches Manufacturing Operations Management-Angebot. Dieses beruht auf einer Edge-Cloud-Architektur. Prozessdesign, Orchestrierung und Insights erfolgen über die Cloud, die letztendliche Durchführung über die Edge. Zudem spielt das Thema Standardisierung eine große Rolle, sowie strategische Partnerschaften, wie wir sie beispielsweise mit Siemens eingegangen sind.

Daneben stellen wir fest, dass viele Kunden sehr große Herausforderungen haben, die reinen Werks- und Produktionsprozesse tief in übergreifende Unternehmensprozesse zu integrieren, wie beispielsweise Produktkonfiguration bei der Auftragsannahme, Lagerlogistik zur Produktionsversorgung und Wartungsstrategien.

**DM: SAP bietet ein umfassendes Produkt-Portfolio für Digital Manufacturing an – sowohl als On-Premise-Lösungen als auch für den Cloud-Einsatz. Was müssen Anwender bei der Auswahl ihrer Lösungen beachten?**
*Dominik Metzger:* Vorrausetzung für jede Auswahl sind klar definierte Ziele und die daraus abgeleiteten Anforderungen an die funktionalen und technologischen Eigenschaften künftiger Lösungslandschaften und -architekturen – egal, ob On Premise oder über Edge-Cloud. Zudem ist es wichtig, darauf zu achten, flexible Optionen zu wählen, um heterogene Landschaften bestmöglich zu unterstützen und die Vorteile zu nutzen. Bei On Premise stehen immer die hohe Verfügbarkeit und die Robustheit der Anwendungen im Vordergrund, wohingegen die Cloud-Anwendungen durch hohe Skalierbarkeit und Computing Power, zum Beispiel für künstliche Intelligenz, punkten. Die Empfehlung lautet daher, auf Cloud-Edge-Lösungen zu setzen. Hier verbindet man die positiven Aspekte: Skalierung über die Cloud mit Zugang zu KI sowie Verlässlichkeit von On Premise durch die Edge. Um unsere Kunden bei der Digitalisierung und Umsetzung von Industrie 4.0 bestmöglich zu begleiten, bieten wir über unsere so genannten Industry 4.Now Innovation Hubs unseren Kunden Workshops an, um gemeinsam den für sie individuell bestmöglichen Weg herauszuarbeiten.

Bilder: Studio/Shutterstock;

**DM: Wandern zukünftig die Manufacturing-Prozesse komplett in die Cloud?**
*Dominik Metzger:* Bisher standen der Cloud große Bedenken im Wege aufgrund der Herausforderungen mit Netzwerkproblemen, Datenvolumen und Bandbreite. Wie schon erwähnt, setzen wir auf Cloud-Edge. SAP bietet mit der SAP Digital Manufacturing Cloud eine komplette Cloud-Edge-Lösung an. Diese erlaubt es, eine Prozessstandardisierung und Orchestrierung von Manufacturing-Prozessen aus der Cloud vorzunehmen. Die Herstellung von Visibilität über Werke und Produktionsstätten hinweg ist enorm wichtig. Die Transparenz kritischer werksübergreifender Kennzahlen wie die Overall Equipment Effectiveness (OEE) wird daher in der Cloud dargestellt. Wir erwarten, dass viele Prozessabläufe in der Fertigung aus der Cloud gesteuert werden. Die Abwicklung von Fertigungsschritten sowie Anbindung und Steuerung von Automatisierungstechnik werden aber weiterhin in den Werken stattfinden und in Zukunft mehr und mehr aus der Edge orchestriert.

**DM: Welche Vorteile bringt die Cloud für Fertigungsunternehmen?**
*Dominik Metzger:* Hervorzuheben ist die Nutzung von Sensordaten für Anwendungen wie künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen (ML) in einer Cloud und die verbesserte Visibilität über verschiedene Werke hinweg: Von Shop Floor bis Top Floor erhält man einen Überblick über die Gesamteffektivität der Anlagen. Zudem würde ich gerne auf die Beschleunigung der Skalierung hinweisen. Nicht jedes Werk braucht komplexe Hardware, sondern kann stattdessen auf eine Cloud mit standardisierten Prozessen, zum Beispiel Insights und Analytics, zugreifen.

**DM: Wie kann ein Unternehmen am besten in das Digital Manufacturing einsteigen?**
*Dominik Metzger:* Wenn möglich, bieten wir unseren Kunden den Besuch eines unserer Industry 4.Now Innovation Hubs an. Mit Hilfe von Design Thinking lässt sich so entsprechend den Möglichkeiten von Industrie 4.0 eine maßgeschneiderte Vorgehensweise entwickeln. Wir erarbeiten mit unseren Kunden eine passende Architektur und Roadmap, damit diese schnell einen ROI generieren können.

**DM: Im Rahmen einer neuen Partnerschaft wollen SAP und Siemens ihre Branchenkompetenz bündeln und ihre Softwarelösungen für Product Lifecycle Management, Supply Chain Management und Asset Management kombinieren. Was erwarten Sie von dieser Partnerschaft?**
*Dominik Metzger:* Die Partnerschaft mit Siemens ist ein wichtiger Bestandteil unserer Gesamtstrategie, um gemeinsamen Kunden die Skalierung mit Industrie 4.0 deutlich zu erleichtern. Im Vordergrund steht dabei die Schaffung eines so genannten digitalen Fadens, also einem ‚Digital Thread'. Hierunter verstehen wir, eine durchgängige Visibilität und Konsistenz für Produkte und Anlagen zu schaffen – vom Ingenieursbüro, der Fertigung und Montage bis hin zur Auslieferung und dem Betrieb von Anlagen beziehungsweise der Nutzung von Produkten. Siemens Teamcenter unterstützt hierbei komplexe Design- und Ingenieursprozesse mit einer Integration in das SAP Product Lifecycle Management, um den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Anlagen abzubilden.

**„Wenn möglich, bieten wir unseren Kunden den Besuch eines der SAP Industry 4.Now Innovation Hubs an. Mit Hilfe von Design Thinking lässt sich so entsprechend den Möglichkeiten von Industrie 4.0 eine maßgeschneiderte Vorgehensweise entwickeln."**

**DM: Wie sehen die nächsten Schritte aus und welche Entwicklungen sind zu erwarten?**
*Dominik Metzger:* Viele Kunden haben erkannt, dass die Harmonisierung und Standardisierung ihrer Prozesse, Methoden und Systemlandschaften wichtige Voraussetzungen sind, um künftig mehr Flexibilität und Geschwindigkeit bei der Einführung neuer Produkte und Technologien zu gewinnen und System-Rollouts schneller und effektiver zu realisieren. Nur so lassen sich die Grundlagen schaffen, um Transparenz über Zustand und Effektivität der Produktion über die unterschiedlichen Standorte hinweg zu bekommen – und zwar durchgängig, einheitlich, vergleichbar und in Echtzeit. Genau das verstehen wir als Digitalisierung in der Industrie 4.0. Unternehmen erlangen dadurch eine höhere Resilienz und Produktivität in ihrer Lieferkette.

Darüber hinaus beginnen die Kunden zu realisieren, dass Smart Analytics beziehungsweise Advanced Analytics weit mehr als einen Data Lake erfordern. Anwendungen wie MES und ERP sind wichtige Lieferanten für den Business-Kontext. Die Erarbeitung einer Strategie für die Systemintegration, das Management der ‚Big Data', aber auch ein Konzept für das so genannte Deployment der Analysen, sind für viele Kunden neue Herausforderungen, die wir von SAP mit einer klaren IoT-Strategie adressieren. rt

**Dominik Metzger ist Program Lead Industry 4.Now bei SAP.** Bild: SAP

# Mit **schnellen Preisen** trumpfen

**Webshops und Digitalisierung florieren – wie auch Auftragsfertiger auf diesen Trend reagieren können, zeigt dieses Beispiel.**

VON DR. JÖRG WEISSKOPF

**DIE LAUFENDE** Digitalisierungswelle erfasst die Vertriebsprozesse der Industrie: Umsätze über Webshops und Produktkonfiguratoren steigen, während der persönliche Verkauf nicht erst seit Corona auf dem Rückzug ist. Ein neuer cloudbasierter Kalkulationsservice eröffnet nun Auftragsfertigern den Einstieg in den digitalen Vertrieb: Dank Integration in die eigene Website können sie Angebote schneller und genauer abgeben.

## Gute Zeiten, schlechte Zeiten

In guten wie in schlechten Zeiten bestimmen stichhaltige Angebote den wirtschaftlichen Erfolg von Auftragsfertigern entscheidend mit. Natürlich zählen Qualität und Termintreue bei der Fertigung von Dreh-, Fräs- oder Blechbiegeteilen. Doch bei vergleichbaren Leistungen entscheidet der Preis – und der muss sorgfältig definiert werden: Wird er zu hoch, bleiben oft sogar weitere Anfragen aus; wird zu niedrig kalkuliert, bleibt der Deckungsbeitrag auf der Strecke. Und stetig steigt die Zahl der Anfragen – denn die Kunden suchen entweder nach Kosteneinsparungen oder nach freien Fertigungskapazitäten.

Wer schnell ein stimmiges Angebot abgeben kann, beweist Kundenorientierung sowie Servicequalität und generiert damit einen Marketingvorteil.

## Angebotsprozess als Wachstumshemmer

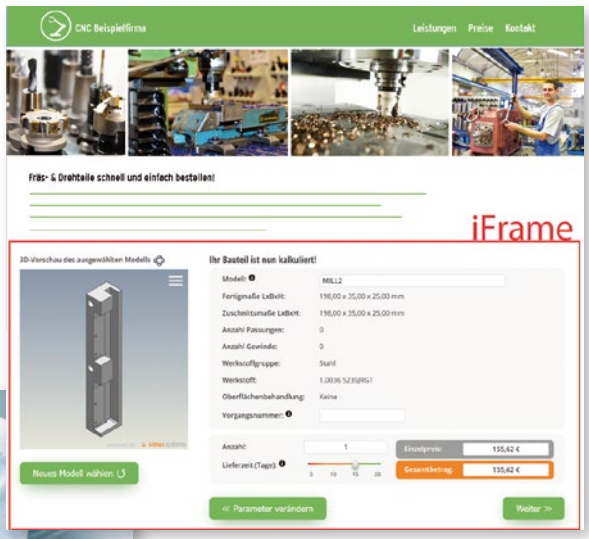
Angebotsgrundlage der meisten Auftragsfertiger ist eine Fertigungszeichnung, die vom potentiellen Kunden bereitgestellt wird. Um auf dieser Grundlage ein Angebot zu erstellen, gehört nicht nur, sich das gefragte Bauteil räumlich richtig vorzustellen, sondern auch die notwendigen Bearbeitungsschritte abzuleiten und entsprechenden Maschinen mit ihren Stundensätzen zuzuordnen. Dabei müssen Materialangaben und Toleranzen, Schnittwerte, Vorschübe und Werkzeugkosten ebenso berücksichtigt werden, wie Zeiten für die Erstellung von NC-Programmen, Qualitätsprüfungen und Nachbehandlungen. So bleibt die Kalkulation von Angeboten einigen erfahrenen Fachleuten vorbehalten.

An einigen Engpässen müssen sich Mitarbeiter entscheiden, ob sie zuerst Angebote erstellen oder davor ihre wertschöpfenden Aufgaben erfüllen. Die Unternehmensfunktion Marketing und Vertrieb wird durch derartige Angebotsprozesse entscheidend behindert. Das wirkt als Wachstumshemmer: Je höher die Auslastung, desto schleppender werden neue Angebote abgegeben.

Die Abhängigkeit von Expertenwissen, Medienbrüche, Verzögerungen durch Rückfragen und eine geringe Nachvollziehbarkeit sind weitere negative Auswirkungen, denen viele Unternehmen bereits mit Digitalisierungsprojekten begegnen.

## Die Website mit Cloud-Kalkulation aufwerten

Im Zentrum der Digitalisierung von Marketing und Vertrieb steht heute die Website eines Unternehmens. Dort finden Interessenten nicht nur Informationen zu Produkten und Dienstleistungen, sondern auch weiterführende Angebote, die von der Qualifizierung von Angeboten bis zu Möglichkeiten der Online-Bestellung reichen.




**Die Berechnung lässt sich per iFrame oder API in die eigene Website integrieren.**
Bilder Simus Systems

**Mit einer schnellen Bauteilberechnung auf der eigenen Website überzeugt der Auftragsfertiger seine potentiellen Kunden und optimiert seinen Angebotsprozess.**

In diese Richtung zielt ein neues Angebot vom Kalkulationsspezialisten Simus systems: Auftragsfertiger können Classmate Cloud als Service in ihre Website einbinden und den Besuchern so eine leistungsfähige Online-Kalkulation nach eigenen technischen Voraussetzungen, Parametern und Aufschlägen anbieten. Je nach dem gewünschten Individualisierungsgrad können die Nutzer dieses Cloudservices aus zwei Integrationsmöglichkeiten wählen.

1. Eine Einbindung über einen sogenannten iFrame ist mit nur minimalem Aufwand verbunden und zieht die Maske zur Eingabe der Angebotsparameter einfach in die eigene Website; die Ergebnisdarstellung entspricht dem Standard der Software.
2. Sollen Layout und Einzelheiten zur Dateneingabe oder zur Ausgabe des Ergebnisses abweichen, kann der Fertigungsdienstleister die API-Schnittstelle der Kalkulationssoftware für den Datenaustausch nutzen.

In beiden Fällen sehen die Interessenten nicht, dass ein externer Dienst die Berechnung übernimmt.

## Fertigungskosten online berechnen

Classmate Cloud kalkuliert anhand der gleichen Grundlagen, wie ein Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung: Als Ausgangsbasis dient ein 3D-Volumenmodell, das der Nutzer im Rahmen der Anfrage hochlädt. Dies funktioniert in neutralen Formaten wie Step oder in einem Format der bekannten CAD-Systeme.

Durch eine Geometrieanalyse wird die Werkstoffgruppe bestimmt und vom System ein Rohmaterial vorgeschlagen. Werkstoffgruppe und Rohmaterial können aber auch durch den Anwender definiert werden, auch die Vorgabe von Zuschnitten und Oberflächenbehandlungen ist möglich.

Anschließend erstellt das System einen Arbeitsplan mit den einzelnen Arbeitsfolgen spangebender Fertigungstechniken, der verschiedenen Blechbearbeitungen und seit kurzer Zeit auch des 3D-Druck-Pulverschichtverfahrens. In wenigen Augenblicken sind die Rüst-, Neben- und Bearbeitungszeiten und -kosten berechnet.

Dabei werden nicht nur die von individuellen Maschinenstundensätzen abhängigen Bearbeitungskosten berücksichtigt. Auch die Rohmaterialpreise und der Zuschnitt gehen in die Kalkulation ein. Berechnungsparameter wie Stundensätze und Schnittwerte lassen sich an die Gegebenheiten anpassen und können im System dauerhaft hinterlegt werden.

## Prüfung oder direkt zum Angebot?

Welchen Nutzen kann ein Auftragsfertiger aus einem solchen Kalkulationsergebnis ziehen? Die Möglichkeiten sind vielfältig und reichen von einer ersten Preisauskunft bis zur direkten Online-Bestellung von Bauteilen. So kann eine abgeschlossene Berechnung als qualifizierte Anfrage an interne Mitarbeiter geschickt und erst nach technischer und terminlicher Prüfung als verbindliches Angebot an den Interessenten versandt wird.

Ebenso kann dem Interessenten sofort ein Angebot unterbreitet werden, das erst nach Bestellung mit einem Termin versehen wird. Schließlich lassen sich Online-Prozesse definieren, die nach einer Terminabstimmung zur verbindlichen Online-Bestellung von Bauteilen oder Baugruppen führen.

Weitere Möglichkeiten ergeben sich daraus, dass man die Vorgehensweise jeweils für bestimmte Fertigungsarten oder Teilegruppen variieren kann: Etwa qualifizierte für komplexe Teile, Online-Bestellungen für einfache Standardteile.

## Angebote automatisieren

Mit zeitnahe und solide kalkulierten Angeboten erhöhen Auftragsfertiger ihre Erfolgsquote im harten Wettbewerb, da sie mehr Anfragen erhalten und qualifiziert beantworten können. Dabei können sich die Mitarbeiter auf ihre produktiven Aufgaben konzentrieren – und so letztlich mehr zur Wertschöpfung und zum Unternehmenswachstum beitragen.

Der Cloud-Service basiert auf der Software Classmate Plan, die bereits seit Jahren in vielen Projekten bei Industrieunternehmen im Einsatz ist. Die Preiskalkulation beruht auf entsprechend optimierten Algorithmen und Erfahrungswerten. Die Ergebnisse sind deshalb realistisch, nachvollziehbar und belastbar – im Unterschied zu Schätzungen mit Stift und Papier oder Kalkulationen in Excel, die oft einen erheblichen Aufwand an Datenrecherche und Rückfragen verursachen. jbi

**Dr. Jörg Weißkopf ist Semior Consultant bei Simus Systems.**

DIGITAL MANUFACTURING
AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE Industrie 4.0 | Internet der Dinge

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

Jetzt anmelden unter:
www.digital-manufacturing-magazin.de/redaktionsbrief/

KOSTENFREI

# Shopfloor-Digitalisierung aus Sicht der Werkzeuge

**1.350 NC-Programme mit Werkzeugrüstlisten, 4.600 Komplettwerkzeuge und 3.200 Einzelkomponenten für rund 22.500 Artikel, alle in einer einzigen Datenbank angelegt: Der renommierte Lohnfertiger Armbruster hat in Rekordzeit seine Fertigungs-IT mit dem modernen Werkzeug-Lifecycle-Management ToolDirector VM vernetzt und will sich damit Wachstumschancen sichern.**

VON DR. BERNHARD VALNION

**Armbruster digitalisiert und verwaltet mit ToolDirector VM rund 3.200 Einzelkomponenten sowie 4.500 Werkzeuge.**
Bilder: Coscom

**ES GIBT VIELE** Anzeichen für das Wachstum eines Fertigungsbetriebs. Etwa beim Werkzeugmanagement: Der Auftragseingang nimmt zu, es müssen mehr Werkzeuge angeschafft und damit eine größere Komplexität beim Umgang mit diesen Betriebsmitteln beherrscht werden. Nehmen wir den Lohnfertiger Armbruster in Steinach im Schwarzwald als Beispiel. Das Unternehmen stellt unter anderem chirurgische Instrumentarien und orthopädische Implantate sowie Teile und Komponenten für den Maschinen- und Anlagenbau her.

Der Blick auf den Shopfloor des Unternehmens lässt einem den Atem stocken, denn da findet sich so ziemlich alles, was das Herz eines Produktioners höher schlagen lässt: Insgesamt 25 Maschinen, darunter 3- und 5-Achs-Bearbeitungszentren mit Roboteranlagen, Dreh-Fräszentren mit Haupt- und Gegenspindeln, Draht- und Senkerodiermaschinen sowie umfangreiche Messtechnik für eine penible Qualitätssicherung, verrichten sorgfältig und zuverlässig ihren Dienst. Von den Zertifikaten, die von der Medizintechnik gefordert werden, profitieren auch die Kunden im Maschinen- und Anlagenbau. So wird Armbruster für die außergewöhnliche Präzision, das Know-how und den großen Einsatz im Markt hoch geschätzt.

Der Fertigungsbetrieb wird in der zweiten Generation von den Söhnen Tobias und Florian Armbruster geführt. Tobias Armbruster, geschäftsführender Gesellschafter, erläutert: „Wir konzentrieren uns auf komplexe, kundenspezifisch zu fertigende Produkte mit großer Prozesstiefe und umfangreicher Prozessabfolge“, wobei „komplex“ auch im Sinne einer engen Abstimmung mit dem Kunden zu verstehen sei. So gebe es oftmals reichlich Gesprächsbedarf bei der Wahl des geeigneten Fertigungsprozesses wie auch beim Feinschliff der Geometrie der zu fertigenden Teile.

## Werkzeugmanagement und Digitalisierung im Fokus

Armbruster hat sich für die Werkzeugverwaltungssoftware ToolDirector VM (Virtual Machining) der Coscom Computer GmbH entschieden. Was waren (und sind) die Motive aus Sicht des Geschäftsführers? „Ziel ist eine verbesserte Organisation unseres wachsenden Werkzeugbestands. Uns war schnell klar geworden, welches Potenzial in dieser Aufgabenstellung für das Management steckt, denn damit lässt sich effizient eine komplexe Prozesskette abbilden – vom Werkzeug hin zur Maschine und zurück in den Werkzeugschrank“, betont Tobias Armbruster. „Coscom hat uns schließlich bewiesen, wie ganzheitlich dieses Thema verstanden werden sollte und dass es zu dessen Kerngeschäft gehört.“

Armbruster sieht in Industrie 4.0 und der Digitalisierung große Chancen, daher sollte der zweite Schritt nicht vor dem ersten gemacht werden. Und ein dezidiertes Tool-Management im Sinne einer vertikalen und horizontalen Integration ist der nächste Schritt in Richtung Industrie 4.0 und Digitalisierung aus Sicht der Werkzeuge. Die bestehende Fertigungs- und IT-Infrastruktur, in die der ToolDirector VM eingebettet wurde, umfasst das ERP-System Majesty von UB-Software, X-MSK von Xen Software für die Übertragung von NC-Programmen an Mazak-Maschinen, das CAD/CAM-System Mastercam, über das die CNC-Programme erstellt werden, das Werkzeugausgabesystem GTMS von Gühring sowie Zoller-

**Die Armbruster GmbH ist auf die Fertigung von Präzisionsteilen spezialisiert.**

Werkzeugvoreinstellgeräte. „Coscom hat sich den Herausforderungen der Prozessanbindung gestellt und unsere Anforderungen vollständig umgesetzt", so Geschäftsführer Tobias Armbruster.

### 100-prozentige Verfügbarkeit der Werkzeuge

Die Anbindung von ToolDirector VM erläutert Hubert Griesbaum, Leiter der Zerspanungstechnologie bei Armbruster: „Unsere Vision war und ist die 100-prozentige Verfügbarkeit der Werkzeuge, weil ohne die passenden Werkzeuge mit einem Auftrag nicht begonnen werden kann. Der ToolDirector VM transformiert die CAD-Daten der Werkzeughersteller in ein allgemeingültiges Verwaltungsformat, die sogenannten Coscom Datencontainer. Die Lösung ist mit ihrer innovativen TCI-Technologie (Tool Data Cooperation Interface) eine universelle Toolmanagement-Datenbank-Plattform für prozessfähige Werkzeugdaten, die einen lückenlosen CAD/CAM-, Voreinstell- und Messprozess ermöglicht. Armbruster verwendet für die NC-Programmierung Mastercam und für das Ausmessen der Werkzeuge Zoller-Messgeräte.

Über TCI werden die unterschiedlichen Versionen und Komponenten der Komplettwerkzeuge erzeugt und die entsprechenden Informationen, etwa Hüllgeometrie und Schneidebereiche, übergeben. „So kann ein funktionsfähiges Simulationsergebnis auch für den realen Zerspanungseinsatz sichergestellt werden", erläutert Hubert Griesbaum. Der ToolDirector VM organisiert darüber hinaus zentral in einer Datenbank die Lagerwirtschaft der Werkzeuge und Betriebsmittel. Unterschiedliche Lagersysteme – bei Armbruster sind es Werkzeugschränke von Gühring – werden mit der Toolmanagement-Lösung verwaltet. Hierbei werden die Werkzeugbewegungen (Entnahmen und Zubuchungen) standardisiert und sind somit reproduzierbar.

Armbruster verwendet insbesondere für die Kunden aus der Medizintechnik sehr hochwertige Werkzeuge. Deshalb ist die genaue Planung und Verwaltung elementar wichtig, da diese Werkzeuge gegenüber Standardwerkzeugen meist sehr teuer sind. Um das Ziel kürzerer Durchlaufzeiten zu erreichen, kann zwar aufgrund der hohen Preise keine überschüssige Vorratshaltung betrieben werden. Allerdings wird ein großes Sortiment an Werkzeugen, auch in Hartmetallausführung, vorgehalten, um höchste Verfügbarkeit für eine schnelle Auftragsabwicklung zu garantieren.

„Täglich gehen zwischen drei und acht Werkzeuglieferungen von den Lieferanten ein. Wir haben die Prozesskette so ausgelegt, dass wir schnell auf zusätzliche Auftragseingänge sehr flexibel reagieren können. Zuvor wurde dies umständlich über Excel-Tabellen und per E-Mail händisch durchgeführt", so Griesbaum. Für den Arbeitsgang eines Teils auf einer CNC-Maschine sind jeweils mehrere Komplettwerkzeuge erforderlich, die in der Rüstliste dokumentiert sind.

Jedem Komplettwerkzeug ist eine ID-Nummer zugeordnet, die zur entsprechenden Spezifikation führt. Zusammengefasst verwaltet der ToolDirector VM die Stammdaten aller Einzelkomponenten und Komplettwerkzeuge, Bereitstellungsaufträge und Rüst- und Abrüstlisten (als Differenz zweier Rüstlisten zwischen zwei Arbeitsgängen auf einer Maschine), sodass das Einlasten mehrerer Aufträge an einer Maschine durchgeführt werden kann.

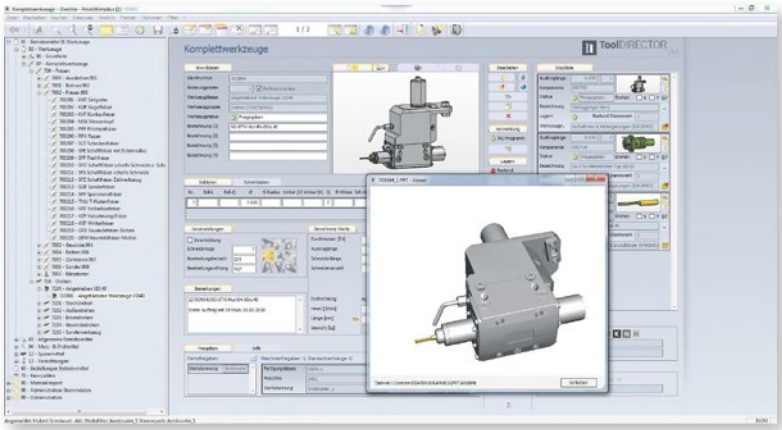
### Arbeitsplätze der Zukunft – vom manuellen zum digitalen Prozess

Über eine Datenbankabfrage kann festgestellt werden, wie häufig ein Werkzeug verwendet wurde und welche Werkzeuge zum Einsatz kamen, die sich schnell abnutzen, sodass es sinnvoll ist ein höherwertiges Werkzeug zu verwenden, um die Standzeit zu erhöhen. Griesbaum betont: „Es können einfach besser Entscheidungen getroffen werden. ne die Coscom-Lösung wollte ich heute nicht mehr arbeiten, denn alle Infos sind heute stets aktuell auf Knopfdruck da."

Sascha Utech, Vertriebsleiter bei Coscom, erinnert sich: „Die Arbeitsweise hat sich bei Armbruster dadurch kom-

**HEITEC 4.0 –** Transparenz für Ihre Produktion
www.heitec.de/heitec40

HEITEC
engineering solutions




**Mit ToolDirector VM sind die richtigen Werkzeuge stets zur richtigen Zeit an der richtigen Maschine.**

plett verändert. Zwar waren zuvor die Informationen bereits vorhanden, aber an vielen Stellen verteilt. Daraus die richtigen Schlüsse zu ziehen, etwa in Hinsicht auf die tatsächliche Verfügbarkeit eines Werkzeugs, war oftmals schwierig und in der Hektik des Alltags ging einiges unter." Zum Beispiel war die zugehörige Werkzeugaufnahme mit der Werkzeugausspannlänge irgendwo im NC-Programm hinterlegt, sodass nicht unmittelbar erkennbar war, ob ein Werkzeug umgespannt werden musste oder nicht.

Durch die Anlage von Komplettwerkzeugen reduziert sich die Vielfalt der zusammengebauten Werkzeugvarianten erheblich, was auch die Rüstzeiten durch die Verwendung der richtigen Werkzeuge reduziert. Die Komplettwerkzeuge werden mit einer Standzeit versehen, sodass auf einen Blick die Wiederverwendbarkeit ersichtlich ist. „Es schauen sich nicht mehr drei verschiedene Mitarbeiter ein Werkzeug an, um herauszufinden, ob es noch verwendbar ist oder nicht", berichtet Griesbaum. Mit ToolDirector VM wird dokumentiert, welche Werkzeuge vorhanden sind und welche zum Nachschleifen weggegeben wurden. Auch in dieser Hinsicht hat die Transparenz in der Prozesskette „Toolmanagement" erheblich zugenommen und Standzeiten werden möglichst optimal ausgenutzt.

## Alle Daten im Fluss dank leistungsfähiger Schnittstellen

Die XMSK-Schnittstelle zur Vernetzung der Mazak-Maschinen ist bereits realisiert und befindet sich in der Einführungsphase. Die Schnittstellen zu Mastercam und zum ERP-System leisten täglich hervorragende Dienste, wie der Workflow der Auftragsabwicklung zeigt: Die Artikelstammdaten werden im ERP-System und in der Arbeitsvorbereitung des Betriebsauftrages angelegt. Der Betriebsauftrag wird im Leitstand freigegeben und eingeloggt. Mit dem CAM-System wird das NC-Programm erstellt. Dazu werden aus dem ToolDirector VM die entsprechenden Werkzeuge „gezogen". Und durch das Parsen des NC-Programms wird die tatsächliche Werkzeugliste erstellt. Es werden arbeitsgangbezogene Rüstlisten erstellt und anschließend der vorgesehenen Maschine zugeordnet. Am PC an der Maschine wird die Differenzliste angezeigt: was an Werkzeugen abgerüstet und was hinzugefügt werden muss. „Alle Werker arbeiten selbstständig mit der Software-Lösung. Weil diese viel Erleichterung für sie bedeutet, wurde sie schnell angenommen", zeigt sich Hubert Griesbaum zufrieden.

## Professionelle Einführung – wohlüberlegt zum Ziel

Aus dem Lastenheft wurde das Pflichtenheft gemeinsam mit den Consultants von Coscom abgeleitet. „Im Nachhinein hat sich herausgestellt, dass es sehr sinnvoll war, sich gleich zu Anfang über sehr viele Details Gedanken zu machen und auch Selbstverständlichkeiten festzuhalten", so Griesbaum. Zunächst ging es um das Procedere, wie die Werkzeugstammdaten zu übernehmen und die Bestellinformationen zu hinterlegen sind. Immerhin musste erheblicher Aufwand bei der (Alt-) Datenbereinigung betrieben werden.

Im zweiten Schritt ging es um die Erstellung der Komplettwerkzeuge. Dann kam die Realisierung der Mastercam-Schnittstelle und die Einbindung der Zoller-Messgeräte sowie der Gühring-Werkzeugschränke hinzu. In der Kürze der Zeit wurden rund 4.600 Komplettwerkzeuge digital mit allen Technologiedaten erstellt. Jedes Komplettwerkzeug wird für die drei verwendeten Spindeltypen erstellt. Dies erleichtert den schnellen Maschinenwechsel, der generell erforderlich ist.

Der Roll-out begann vor zwei Jahren und fand maschinenbezogen statt. „Die Einführung des ToolDirector VM innerhalb von 18 Monaten ist eine realistische Zeit", betont Griesbaum. Er lobt die zielorientierte, sich ergänzende Zusammenarbeit mit der Projektleitung von Coscom. Als Softwareprofi hatte er bei allen Wünschen nach (Sonder-)Funktionalität immer auch die Wartungs- und Pflegefreundlichkeit der Standardsoftware im Auge.

Sascha Utech fügt hinzu: „Aufgrund der umfassenden Konfigurationsmöglichkeiten kann sich das Coscom-Portfolio den unterschiedlichen Arbeitsweisen unserer Kunden sehr gut anpassen." Und wie steht Armbruster zur TCI-Technologie von Coscom? Es sei eine wunderbare Technologie, um weitere Systeme Schritt für Schritt in die Prozesskette einzubinden. Allerdings spüre der Anwender in seiner täglichen Arbeit davon nichts – so perfekt funktioniert TCI, so Utech. Bei Armbruster ist ToolDirector VM an 15 Arbeitsplätzen installiert. Sogar die kaufmännische Abteilung hat einen Arbeitsplatz, beispielsweise um nachzuprüfen, ob die im System hinterlegten Rabatte mit denen übereinstimmen, die in den Rechnungen über die Werkzeuglieferungen ausgewiesen wurden.

## Beeindruckendes Ergebnis – Knopfdruck-Lösung für Wiederholteile

Über eine .CSV-Anbindung werden die Stammdaten aus dem ERP-System zum ToolDirector VM übertragen, und zwar einmal am Tag. Insgesamt werden Daten aus einem Pool von 22.500 Artikeln abgeglichen, die der Gruppe „Fertigung" im ERP-System bei Armbruster angehören. Mehr als 1.350 NC-Programme, teilweise mit mehreren Arbeitsgängen, wurden seit der Einführung der neuen Toolmanagement Prozess-Lösung programmiert. Sie alle haben eine Werkzeugrüstliste, die zum Rüsten und Abrüsten der Bearbeitungszentren genutzt wurde. Bei Armbruster sind zwischen 60 und 70 Prozent der Aufträge Wiederholaufträge – für diese wiederkehrenden Umsatzträger ist das Coscom-Infrastruktursystem eine Knopfdruck-Lösung. Kein Wunder also, dass das geplante Umsatzwachstum im unteren zweistelligen Prozentbereich für dieses Jahr in greifbarer Nähe ist. sg

**Dr. Bernhard Valnion ist freier Fachjournalist in München.**

# DIGITAL MANUFACTURING

AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE

Industrie 4.0 | Internet der Dinge

Industrie 4.0 für alle mit ABB Ability

## Die individualisierte Produktion

ABB

SPECIAL: **DIGITALE PLATTFORMEN**

# Die individualisierte **Produktion**

**„Losgröße eins" ist im Trend. Kosteneffizient arbeiten Produktionssysteme dabei jedoch nur dann, wenn sie sich ohne menschliches Zutun für jedes Produktdesign selbst konfigurieren, und dabei Produkte von perfekter Qualität erzeugen. Hier ein aktuelles Beispiel.**

VON DIRK SCHULZ UND LARS SIMORA

**DAS BEDIENELEMENT** Busch-Tacteo-KNX-Sensor von Busch-Jaeger zur intelligenten Gebäudesteuerung ist ein Produkt in Losgröße 1, dessen Funktionalität und Aussehen der Kunde selbst bestimmen kann [1]. Ermöglicht wird die Selbstkonfiguration der Produktion und einer perfekten Qualität durch den Einsatz von Konzepten der Industrie 4.0 wie digitale Zwillinge [2] und Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) über Protokolle wie OPC-UA, realisiert unter anderem mittels einer digitalen Plattform.

**Das Bedienelement Busch-Tacteo-KNX-Sensor ist als individuell vom Kunden konfigurierbares Produkt ausgelegt.** Bild: ABB

## Das vollständig individualisierte Produkt

Der Busch-Tacteo-KNX-Sensor ist ein kapazitiv berührungsempfindliches Bedienelement zur Gebäudesteuerung in Luxushotels, Büros, öffentlichen Gebäuden und Wohnhäusern. Aus Glas gefertigt, erfüllt es alle Ansprüche an ein modernes Design, bietet erstklassige Qualität und vor allem höchsten Komfort für den Nutzer. Von Jalousien, Beleuchtung und Heizung über Medienwiedergabe bis hin zur Zutrittskontrolle lässt sich alles mit ihm einfach steuern.

Die Anzahl der von dem Bedienelement bereitgestellten Funktionen ist variabel und wird von den Bedürfnissen und Wünschen des Kunden bestimmt. Jeder Sensor besitzt ein einzigartiges Design und einzigartige Funktionen. Der Interessent konfiguriert sein Gerät individuell mittels benutzerfreundlichem Online-Konfigurator und erhält so die direkte Kontrolle über das Produkt-Design. Auf den hochwertigen Glaspaneelen werden die von ihm festgelegten Bediensymbole vor einem lichtdichten Hintergrund dargestellt, hinter dem sich die KNX-Elektronik befindet.

Die Fertigung umfasst die Schritte: Paneele auf einem Träger platzieren, die lichtdichte Hintergrundbeschichtung entsprechend der Form der festgelegten Bediensymbole mittels Laser entfernen, die transparenten Bereiche erneut beschichten, die Elektronik montieren, das fertige Produkt prüfen und versenden. Der Kunde erhält die physischen, elektromechanischen und softwaretechnischen Merkmale nach seiner Vorgabe individualisiert.

## Qualität bei jedem Schritt

Bei der Gestaltungsfreiheit, die der Endkunde erhält, ist jedes Bedienelement ein einzigartiges Produkt. Dabei hat Qualität nicht nur höchste Priorität dem Kunden gegenüber, sondern sie ist auch eine Herausforderung für den Hersteller, denn bei einem Qualitätsproblem müsste das komplette Element erneut hergestellt werden, denn einen Lagerbestand des gewünschten individuellen Produktes gibt es nicht.

Für den Hersteller der individualisierten Produktion ist es daher essentiell, dass er Fehler frühestmöglich erkannt oder noch besser gänzlich vermeidet. Eine solche Produktion muss also nicht nur anpassungsfähig, sondern auch robust sein. Menschen und Maschinen müssen nahtlos zusammenarbeiten und einen funktionierenden Qualitätsregelkreis bilden.

## Mit Plattform zu den Digital Twins

Individualisierte Produktion baut im Kern auf zwei Voraussetzungen auf: adaptive Materialverarbeitung innerhalb der Maschinen und digitale Interoperabilität zwischen den Maschinen. Während die zur Herstellung benötigten Technologien wie ein Laser oder der Digitaldrucker bereits existieren, muss den Maschinen oft noch „beigebracht" werden, wie sie reibungslos zusammenarbeiten, um die erforderliche Effizienz und Qualität zu erreichen.

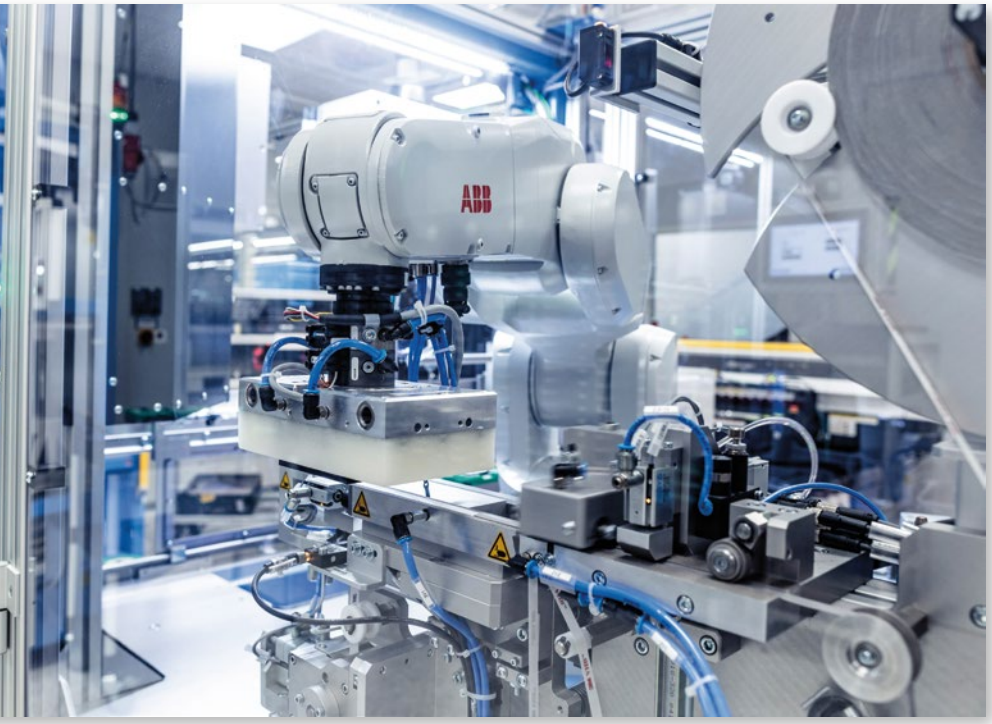
Ein Mittel dazu sind digitale Zwillinge [2], die die besonderen Fähigkeiten jeder Maschine durch einheitliche Softwareschnittstellen verfügbar machen. Um „Medienbrüche" zu vermeiden, werden Produktdesign-, Auftrags- und Qualitätsdaten auf die gleiche Weise repräsentiert. Die Idee dahinter ist, dass durch entsprechende Orchestrierung

**Die Montage der Elektronik erfolgt manuell.**

der digitalen Zwillinge auf der Basis des konfigurierten Produktdesigns jede Umkonfigurierung in der Software nahtlos in Produktionsschritte in der physischen Welt übersetzt wird. Gleichzeitig werden Qualitätsinformationen in die Softwarewelt zurückgespiegelt.

Mit dem Konzept der digitalen Zwillinge durchläuft das Bedienelement jede Produktionsstation wie folgt: Das Glaspaneel wird bei Ankunft gescannt. Auf Basis seiner Identität erfolgt die Freigabe für den nächsten Produktionsschritt und Designdaten sowie Prozessparameter können für die Station abgerufen werden. Dazu kontaktiert die Maschine einen vom ABB-Ability-Betriebsdatenmanagement-System bereitgestellten Orchestrierungsservice, der das Produktrezept automatisch aus dem ERP repliziert und die Produktionshistorie des betreffenden Paneels verwaltet. ABB Ability ist eine digitale Plattform, mit der der Automatisierungs-Konzern seine vier weltweit tätigen Geschäftsbereiche Elektrifizierung, Industrieautomation, Antriebstechnik und Robotik & Fertigungsautomation ergänzt und unterstützt.

Nach der Glasbearbeitung wird der Produktionsstatus zusammen mit Maschinendaten für die Qualitätsverfolgung an den Orchestrierungsservice zurückgemeldet. Das Glas geht nun zur nächsten Station, die für das Produktionspersonal auf der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) angezeigt wird. Manuelle Schritte wie der Materialtransport werden elektronisch gelenkt und überwacht. Werden



**Ein Roboter verheiratet die Elektronik mit dem Glaspaneel.**

Gläser beispielsweise außer der Reihe vom Laser zum Drucker transportiert, erhält der Drucker dennoch die richtigen Rasterdaten für die gelaserten Bediensymbole auf dem Glas.

Vor dem Verlassen des Druckers werden die aktuellen Kalibrierungsdaten für das betreffende Glas erfasst. Das Gleiche gilt für die Kalibrierung der Helligkeit der Bediensymbole bei den automatischen Tests. So lassen sich Qualitätsmängel auf die mögliche Ursache zurückführen. Vor allem aber werden Qualitätsprobleme sofort bemerkt und behandelt, wenn sie auftreten, und fehlerhafte Produkte automatisch entfernt. Die Produktion des betreffenden Designs wird direkt neu gestartet.

Damit Maschinen, Services und Menschen wie beschrieben zusammenarbeiten können, werden Maschinen und ihre digitalen Zwillinge aus einer einheitlichen Designvorlage abgeleitet. Maschinen, die auf dieser Vorlage basieren, lassen sich zudem leichter hinzufügen oder ersetzen, da sie sich problemlos in das vorhandene Produktionssystem einfügen.

Das Bedienelement kann aufgrund dieses Produktionskonzepts als „intelligentes Produkt" bezeichnet werden: Die Identität eines Glases steuert seine eigene Produktion und der beschriebene Ablauf ermöglicht eine geschlossene Qualitätsregelung auf Basis des globalen Produktgedächtnisses.

## Produkt und Produktion als digitale Zwillinge

Der beschriebene Produktionsprozess ist abhängig von einer Mischung sehr unterschiedlicher Daten: Einige beziehen sich auf das Produktdesign, einige auf das hergestellte Produkt, andere auf eine bestimmte Maschine und weitere beschreiben Informationen, die allen Produkten oder Maschinen gemein sind. So gibt es für jedes Produktdesign maschinenunabhängige Eigenschaften, die maschinenspezifisch, aber nicht produktabhängig sind. Das Produktdesign wird in maschinenspezifische Teilmodelle, wie beispielsweise gerasterte Bediensymbole, übersetzt. Zudem sind auch die Testergebnisse für jedes gefertigte Produkt digital abgebildet.

Die individualisierte Produktion erfordert eine geschlossene Qualitätsregelung und die automatisierte Umkonfigurierung durch die Automatisierungslösung. Diese Herausforderungen können mithilfe von Konzepten der Industrie 4.0 bewältigt werden. jbi

**Dirk Schulz** ist Grundlagenentwickler bei ABB Corporate Research in Ladenburg.
**Lars Simora** ist Projekt-Ingenieur bei Busch-Jaeger Elektro in Lüdenscheid.

[1] „ABB-tacteo KNX sensor", https://new.abb.com/buildings/tacteo
[2] „Digitaler Zwilling – eine bedeutende Softwarekomponente der Industrie 4.0", ABB Review 4/2018, S. 27–33.

# Wieso **MOM** heute **Muss** ist

**Die Systeme in einem modern aufgestellten Produktionsunternehmen etwa für Langfristplanungen, Wartung und die eigentliche Fertigungsplanung existieren heute noch meist parallel nebeneinander. Wie eine MOM-Plattform die Welten zusammenbringen kann.**

VON CHRISTIAN GREIS UND ERWIN VERVONDEL

**PRODUZIERENDE** Unternehmen stehen täglich vor der Herausforderung, die verschiedenen Anforderungen an Effizienz, Qualität, Transparenz und reduzierte Produktionszeiten zu erfüllen – und gleichzeitig die Datenmengen, die während des Produktionsprozesses entstehen, nicht nur zu sammeln, sondern auch zu nutzen. Eine solche Digitalisierung steigert deutlich die Performance durch höhere Effizienz, mehr Flexibilität in der Fertigung und kürzere Markteinführungszeiten. Hersteller mit vollständig digitalisierten Prozessen sind erheblich besser darauf vorbereitet, schnell auf Marktänderungen und disruptive Innovationen zu reagieren. Dazu muss jedoch der Shopfloor mit der Businessebene verbunden sein, um die Produktionseffizienz zu erhöhen und Big Data in Smart Data zu wandeln.

Lösungen und Plattformen für Manufacturing Operations Management (MOM) spielen hier eine zentrale Rolle. Diese Ökosysteme dienen als intelligente Datendrehscheiben und erhöhen die Produktionseffizienz maßgeblich.

## MOM als technische Orchestrierungsschicht

Alle Vorteile, die sich durch Cloud, Automatisierung und das Industrial Internet of Things (IIoT) ergeben, können Fertigungsunternehmen nur dann nutzen, wenn diese Technologien in einer orchestrierten, kollaborativen, intelligenten Weise über alle Disziplinen hinweg zusammenarbeiten.

Darüber hinaus besteht ein zunehmender Bedarf an einer nahtlosen Kommunikation über die Technologieschichten hinweg – von Unternehmenssystemen wie Enterprise Resource Planning (ERP), Product Lifecycle Management (PLM) und Manufacturing Execution System (MES) bis hin zur Automatisierungsschicht, einschließlich Ausrüstung, Steuerungen und Sensoren. Und besonders, wenn wir über das Potenzial von Big Data nachdenken, ist eine technische Orchestrierungsschicht von entscheidender Bedeutung und wird durch MOM-Lösungen realisiert.

## MES versus MOM: Was ist der Unterschied?

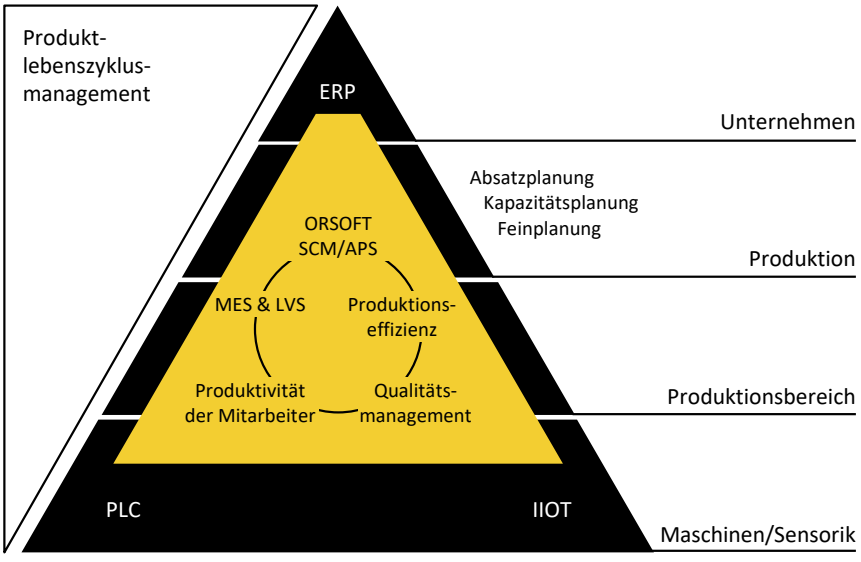
Um MOM zu verstehen, muss der Unterschied zwischen MES und MOM klar sein. Ein MES bezieht sich auf die Erfassung und Auswertung von Produktionsdaten in Echtzeit. Diese Daten ermöglichen es dem Unternehmen, seine Produktionsaktivitäten von der Vorbereitung über alle (Vor-) Stufen bis zur Endproduktion zu optimieren.

Bei MES geht es folglich darum, Transparenz und Kontrolle über die Ausführung und Qualität in der Fertigungsstätte zu gewinnen. Die Zukunft der digitalen Produktion besteht jedoch nicht mehr aus Insellösungen, getrennten Datenströmen und dezidierten Arbeitsbereichen, sondern aus einem intelligenten, integrierten Fluss aller Daten, Ressourcen und Prozesse.

Die durch MOM angebotenen Lösungen umfassen auch MES – gehen jedoch viel weiter. MOM enthält zusätzlich Qualitätsmanagementsysteme (QMS), Advanced Planning and Scheduling (APS), einschließlich Lieferkettenplanung, Ressourcenmanagement und Anlagenwartung sowie Manufacturing Intelligence. Daher ist MOM nicht nur Software zur Fertigungssteuerung, sondern bezieht sich vielmehr auf vollständige Geschäftsprozesse, das gesamte Management von Produktionsabläufen sowie darauf, Big Data in Smart Data zu wandeln und bereitzustellen.

## Der Smart-MOM-Ansatz

Einer der kritischen betrieblichen Aspekte in der Fertigungshalle ist die Automatisierung, Standardisierung und




**Der Aufbau und die Planungsebenen innerhalb einer MOM.**

Zentralisierung von Shopfloor- und Qualitätsprozessen und Prozessdaten. Gartner spricht in diesem Zusammenhang auch von einem Connected Worker.

Durch die Digitalisierung des Shopfloors können Mitarbeitern im Produktionsumfeld relevante Informationen zur Verfügung gestellt werden. Dadurch können sie schnellere und bessere Entscheidungen treffen, um etwa Prozesse zu optimieren: Sie erhalten Zugriff auf Produktionsdaten, Anleitungen über nächste Arbeitsschritte, Echtzeit-Verbindung zu räumlich entfernten Wissensquellen.

Die MOM-Plattform sollte den Anforderungen einer serviceorientierten Architektur folgen: Eine modulare, skalierbare und flexible Lösung mit dem Anspruch, Informationen und Services in Echtzeit zu bieten. Gartner spricht hier von MOM Application Suites.

Diese Suites sind eine Sammlung von Anwendungen für die Verwaltung von End-to-End-Fertigungsprozessen mit dem Ziel, die Effizienz zu optimieren. Sie erweitern das herkömmliche MES über die Verwaltung der Produktionsausführung hinaus und umfassen: Connected Worker, eine detaillierte Produktionsplanung, das Ressourcenmanagement (Materialien, Anlagen, Arbeitskräfte), die Prozess- und Produktzuverlässigkeit (Qualität), sowie die Analyse von Fertigungsdaten.

Und all das mit dem besonderen Fokus auf den Produktionsprozess. In diesem Zusammenhang wird auch gerne von einem Smart-MOM-Ansatz gesprochen. Solche Lösungen und Plattformen sollten auf die Herausforderungen von Industriekunden so angepasst sein, dass sie Industrieobjekte, Menschen und Geschäftsprozesse miteinander verbinden.

## Die Rolle der Daten beim MOM

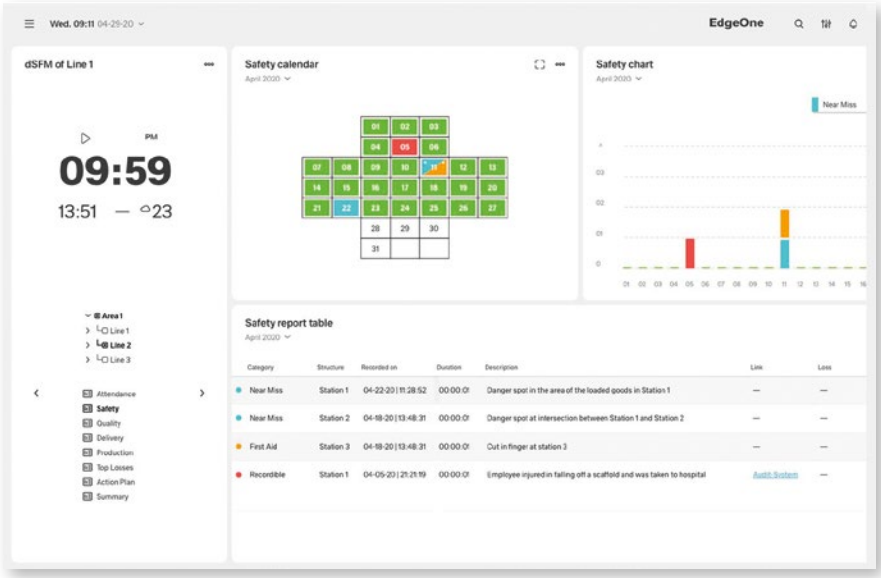
Kurzfristig sollten produzierende Unternehmen daher auf jeden Fall über die Integration einer geschäftsprozess-übergreifenden Lösung im Sinne einer MOM-Plattform nachdenken. Denn diese stellt Kerntechnologien bereit, um Informationen und Abläufe mithilfe von standardisierter Technologie auf neutraler Ebene zu orchestrieren.

MOM-Plattformen können nicht nur die Daten von Maschinen, Produkten, Personen und Prozessen übersetzen, um relevante Informationen kontextbezogen an die anderen Funktionen des produzierenden Unternehmens zu übermitteln. Sie sammeln auch Daten über jeden Aspekt des Produktionsprozesses.

Der schwierige Teil besteht allerdings darin, die produzierten Daten auch entsprechend zu analysieren. MOM Application Suites verstehen den Produktionskontext und interpretieren Ereignisse und Muster für den Gebrauch durch andere Systeme und können so aus Big Data intelligente Daten erzeugen, die auch in anderen Geschäftslösungen und -einheiten verwendet werden können.

Das Portfolio umfasst unter anderem die Bereiche: Manufacturing Execution System (MES), Warehouse Management System (WMS), Advanced Planning and Scheduling (APS), Advanced Quality Management, Manufacturing Operations Management (MOM).

Ein konkretes Beispiel ist die Platform-as-a-Service (PaaS) EdgeOne von Germanedge. Darin bündeln sich Lösungen der Produktgeber Gefasoft, New Solutions, Objective, QDA Solutions und Orsoft innerhalb eines „Unified Production Workplace“ nahtlos integriert. Dieser liefert




**Digitale Produktion: Eine MOM-Plattform bringt die Daten verschiedener Applikationen und Bereiche in eine einheitliche Arbeitsoberfläche zusammen.** Bild: Germanedge

Erst dann steht eine voll integrierte Lösung mit Datensynchronisierung und smarter Datenanalyse zur Verfügung, die den verschiedenen Stakeholdern der Produktion eine intelligentere und schnellere Entscheidungsfindung ermöglicht.

## Plattform fasst Lösungen verschiedener Anbieter

Egal, ob man es mit MOM Application Suite, Smart-MOM-Lösung oder einheitliche MOM-&-IIoT-Plattform umschreibt, die Idee dahinter ist dieselbe: Es geht um ein Ökosystem, das Unternehmen helfen kann, die Anforderungen an Produktionseffizienz, Qualität, Transparenz und reduzierte Produktionszeiten zu erfüllen. Und zwar auf einer Plattform, basierend auf einer offenen Enterprise-Architektur, die vollständig skalierbar und transparent administrierbar ist und dadurch das Ausrollen von Anwendungen und deren Updates leicht macht.

eine moderne Benutzerführung und erlaubt ein intuitives und effizientes Arbeiten trotz einer Fülle an Funktionen und Applikationen.

Die integrierte Nutzung verschiedener Lösungen in Kombination reichert die Produktionsplanung durch Echtzeitdaten an und liefert so realistischere Ergebnisse. So entsteht eine Industrie-4.0-Plattform, die MES- und MOM-Anwendungen zusammenführt und nicht nur Big Data, sondern Smart Data liefert.

Auch eine bereits zum Großteil intelligent verknüpfte Produktionswelt wird durch MOM effizienter, skalierbarer und transparenter, bei besserer Erweiterbarkeit, geringeren Kosten und höherer Zukunftssicherheit. **jbi**

**Christian Greis** ist Managing Consultant bei Orsoft.

**Erwin Vervondel** ist CTO bei Germanedge.

# Mit Recovery-Bootstick
# Backups zuverlässig erstellen

**Wurde ein defekter PC oder IPC als Ursache für einen Anlagenstillstand ermittelt, gilt es schnell zu handeln. Dabei geht es nicht nur darum, ein aktuelles Image der entsprechenden Installation zu haben, sondern dieses auch unkompliziert aufspielen zu können. Daher sollte der Prozess von der Image-Erstellung bis hin zum Wiederaufspielen regelmäßig überprüft werden.**

VON JOCHEN LANG UND DIPL.-ING. (FH) NORA CROCOLL



**WIE WICHTIG** Datensicherung und die Erstellung von Software-Images ist, kam zwar in der operativen Ebene der Automatisierungsbranche später an als in IT-Bereichen, ist hier aber unbestritten mindestens ebenso wichtig. Gerade in größeren Produktionsanlagen sind sehr viele Rechner eingebunden, manchmal sind es mehrere Hundert oder sogar Tausend. Bei diesen Größenordnungen wird schnell deutlich, dass sich die Wartung dieser PCs und ihre Datensicherung manuell nicht zuverlässig und wirtschaftlich verwalten lässt. Zum Glück gibt es heute auf industrielle Anwendungen zugeschnittene Lösungen, die Anwender bei der Versionsverwaltung von Software und Sicherung unterstützen.

## Den gesamten Image-Prozess im Blick

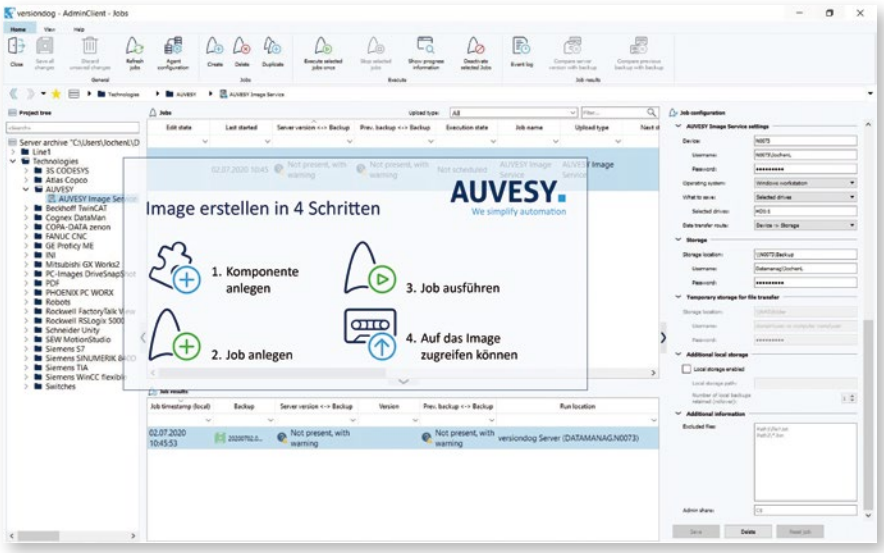
Auvesy bietet bereits seit vielen Jahren zuverlässige Datenmanagementlösungen, die Anwender der Automatisierungsbranche dabei unterstützen, automatische Backups zu erstellen sowie eine Versionsverwaltung, um Softwarestände von Steuerungsprogrammen sauber zu dokumentieren. Weil das Erstellen von Images und die zuverlässige Verwaltung aktueller Stände sehr aufwändig ist, hat das Landauer Unternehmen in den vergangenen Jahren die Software versiondog um einen automatisierten Service für diese Aufgabe erweitert. Mit dem Auvesy Image Service lassen sich Images komfortabel erstellen.

Der Schwerpunkt galt dabei auch großen Anlagen, wo mehrere Hundert Image-Jobs angelegt werden müssen. Mit dem Tool ist das nun zeitsparend möglich. Damit lässt sich die Zeit zum Anlegen von 500 Jobs schätzungsweise von drei Manntagen auf knapp eine Stunde reduzieren. Die Fehler, die bei der langwierigen, stupiden Arbeit im Vergleich zur automatisierten Lösung entstehen würden, sind dabei noch nicht einmal berücksichtigt. Die Lösung von Auvesy berücksichtigt einen wichtigen Faktor: Meist sind in der Produktion PCs mit älteren Betriebssystemen und Festplatten im Einsatz, die eine Installation einer großen Image-Lösung verhindern.

Aus diesem Grund wurde bei dem Image Service nicht nur auf die Kompatibilität zu älteren Betriebssystemen geachtet, sondern auch auf die Größe der Client-Installation, um die Rechner remote sichern zu können. Die Client-Installation benötigt unter 50 MB und lässt sich meist problemlos auch auf kleinen Rechnern installieren, ohne die Festplattenkapazität zu erweitern zu müssen.

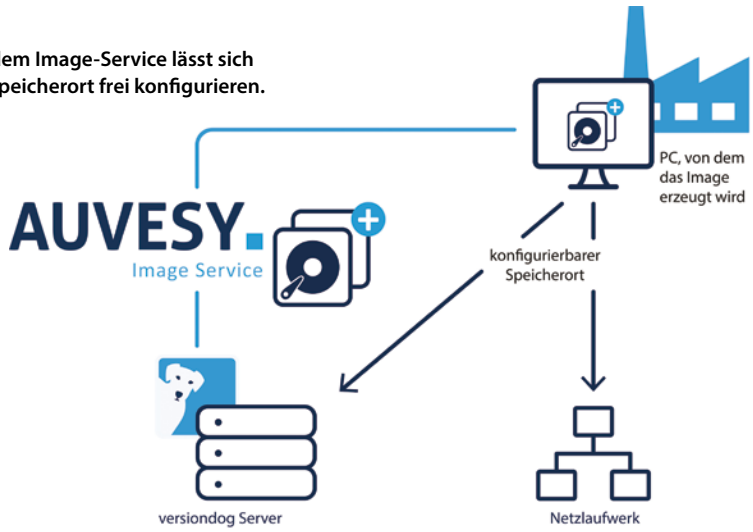
## Systematische Verwaltung der Images

Spannend wird es, wenn ein Image tatsächlich benötigt wird. Dann ist es nicht nur wichtig, eines zu haben, sondern auch zu wissen, wo das aktuelle gespeichert ist. Deshalb sind Auvesy Strategien zur systematischen Verwaltung mindestens ebenso wichtig wie das Erstellen selbst. So müssen idealerweise auch die Images von Rechnern, die nicht ans Firmennetzwerk angeschlossen sind, an




**Mit dem Image-Service von Auvesy gelingt die Image-Erzeugung in vier einfachen Schritten.**
Bilder: Auvesy

Bei dem Image-Service lässt sich der Speicherort frei konfigurieren.




zentraler Stelle archiviert und verwaltet werden.

Entscheidender Punkt in der gesamten Kette ist dann aber das Aufspielen des Images. In der Vergangenheit musste dazu auf dem neuen Gerät bereits ein Betriebssystem vorinstalliert sein. Ab der Version versiondog 8.0 wird nun ein Recovery-Bootstick angeboten. Damit kann man innerhalb kürzester Zeit von einem komplett „leeren" System zu einer lauffähigen Lösung gelangen. Der Bootstick beinhaltet ein kleines Betriebssystem und alle benötigten Anwendungen für ein schnelles und einfaches Recovery.

Alternativ ist es auch möglich, diese auf einen mit Betriebssystem vorinstallierten PC remote aufzuspielen. Angeboten wird auch die Möglichkeit, Images an mehreren Speicherorten abzulegen, also beispielsweise die letzten zehn auf einem zentralen Rechner und die letzten ein bis fünf Versionen lokal auf einer zweiten Festplatte. Dann kann das Recovery lokal noch schneller durchgeführt werden. In jedem Fall wird die Zeit deutlich reduziert, die es braucht, bis der neue PC wieder lauffähig ist. Denn neben der Installation des Betriebssystems kann auch das – teilweise mehrfache – Kopieren von großen Image-Dateien übers Netzwerk wertvolle Zeit rauben.

## Von der Kommandozeile verabschieden

Vereinfacht wurden neben der System-Recovery auch andere Bereiche. Bislang war die manuelle Erstinstallation recht aufwändig, teilweise aber notwendig, da nicht alle Rechner am Firmennetz hängen. Somit ist ein automatischer Fernzugriff nicht überall möglich und ein manueller Eingriff vor Ort nötig, häufig gepaart mit kryptischen Eingaben in der Kommandozeile. Dazu wurde nun für die Version 8.0 ein Webinstaller entwickelt, der die Installation erleichtern soll.

Über eine lokale Webseite kann damit auf dem PC vor Ort nun das Installationspaket erzeugt und vom Stick heruntergeladen und installiert werden. Alternativ lassen sich auch an einem zentralen Rechner für mehrere PCs Setup-Pakete zur Installation vorbereiten (inklusive Sicherheitszertifikat, das mit der jeweiligen IP-Adresse verknüpft ist) und dann am jeweiligen PC zur Installation starten.

## Wenn der Anwender „mitentwickelt"

Generell wurden das Zusammenspiel zwischen versiondog und Image Service und die intuitive Nutzbarkeit deutlich verbessert. Maßgeblich dazu beigetragen hat das Feedback vieler Nutzer sowie das strukturierte Vorgehen bei den Projektverantwortlichen und Entwicklern von Auvesy, das dafür sorgt, dass Rückmeldungen auch dorthin gelangen, wo sie sich in Weiterentwicklungen niederschlagen. Eine dieser Änderungen aufgrund von Kundenwünschen ist zum Beispiel, dass die Anzahl der temporären Verzeichnisse angepasst wurde, sodass nun für jeden Job und jedes Subnetz ein eigenes temporäres Verzeichnis zur Verfügung steht. Damit ist jetzt die Netzwerkverfügbarkeit mit mehreren Subnetzen umsetzbar.

Generell gehen die Landauer bei ihrer Softwareentwicklung nach einem agilen Konzept vor. Dabei wird bei Projektstart nicht die gesamte Lösung festgelegt, sondern sie planen verschiedene Elemente ein, die sie stufenweise und nach Anwenderbedarf priorisiert umsetzen. Von Release zu Release wird wieder neu priorisiert. So entsteht insgesamt schneller eine nutzbare Lösung und es ist sichergestellt, dass nur die Elemente entwickelt werden, die Anwender auch wirklich brauchen; also eine Win-win-Situation für Nutzer und Entwickler.

Diese Art der Entwicklung erfordert aber ein sehr diszipliniertes Vorgehen und ein genaues Hinsehen, um den tatsächlichen Ursachen des Problems hinter manchen Workarounds auf den Grund zu gehen. Auch die Dokumentation zur Software wurde nach Kundenfeedback angepasst. Eine neue Struktur stellt sicher, dass Nutzer nicht mit zu vielen unnötigen Informationen überfrachtet werden, aber dennoch alles Notwendige vorhanden ist.

## Blendende Zukunftsaussichten

Die Version 8.0 steht ab Juli 2020 zur Verfügung. Aber schon jetzt starten die Landauer mit Weiterentwicklungen für die Version 8.5. Dazu gehören beispielsweise eine FTP-Integration, um Alternativen zum Datentransfer neben den bislang genutzten Windows-Freigaben zu schaffen, sowie eine Möglichkeit zum Erstellen differentieller Images. Um den zuverlässigen Anlagenbetrieb zu gewährleisten, ist vorbeugende Instandhaltung ein Thema, das in der Industrie immer wichtiger wird und auch vor der Datensicherung nicht Halt macht. Deshalb wird in der nächsten Version dieser Bereich ein wesentliches Thema sein.

Dazu zählen die aktive Überwachung von der Bios-Batterie oder vom Zustand der Festplatte, die gesichert wird, also deren Kapazität, defekte Sektoren, Veränderungen der Hardware-Konfiguration usw. Auch Unterschiede bei Software-Versionen sollen überwacht und als Listenansicht übersichtlich dargestellt werden. Zudem lassen sich damit viele nützliche Lösungen generieren. Mit einem mobilen Image Client schließlich sollen neben Windows auch weitere Betriebssysteme unterstützt werden. Daher wird der Image Service permanent weiter an den Bedarf der Nutzer angepasst wird: Nach dem Release ist also vor dem Release. sg

**Jochen Lang** verantwortet als Produkt- & Projektmanager die Evaluierung, Planung und Steuerung neuer Softwareprojekte bei Auvesy; **Dipl.-Ing. (FH) Nora Crocoll** ist für das Redaktionsbüro Stutensee tätig.

# Leistungsfähig ab dem ersten Tag

**Komplexe Anlagen in Betrieb zu nehmen ist immer eine große Herausforderung. Im Fall von Rockfon, Hersteller von Akustikplatten, musste die neue, automatisierte Verpackungsanlage von Beginn an vollständig betriebsfähig sein. Durch die Kooperation mit Siemens und die Nutzung von Totally Integrated Automation (TIA) konnte die Anforderung der Systemintegrator ACE sicherzustellen.**

VON MAXIMILIAN KORFF



**ROCKFON** produziert in ihrer Fabrik in Wijnegem in Belgien Metallprofile für feuerfeste und akustische Deckensysteme. Nach deren Fertigstellung werden die Metallprofile von zwei Mitarbeitern von Hand in Kartons verpackt. Dabei handelt es sich um eine körperlich anstrengende und aufreibende Arbeit. Zudem schränkt das gesetzlich festgelegte Höchstgewicht für Hebe- und Hubbewegungen das Endgewicht der Kartons ein. Damit war für Rockfon klar, dass es eine bessere Verpackungslösung benötigte.

Aufgrund der gesteigerten Nachfrage nach den Produkten und des damit verbundenen höheren Volumens erkannten die Verantwortlichen bei Rockfon die Verpackungsautomatisierung der Profile als Schlüssel zum Erfolg. „Es war an der Zeit, den Verpackungsprozess eines unserer beliebtesten Produkte einer gründlichen Veränderung zu unterziehen", berichtet Martine Steenaerts, Verfahrenstechnikerin bei Rockfon.

**Das Rockfon-Werk in Wijnegem setzte sich zum Ziel, die Verpackung in einer der wichtigsten Produktionslinien zu automatisieren.** Bilder: Siemens

## Neue Aufgaben für Mensch und Maschine

Ein Hauptanliegen von Produzenten sind die Herausforderungen für Arbeitnehmer, die mit der Digitalisierung einhergehen. Rockfon wollte mit diesem Projekt demonstrieren, dass erfahrenes Personal immer auch für höherwertige Aufgaben eingesetzt werden kann. Die neue Rollenzuteilung für die Mitarbeiter stellte allerdings den einfachen Teil des Automatisierungsprojekts dar. Eine Anlage zu entwickeln, die komplexe, menschliche Bewegungen imitiert, und ein zuverlässiges Netzwerk bereitzustellen, das diese unterstützt, stellten die größeren Herausforderungen dar. Hochmotiviert ging der bei Rockfon langjährig tätige Systemintegrator ACE Ingenieurs- & Adviesbureau an diese Aufgaben heran. Koen Aerts, Projektleiter für Automation bei ACE, war überzeugt, dass es dabei um „eine großartige Möglichkeit zur Konstruktion einer Verpackungsanlage mit modernster Technologie" ging.

## Nahtloser Wechsel ist gefordert

Die dringlichste Aufgabe bestand darin, die Flexibilität menschlicher Gliedmaßen durch die Präzision eines Roboters zu ersetzen. Profile von einem Fließband zu heben und in einen Karton zu legen, mag für eine Person keine besondere Herausforderung sein. Aber eine Anlage zu entwickeln, die Profile greifen, heben und fein säuberlich in einen Karton legen kann, verlangte fortschrittliches Engineering und eine entsprechend ausgefeilte Software.

Die Tatsache, dass der Wechsel vom manuellen zum automatisierten Verpacken nahtlos stattfinden musste, stellte die zweite Herausforderung dar. Schließlich wollte Rockfon die Kosten sowie die Ausfallzeit, die eine Feineinstellung der Systemarchitektur nach sich zieht, unbedingt vermeiden. Die smarte Verpackungsanlage sollte vom Tag eins an vollumfänglich funktionieren.

Die IT-Richtlinie von Rockfon erwies sich als weitere Hürde, da sie die Einbindung der Anlage in das Unternehmensnetzwerk untersagte. Folglich brauchte man ein fortschrittliches Netzwerk, das die Durchführung von Wartung und Ser-

vice per Fernzugriff erlaubte. Von zentraler Bedeutung waren hier besonders zwei Anforderungen: eine hohe Datengeschwindigkeit und der Schutz vor Hackerangriffen.

### Vertrauen in die Technik von Siemens

Für jede Komponente der smarten Verpackungsanlage mit unterschiedlichen Herstellern zusammenzuarbeiten, hätte die Komplexität der Umsetzung erhöht. Basierend auf der langjährigen Zusammenarbeit mit Siemens wusste man bei ACE, dass auf deren Technik für das Antriebssystem Verlass ist. Auch bei Rockfon selbst waren bereits zahlreiche Komponenten von Siemens im Einsatz und so stieß der Ausbau der Zusammenarbeit auf Zuspruch.

Nach der Auswertung der projektspezifischen Anforderungen entschied man sich bei ACE für ein vollumfängliches Totally-Integrated-Automation-Projekt. Bei dem TIA-Konzept wird immer mit dem Herzstück der Automatisierung, der SPS, begonnen und dann nahtlos zu den HMI-Panels und Antriebssystemen übergegangen, die auch über das Engineering-Framework TIA-Portal integriert sind. Das System der bestehenden Profil-Verformungsmaschine, die hauptsächlich auf Relaissteuerung basierte, wurde in die Siemens-Steuerung Simatic S7-1500 integriert. Für ACE stellte das TIA.Portal die optimale Plattform zur Lösung aller projektrelevanten Herausforderungen dar.

### Komplexität erfordert eine kontinuierlich anpassbare Lösung

Es war von Anfang an klar, dass an der Software für die smarte Verpackungsanlage vor dem ersten Einsatz zahlreiche komplexe Änderungen vorgenommen werden müssten. Anstatt also die Software vollständig zu entwickeln in der Hoffnung, dass sie am ersten Tag einsatzfähig ist, entschieden sich Siemens und ACE für den Weg der kontinuierlichen Integration. Dabei arbeiteten Entwickler im Laufe des Projektes gemeinsam an der Software, ideal hierfür geeignet zeigte sich das TIA-Portal.

Beim Prototyp der Anlage konnten die Kinderkrankheiten schnell überwunden werden. „Wir haben erst kürzlich die virtuelle Inbetriebnahme-Software NX Mechatronics Concept Designer und PLCSIM Advanced von Siemens erworben. Hätten wir diese bereits in der Konzeptionsphase des Systems gehabt, hätten wir sie sicherlich dafür eingesetzt, das Verhalten der Profile an neuralgischen Punkten entlang der Verpackungslinie vorherzusagen“, erklärt Koen Aerts.

### Sicherer Support mithilfe von Sinema Remote Connect

Mit der von ACE implementierten, modernen Siemens-Netzwerkarchitektur konnte sichergestellt werden, dass sowohl Wartung als auch Updates aus der Ferne durchführbar sind. Das Herzstück bildet hierfür Sinema Remote Connect. Über das Netzwerkgerät konnten die

## Die automatisierte Verpackungsanlage bei Rockfon

- Erfolgreicher Wechsel von einer aufreibenden, manuellen Tätigkeit zu einer smarten Verpackungsanlage.
- Der Ansatz einer kontinuierlichen Integration wurde mit dem Totally Integrated Automation (TIA)-Portal umgesetzt.
- Mittels Sinema Remote Connect und Scalance M874-3 können die Entwickler von ACE mit hohen Datenraten und hoher Verfügbarkeit sicher auf das Netzwerk zugreifen.
- Der Switch Scalance XB216 verbindet weitere Geräte mit dem Router Scalance M874-3.
- Rockfon konnte durch die Automatisierung den körperlich arbeitenden Bedienern der Verpackungsanlage höherwertige Aufgaben zuteilen.
- Die smarte Verpackungsanlage bei Rockfon ist voll betriebsfähig hinsichtlich der prognostizierten Kapazität und reduziert die Betriebskosten signifikant. Inzwischen hat der Hersteller zwei weitere, identische Anlagen installiert.

**Der Antrieb der Sinamics S120 Booksize Drives wurde in das TIA-Portal integriert.**

**Für die Echtzeit-Kommunikation im Netzwerk installierte ACE den Switch Scalance XB216, der für Personensicherheit in der Produktion sorgt.**

## Die eingesetzte Technik

- Steuerung: Simatic S7-1500F mit integrierter Sicherheit
- I/O-Systeme: Simatic ET200SP & ET200AL
- Simatic Comfort Panels
- Sinamics S120 Booksize Drives
- Totally Integrated Automation (TIA)-Portal
- Servomotoren: Simotics
- Managementplattform für Remote Networks: Sinema Remote Connect
- 3G-Industrierouter: Scalance M874-3
- Netzwerk-Switch: Scalance XB216
- Schaltgeräte: Sirius
- Stromversorgung: Sitop

**Die Simatic Comfort Panels geben dem Benutzer eine schnelle Übersicht über die gesamte Produktionslinie.**

Entwickler von ACE durch den Austausch von X.509-Sicherheitszertifikaten aus der Ferne sicher auf die smarte Verpackungsanlage zugreifen.

Mittels Sinema Remote Connect integrierte ACE zudem Diagnosetools zur Maximierung der Anlagenverfügbarkeit und Produktivität. Dazu gehörten auch eine ausfallsichere Zentralbaugruppe (CPU) und Profisafe für eine nahtlose Integration der Sicherheitsfunktionen in die Anlagenautomatisierung. Anstatt bei jedem Alarm die Anlage anzuhalten, konnte Rockfon das Protokoll einsehen und dann tätig werden, um mit der Zeit die Produktivität zu verbessern.

### Schneller und sicherer Zugang mit 3G-Industrierouter

Den Zugang mit hohen Datenraten und einer hohen Prozessverfügbarkeit durch Sinema Remote Connect setzte ACE mittels eines einzigen 3G-Industrierouters, dem Siemens Scalance M874-3 um. Über den industrietauglichen Router ist ein sicherer Fernzugriff zum Netzwerk gemäß den Empfehlungen der IEC 62443 möglich. Alle Daten werden verschlüsselt und sämtliche nicht authentifizierte Verbindungsanfragen abgelehnt. Die Daten werden zusätzlich mittels Firewalls und VPN-Verschlüsselung gesichert.

Zur Verbindung von Geräten mit Scalance M installierte ACE einen Ethernetfähigen Switch Scalance XB216 von Siemens. Steuerung und Diagnose dieses leichten, industrietauglichen Switches erfolgen dabei zentral über das TIA-Portal. Der Switch leitet Profinet-Frames mit einer erhöhten Priorität weiter, was sich in einer hohen Stabilität und Sicherheit niederschlägt. Die Verfügbarkeit steigt und eine Echtzeit-Kommunikation ist sichergestellt.

### Enge Zusammenarbeit bis zum Abschluss des Projektes

Ab dem Moment, als man sich auf eine Automatisierungsarchitektur von Siemens geeinigt hatte, begann ACE mit der Durchführung von Design, Konstruktion und Prüfung der smarten Verpackungsanlage. Siemens unterstützte die Engineering-Phase mit der Dimensionierung der Antriebe. Während der Planungs- und Entwicklungsphase arbeiteten ACE und Siemens Hand in Hand und stellten so den reibungslosen Abschluss der Installationsphase sicher. Und dank der mittels TIA-Portal durchgeführten Tests und Qualitätschecks war die Verpackungsanlage von Anfang an in der Lage, einwandfrei zu greifen, zu heben und zu verpacken.

### Ein Erfolg für Integratoren und Mitarbeiter

Der Erfolg der smarten Verpackungsanlage ist nur die eine Hälfte der Geschichte. Die neue, automatisierte Anlage wird durch einen einzigen Mitarbeiter, der zwei Linien gleichzeitig überwacht, bedient. Ein vielversprechendes Zeichen für die Zukunft ist, dass die Bediener umgeschult und nun Spezialisten für die neue Verpackungslinie sind. Dies zeigt, wie der Einsatz neuer Automatisierungstechnologien helfen kann, höherwertige Aufgaben zu schaffen und gleichzeitig aufreibende manuelle Tätigkeiten abzubauen. Auch die Produktivität konnte gesteigert werden: So ist die Verpackungsanlage mittlerweile voll betriebsfähig und Produktionszyklen laufen in drei Schichten, was wiederrum die Betriebskosten signifikant reduziert.

### Planung zur Einführung weiterer Automatisierungstechnologien

Nach den positiven Erfahrungen mit der smarten Verpackungsanlage hat Rockfon zwei identische Anlagen in zwei anderen Linien installiert. ACE hat bei der Installation dieser Anlagen erneut Siemens-Technik verwendet. Rockfon plant nun, zwei weitere Linien mit größerem Volumen zu automatisieren.

„Rockfon ist auf dem direkten Wege, sich die Vorteile der Automatisierung hinsichtlich Produktivität und Leistung in allen Werken zu Nutze zu machen", erläutert Carlo Vanschoenwinkel, Rockfons Betriebsleiter für Netz und Logistik. „Die technische Expertise von ACE und die Technologie der kontinuierlichen Integration von Siemens geben uns volles Vertrauen, dass wir am Einführungstag stets betriebsfähig sein werden." sg

**Maximilian Korff ist tätg bei Portfolio Sales Development, Digital Industries, Process Automation bei der Siemens AG.**

Bild: M.V1 rcfotostock/ Fotolia

# Let's **meet** virtual!

**Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH ist Produzent und Dienstleister von Automatisierungslösungen für die Fabrikautomation. Auf der SPS Connect präsentiert das Hattersheimer Unternehmen eine Vielzahl von Innovationen. Eine Auswahl dieser Highlights wird hier vorgestellt.**

**DIE KERNKOMPETENZ** von Hilscher ist die Technologie, Entwicklung und Produktion von industriellen Kommunikationslösungen für die moderne Fertigungsautomation. Die Produkte von Hilscher reichen von PC-Karten und Gateways über OEM-Aufsteckmodule bis hin zu leistungsfähigen SoC mit den dazugehörigen Protokollstacks.

## Austausch in der digitalen Welt

Covid-19 sowie die damit verbundenen Reisebeschränkungen fördern unerschlossene Wege in der Messe- und Veranstaltungslandschaft. Waren Präsenzmessen für die Automatisierungsbranche eine der besten Möglichkeiten, interessante Gespräche zu führen, verschiebt sich nun alles in die digitale Welt. Ein innovativer Ansatz, eine solche Plattform zu bieten, bildet die erste komplett virtuell stattfindende SPS Connect, die vom 24. – 26.11.2020 stattfindet. Ziel der Plattform ist es, Aussteller und Fachbesucher für den fachlichen Austausch digital zusammenzubringen.

Wie die SPS in den vergangenen Jahren, bildet auch die SPS Connect das komplette Spektrum der smarten und digitalen Automation ab – vom einfachen Sensor bis hin zu intelligenten Lösungen, vom heute Machbaren bis hin zur Vision einer umfassend digitalisierten Industriewelt.

## Zahlreiche Produktneuheiten

Als gesetzter „SPS – Smart Production Solutions"-Stammaussteller ist Hilscher natürlich Teil des digitalen Branchentreffpunkts und wird unter anderem diese Produktneuheiten online auf der SPS Connect präsentieren:

- netFIELD – durchgängige Technologieplattform für IIoT
- netX – Prozessoren für die industrielle Kommunikation
- comX – flexible Kommunikationsmodule
- cifX – Industrielle Kommunikation für PC-basierte Systeme
- Embedded Module
- Gateways
- netANALYZER – Analyse und Datenakquise

## Termine mit Experten

Wir laden Sie herzlich ein, zusammen mit uns daran teilzunehmen. Ab dem 16.11.20 haben Sie die Möglichkeit, Termine mit unseren Experten zu vereinbaren. Weitere Informationen zur SPS Connect finden Sie auf der Homepage des Veranstalters www.sps.mesago.com.

**Wir freuen uns auf den Austausch mit Ihnen!**

hilscher
COMPETENCE IN COMMUNICATION

Anbieter: **Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH**
Anschrift: Rheinstraße 15
D-65795 Hattersheim
Telefon: +49 (0) 61 90 / 99 07 0
E-Mail: info@hilscher.com
Internet: www.hilscher.com

# Der **Mut** zur Innovation

**Schaffen Innovationen den Menschen ab? Bisher kann man sagen: Wohl kaum! Welchen Wert technologische Entwicklung in der Produktion hat, am Beispiel von KI.**

VON KATHARINA RÖHRIG

**DIE GESCHICHTE** zeigt, dass Innovationen – wie die Fließbandproduktion, die Elektrifizierung oder die Einführung von Robotik und digitaler Fertigungssteuerung – stets Skeptiker und Kritiker auf den Plan gerufen haben, die die Entmenschlichung der Arbeit oder gar das Verschwinden des Menschen aus den Produktionshallen heraufbeschworen haben.

Natürlich haben neue Technologien stets die Art und Weise verändert, wie die Menschen arbeiten und bisher ist die Bilanz durchaus positiv für die Werker. Trotzdem ist eine fundierte und gesellschaftsrelevante Auseinandersetzung und Diskussion dabei selbstverständlich von großer Bedeutung und hat einen hohen Wert, denn es muss schlussendlich immer um den Menschen und die Verbesserung seiner Lebens- und Arbeitswelten gehen. Kurz gesagt: Technologien sind für den Menschen da, nicht andersrum.

## Was bringt die KI?

Die Künstliche Intelligenz (KI), die derzeit für die breite Nutzung in der Industrie attraktiv wird, stellt auch eine tiefgreifende Veränderung dar. Denn während die Digitale Transformation noch in einer frühen Phase der Entwicklung ist, setzt die KI auf Industrie-4.0-Technologien auf und potenziert deren Effektivität.

Die Entwicklungen sind rasant und erfordern ein hohes Maß an Innovationsfreude. Doch neben IT-Dienstleistern für die Digitalisierung des Produktionsmanagements gibt es Spezialisten, die KI-basierte Softwarelösungen anbieten und umfangreiche Hilfe bei der Konzeption und Implementierung geben – eine professionelle Beratung hilft dabei, unbegründete Hemmschwellen abzubauen.

## Enorme Potentiale in der Praxis

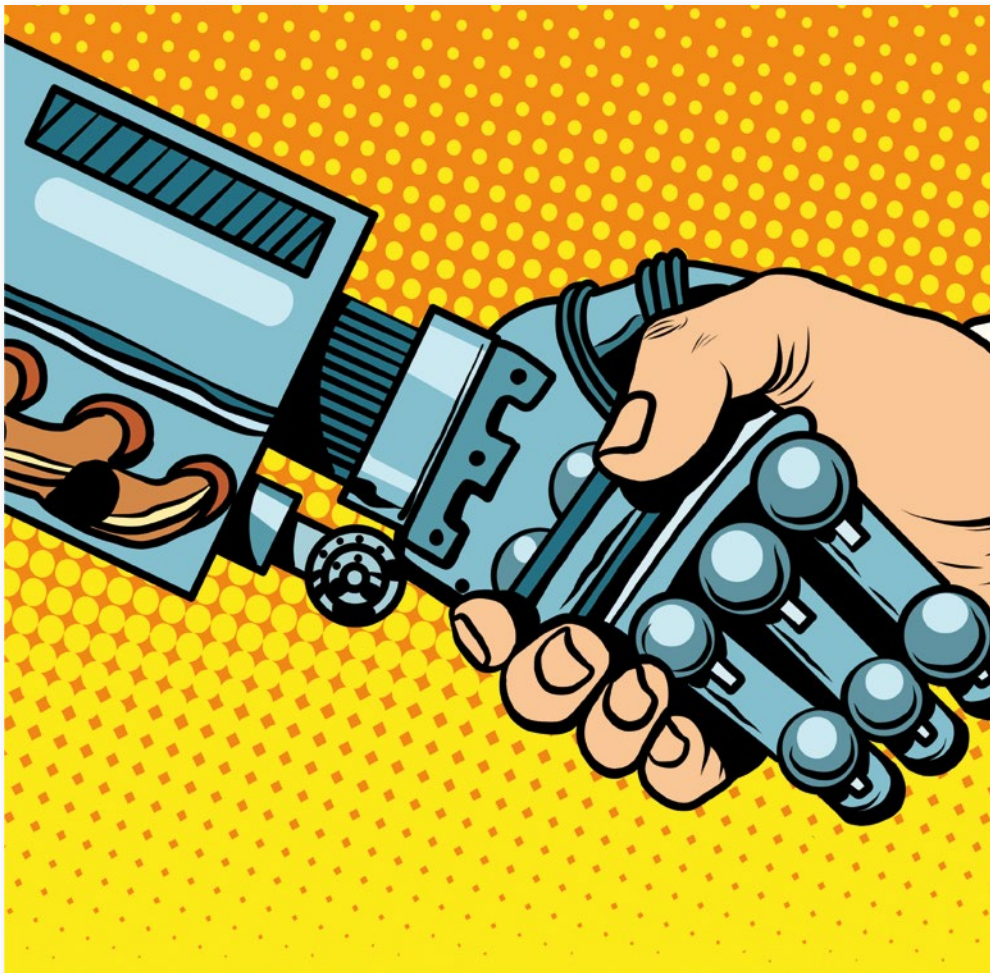
Computerbasierte Datenverarbeitung, etwa durch die praktische Nutzung von Manufacturing Execution Systems (MES), in der industriellen Fertigung setzt bereits heute ein gewisses Grundwissen voraus, allerdings ist eine Anwendung über intuitive Industrie-PCs und Bedienoberflächen möglich, sodass die produktivitätssteigernden Potentiale recht einfach ausgeschöpft werden können – transparent und praxisnah.

Ein idealer Einstieg in KI ist unter anderem die Instandhaltung, eingebettet in ein ganzheitliches digitales Produktionsleitsystem. Hier liegen sowohl Potentiale bei der Verwaltung und Planung von Wartungen, vor allem aber auch in der KI-basierten Prognose von möglichen Ausfällen. Denn eine störungsfrei laufende Produktion kann nur mit Hilfe einer systematischen Instandhaltung gewährleistet werden.

## KI in der Instandhaltung

Über ein entsprechendes Modul im MES lassen sich heute schon Wartungspläne, Fachpersonal und Werkzeuge verwalten und planen, um eine strukturierte Durchführung von Instandsetzungen und Reparaturen jederzeit zu gewährleisten. Bei auftretenden Störungen können Maßnahmen direkt beauftragt und der Ausfall einer Maschine in der Produktionsplanung berücksichtigt werden. Dies führt zu einer hohen Handlungsfähigkeit und Planbarkeit der gesamten Produktion.

Nun lassen sich die erfassten Daten von einem KI-Zusatz, der auf dem Modul zur Instandhaltung aufsetzt, nutzen, um eine tiefenanalytische und zukunftsorientierte Wartung und Instandsetzung zu implementieren. Die Künstliche Intelligenz



**Der Handschlag der Fertigung mit der KI mag Überwindung kosten. Aber zu Evolution und Erfolg gehört seit jeher die technische Veränderung.**
Bild: Studiostoks/Shutterstock

setzt die Maschinen-, Produktions- und Betriebsdaten in ein direktes Verhältnis, sodass Muster und Wirkzusammenhänge erkannt werden. Denn unterschiedliche Gründe können eine Störung oder einen Ausfall hervorrufen, was bedeutet, dass viele Daten erfasst und in Zusammenhang gebracht werden müssen. Dies ermöglichen nur KI-Algorithmen und Deep Learning, denn je mehr Daten analysiert werden können, desto exakter ist die Simulation und Prognose.

Das Instandhaltungsmodul „weiß" nun also schon von kleineren Unregelmäßigkeiten und den potentiellen Auswirkungen. So kann es prophylaktisch und in jedem Fall rechtzeitig eine Wartung veranlassen – und das mit sehr konkreten Informationen zu Störgrund und Arbeitsaufwand.

## Steigerung von Verfügbarkeit und Produktivität

Während Software bisher in erster Linie als Unterstützung im Arbeits- und Produktionsalltag diente, ist die Künstliche Intelligenz darauf ausgelegt, Produktionsschritte, Prozesse, Planungen und Analysen eigenständig zu erlernen und durchzuführen. Denn die Algorithmen sind derart programmiert, dass sie autonom und adaptiv komplexe Aufgaben ausführen können.

Vergangenheitsdaten aus dem Manufacturing Execution System sowie ein initiales Training durch eine Fachkraft dienen dazu, die Basis für das KI-System zu legen und dessen Aufgabe und Zielsetzung zu definieren. Ab dann werden die erfassten Daten in Echtzeit und mit ständigem Soll-/Ist-Vergleich analysiert und der Machine-Learning-Effekt durch eine Trial-&-Error-Arbeitsweise erzielt – je mehr Daten zur Verfügung stehen, desto genauer kann von Beginn an gearbeitet werden.

Damit die KI eine Form der Intelligenz abbilden kann, wird das menschliche Gehirn über neuronale Netze nachgebildet. So entstehen Verknüpfungen und Netzwerke, die den Lerneffekt ermöglichen. Im Gegensatz zum Menschen fehlt der KI dabei die Kreativität, dafür sind die Rechenleistung und -geschwindigkeit aber deutlich größer und damit ist die KI in ihrem „Fachgebiet" schneller als der Mensch. Die von einer KI analysierten Datenmengen wären für einen Menschen nicht handhabbar.

Im Beispiel der Instandhaltung wird überwacht, welche Muster im Gesamtsystem bestehen und welche Unregelmäßigkeiten und Störungen auftreten können. Dabei wird das digitale Abbild dieser Prozesse immer konkreter, sodass sehr genau prognostiziert werden kann, welche Abweichung an welchem Bauteil oder Arbeitsschritt zu einem Maschinenstillstand führen wird. Oder ab welchem Abnutzungsgrad ein Verschleißteil negative Einflüsse auf nachgelagerte Prozesse hat, sodass es dort zu Störungen kommen kann.

## Was die KI „sieht"

Dabei nutzt die KI andere „Sinnesorgane" als ihr menschlicher Kollege. Sensoren und sonstige Datenerfassungsgeräte liefern kontinuierlich große Datenmengen, die die KI-Lösung in einer Echtzeitanalyse überwacht und dabei Abweichungen aufspürt und meldet. Je nach Reifegrad kann sie möglicherweise nötige Maßnahmen umgehend in Auftrag geben, denn das KI-basierte Instandhaltungsmodul ist in das MES-Gesamtsystem eingebettet. Wartungsarbeiten werden also bereits vor einem Ausfall durchgeführt, was eine erhebliche Steigerung der Maschinen- und Anlagenverfügbarkeit und somit eine messbare Produktivitätssteigerung zur Folge hat.

## Potenziale nutzen oder Innovation meiden?

Ob Faustkeil, Dampfmaschine oder nun die KI: Das Verbessern von Fertigungsprozessen, die Effizienzsteigerung im Ressourcenmanagement und die Entlastung und Ergänzung des Menschen sind seit jeher Ziele, die durch neue Werkzeuge, Maschinen, Energienutzungen, Produktionsverfahren, Technologien, Systeme, Arbeitsweisen oder auch Software erreicht werden sollen. Große Innovationssprünge wurden dabei bisher durch die drei industriellen Revolutionen gemacht – aktuell sind wir im Zeitalter der Digitalisierung und der 4. Industriellen Revolution. Ein Ende oder gar Limit dieser Revolution ist noch nicht absehbar und daher ist es nur menschlich und verständlich, dass es Kritik, Sorgen und Diskussionen gibt.

Die Angst vor einer menschenleeren Fabrik und einem computergesteuerten Leben und Arbeiten ist auf den ersten Blick gut nachvollziehbar. Fakt ist aber, dass der Mensch nicht aus dem Produktionsgeschehen verdrängt werden wird, denn auch wenn einige Aufgaben in Zukunft durch Maschinen, Roboter oder Computer erledigt werden, gibt es einen stetig wachsenden Bedarf an spezialisierten Fachkräften und IT-Experten, aber auch an kreativen Köpfen, die neue Systeme, Methoden und Lösungsansätze erdenken und testen. Zudem kann und konnte Technik niemals alle Probleme lösen.

Die vorhandenen Technologien für die Industrie sollten daher guten Gewissens genutzt werden, um kapital- und ressourcenschonend zu wirtschaften und nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben. Dabei ist das Know-how von spezialisierten IT-Dienstleistern unabdingbar, um eine bedarfsgerechte IT-Lösung zu konzipieren. Einerseits ist so sichergestellt, dass Hard- und Software genau auf die sehr konkreten Anforderungen einer jeden Produktion zugeschnitten sind. Andererseits können durch die externe und fachliche Beratung Kritik und Anmerkungen von Mitarbeitern einfließen, sodass eine unternehmensweite Akzeptanz und bestmögliche Synergieeffekte zwischen Mensch und KI für ein Digitalisierungsprojekt entstehen. jbi

**Katharina Röhrig ist Mitglied der Geschäftsleitung von Gfos.**

# Modellbauer erweitert seine Grenzen

**Modellbau Clauß hat 2018 einen Metall-3D-Drucker angeschafft. Wie das Unternehmen heute filigrane Strukturen etwa für eine konturnahe Kühlung in Formen und Prototypen integriert.**

VON SASCHA DIETZE

**1948 GEGRÜNDET,** hat Modellbau Clauß aus Neukirchen bei Chemnitz seinen Ursprung in der Fertigung von Gießereimodellen – zunächst aus Holz, später aus Kunststoff und mit den ersten CNC-Werkzeugmaschinen auch aus Metall. Das Leistungsspektrum umfasst heute neben den Formen auch Prototypen.

Mit 45 Fachkräften beliefert der Familienbetrieb Kunden aus dem Automobil- sowie dem Maschinen- und Anlagenbau. Bereits seit 2003 arbeitet Modellbau Clauß dabei mit Dreh- und Fräsmaschinen von DMG Mori. 2018 folgte dann eine Investition im Bereich des 3D-Drucks für die additive Fertigung metallischer Bauteile.

„In der Fertigung von Modellen und Prototypen profitieren wir von der stetigen Weiterentwicklung des 3D-Drucks", erklärt Ulli Clauß. Gemeinsam mit seinem Bruder Rico Clauß leitet er das Unternehmen bereits in dritter Generation und hat mit diesem die Fertigung des Unternehmens um die neue Technologie erweitert. „Nach den ersten 3D-Druckern für Kunststoffmodelle haben wir schnell das Potenzial in der Herstellung von Prototypen aus Metall erkannt", ergänzt Rico Clauß.

## Neue Bauteilgeometrien aus dem Pulverbett

Dafür hat Modellbau Clauß 2018 die Zusammenarbeit mit DMG Mori – sechs Werkzeugmaschinen nutzte Modellbau Clauß bereits – auf den 3D-Druck ausgeweitet. Seitdem ergänzt eine Lasertec 30 SLM 2nd Generation den „Maschinenpark auf optimale Weise", wie Ulli Clauß kommentiert. Mit der Pulverbettmaschine könne man in einem quadratischen Bauraum von 300 Millimetern Kantenlänge hochkomplexe und filigrane Bauteile, beispielsweise aus Aluminium oder Stahl, herstellen. „Subtraktiv wären solche Geometrien nicht zu realisieren.", so der Geschäftsführer.

**Mit der additiven Fertigung metallischer Bauteile haben Rico (links) und Ulli Clauß das Leistungsspektrum bei Modellbau Clauß mit 3D-Druck abgerundet.**

Die Kombination mit den 5-Achs-Bearbeitungszentren erlaube zudem eine hochgenaue Nachbearbeitung der additiv gefertigten Bauteile.

In solch komplexen Geometrien sehen die Brüder Rico und Ulli Clauß den großen Mehrwert des selektiven Laserschmelzens im Pulverbett. „Damit lassen sich hochkomplexe Bauteilanforderungen erfüllen und neue Geschäftsfelder erschließen.", sagt Ulli Clauß und nennt mit Werkzeugformen für Karbonfelgen ein aktuelles Beispiel: „Dank der Lasertec können wir jetzt die erforderlichen konturnahen Kühlkanäle realisieren."

## Sicherer Materialwechsel in unter zwei Stunden

Modellbau Clauß hat die Pulverbett-Maschine mit insgesamt drei sogenannten RePlug-Pulvermodulen angeschafft. „Damit haben wir immer unterschiedliche Metallpulver griffbereit", erklärt Ulli Clauß. Die einzelnen Module könne ein Bediener in unter zwei Stunden wechseln, selbstverständlich kontaminationsfrei. „Dadurch haben wir ein absolut sicheres Pulver-Handling", ergänzt Ulli Clauß.

< Ein Mitarbeiter bereitet ein CAD-Modell zur Übergabe an die Celos App „RDesigner“ vor. Dort erfolgt eine CAM-Programmierung für den 3D-Druck.

Seit 2018 ergänzt eine Lasertec 30 SLM 2nd Generation die Fertigung. Spezielle Pulvermodule erlauben einen sicheren und schnellen Pulverwechsel. Bilder: DMG Mori

### Durchgängige Software für konventionelle und additive Fertigung

DMG stattet die Lasertec 30 SLM 2nd Generation mit der einheitlichen Steuerungs- und Bedienoberfläche Celos aus, wie auch die konventionellen Bearbeitungszentren. Geometrisch hochkomplexe Bauteile lassen sich mit minimalem Zeitaufwand extern programmieren und an der Maschine übernehmen. „Die Maschine ist ein komplett offenes System. Das heißt, alle Maschineneinstellungen und Prozessparameter lassen sich individuell anpassen“, gibt Ulli Clauß einen Einblick in die Praxis.

In der Celos App „RDesigner“ erfolgt die CAM-Programmierung auf Basis von CAD-Modellen. Ebenfalls integriert ist die Heat Calculation. Sie berechnet die Massenverteilung im Voraus und passt die Laserparameter automatisch an. Sie liefert auch alle relevanten Maschinen- und Jobparameter – auch für die kameraba-sierte Prüfung und Fehlerdetektion der einzelnen Bauteilschichten.

### Neue Dienstleistung dank additiver Fertigung

Mit der Erfahrung im 3D-Druck und insbesondere im Pulverbettverfahren sowie vor- und nachgelagerten Prozessschritten wie Konstruktion und Nachbearbeitung kann Modellbau Clauß ein weiteres Standbein aufbauen. Noch sei die additive Fertigung nicht in allen Entwicklungsabteilungen angekommen, kommentiert Ulli Clauß: „Wir möchten unseren Kunden die konstruktiven Freiheiten aufzeigen und sie dabei unterstützen, ihre Bauteile mit Hilfe der additiven Fertigung zu optimieren.“ jbi

**Sascha Dietze ist Fachjournalist in Köln.**


WindEnergy Hamburg Digital

The global on & offshore event

1 – 4 December 2020

windenergyhamburg.com

Now a fully-online event!

- Grasp new opportunities.
- Make meaningful connections.
- Tune in to the brand new WindTV.

Wind Energy Hamburg

Organised by: Hamburg Messe + Congress

In co-operation with: Messe Husum Congress

Co-organised by: WindEurope

Global Partner: GWEC Global Wind Energy Council

Partners: BWE Bundesverband WindEnergie; VDMA Power Systems

# Mit SAP S/4HANA **alles im Griff**

**Die Einführung eines neuen ERP-Systems von SAP ermöglicht es Sensirion, Hersteller digitaler Mikrosensoren und Mikrosysteme, die Betriebsabläufe transparent zu gestalten. Zugleich kann das Unternehmen die weltweit verteilten Produktionsstandorte schneller einbinden.**

VON NILS HERZBERG

**KLEINER ALS** ein Stecknadelkopf: Das haben fast alle Produkte von Sensirion gemeinsam. Seit 1998 produziert das als Start-up in der Schweiz gegründete Unternehmen Mikrosensoren und Mikrosysteme für Automobilhersteller, Energie- und Medizintechnik sowie andere Industrie 4.0 relevante Bereiche. Ein florierendes Geschäft – denn Sensoren sind unverzichtbar, um Geräte und Gegenstände aller Art im Internet of Things (IoT) untereinander zu vernetzen.

### In IoT-Anwendungen steckt noch viel Potenzial

Schon 2020 sollen laut Schätzungen von Gartner 20 Milliarden IoT-Devices im Einsatz sein, um die Wertschöpfung in Unternehmen zu optimieren – bei steigender Tendenz. So sehen mehr als die Hälfte von rund 500 Unternehmen aus der DACH-Region laut einer aktuellen Studie von IDG Research großes Potenzial im Einsatz von IoT-Lösungen. Unverzichtbar sind demnach für jeden dritten Entscheider smarte Sensoren, mit denen sich Temperatur, Feuchtigkeit oder Kohlendioxid messen lassen. Hier kommt Sensirion ins Spiel: Das Schweizer Unternehmen produziert für seine Kunden weltweit Millionen digitaler Mikrosensoren, die Feuchtigkeit, Gas- und Flüssigkeitsdurchflüsse messen.

Um die kleinen Produkte jederzeit identifizieren zu können, setzt Sensirion bereits seit dem jahr 2013 auf die Lösungen SAP Manufacturing Execution (ME) und SAP Manufacturing Integration and Intelligence (MII). Ein weiteres Ziel des Herstellers war es, sowohl die Maschinenintegration als auch die Prozesskontrolle zu verbessern, um so dem Wunsch mehrerer Kunden aus der Automobilbranche nach mehr Transparenz in den Produktionsprozessen ihrer Zulieferer nachkommen.

### Gesucht: Mehrsprachenfähiges und integratives ERP

Knapp zwei Jahre später beschlossen die Schweizer, ihre Geschäftsprozesse zu modernisieren und mit S/4HANA von SAP eine leistungsfähigere ERP-Software einzuführen. Das damals noch junge ERP-System passte technologisch genau zu den Anforderungen von Sensirion. Gefragt war ein mehrsprachenfähiges ERP, das die schnelle Integration nicht nur von neuen Ländergesellschaften und Produktionsstandorten, sondern auch von verschiedenen Softwaresystemen ermöglichte.

Anfang 2016 startete das ERP-Projekt mit einer sechsmonatigen Orientierungsphase, die vor allem die Gründer und Geschäftsführer von Sensirion – und weniger die IT-Abteilung – vorantrieben. Im September 2016 führte ein Team aus sieben internen Mitarbeitern und SAP-Beratern das Release 1610 ein – die erste Version von SAP S/4HANA, die das bereits vorhandene Extended Warehouse Management (EWM) standardmäßig ent-

**Die digitalen Sensoren zur Messung von Feuchtigkeit sowie Gas- und Flüssigkeitsdurchflüssen kommen bei zahlreichen Unternehmen weltweit zum Einsatz.**
Bilder: Sensirion

halten hat. Im engen Schulterschluss mit den Experten von SAP Services und Support konnte das System nach nur 15 Monaten erfolgreich in den Live-Betrieb übergehen. Dabei stand Sensirion als einer der ersten Kunden von SAP S/4HANA in regem Austausch mit den Produktverantwortlichen bei SAP.

**Die 1998 gegründete Sensirion beschäftigt rund 770 Mitarbeiter und betreibt Standorte in Deutschland, China und den USA.**

### Einheitliche Sicht auf den Kunden

Im Zuge der ERP-Einführung ersetzte der Sensorspezialist auch sein bisheriges Customer-Relationship-Management-System (CRM) durch die SAP Sales Cloud. Sie bündelt sämtliche Kundenaktivitäten und -initiativen in einem System, darunter Berichte über Kundentermine, mögliche Leads, Verkaufsmöglichkeiten und Angebote. Ein großer Vorteil für den Außendienst und Vertrieb: Kundeninformationen und -kontakte liegen den Ländergesellschaften nun zentral vor, alle Mitarbeiter sind auf dem gleichen Wissensstand.

Über eine standardisierte Schnittstelle übergibt das CRM-System die Angebote und Bestellungen an das ERP-System, das automatisch die erforderlichen Produktionsprozesse anstößt. Die Schweizer setzen auf eine mehrstufige Produktion und nutzen dafür unterschiedlichste Maschinen. Mithilfe von Manufacturing Integration lassen sich alle Zwischenstufen in der Produktion nachvollziehen und alle Seriennummern der sehr kleinteiligen Sensoren identifizieren.

### Im Lager für das richtige Klima sorgen

Im Anschluss gelangen die Sensoren ins Lager, softwareseitig abgebildet von SAP EWM. Anders als klassische produzierende Betriebe braucht der Sensorspezialist kaum Stellflächen, muss stattdessen aber eine große Anzahl von Chargennummern handhaben können. Mit dem Warehouse Management lassen sich die Bestände transparent dokumentieren und einzelne Lagerabläufe nachvollziehen. Das ist eine wichtige Funktion, da manche Sensoren nur in stickstoffreichen oder antistatischen Umgebungen gelagert werden dürfen. Das EWM steuert zudem die Versandprozesse. Dabei lassen sich Vorgaben der Automobilindustrie etwa an die verwendeten Behälter, mehrstufige Verpackungen oder den elektronischen Datenaustausch (EDI) umsetzen. Um sämtliche Abläufe entlang der Wertschöpfungskette miteinander zu verzahnen, nutzt Sensirion verschiedene Standard-Tools von SAP, beispielsweise iDoc und RFC für die Verbindung zwischen dem Manufacturing Execution System und ERP-System.

### Wachstum mit ERP-Bordmitteln stemmen

Mit SAP S/4HANA hat sich der Hersteller für künftige Herausforderungen gerüstet, sämtliche Prozesse entlang der Wertschöpfungskette werden nun transparent dargestellt. Neue Landesgesellschaften oder Produktionsstandorte wie zuletzt in China lassen sich dadurch unkompliziert anbinden. Dank der integrierten Lösung muss das Unternehmen außerdem deutlich weniger Schnittstellen kontrollieren und auf dem neuesten Stand halten wie zuvor.

Außerdem konnte das Unternehmen mithilfe der ERP-Bordmittel die Auftrags- und Umsatzsteigerung der letzten drei Jahre mit seinen 770 Mitarbeitern bewältigen, ohne nach neuen Fachkräften suchen zu müssen. Und auch in diesem Jahr wächst das Unternehmen weiter: Vor allem die Hersteller von Beatmungsgeräten fragen verstärkt neue Sensoren nach. Deshalb fährt Sensirion seit Beginn der Corona-Pandemie rund um die Uhr einen Dreischichtbetrieb, was sich mit der ERP-Software ebenfalls abbilden lässt. sg

---

**Nils Herzberg ist Global Head Strategic Partnerships & Industrie 4.0 bei SAP.**

MAGAZINES FOR FUTURE

Jetzt DIGITAL MANUFACTURING selbst lesen oder verschenken und damit 10 Bäume pflanzen.

Alle Angebote unter:
united-kiosk.de/digital-manufacturing

**Mehr zur Aktion Magazines for Future und unseren Partnern:**

Unser Magazin beteiligt sich an der Kampagne Magazines For Future: Gemeinsam mit unseren Freunden von united-kiosk.de und Eden Reforestation Projects werden überall auf der Welt 10 Bäume gepflanzt, sobald Sie ein Abo auf united-kiosk.de abschließen.

# Weniger Aufwand, **mehr Durchsatz**

**Honsel Umformtechnik nutzt die Gelegenheit, um in einem neuen Werk die Lagerlogistik für Fertigteile komplett neu zu gestalten. Hier die Ergebnisse.**

VON CHRISTIAN LOBSIEN

**AM ZENTRALEN** Firmensitz in Fröndenberg an der Ruhr hat die Honsel Umformtechnik GmbH eine neue Produktionsstätte samt angebundener Logistiksektion neu errichtet. Dort werden heute Fertigprodukte zwischengelagert und auftragsbezogen für den Versand vorbereitet. Die synchronisierte Kommunikation und Interaktion zwischen dem ERP- und dem Lagerverwaltungssystem (LVS) sorgt für Bestands- und Prozesssicherheit im täglichen Betrieb. Gleichzeitig konnte durch die Implementierung des Ware-zur-Person-Prinzips erreicht werden, dass bei verringertem Arbeitsaufwand eine hohe Kommissionierleistung erzielt wird.

## Präzise Produkte aus „Draht"

Die Ansprüche bei Honsel sind hoch: Das Unternehmen fertigt präzise Produkte aus Draht mittels Kaltumformung, einem Produktionsverfahren, das das Fröndenberger Traditionsunternehmen in seiner mehr als 90-jährigen Geschichte kontinuierlich verfeinert hat. Das Portfolio reicht vom einfachen Kaltumformteil, wie etwa Nieten, Muttern und Bolzen, über speziell veredelte Sonderanfertigungen bis hin zur prozessüberwachten Anlage für die Niet-Automation.

Derzeit zählt die Honsel-Gruppe weltweit rund 300 MitarbeiterInnen. Sie alle eint das Ziel, den definierten Qualitätsanspruch auf höchstem Niveau zu halten. Größter Abnehmer der Verbindungselemente, die in großen Serien kostengünstig hergestellt werden können, ist die Automobilindustrie.

## Umbau der Fertigwarenlogistik

Angesichts einer konstant wachsenden Nachfrage investiert Honsel auf operativer Ebene stetig in Kapazitätserweiterungen. Das betrifft sowohl den Maschinenpark als auch die zur Verfügung stehenden Nutzflächen. Jüngster Coup ist das sogenannte „Werk 3", das am Hauptsitz in Fröndenberg/Ruhr errichtet wurde und Anfang 2019 seinen Betrieb aufgenommen hat.

Auf 2.500 Quadratmetern Grundfläche ist ein neues Produktionsareal mit direkter Fördertechnik-Anbindung entstanden. Michael Droszella, Leiter Logistik der Honsel Gruppe, erläutert: „Um unser Personal von langen Laufwegen und Suchvorgängen zu entlasten und gleichzeitig effizienter wirtschaften zu können, haben wir uns entschieden, auf Intralogistikebene das Ware-zur-Person-Verfahren einzuführen."

Parallel wurde mit der neuen Systemlösung das Ziel verfolgt, den Servicegrad für die Kunden sowie die Qualität insgesamt weiter zu steigern. „Im Rahmen unserer Digitalisierungsstrategie war es auch wichtig, eine Lagerverwaltungssoftware zu implementieren, die medienbruchfrei mit dem ERP-System kommuniziert und ein belegloses, mobiles Arbeiten ermöglicht", berichtet Michael Droszella weiter.

**Im neuem Werk von Honsel Umformtechnik sorgt ein Lagerverwaltungssystem von ProLogistik für effiziente Vorgänge.**
Bilder: ProLogistik

**Die Lagerverwaltung übermittelt einen Transportauftrag, der Schmalgangstapler nimmt die Palette auf und lagert sie gemäß Anweisung ein.**

### Standardsoftware um Individual-Applikationen aufgestockt

Die Wahl fiel auf pL-Store von ProLogistik, ein standardisiertes Lagerverwaltungssystem (LVS) mit integrierter Materialflusssteuerung. Das Projekt startete Ende Juni 2018 mit einem Kick-off vor Ort in Fröndenberg. Über die Bestandsaufnahme hinaus galt es zu klären, um welche kundenspezifischen Funktionen das Basispaket der Software zu erweitern war. Dies betraf zum einen die Fördertechnik-Anbindung zwecks Realisierung des Ware-zur-Person-Ansatzes, aber auch den Wareneingang aus der Produktion inklusive der bei Honsel üblichen, optoelektronischen 100-Prozent-Qualitätskontrolle.

Das gewählte LVS verfügt bereits über eine standardisierte Integrationskomponente, über die es an das im Einsatz befindliche, übergeordnete ERP-System des Partners ProAlpha gekoppelt worden ist. Abgebildet ist auch der auf halbautomatische Fachanfahrt ausgelegte Schmalgangstapler von Still, der Hubhöhen bis zu 8 Meter meistert und mit einem 10,4-Zoll-Touch-Terminal ausgestattet ist.

Mit „iGo pilot navigation" verfügt das Gerät zudem über ein Assistenzsystem, das Fahrsicherheit auch bei hohem Tempo garantiert und der Navigation im Lager dient. Über eine Schnittstelle zum LVS sind dort alle maßgeblichen Koordinaten hinterlegt.

### Strukturierter Material- und Informationsfluss

Als Ladungsträger kommen ausschließlich Kunststoff-Paletten zum Einsatz, die sowohl mit Behältern als auch Kartons bestückt sind. Aus der Fertigung zugeführt werden sie über einen Einlagerstich aufgesetzt und über die Fördertechnik mithilfe des Querverschiebewagens auf dem Ein-/Auslagerlagerstich abgestellt. Die Lagerverwaltungssoftware übermittelt einen Transportauftrag, der Schmalgangstapler nimmt die Palette auf und lagert sie gemäß Anweisung ein. In den zwei Regalgängen sind rund 1.300, durch das LVS verwaltete Stellplätze eingerichtet worden.

Analog gestaltet sich der Auslagerprozess. Zur auftragsbezogenen Kommissionierung angeforderte Waren werden palettenweise durch den Querverschiebewagen an einem der beiden Kommissionierstiche bereitgestellt. Der Pickbereich umfasst sechs Paletten-Stellplätze, wobei jeweils drei von einem Werker zu bearbeitet sind.

Diesem werden die Aufträge auf das Handgerät aufgespielt. Infolge stellt er die angeforderten Kleinladungsträger (KLTs) zusammen. Dabei werden stets nur volle KLTs von der Palette entnommen, ein Anbruch findet nicht statt. Um sicherzustellen, dass auch stets der korrekte Artikel gepickt wird, erfolgt eine Gegenscannung des KLT-Labels. Geprüft werden Artikelnummer und Charge. Nach jedem Pick wird die Menge an das ERP zurückgemeldet und dieses erzeugt die entsprechenden Versandetiketten.

Im Anschluss an die Kommissionierung erhält der Mitarbeiter die Meldung „Palette wird abgefahren". Befindet sich noch Ware auf der Palette, übernimmt erneut der Querverschiebewagen und transportiert sie zum Einlagerstich in der Vorzone des Schmalganglagers. Leere Ladungsträger werden vom Kommissionierstich abgenommen.

### Mobile Geräte unterstützen

Bei ihrer Arbeit nutzen die Werker mobile Handgeräte für den rauen Industriealltag. Im Gegensatz zur papierbehafteten Führung geht die Arbeit so schneller und vor allem fehlerfrei von der Hand. Diese mobilen Datenerfassungsgeräte hat der Dortmunder Intralogistik-Systemanbieter ebenso beigesteuert, wie einen speziellen Handwagen im Wareneingang (WE-Handwagen). Bei diesem handelt es sich um eine mobile Arbeitsstation, die sich flexibel nutzen lässt.

**Honsel investiert stetig in Kapazitätserweiterungen. Auf 2.500 Quadratmetern Grundfläche ist ein neues Produktionsareal mit direkter Fördertechnik-Anbindung entstanden.**

Auf dem Rollwagen kommt ein Industrie-Touch-PC, der pro-V-pad-Serie zum Einsatz. Charakteristisch für den Terminal-PC aus eigener Herstellung sind schlagresistente Kunststoffgehäuse und eine äußerst stabile, gehärtete und verschleißfreie (kapazitive) Touch-Oberfläche. Zudem hat er drehbare Rollen, eine Feststellbremse, einen integrierten Kabelkanal sowie durchdachte Ablageflächen. Dort lassen sich Dokumente unterbringen, aber auch Scanner, Etiketten-Drucker und/oder eine Batterie. Die Akku-Box hat den Vorteil, dass der Handwagen unabhängig vom Stromnetz genutzt werden kann.

### Qualitätsanspruch auch an die Logistik

„Mit dem hier gemeinsam Erreichten sind wir sehr zufrieden", zieht Michael Droszella Bilanz. „Die Qualität im Bereich der Logistik konnte deutlich erhöht werden. Dieser Umstand wirkt sich direkt auf den Servicegrad aus, den wir im Sinne unserer Kunden kontinuierlich verbessern."

Weitere Vorteile erschließen sich durch die softwaregestützte permanente Inventur, die eine Erfassung und Fortschreibung des Lagerbestandes ohne zeitliche Beschränkung während des laufenden Betriebs ermöglicht. Für das LVS hätten zudem kalkulierbare Betriebskosten gesprochen, die für spätere Wartungen und turnusmäßige Updates anfallen. jbi

**Christian Lobsien ist Senior Vertriebsconsultant bei der ProLogistik.**

# Automatisierung mit **Feingefühl**

**Neue Sensortechnologien für Cobots erweitern die Anwendungsszenarien in der industriellen Automatisierung und ermöglichen die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK). Damit können produzierende Unternehmen Anfragen nach Kleinserien wie auch kurzfristige oder ungewöhnliche Bestellungen erfüllen.**

VON ENRICO KROG IVERSEN

**KOLLABORIERENDE** Roboter gelten heutzutage als eine der wichtigsten Komponenten der Industrieautomation. Die sogenannten Cobots („Collaborative robots") sind stark im Kommen, wie aktuelle Zahlen der International Federation of Robotics (IFR) belegen: So stieg der Absatz von Cobots 2019 um elf Prozent. Gemeinsam mit ihren Endeffektoren, sprich Werkzeugen wie Greifern, Polier- oder Schraubvorrichtungen, finden sie Anwendung in nahezu allen Industriezweigen. Durch ihren Einsatz sind produzierende Unternehmen in der Lage, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen und Marktanforderungen wie Kleinserien und kurzfristige oder ungewöhnliche Kundenanfragen problemlos zu adressieren. Ein Vorteil, insbesondere in wirtschaftlich instabilen Situationen.

**Dank intuitiver Bedienoberfläche und einfacher Montage sind Sensoren auch ohne Robotik-Expertise einsetzbar.** Bilder: OnRobot

Noch effizienter wird der Einsatz der Leichtbauroboter durch moderne Sensortechnologie. Anwendungsszenarien wie die Bearbeitung von Oberflächen oder die Qualitätsprüfung sind auf diese Weise automatisierbar – und auch eine Mensch-Roboter-Kollaboration ist erst durch entsprechende Sensorik möglich. Das Themenfeld mag für einige auf den ersten Blick herausfordernd wirken. Allerdings setzt ein Großteil der Hersteller bereits heute auf intuitiv gestaltete Bedienoberflächen, integrierte Softwarelösungen und einfache Inbetriebnahme. Unternehmen, die nicht über Expertise im Bereich Robotik verfügen, sollten sich daher im Rahmen von Automatisierungsplänen auch mit dem Thema Sensorik auseinandersetzen.

## Fortschrittliche Sensoren für die moderne Industrieautomation

Sensoren unterstützen die Automation auf vielfältige Weise. Sie messen Variablen wie Temperatur, Druck oder Entfernung. Ein Beispiel ist der Greifer „Gecko" von OnRobot. Seine Hafttechnologie ist der von Geckofüßen nachempfunden. Dadurch kann er auch poröse oder gelochte, flache Objekte, zum Beispiel gebohrte Leiterplatten, präzise greifen – wo klassische Vakuumgreifer keinen Halt finden. Zudem funktioniert der Gecko-Greifer effektiver als bei Tools, die auf elektrostatischen Methoden basieren. Diese können nur bei sauberen, geraden und glatten Oberflächen effizient arbeten, denn die Stärke der statischen Anziehung hängt von der Größe der Kontaktfläche ab.

Aber auch kollaborative Automatisierung, also die direkte Zusammenarbeit von Menschen und Cobots, wird so zur Realität. Mithilfe von Näherungs- und Kraft-Drehmomentsensoren nimmt der Roboterarm den Menschen wahr und stoppt in seiner Bewegung, sollte er ihm zu nahekommen. Der HEX-Sensor von OnRobot liefert Kraft- und Drehmomentmessungen entlang aller sechs Achsen des Roboterarms. Das ermöglicht eine präzise Steuerung bei Anwendungen, die einen exakten Kraftaufwand erfordern. In der Montage beispielsweise lokalisiert der Roboter mit Hilfe des Sensors Werkstücke, während er sich bewegt oder findet die Mitte eines Objekts, auf dem das Bauteil platziert werden soll. Weiterhin kann der Cobot durch Spiralbewegungen die Montageposition von Kleinteilen wie Metallstiften oder Holzdübel bestimmen.

## Sensoren zeichnen Roboterbewegungen auf

Beim Einsatz in den Bereichen Polieren oder Schleifen muss der Druck über die gesamte Oberfläche gleichmäßig sein. Hier hilft der Sensor dem Roboter eigenständig eine Bewegungsbahn zu identifizieren mit einer Ecke des Werkstücks als Startpunkt. Zudem zeichnet der Sensor die Roboterbewegungen bei Handführung auf, merkt sich diese und reproduziert sie bei allen weiteren Objekten der aktuellen Aufgabe. Sollen beispielsweise Tischplatten mit geschwungener Schnittkante geschliffen werden, führt der Mitarbeiter die gewünschte Bewegung einmal per Hand aus, der Roboter merkt sich diese und setzt sie bei der nächsten Platte um. Anwendungsszenarien finden sich nicht nur in der Möbelindustrie, sondern auch im Schiffs- und Flugzeugbau.

**Der intelligente Greifer RG2-FT von OnRobot verfügt über Sechs-Achsen-Kraft-Drehmomentsensoren.**

## Intelligente Cobots dank Sensorik

Mithilfe der in der Applikation integrierten Sensorik ist der Cobot in der Lage, seine Umgebung wahrzunehmen, den Input von außen zu verarbeiten und die situativ richtigen Bewegungen abzuleiten. Kommt ein Cobot etwa in die Nähe eines Menschen, erfassen die Sensoren die Veränderung des Drehmoments und stoppen die Bewegung sofort. Speziell bei Cobots liegt neben der Sicherheit ein zentraler Aspekt auf der Präzision und Wiederholgenauigkeit ihrer Arbeitsschritte – beispielsweise wenn Komponenten, die bislang von Hand verbaut wurden, bei jedem einzelnen Werkstück präzise montiert werden sollen, oder diese nicht jedes Mal exakt liegen.

Einsatzszenarien sind unter anderem die Verarbeitung elektronischer Bauteile für die Automobilindustrie oder Smartphone-Gehäuse. Auch wenn Roboter Touchscreens testen und diese nur mit minimalem Kraftaufwand bedienen dürfen, müssen sie ihre Bewegungen genau dosieren.

## Roboterarm in Echtzeit steuern

Der intelligente Greifer RG2-FT von OnRobot verfügt über sechsachsige Kraft-, Drehmoment- Näherungssensoren in seinen Fingerspitzen. Dadurch kann er die Bewegungen des Roboterarms in Echtzeit steuern. Dies ermöglicht ihm zum Beispiel, Objekte zu greifen und zu platzieren, ohne die genauen Parameter im Voraus zu kennen. Dadurch kann er Unterstützung bieten, wie sie der menschlichen bereits sehr nahekommt.

Der Greifer eignet sich für Anwendungen, bei denen es auf geringe Toleranzen ankommt, insbesondere bei der Bearbeitung von Automobilteilen. Ein Beispiel ist die Verschraubung von Motorblöcken. Das Einsetzen von Stiften in einen Motorblock beispielsweise erfordert eine exakte und präzise Ausrichtung. Mithilfe des Sensors tastet sich der Cobot an die Endposition des Stiftes heran, ohne im Vorfeld die genauen Parameter zu kennen.

## Zuverlässige, flexible und hochwertige Anwendungen

Unternehmen, die ihre Prozesse mithilfe kollaborierender Roboter automatisieren möchten, sollten berücksichtigen, dass es auf die Peripheriegeräte ankommt. Erst die Kombination eines Roboterarms mit Greifern, Sensoren oder Werkzeugwechslern ermöglicht, eine Applikation umzusetzen. Denn der Roboter ist zunächst nur ein „nackter" Arm ohne Funktion. Greifer erlauben ihm, Werkstücke zu heben und zu bearbeiten. Mit Werkzeugwechslern lässt sich der Roboter schnell für neue Aufgaben umrüsten. Sensoren befähigen einen Roboterarm, auch Präzisionsaufgaben zu übernehmen, und legen die Basis für seine sichere Zusammenarbeit mit dem Menschen.

Die intelligente Sensortechnologie hilft Unternehmen auch dabei, Daten in Ströme verwertbarer Informationen zusammenzuführen, um Automatisierungsaufgaben in Echtzeit zu optimieren. So lassen sich Fehler vermeiden, die möglicherweise durch Nachlässigkeit bei sich wiederholenden Arbeiten auftreten, beispielsweise Unregelmäßigkeiten in der Oberflächenbearbeitung. Und zugleich sinken die Kosten für die Automatisierung und Produktion.

## Die nächste Stufe: Künstliche Intelligenz

Durch Fortschritte in der Sensortechnologie können Cobots immer neue Aufgaben übernehmen. KI-Algorithmen und ausgefeilte Greiftechnologie ermöglichen es, dass Roboter jetzt Aufgaben übernehmen können, deren Automatisierung vor kurzem noch undenkbar erschien. Bisher werden kollaborative Applikationen vor allem in der Produktion eingesetzt. Einsatzgebiete gibt es zunehmend auch in der Logistik. So kann während des Transports auf autonomen mobilen Systemen ein Roboterarm wichtige Vorarbeiten leisten. Roboter sind zudem in der Lage, eigenständig Maschinen zu bedienen. Mit KI kann eine Applikation aus Erfahrungen lernen und antizipieren.

**Kraft-/Drehmomentsensoren eignen sich ideal für Anwendungen, bei denen es auf geringe Toleranzen ankommt, wie besonders bei der Bearbeitung von Automobilteilen.**

Das Ergebnis: Eine leistungsfähigere Applikation, die auch auf unbekannte Situationen reagieren kann.

Smarte Roboter machen mittlerweile auch in der Landwirtschaft, Medizin sowie im Einzelhandel und Pflegebereich Karriere. Im Hinblick auf die Covid-19-Krise kann das langfristig ein Vorteil sein, denn Unternehmen müssen sich mit dem Einsatz neue Technologien auseinanderzusetzen, um daran zu wachsen. Roboter übertragen naturgemäß keine Krankheitserreger und helfen so Abstandsregeln einzuhalten, ohne die Produktivität zu reduzieren. Dazu brauchen sie neben Augen und Ohren auch das notwendige Feingefühl, das intelligente Sensoren liefern. sg

**Enrico Krog Iversen ist CEO von OnRobot.**

**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 und sind **Homeoffice**-fähig. Kundenindividuelle Beratungsleistungen runden unser Leistungsportfolio ab. Derzeit betreuen wir weltweit mehr als 900 Systemlösungen mit rd. 20.000 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

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 Platform (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

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.

**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 mehr als 35 Jahren modulare, kostengerechte Softwarelösungen für Design, Konstruktion und Fertigung entwickelt.
Die CAD-CAM-Software „Pictures by PC" unterstützt den gesamten Entwicklungsprozess von der Entwurfsidee bis zum Produkt und umfasst u.a. 2D/3D-Konstruktion/Design, technische Dokumentation sowie Bohren, Fräsen und Gravieren bis zu 5-Achsen simultan, Drehen, Dreh-Fräsen und Drahterodieren. Zudem verfügt die Software über eine integrierte Programmier- und Entwicklungsumgebung, mit der sich individuelle Aufgaben unproblematisch erstellen lassen.

**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)

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

**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 der Prozess- und Fertigungsindustrie eingesetzt. Sie verbessern damit Ihren OEE und Ihre Liefertreue und reduzieren außerdem Ihre Lagerbestände. Planer und Manager erhalten Transparenz über logistische Ketten, Simulationsmöglichkeiten und Entscheidungsunterstützung. Als Teil der Germanedge-Gruppe hebt ORSOFT Potentiale im Bereich Manufacturing Operations Management (MOM) sowohl für Mittelständler, als auch für Großunternehmen 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 I Zeitersparnis I Serienproduktion I Anpassung der Fertigung**

**PSI Automotive & Industry GmbH**
Dircksenstraße 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.

**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.

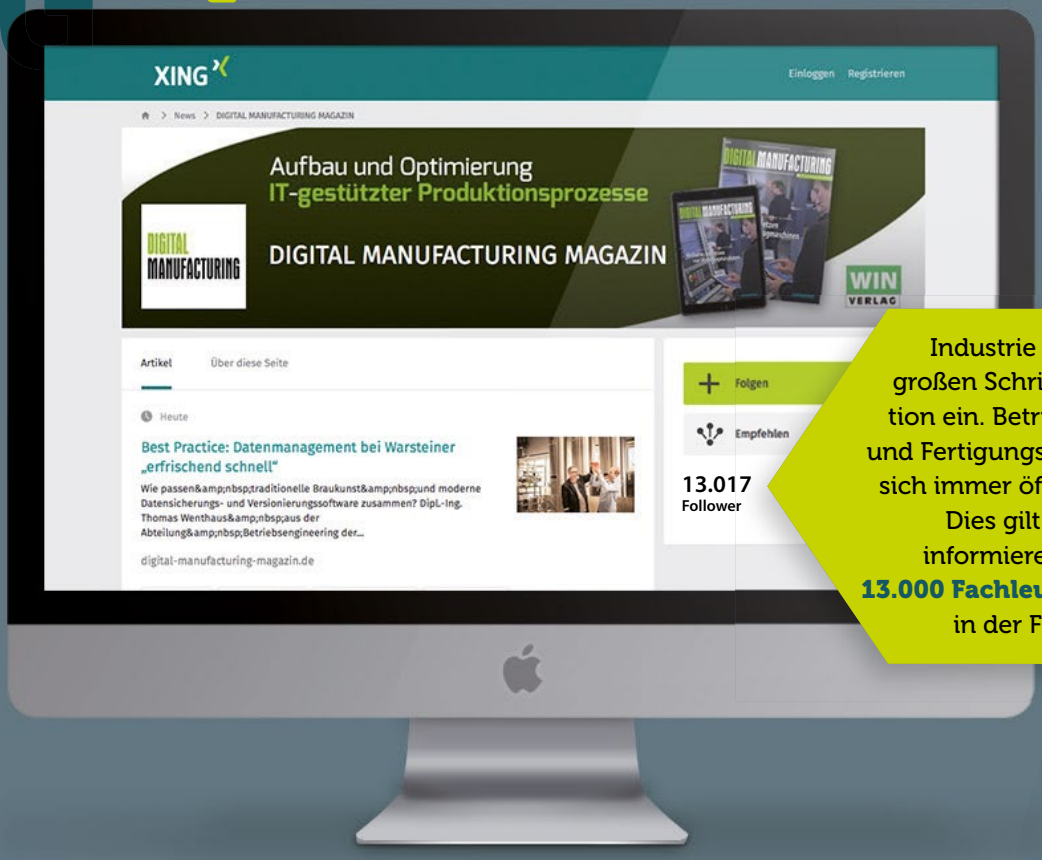
**WIN-Verlag GmbH & Co. KG**
Johann-Sebastian-Bach-Str. 5
D-85591 Vaterstetten
Tel.: +49-(0)8106-350-0
Internet: www.win-verlag.de

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

XING




Industrie 4.0, IoT, ziehen mit großen Schritten in die Produktion ein. Betriebs-, Produktions- und Fertigungsleiter beschäftigen sich immer öfter mit IT-Themen. Dies gilt auch für Xing, hier informieren sich bereits über **13.000 Fachleute** über die Trends in der Fertigungsindustrie.

WIN VERLAG

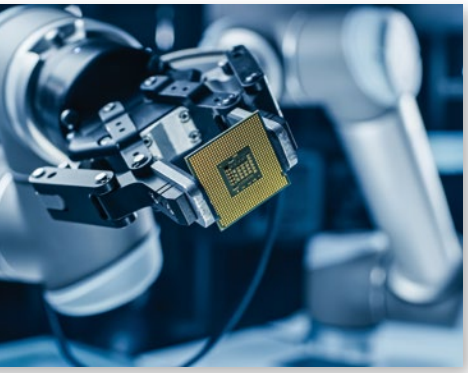
**Digital Manufacturing - Bestens informiert via Print, ePaper, Online und Social Media**

## Im nächsten Heft

### Manufacturing-Execution-Systeme & Plattformen

Viele MES-Anbieter greifen den Plattform-Gedanken auf, haben jedoch ein Manufacturing-Execution-System in der Hinterhand. Welche Technik macht das Rennen? Oder gibt es dieses scheinbare Gegeneinander gar nicht? In einem Special zum Thema MES fragen wir die Anbieter unter anderem, wie sie das sehen. Zudem gibt es spannende Berichte aus der Produktion bekannter Unternehmen.

Bild: Metamorworks



### Handlingsysteme und Robotik

Deutschland ist eines der höchstautomatisierten Länder der Welt. In der kommenden Ausgabe beleuchten wir daher das Thema Handlingsysteme und Robotik. Hier lesen Sie, wie diese Systeme die Fertigung optimieren und wie sie zunehmend intelligent werden, um auch die individuelle Produktion zu ermöglichen.

Bild: Gorodenkoff/Shutterstock

### Intelligente Assistenzsysteme, VR, AR & KI

Für die Produktionsmitarbeiter und Planer gibt es zunehmend technische Unterstützung: Intelligente Assistenzsysteme halten Einzug in die Montage. Teils kommt hier auch KI, Sprachsteuerung, VR und AR zum Einsatz. KI ist aber auch ein Trend in der Planung. Dabei ersetzt die Technik keineswegs den Menschen, vielmehr nimmt sie mittels ihrer Sensorik einen anderen „Blickwinkel" ein.

Bild: Zapp2Photo/Shutterstock

**WEITERE THEMEN:**

- **Rückverfolgung, Indent-Techniken und RFID**
- **Qualitätssicherung und -management**
- **Die individualisierte Produktion**
- **Produktionsplanung mit dem ERP**
- **Planungslösungen für die Lackiererei**

Aus aktuellem Anlass sind Themenänderungen möglich.

## Impressum

**Herausgeber und Geschäftsführer:**
Hans-J. Grohmann (hjg@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:** Björn Bartheidel, Nora Crocoll, Sascha Dietze, Christian Greis, Nils Herzberg, Maximilian Korff, Enrico Krog Iversen, Jochen Lang, Christian Lobsien, Jörn Nitschmann, Katharina Röhrig, Christof Schleidt, Reiner Schmid, Dirk Schulz, Lars Simora, Sanjay Tyagi, Dr. Bernhard Valnion, Erwin Vervondel, Dr. Jörg Weißkopf

**So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:**
**Anzeigenverkaufsleitung:**
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 Abonnentenservice:**
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:** Fujitsu Technology Solutions GmbH
**Produktion/Herstellung:**
Jens Einloft (-172; je@win-verlag.de)
**Verlagsleitung :**
Bernd Heilmeier (-251; bh@win-verlag.de), anzeigenverantw.
**Objektleitung:** Rainer Trummer (-152, rt@win-verlag.de)

**Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:**
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 Verfügungsrecht 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, Bauen aktuell, Digital Business Cloud, DIGITAL ENGINEERING Magazin, Digital Process Industry, e-commerce Magazin, virtual-realitiy-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!

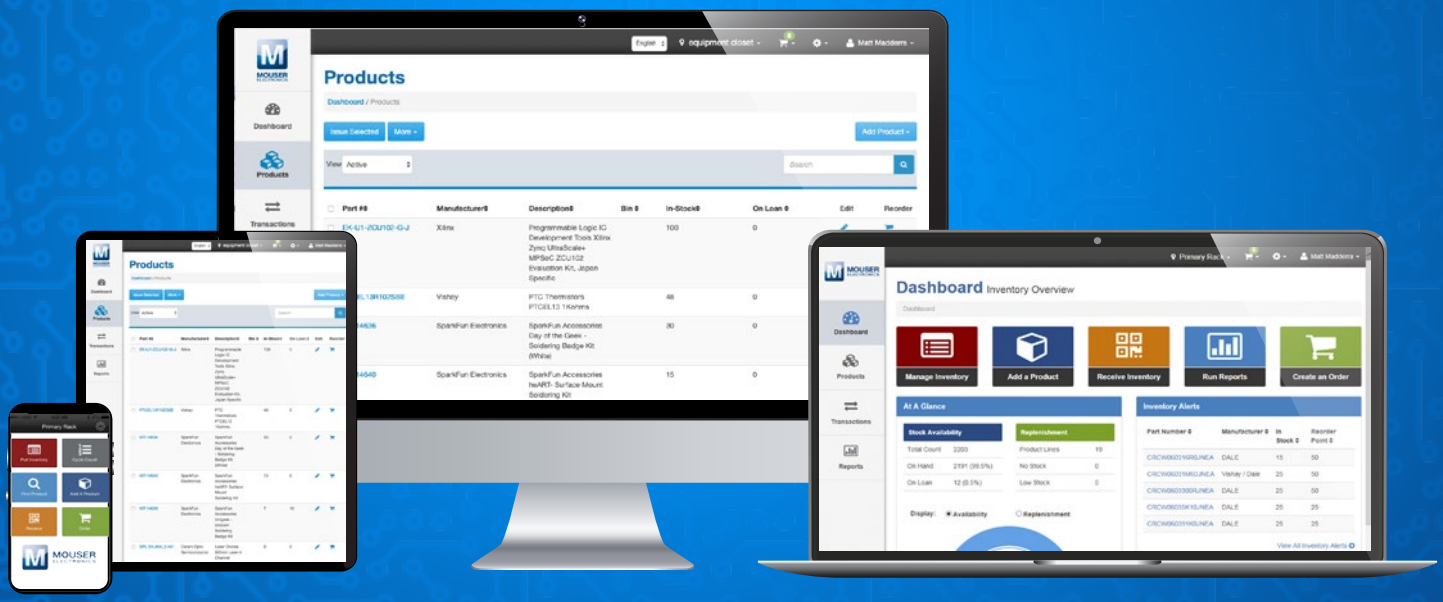
**Und jetzt, während der Corona-Krise, bieten wir unser DIGITAL MANUFACTURING Magazin kostenfrei als ePaper an**

**Einfach hier lesen oder herunterladen**

WIN VERLAG
Solutions to Market

**#stayathomereadandlearn**

# Kostenloses Lagerverwaltungstool




Inventarliste laden

Zyklenzähler

Produkt finden

Produkt hinzufügen

Empfangen

Bestellen

mouser.de/inventory-management

MOUSER ELECTRONICS

SONDERAUSGABE 2020

www.digital-manufacturing-magazin.de

# DIGITAL MANUFACTURING

SONDERHEFT

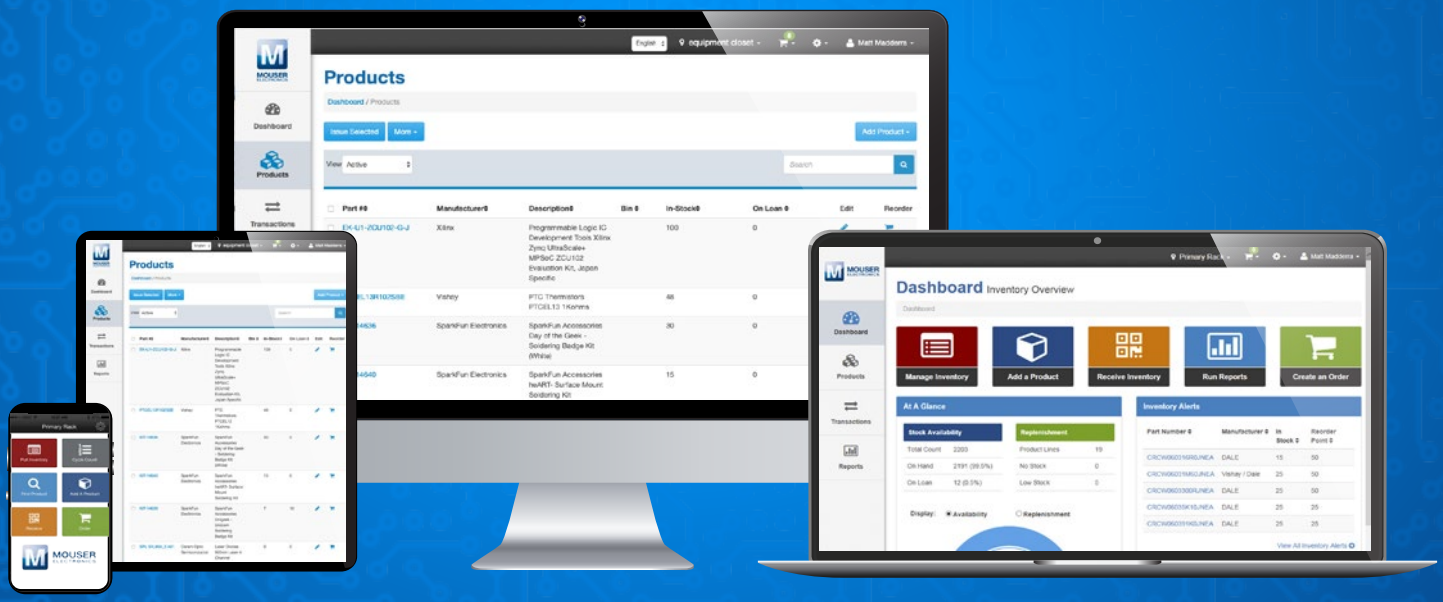
AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE

## INDUSTRIEROBOTIK UND KI

# Roboter für die smarte Fabrik

Bild: Nataliya Hora/shutterstock

# Kostenloses Lagerverwaltungstool




Inventarliste laden

Zyklenzähler

Produkt finden

Produkt hinzufügen

Empfangen

Bestellen

mouser.de/inventory-management

MOUSER ELECTRONICS

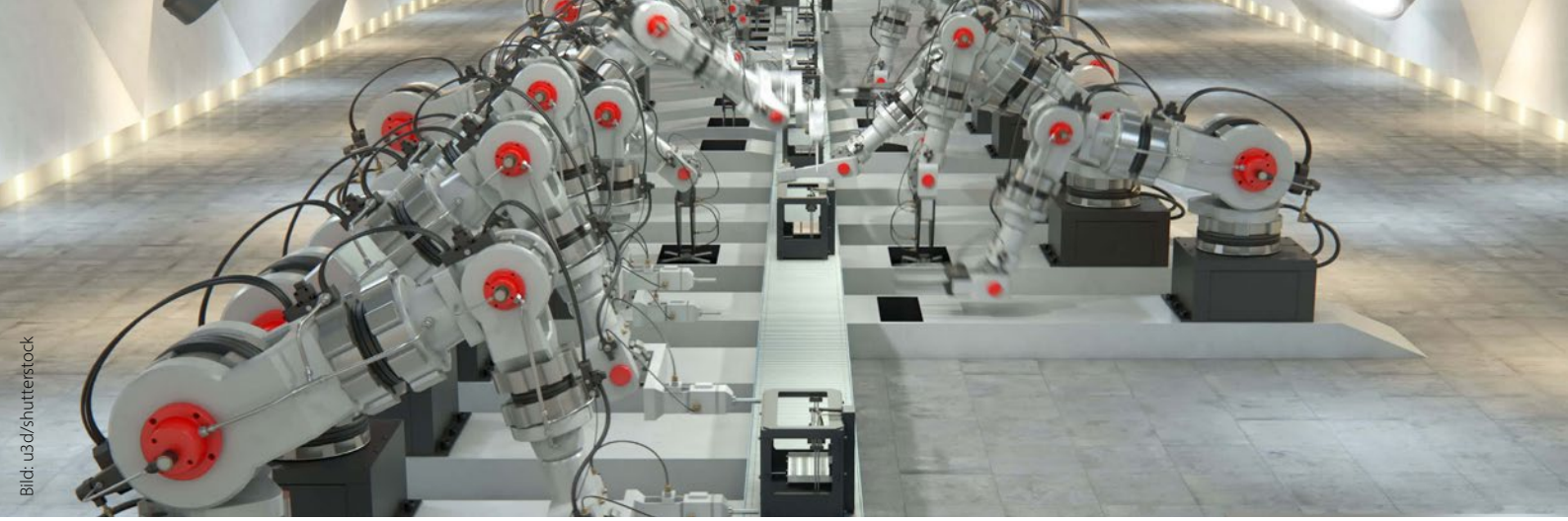


Bild: u3d/shutterstock

# Smarte Fabriken

Liebe Leserinnen und Leser,

der Robotik-Markt hat einen jahrelangen Boom erlebt. Die durch die Corona-Pandemie verursachte wirtschaftliche Abkühlung hat aber auch vor der Robotik-Branche nicht Halt gemacht. Mittel- bis langfristig sind die Aussichten dennoch positiv. Denn um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern, werden viele Unternehmen ihre Fertigung auch in Zukunft mithilfe der Robotik weiter optimieren. Das hängt auch mit dem Faktor Mensch zusammen, denn es droht ein Arbeitskräftemangel. Das Erwerbspotenzial in Deutschland wird in den kommenden 20 Jahren um 10 Millionen Menschen schrumpfen, weil die Babyboomer in Rente gehen und geburtenschwache Jahrgänge nachrücken, schreibt das Institut für die Geschichte der Zukunft der Arbeit in „Deutschland 2040: 10 Thesen zu Arbeitsmarkt und Rente, Demografie und Digitalisierung". Diese Lücke könne unter anderem durch Digitalisierung und Automatisierung geschlossen werden. Industrieroboter sind ein zentraler Bestandteil der digitalen und vernetzen Produktion.

Dieses Sonderheft präsentiert Ihnen die neuesten Trends und Innovationen aus den Bereichen Industrierobotik und künstliche Intelligenz (KI). Wir zeigen Ihnen, was heute schon in der Produktion mit Robotern und KI möglich ist.

*Rainer Trummer, Chefredakteur*

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

## INHALT


**Deutschland in Europa auf Platz eins**
Verbreitung von Industrie-Robotik 4

**Produzieren auf kleinem Raum**
Roboter für vollautomatisierte Mikrofabriken 6

**Hier müssen sich Roboter auch mal ganz klein machen**
Roboter in der Inline-Prüfung von KFZ-Komponenten 8

**Fahr-Gemeinschaft**
Montage-Kommissionierung mit zwei Robotern 10

**Cobots mit Köpfchen**
Künstliche Intelligenz (KI) in der kollaborativen Robotik 12

**Das Zeug zum Game Changer**
Künstliche Intelligenz in der Robotik 14

**Schweißnähte in Form gebracht**
Roboter beschleunigen die Fertigung von Bandagen 16

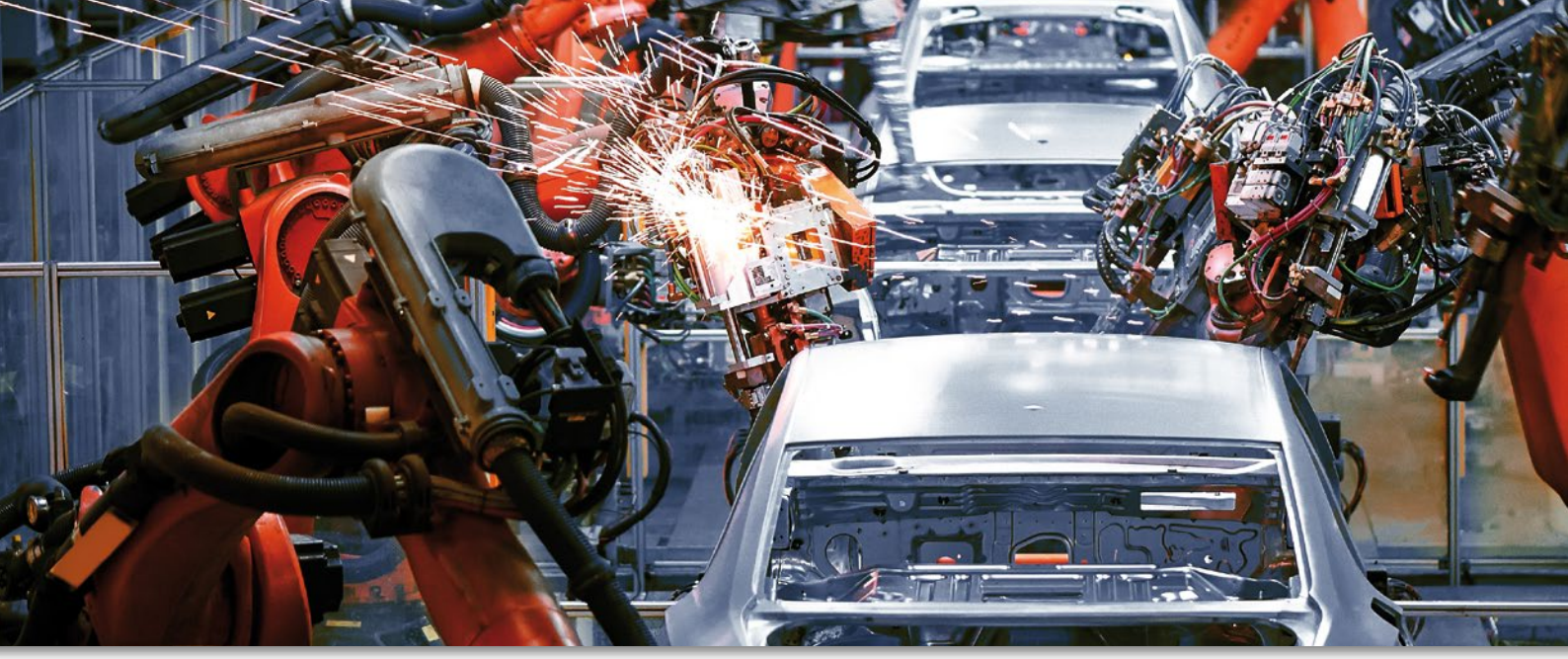
**Zu den Sternen**
Roboter und Greifer im Theater 18

**Bender+Wirth setzt auf modernste Robotertechnologie**
Scara-Roboter in der Montage von Bauelementen 20

**So funktioniert Leiterplattenprüfung heute**
Ein Sechsachs-Roboter überzeugt in der Prüfzelle mit hoher Dynamik 22

Impressum 17


**Redaktionell erwähnte Anbieter und Institutionen:**
ABB S. 14, Denso S. 6, Epson S. 20, Fanuc S. 10, International Federation of Robotics (IFR) S. 4, Mitsubishi Electric S. 8, Stäubli S. 22, Universal Robots S. 12, Yaskawa S. 16, Zimmer Group S. 18



# Deutschland in Europa auf **Platz eins**

**In Deutschland sind laut der International Federation of Robotics (IFR) rund 221.500 Industrie-Roboter (Stand 2019) im Einsatz. Damit ist Deutschland Nummer eins in der Europäischen Union. Hier die Hintergründe.**

VON CARSTEN HEER

**DEUTSCHLAND** ist in Europa die am stärksten automatisierte Volkswirtschaft – gemessen am Bestand an Industrie-Robotern, der im Jahr 2019 um 3 Prozent stieg. Damit sind in den Fabriken der deutschen Wirtschaft rund dreimal so viele Industrie-Roboter im Einsatz wie in Italien (74.400 Einheiten), rund fünf Mal so viele wie in Frankreich (42,000 Einheiten) und rund zehn Mal so viele wie in Großbritannien (21.700 Einheiten). Das berichtet die IFR mit der Veröffentlichung des Jahrbuchs World Robotics 2020.

## Weltweiter Trend: Mensch-Roboter-Kooperation

Der Einsatz von kollaborativen Robotern (Cobots), die mit den Menschen Hand-in-Hand und ohne Schutzzaun zusammenarbeiten können, ist auf dem Vormarsch. So stieg der Absatz von Cobots 2019 um 11 Prozent - ganz entgegen dem Trend für die traditionellen Industrieroboter. Da immer mehr Hersteller kollaborative Roboter anbieten und sich gleichzeitig das Anwendungsspektrum vergrößert, stieg der Marktanteil 2019 auf 4,8 Prozent. Trotz dieser - 3 - dynamischen Entwicklung steckt der Markt noch immer in den Kinderschuhen. Von den 373.000 abgesetzten Industrie-Robotern sind bisher nur rund 18.000 Einheiten Cobots.

„Der Einsatz von Industrie-Robotern in Europa hat mit rund 580.000 Einheiten einen historischen Höchststand erreicht – der Bestand stieg um 7 Prozent im Vergleich zum Vorjahr", sagt Milton Guerry, Präsident der International Federation of Robotics. Deutschlands Anteil am europäischen Roboterbestand liegt bei 38 Prozent.

### Auch weltweit in den Top Five

Weltweit liegt Deutschland nach China, Japan, Korea und den USA auf Rang fünf auch bei den jährlichen Verkaufszahlen (2019). Hier bewegt sich die deutsche Wirtschaft schon seit Jahren (2014 bis 2017) auf sehr hohem Niveau von rund 20.000 Einheiten per anno – mit 20.400 verkauften Robotern wurde diese Marke 2019 erneut erzielt. Das Rekordergebnis 2018 mit rund 27.000 verkauften Industrie-Robotern war auf eine sehr dynamische Sonderkonjunktur zurückzuführen, hauptsächlich ausgelöst durch Investitionen der Automobilindustrie.

### „Neue Normalität" in 2020

„Die Folgen der Corona-Pandemie für die Wirtschaft können derzeit noch nicht vollständig abgeschätzt werden", fährt Milton Guerry fort. „Das Geschäftsjahr 2020 wird davon geprägt sein, dass sich die Branche erst einmal an die neue Normalität anpasst. Ein starker Impuls durch Großaufträge dürfte im laufenden Geschäftsjahr unwahrscheinlich sein. Eine Ausnahme bildet eventuell China. Der Grund: In der chinesischen Stadt Wuhan wurde das Coronavirus im Dezember 2019 erstmals identifiziert und das Land konnte sich im zweiten Quartal schon wieder konjunkturell erholen.

Andere Volkswirtschaften befinden sich deutlich später an einem konjunkturellen Wendepunkt. Demnach wird es noch einige Monate dauern, bis sich positive Trends in neuen Automatisierungsprojekten und der Roboternachfrage niederschlagen. Für das Jahr 2021 rechnen wir mit einer Erholung – es könnte aber bis 2022 oder 2023 dauern, bis das Vorkrisenniveau erreicht ist".

### Asien, Europa und Amerika

Asien ist nach wie vor der größte Markt für Industrie-Roboter – der Bestand des größten regionalen Abnehmers, China, stieg um 21 Prozent und erreichte 2019 rund 783.000 Einheiten. An zweiter Stelle steht Japan mit rund 355.000 Einheiten – ein Plus von 12 Prozent. Ein Aufsteiger in der Region ist Indien mit einem neuen Rekordbestand von rund 26.300 Einheiten –

**Deutschland ist mit führend in der Welt, wenn es um Bau und Einsatz von Robotern geht.**
Bild: Jenson/Shutterstock

ein Plus von 15 Prozent. Damit hat sich die Zahl in den indischen Fabriken innerhalb von fünf Jahren verdoppelt.

Der Anteil neu installierter Roboter in Asien machte 2019 etwa zwei Drittel der weltweiten Absätze aus. In China liegt der Absatz von rund 140.500 neuen Robotern zwar unter den Rekordjahren 2018 und 2017, hat sich aber im Vergleich zu den Verkaufszahlen vor fünf Jahren mehr als verdoppelt (2014: 57.000 Einheiten). In den asiatischen Top-Märkten verlangsamten sich die Neu-Installationen 2019 – in China (minus 9 Prozent), in Japan (minus 10 Prozent). In China kommt die große Mehrheit von 71 Prozent der neuen Roboter von ausländischen Lieferanten. Chinesische Hersteller bedienen nach wie vor hauptsächlich den heimischen Markt, wo sie aber zunehmend Marktanteile gewinnen.

Ausländische Hersteller setzen in China etwa 29 Prozent ihrer Einheiten in der Automobilindustrie ab – chinesische Anbieter kommen in diesem Segment nur auf einen Anteil von etwa 12 Prozent. Aus diesem Grund sind ausländische Anbieter vom Geschäftsrückgang in der chinesischen Automobilindustrie stärker betroffen als ihre inländischen Wettbewerber.

## USA, Kanada, Mexiko

Die USA sind der größte Anwender von Industrie-Robotern auf dem amerikanischen Kontinent und verzeichnen 2019 mit rund 293.200 Einheiten einen neuen Rekord – ein Plus von 7 Prozent. An zweiter Stelle steht Mexiko mit 40.300 Einheiten - das entspricht einem Zuwachs von 11 Prozent - gefolgt von Kanada mit rund 28.600 Einheiten und einem Plus von 2 Prozent. Die Neuinstallationen verlangsamten sich in den Vereinigten Staaten im Vergleich zum Rekordjahr 2018 um 17 Prozent.

Dennoch bleibt der Absatz 2019 mit 33.300 ausgelieferten Einheiten auf einem sehr hohen Niveau und erreicht insgesamt das zweitstärkste Ergebnis aller Zeiten. Die meisten Roboter werden in die USA aus Japan und Europa importiert. Obwohl die Zahl der US-Roboterhersteller sehr gering ist, gibt es sehr viele wichtige Systemintegratoren für Robotik und Automation. Mexiko liegt in Nordamerika mit rund 4.600 verkauften Einheiten an zweiter Stelle – hier verlangsamte sich der Absatz um 20 Prozent. Die Verkäufe in Kanada steigen um 1 Prozent und erreichen mit etwa 3.600 ausgelieferten Einheiten einen neuen Rekord.

Nummer eins in Südamerika ist Brasilien mit rund 15.300 Einheiten im Bestand – das ist ein Zuwachs von 8 Prozent. Der Absatz verlangsamte sich um 17 Prozent auf rund 1.800 Installationen – das ist noch immer eines der besten Ergebnisse aller Zeiten - und wurde nur von den Rekordauslieferungen im Jahr 2018 übertroffen.

## Ausblick

Die globale Covid-Pandemie wird sich stark auf die Geschäftsentwicklung 2020 auswirken - bietet aber mit der Modernisierung und Digitalisierung in der Produktion auch Chancen für eine Erholung. Die Vorteile von Robotik und Automation bleiben zudem langfristig gesehen unverändert: Die Fertigung beschleunigen und kundenspezifische Produkte zu wettbewerbsfähigen Preisen liefern zu können, sind die Hauptanreize. Den Herstellern in entwickelten Volkswirtschaften ermöglicht die Automation, ihre Produktion an heimischen Standorten kosteneffizient beizubehalten. Darüber hinaus wird das Angebot an Industrie-Robotern ständig erweitert und umfasst traditionelle Industrie-Roboter, die alle Nutzlasten schnell und präzise handhaben können, sowie neue kollaborative Roboter, die sicher an der Seite des Menschen arbeiten und sich vollständig in die Werkbank integrieren lassen." jbi

**Carsten Heer ist Press Officer bei der International Federation of Robotics (IFR).**

## 3 Fragen an

**Dr. Susanne Bieller, Generalsekretärin, International Federation of Robotics**

**1. Worauf konzentrieren sich Forschung & Entwicklung, um Künstliche Intelligenz in der Robotik einzusetzen?**
Dr. Susanne Bieller: Es gibt in der KI-Forschung für Roboter zahlreiche Ideen, mit denen sich die Experten derzeit beschäftigen. Zu den wichtigsten zählt sicherlich die Mobilität: Künstliche Intelligenz soll beispielsweise dabei helfen, dass sich Maschinen zusammen mit Menschen in einem unbekannten Raum bewegen und sicher von A nach B navigieren. Ebenfalls anspruchsvoll für Roboter ist, in unwegsamem Gelände ihr Ziel zu erreichen und dabei Hindernissen auszuweichen. KI-Technologie ist für eine verbesserte Mobilität besonders wichtig, weil Roboter mit diesen Fähigkeiten zu besseren Assistenten für die Mensch-Roboter-Kollaboration weiterentwickelt werden.

**2. Welche Rolle spielt KI für die Aufgabe, Roboter einfacher nutzbar zu machen?**
Dr. Bieller: Es ist ein wichtiges Forschungsfeld, die Programmierung von Robotern zu erleichtern. Hier wird an Sprach- und Gestensteuerung gearbeitet. Andere KI-Lösungen machen es möglich, dass der Roboter von einem Werker durch den erforderlichen Bewegungspfad geführt wird und die Kraft- und Drehmomentmessungen eigenständig in Code übersetzt. Eine weitere KI-Disziplin ist der Umgang mit wechselnden Objekten – wenn also der Roboter in eine Kiste greift und lernt, Dinge unterschiedlichster Beschaffenheit zu erkennen und mit Fingerspitzengefühl zu greifen.

**3. Was sind aus Ihrer Sicht die größten Vorteile KI-unterstützer Roboter?**
Dr. Bieller: Die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz für Roboter ist ein bedeutender Treiber, um die Fähigkeiten maschineller Helfer deutlich auszubauen. So bekommen Roboter beispielsweise einen bisher nicht erreichbaren Tastsinn, der einer menschlichen Hand gleicht oder erfassen über Sensoren komplexe Umgebungen differenziert wie noch nie. Roboter flexibler einsetzen zu können und die Programmierung zu vereinfachen, ist dabei nicht nur für die traditionellen Anwender attraktiv, sondern senkt auch die Hürden für kleine und mittlere Unternehmen.

# Produzieren auf **kleinem Raum**

**EID Robotics stellt in seiner vollautomatisierten Mikrofabrik ANT Plant LED-Leuchtröhren her. Dabei setzt der finnische Hersteller auf Roboter von Denso.**

VON PAAVO KÄKELÄ

**Roboter im Einsatz: Die vollautomatisierte Mikrofabrik ANT Plant von EID Robotics stellt LED-Leuchtröhren her.**

**UNTERNEHMEN** aus der verarbeitenden Industrie sind ständig auf der Suche nach innovativen Ansätzen, um Kosten zu senken sowie Effizienz und Produktqualität zu erhöhen. Daher arbeiten viele – selbst kleine bis mittelgroße – Unternehmen, mit kostengünstigen Herstellern im Ausland zusammen.

Dieser Ansatz hat allerdings diverse Nachteile, denn die Suche nach mitunter weit entfernten Produktionsanlagen, deren Steuerung und Betrieb können sich als herausfordernd darstellen. Zudem entstehen weitere Kosten und unter Umständen auch Logistikprobleme, beispielsweise für den Transport der Produkte zum Herstellungsort „in time". Überkapazität, die Zeit bis zur Markteinführung und internationale Rechtsfragen sind mitunter weitere Probleme.

Eine vielversprechende und kosteneffiziente Alternative zur herkömmlichen globalisierten Produktion hat die finnische Firma EID Robotics entwickelt: die „ANT Plant", eine Mikrofabrik. Das Unternehmen wurde 2009 gegründet und bietet Automations- und Robotiklösungen für kleine und größere Anwendungen an.

## Zahlreiche Vorteile der Mikrofabrik

Die Hauptvorteile der ANT Plant sind ihre Kompaktheit, der modulare Aufbau, dazu Geschwindigkeit, Flexibilität und Steuerung. Die ANT Plant ist eine vollständig skalierbare, komplett automatisierte Mikrofabrik, die sich in geografischer Nähe zum eigentlichen Hersteller errichten lässt, man kann sie aber auch als Modul in bereits bestehende Produktionsanlagen einbauen.

Die Mikrofabrik definiert sich eher durch ihre Kapazität auf kleinem Raum, so braucht die Anlage weniger als 160 Quadratmeter Fläche und lässt sich damit ganz in der Nähe aufstellen. Die ANT Plant beansprucht also weniger Platz, spart für das Unternehmen Betriebskosten und vereinfacht die Logistik, da die oft langen Transportwege deutlich reduziert werden – was wiederum die CO2-Bilanz des Unternehmens verbessert. Die Mikrofabrik wird dort aufgestellt, wo die Produkte wirklich benötigt werden, das heißt, ein Unternehmen kann so seine Energie- und Vertriebskosten senken und die Lieferzeiten in die Märkte signifikant verkürzen.

Da die ANT Plant die Produkte erst dann herstellt, wenn man diese tatsächlich benötigt, können Unternehmen ferner ihre Zulieferkette optimieren und die Beschaffung besser an den Abruf anpassen. Dies wiederum hilft dabei, das laufende Betriebskapital niedrig zu halten und unnötige Lagerhaltung zu vermeiden.

## Lokale Bauteilverwendung

Da alle Zulieferprodukte durch das Logistikzentrum von EID Robotics ausgeliefert werden, folgt die ANT Plant dem Prinzip der „lokalen Bauteilverwendung", die Abrufe an das Zentrum erfolgen manuell, basierend auf den ANT-Plant-Betriebsberichten.

Die erste, voll funktionierende Mikrofabrik stellt LED-Leuchtröhren her – und Denso- Roboter VS-068 und VS-087 erfüllen in dieser Anlage eine zentrale Funktion: Der VS-087 kommt wegen seiner Armlänge von 905 Millimeter in der Ladezelle zum Einsatz, während der VS-068-Roboter Pick-und-Place-Aufgaben wahrnimmt.

EID Robotics entschied sich für Denso-Roboter aufgrund ihrer Armlänge, der Kompaktheit des Controllers sowie ihrer Geschwindigkeit. Da Denso-Roboter über einen kleinen, eingebauten Controller verfügen, lassen sie sich problemlos in jede Fertigungsstrecke integrieren – und sie bieten ein einfaches Setup für Schnittstellen mit anderen Anwendungen. Daher eignen sie sich ideal für die ANT Plant. Aufgrund ihrer Größe und den technischen Eigenschaften sind die Roboter erste Wahl für Teile bis zu sieben Kilogramm.

### Dienstleistungen über Cloud-Services

Die Mikrofabrik verfolgt ein umfassendes Konzept – von der automatisierten Montagestraße über die Qualitätsprüfung bis hin zum Verpacken. Sie funktioniert damit wie eine wirkliche Fabrik. Alle Produktionsprozesse in der ANT Plant werden von EID Robotics per Fernmonitoring und -kontrolle zur Datenüberwachung, Fertigungsanalyse – um den Produktionsprozess weiter optimieren zu können – und präventive Wartungen unterstützt. Dies garantiert, dass jede Mikrofabrik ihre volle Kapazität ausschöpfen kann. Daher ist die ANT Plant auch ein herausragendes Beispiel für eine innovative Industrie-4.0-Anwendung.

Gegenwärtig werden diese Cloud-Services über einen eigenen Server und eine Software von EID Robotics bereitgestellt; künftig möchte das Unternehmen aber Azure von Microsoft nutzen. Der Roboter ist über den Steuerungs-PC der Fertigungsstrecke angeschlossen, der wiederum mit einer EID-Tech-Software läuft.

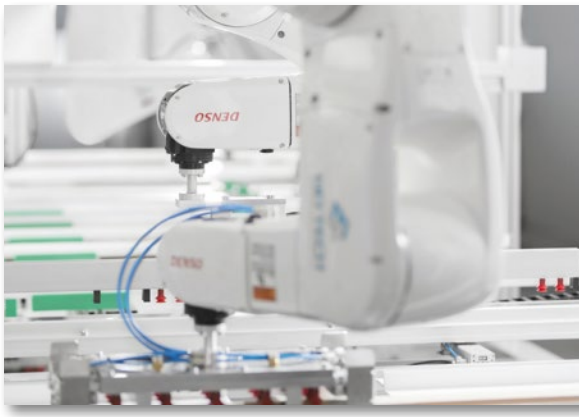
Die ANT Plant wird durch eine SPS von Beckhoff gesteuert. Der Roboter und andere Geräte übernehmen für die SPS Slave-Funktionen. Die kommunikative Schnittstelle basiert auf EtherCAT. Nutzer können mit dem System mittels einem PC-basierten GUI (Graphical User Interface) interagieren, das auch mit anderen High-Level-Systemen kommuniziert. Die Schnittstelle zwischen dem Denso-Roboter, dem eigentlichen ANT-Plant-System und der EID-Robotics-Fernüberwachung erfolgt über eine externe VPN-Verbindung. Der Roboter wurde in Wincaps programmiert.

### Hohe Produktionszahlen

Die aktuelle ANT Plant fertigt gegenwärtig eine Million LED-Leuchtröhren jährlich. Die Anlage hat bewiesen, dass sie qualitative hochwertige Produkte produzieren kann, die schneller in den Markt kommen und gleichzeitig hohe Produktionszahlen und wettbewerbsfähige Renditen ermöglichen. In Zukunft soll die LED-Fertigungsstrecke erweitert werden, so dass man neben LED-Leuchtröhren auch LED-Einbauleuchten herstellen kann.

Das ANT-Plant-Technologiezentrum sammelt Daten von allen Mikrofabriken, per Fern- oder Vorort-Support lassen sich Abweichungen direkt korrigieren, sofern das erforderlich ist.

Die ANT Plant ist derzeit für die Herstellung von LED-Leuchtröhren, LED-Birnen, LED-Einbauleuchten und LED-Leuchten ausgelegt; EID Robotics will aber weitere Anwendungsbereiche für die roboterbasierte ANT Plant prüfen. rt



**EID Robotics entschied sich für Denso-Roboter aufgrund ihrer Armlänge, der Kompaktheit des Controllers sowie ihrer Geschwindigkeit.** Bilder: EID Robotics

**Paavo Käkelä ist Co-Gründer von EID Robotics.**

**Locator – requires less, offers more.**
Der Locator von Bosch Rexroth ist eine Softwarekomponente für die zuverlässige Positionsbestimmung und Orientierung unterschiedlichster Fahrzeugtypen in zahlreichen sich verändernden Umgebungen. Ermöglicht wird dies durch einen leistungsstarken Algorithmus, der mit Hilfe eines Lasersensors am Fahrzeug automatisch die natürliche Umgebung erfasst und kartiert. Bosch Rexroth liefert damit eine Schlüsseltechnologie und löst mit höchster Flexibilität sowie Benutzerfreundlichkeit das Thema Lokalisierung für Ihre mobilen Roboter. **WE MOVE. YOU WIN.**

www.boschrexroth.de/laserlokalisierung

rexroth
A Bosch Company

# Hier müssen sich Roboter auch mal **ganz klein machen**

**Drei Roboter über Kopf in einem Prüfstand für Turbolader: Hahn Automation hat es mit seiner Neuentwicklung geschafft, den Testablauf für die Inline-Prüfung der KFZ-Komponenten zu halbieren. Bei der Robotik setzt der Zulieferer aus Rheinböllen auf die kompakten Robotik-Lösungen der Melfa-Reihe von Mitsubishi Electric.**

VON THORSTEN SIENK

**WAS IST BESSER** als Hubraum? Noch mehr Hubraum. Was in Zeit der „guten alten" Saugmotoren als Aussage durchaus seine Berechtigung hatte, gilt spätestens mit der Serienverfügbarkeit von Turboladern nicht mehr zwingend. Besonders das weite Feld der Nicht-Fachleute reibt sich verwundert die Augen, welche Leistung kleine Motoren entfesseln, wenn diese ein Abgasturbolader ordentlich auflädt. Sie drehen dabei übrigens gehörig am Rad – je kleiner, je schneller. Vor allem in Motoren mit geringem Hubraum bringen es die beiden Turbinenräder des Laders auf bis zu 300.000 Umdrehungen pro Minute.

## Drei Roboter für die Turbos im praktischen Einsatz

Diese kaum vorstellbare Drehzahl lässt sich nur dann auf Langstrecke durchhalten, wenn die Fertigungstoleranzen aller Bauteile gegen Null gehen. Für die Überwachung hat Hahn einen Prüfstand entwickelt, der die bis dato üblichen Testroutinen von einer Minute auf 30 Sekunden halbiert. Drei Melfa-Roboter von Mitsubishi Electric übernehmen im Prüfstand das vollautomatische Handling der Komponenten sowie deren sichere Kontaktierung an den Teststationen mit ihrer aufwändigen Sensorik.

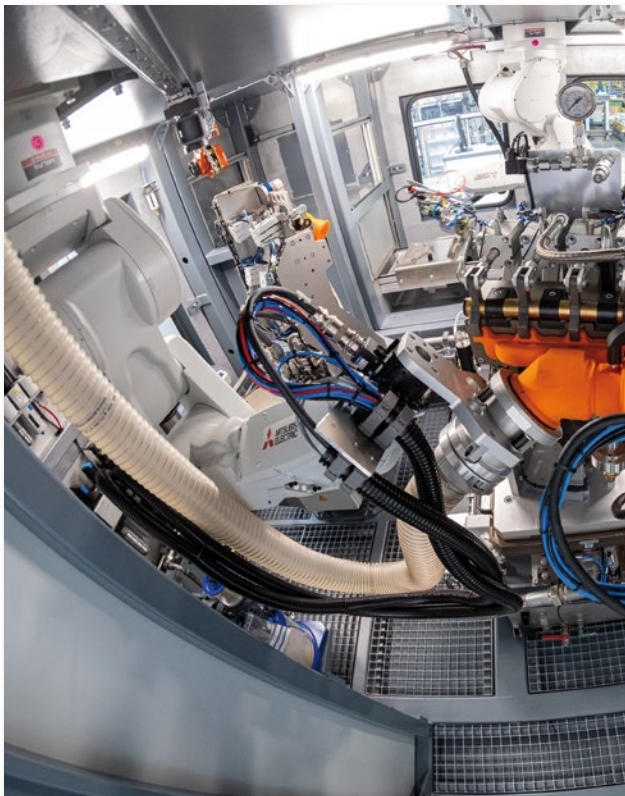
Das Ziel des neuen Teststands von Hahn Automation ist es, einen komplett montierten Turbolader in puncto Funktion und Leistungsfähigkeit zu prüfen. Dafür sind eine Reihe von Einzelprüfungen notwendig, wie Drehzahl des Turbinenrades, anliegender Ladedruck in Richtung Motor, Staudruck vor dem Turbinenrad, Temperatur des Laders, Position des Stellantriebs, Schallentwicklung sowie der anliegende Öldruck und Schmiermitteldurchfluss. Im Gegensatz zum späteren Betrieb auf der Straße werden die Turbolader im Prüfstand nicht vom Abgasstrom eines Verbrennungsmotors angetrieben, sondern von kalter Luft. Druck und Volumenstrom sind regelbar, um auf diese Weise variierende Betriebszustände so praxisnah wie möglich abbilden zu können.

## Doppelt so schnell testen wie Mitbewerber

Alle 30 Sekunden verlässt ein auf Herz und Nieren getesteter Turbolader die Anlage. Damit ist Hahn Automation fast doppelt so schnell wie die bis dato bei Automobilzulieferern eingesetzten Prüfstände. „Die Anlage ist auf Abgasturbolader ausgelegt. Sie lässt sich mit Rüstsätzen aber auch umstellen für die Prüfung von E-Boostern, also den Turboladern für Brennstoffzellen", erklärt Martin Sulzbacher, Projektleiter in der Entwicklung von Hahn Automation. Diese Vielseitigkeit im Einsatz trägt der Entwicklung Rechnung, dass alternative Antriebe mit Wasserstoff als Energiequelle künftig an Bedeutung zunehmen. Die Umrüstungsfähigkeit heutiger Prüfstände schafft also Zukunftssicherheit, später auch E-Booster testen zu können, wenn die Brennstoffzellenantriebe in Großserie gehen.

Zentrale Einheiten für das komplette Handling sind Knickarm-Roboter aus der Melfa-RV-Serie von Mitsubishi Electric. Dahinter stehen hochdynamische Sechs-Achs-Kinematiken. Die Einheiten sind in der Baugröße RV-20FM-D1-S15 ausgelegt auf Lasten am Handgelenk bis 20 Kilogramm. Die Radiusreichweite beträgt rund 1,1 Meter. Drei dieser Sechs-Achs-Roboter sind auf engstem Raum in der Prüfzelle über Kopf installiert. Bei der Konzeption der Zelle hat der Maschinenbauer aus dem Rhein-Hunsrück-Kreis auch darauf geachtet, Platz zu sparen.

Die komplexen Abläufe sind so verdichtet, dass die gesamte Zelle für den Transport anschlussfertig in einen Über-



**Der Prüfstand für den Funktionstest von Abgasturboladern ist so offen konzipiert, dass Anwender ihre eigenen Prüfprogramme anpassen können.**
Bilder: Mitsubishi Electric Europe/Sienk

seecontainer passt. „Mal abgesehen von den Logistikvorteilen: Wir haben einfach keinen Platz in der industriellen Produktion. Großzügige Flächen gibt es bei uns nicht“, berichtet Martin Sulzbacher. Die Praxis sehe so aus, dass sich vor allem End-of-Line-Anlagen wie die Prüfstandtechnik mit dem begnügen müssen, was an Fläche noch zur Verfügung steht.

### Die Roboter teilen sich den Arbeitsraum

Dieser Mangel führt dazu, dass sich Prüfabläufe in der Testzelle aus Platz- und Zeitgründen zwangsläufig stetig überlappen. Die drei Melfa-Roboter müssen sich also ihren Arbeitsraum teilen und entsprechend kooperativ miteinander umgehen. Der Blick in den Prüfstand macht schnell klar, warum sich die unter der Decke montierten Knickarmroboter von Mitsubishi Electric immer wieder klein machen müssen. Die Kompaktheit setzt sich fort bei den Controller-Einheiten für die Roboter. Sie sind so kompakt, dass Hahn Automation sie – übereinander platziert – direkt in die äußere Hülle des Prüfstands integrieren konnte. Damit stehen keine Stand-alone-Controller (ein häufig sichtbares Bild in der Robotik) neben der Anwendung mehr im Weg herum.

### Alle 30 Sekunden ein Turbolader

Und das mit einer Testzeit von immerhin 28 Sekunden. Damit bleiben gerade einmal zwei Sekunden übrig für das Handling. „Wir haben uns dazu ein geschicktes System überlegt“, merkt der Projektleiter an und spricht darüber hinaus von der Zusammenarbeit mit Mitsubishi Electric, „die uns bei der Konzeption der Handling-Abläufe geholfen haben mit ihren schicken Robotern“. Es habe keinen anderen Hersteller gegeben, „der auf so platzsparende Weise in unseren Prüfstand reinpasst“.

Die Melfa-Roboter müssen sich gelegentlich auch mal klein machen – eingebaut sind sie über Kopf.

Für die Montage hat Hahn Automation im Deckenbereich eine Zugangsöffnung definiert, durch die die Roboter hinein- und herausgehoben werden können. Der Bodenbereich ist voll mit Aktorik, Werkstückträgern und Sensorik bestückt, weshalb die Roboter nach oben ausweichen mussten. Sulzbacher blickt zurück: „Wir hatten einen Kunden, der wollte eine vergleichbare Anlage mit einem anderen Roboterhersteller ausrüsten. Wir konnten ihm diese nicht verkaufen, weil keine anderen Modelle reinpassten.“

### Digitaler Zwilling für die Inbetriebnahme

Angesichts dieser anspruchsvollen Rahmenbedingungen nutzt Hahn Automation bei der Konzeption von Prüfständen und anderen Montagezellen ausgiebig die Vorteile der Simulation. Dafür arbeitet die Entwicklung mit der RT ToolBox3, der zentralen Programmierumgebung für alle Roboter von Mitsubishi Electric. „Die Software ist günstig und wirklich gut“, sagt Sulzbacher angesichts der Tatsache, dass die Software ohne jährliche Lizenzgebühren nur einmal gekauft werden muss. Das Engineering-Tool sei leicht zu bedienen und führe mit wenigen Parametereingaben schnell zum Ziel. „Damit kann auch ein Projektleiter einen Roboter unterrichten“, so der Projektleiter.

Die mit der Kinematik versehenen Daten aus der 3D-Simulation fließen als digitaler Zwilling bei der Inbetriebnahme übrigens direkt in die Robotersteuerung ein. „Die virtuelle Maschine und der reale Roboter sind schon sehr dicht beieinander. Das senkt spürbar die Entwicklungszeit, da vor Ort an der Hardware gearbeiteten werden kann, während woanders das Programm für die Roboter virtuell in Betrieb geht“, erläutert Key Account Manager Wolfram Zielke, der seit über drei Jahrzehnten Roboterexperte bei Mitsubishi Electric ist.

Für den Fall, dass es in einem Projekt noch mal funktional kniffelig werden sollte, greift Hahn Automation direkt auf das Know-how von Mitsubishi Electric zurück. Das Zusammenspiel aus Hardware, Software und der direkten Applikationsunterstützung des Roboterherstellers sei heute mehr denn je als Gesamtpaket gefragt. „Wir hatten so einen Fall, als es um das maximale Handling-Gewicht am Handgelenk ging. Hier waren wir an der Grenze und haben das in Ratingen überprüfen lassen. Es ging um die Frage, schafft das der Roboter oder nicht.“

### Simulation deckt Unklarheiten auf

Die meisten Unklarheiten lassen sich aber innerhalb der Simulation beseitigen, bis hin zu Prognosen bei den Taktzeiten. „Die können wir in der RT ToolBox3 bis auf drei Prozent genau errechnen“, sagt Wolfram Zielke. RT ToolBox3 leistet als Engineering-Tool wertvolle Unterstützung von der Inbetriebnahme über die Fehlersuche und den Betrieb bis hin zur Überwachung der Roboterbewegungen, des herrschenden Betriebsstatus bis hin zum Zustand der Controller mit ihren Servoreglern.

Mit der robotergestützten Prüftechnik hat Hahn Automation einen neuen Meilenstein hinsichtlich Flexibilität, Geschwindigkeit und Platzbedarf gesetzt. Die präzisen Sechs-Achs-Roboter von Mitsubishi Electric leisten dafür einen wichtigen Beitrag, Arbeitsräume so knapp wie möglich zu halten und Aufgaben zeitlich überlappen zu lassen. Der Aufbau des Prüfstands bietet zudem jede Menge Freiheitsgrade, ganz unterschiedliche Turbolader testen zu können. sg

**Thorsten Sienk ist freier Fachredakteur in Bodenwerder.**

# Fahr-Gemeinschaft

**Auch eine Art von Zusammenarbeit: Zwei Roboter arbeiten nicht nur gemeinsam an einer Aufgabe, sondern nebeneinander auf einer 13 Meter langen Linearachse. Dank Sicherheitssoftware kommen sich die beiden Fanuc-Roboter nicht in die Quere. Das Vision-System der Anlage ist unabhängig von den Robotern auf einer eigenen Achse unterwegs.**

VON BERNHARD FOITZIK

**SEIT ÜBER** 25 Jahren gibt es die Ulrich Rotte Anlagenbau und Fördertechnik GmbH bereits. Angefangen in einer ehemaligen Tankstelle mit dem Schwerpunkt Fördertechnik, hat sich das Unternehmen längst zu einem umfangreichen und vielfältigen Sonderanlagenbauer in der Automatisierungstechnik entwickelt. Dabei ist die Fördertechnik nur eine von mehreren Disziplinen, die das Familienunternehmen bestens beherrscht. Dafür arbeiten heute über 80 Beschäftigte am Firmensitz in Salzkotten, die einen Jahresumsatz von knapp zehn Millionen Euro erzielen. Wissen und Erfahrung im eigenen Haus zu haben, steht ganz oben in der Firmenphilosophie. Als „Sonder-Anlagenbauer" sieht das Unternehmen seine große Stärke in maßgeschneiderten Lösungen für den Endkunden. Schwerpunktmäßig sind dies bei Rotte vollautomatisierte Produktionsanlagen und Entwicklungen im Bereich Robotik.

Was aber macht Rotte-Anlagen so besonders? Projektleiter Daniel Bürgermeister betont: „Jede Anlage wird speziell auf die Anforderung des Kunden maßgeschneidert". Insofern ist es schwierig, ein gemeinsames Merkmal zu beschreiben. Alle verbindet jedoch die hohe Anlagenverfügbarkeit bei gleichzeitiger maximaler Flexibilität. Die Lösungskompetenz, mit der die Rotte-Projektteams ihre Anlagen realisieren, liegt ein Stück weit auch darin begründet, dass man keine Branchenfokussierung kennt: Automobil-, Solar- und Kautschukindustrie, Holztechnik und Laminate sind nur eine kleine Auswahl der unterschiedlichsten Aufgabenfelder. „Der Branchenmix fördert das Querdenken, hält uns auf Trab und erleichtert es uns, innovative Lösungen zu übertragen." Dabei spielen zukunftsorientierte Systempartner wie Fanuc eine wichtige Rolle – auch im starken internationalen Geschäft von Rotte.

Eine umfangreiche Anlage zur Montage von Torsteuerungen entstand jetzt in Salzkotten für den Tür- und Torspezialisten Hörmann aus Steinhagen. Auf dieser Anlage werden Steuerungen der aktuellen Generation, aber auch ältere Modelle und Ersatzteile montiert.

Die Anlage ist auf eine Parallelfertigung ausgelegt und besteht aus manuellen sowie vollautomatischen Prozessen. „Die Montagelinie ist in erster Linie für die Montage der aktuellen Torsteuerungen gedacht. Zudem legt Hörmann Wert auf einen nachhaltigen und kundenorientierten Produktsupport und will auch bei Produkten älterer Generationen lange lieferfähig bleiben", erläutert Projektleiter Daniel Bürgermeister. Deshalb ist die Anlage so ausgelegt, dass sich sowohl ältere Steuerungen als auch Neuentwicklungen montieren lassen.

## Zwei Roboter auf Achse

Am Anfang der Montagelinie befindet sich die Kommissionierung. Von insgesamt 14 Stellplätzen entnehmen die Roboter die Teile aus bereitgestellten Großladungsträgern. Danach werden sie auf Werkstückträgern abgelegt. Das Handling der Mehrwegverpackung und die rücksendefähige Bereitstellung sind ebenfalls Teil der Arbeitsaufgabe. Die Ver- und Entsorgung der Kommissionierung kann wahlweise manuell oder automatisiert erfolgen.

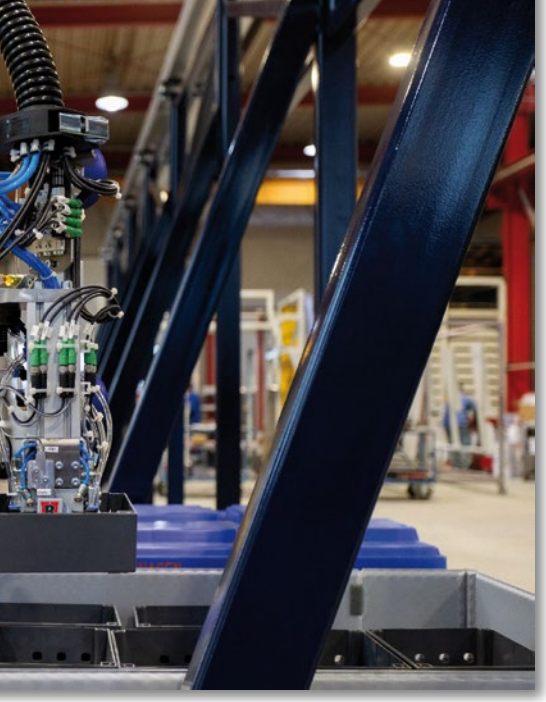
Die 14 Stellplätze bedeuten für die Roboter lange Laufwege. Deshalb hat man beide Fanuc Roboter auf einer 13 Meter langen Linearachse montiert. Die Roboter haben eine Traglast von 45 Kilogramm und eine maximale Reichweite von 2.606 Millimeter. Prinzipiell ist die Aufgabenverteilung zwischen den beiden Robotern M-710iC/45M einfach: Roboter 1 fährt die Stellplätze 1 bis 7 an, Roboter 2 die Stellplätze 8 bis 14. Solange die Roboter nicht über ihre jeweilige Grenze hinausfahren, reicht eine Absicherung über „Dual Check Safety" (DCS). Eine andere Sicherheitsoption von Fanuc, Interference Check, verhindert im dynamischen Betrieb eine Kollision der Roboter untereinander. Bürgermeister sieht beide Optionen als nützlich an: „Entweder wir sperren die Bereiche fest oder wir machen eine dynamische Abfrage. Technisch ist beides machbar."

## 3D-Vision-System

„Geleitet" werden die Roboter von einem 3D-Vision-System, das separat über der Anlage angebracht ist. Aufgrund der feststehenden Palettenplätze „weiß" der jeweilige Roboter zwar, wo das Gebinde steht, aber er kennt noch nicht die Lage der Teile, die er greifen und auf dem Werkstückträger ablegen soll.

Im Projektverlauf wurden verschiedene Anlieferungsformen, zum Beispiel die Bereitstellung der Produkte, in Trays oder Gitterboxen getestet. In enger Abstimmung mit dem Kunden wurde schließlich die Lösung mit den flexibel nutzbaren Kunststoffboxen realisiert. In diesen sind die Teile durch Zwischenlagen separiert in Ebenen angeordnet.

Ein 3D-System liefert die fürs Greifen erforderlichen Positionsinformationen und ermittelt auch Informationen zum Füllstand des jeweiligen Ladungsträgers. Dazu wurde die Kamera unabhän-



**Roboter 1 (im Vordergrund) übernimmt die Kommissionierarbeit der Stellplätze 1 bis 7. Die Sicherheitsoption „Fanuc Interference Check" trennt ihn vom zweiten Roboter für die Kommissionierplätze 8 bis 14.**
Bild: Ulrich Rotte Anlagenbau und Fördertechnik/Fanuc

gig von den Robotern an einer eigenen Linearachse über den Palettenstellplätzen montiert. Der große Vorteil besteht darin, dass die Informationen unabhängig vom Roboter aufgenommen werden können. Eine Kamera am Handgelenk des Roboters hätte die Taktzeit des Roboters verlängert. Aus der Erfahrung mit anderen Vision-Systemen berichtet Daniel Bürgermeister: „Es ist deutlich einfacher, mit einem System zu arbeiten, bei dem sich CAD-Modelle hinterlegen lassen, statt Bildmerkmale zu definieren, die jedes Mal überprüft werden müssen. Als ‚Nicht-Programmierer' habe selbst ich das innerhalb weniger Minuten bedienen können. 2D-Systeme haben bei anderen Anforderungen ihre Stärken und ihre Berechtigung."

## LR Mate am Prüfplatz

Die Werkstückträger mit allen für die Montage erforderlichen Teilen fahren das Produkt durch den kompletten Montageprozess. Nach Abschluss der Montage erfolgt am automatisierten Prüfplatz eine vollständige Abschlusskontrolle. Dort werden die Torsteuerungen optisch und elektronisch überprüft. Zwei Roboter des Typs LR Mate 200iD kontaktieren die Steuerung und simulieren unterschiedliche Bedienungsabläufe. Der Prüfplatz ist redundant aufgebaut, um Engpässe zu vermeiden. Auch wenn sich die beiden LR Mate in der Zelle „nahestehen", sind die Sicherheitszonen der beiden Roboter limitiert und haben keine Überschneidung. Dazu dient die integrierte Softwarelösung Dual Check Safety (DCS) von Fanuc. Da keine aufwändige, platzraubende Sicherheitsausrüstung erforderlich ist, bleibt auch die für die Roboterzellen notwendige Fläche auf ein Mindestmaß begrenzt. Das Einrichten von Sicherheitszonen – das bestätigen die Programmierer bei Rotte – sei sehr einfach. Zudem lässt sich der abgesperrte Bereich am Monitor überprüfen und virtuell kontrollieren.

Haben die Steuerungen die Prüfung bestanden, fährt der Werkstückträger zur so genannten Einlagerung, die ebenfalls von Rotte entwickelt und realisiert wurde. In dieser Zelle wird die Steuerung komplettiert. Ein Roboter fügt den Deckel auf das Gehäuseunterteil, appliziert ein Typenschild und lässt dieses über eine Bilderkennung verifizieren. Passt alles, werden die Steuerungen sortenrein in Kleinladungsträger gelegt und über eine Förderanlage der Intralogistik bei Hörmann übergeben. Da in dieser Zelle vom Roboter vor allem Reichweite gefragt ist, wählte man dafür einen Langarm-Roboter M-20iA/12L von Fanuc.

Alle Anlagen sind mit Bediengeräten ausgestattet, auf denen die Anlagensteuerung visualisiert ist. Wenn nötig, lässt sich ein Roboter auch einmal einzeln im Handmodus verfahren. Im Automatikbetrieb ist die Anlagensteuerung an die zentrale Produktionssteuerung von Hörmann angebunden.

Die beiden M-710iC-Roboter in der Kommissionierung arbeiten mit einem einzigen Greifer für alle 12 Produkte, Behälterdeckel und Zwischenlagen. Die maßgeschneiderten Robotergreifer entwickelt, konstruiert und baut Rotte je nach Kundenanforderung selbst – auch wenn Standardkomponenten der Einfachheit halber von einschlägigen Herstellern bezogen werden. „Aber was ist schon einfach? Einfach ist es erst, wenn wir eine Lösung daraus gemacht haben", resümiert Daniel Bürgermeister. rt

**Bernhard Foitzik ist freier Journalist in Neustadt an der Weinstraße.**

# Cobots mit Köpfchen

**Das Dreamteam KI und Cobot nutzt maschinelles Lernen (ML), Bilderkennung und Datenauswertung, um Roboter flexibler und leichter programmierbar zu machen. In Kombination können die Technologien auf die Umwelt reagieren und komplexere Aufgaben übernehmen.**

VON ANDREA ALBONI

**DIE IDEE,** menschliches Denken auf Computer zu übertragen, übt schon lange eine Faszination auf die Menschen aus. Schriftsteller und Regisseure ließen und lassen sich immer wieder davon inspirieren. Geschichten wie „Frankenstein", „Star Wars" oder „Matrix" erzählen von der Macht Künstlicher Intelligenz (KI), die sich auf gute oder schlechte Weise in das Leben der Menschen einmischt. Jenseits der Fiktion haben KI-basierte Anwendungen bereits vor über 50 Jahren Einzug in die wissenschaftliche Praxis gehalten.

## Vom Schreckgespenst zur Schlüsseltechnologie

Als KI gelten hochkomplexe Algorithmen, die Probleme lösen können. Der Begriff ist eine leidliche Übersetzung der Bezeichnung „Artificial Intelligence", die der amerikanische Informatiker John McCarthy geprägt hat. 1956 initiierte dieser die erste wissenschaftliche Konferenz zu einem Thema, das von den Zeitgenossen damals skeptisch beäugt wurde.

Seither ist viel passiert: Mit den Jahren hat sich KI als eigenständiger Teilbereich der Informatik etabliert und wird heute als industrielle Schlüsseltechnologie begriffen. Meilensteine wie der erste RoboCup 1997, bei dem Roboter gegeneinander Fußball spielten, oder der Sieg des IBM-Computers Deep Blue über Schachweltmeister Garri Kasparow im selben Jahr rückten die Potenziale der Technologie in das öffentliche Bewusstsein.

Fortschritte im maschinellen Lernen und der Datenverarbeitung ebneten schließlich den Weg zu einer kommerziellen Anwendung von KI im Alltag, etwa in Form von Sprachsteuerungen oder Produktempfehlungen. Mittlerweile fördern staatliche Akteure die Entwicklung der Technologie und bewerten insbesondere ihren Einsatz in der Robotik als vielversprechend. Vor allem die Bereiche Machine Learning (ML) und Bilderkennung tragen zur Wertschöpfung durch Roboter bei.

**Unsortiert und trotzdem im Griff: Der „Griff in die Kiste" ist heute mittels KI und Bildverarbeitung möglich.**

Bild: Robominds

## Mit Bilderkennung und Machine Learning zu neuen Ufern

Traditionell übernehmen Industrieroboter Arbeitsschritte, die Kraft und Schnelligkeit erfordern. Der Aufstieg kollaborativer Robotik seit 2008 hat das Einsatzspektrum der Automatisierung beträchtlich erweitert: Kollaborierende Leichtbauroboter (sogenannte Cobots) erledigen kombiniert mit Peripheriegeräten wie Greifern und Sensoren auch Präzisionsaufgaben. KI-Technologien heben ihre Fähigkeiten nun auf ein neues Niveau: Roboter werden lernfähig und adaptiv, können also ihre Umgebung wahrnehmen und mit ihr interagieren. Ein zentrales Mittel dabei sind Vision-Systeme, häufig auf Basis von ML. Sie werden meist in Form von Kameras, einer Computer-Einheit und entsprechender Software mit dem Roboterarm verbunden.

Vision-Systeme ermöglichen Cobots, Objekte, Oberflächen oder Strukturen zu erkennen und ihre Bewegungen auf Basis der so gewonnenen Eindrücke anzupassen. Dadurch können sie spontan auf Aspekte in ihrer Umgebung reagieren, ohne zuvor exakt dafür programmiert worden zu sein. Die Datenverarbeitung und Ableitung entsprechender Aktionen funktionieren durch intelligente Algorithmen. Dies macht Roboter flexibler und befähigt sie zu Aufgaben, die aufgrund ihrer Komplexität bisher dem Menschen vorbehalten waren – zum Beispiel das Handling unsortierter Teile, Volumenmessungen oder Qualitätskontrollen. Die Kameras lassen sich in der Regel am Handgelenk des Roboterarms oder im Raum anbringen, je nach dem, für welche Aufgabe der Nutzer die Applikation einsetzen möchte.

## Roboter mit Hand-Auge-Koordination

Ein Beispiel für eine solche Lösung ist Robobrain Vision des Münchner Start-ups Robominds. Das Vision-System verleiht Roboterarmen einen Sehsinn, indem es über ein Kamerasystem 2D- und 3D-Daten aufnimmt und kombiniert. Ein

**Auch die Programmierung von Robotern – insbesondere von Cobots – lässt sich auch durch KI zusehends vereinfachen.** Bild: Universal Robots

Industrie-PC und eine modulare Software-Architektur verarbeiten die Informationen und ermöglichen dem Cobot, Teile präzise zu erkennen. Auf dieser Basis kann der Roboter auch zufällig angeordnete Objekte an der richtigen Stelle greifen, selbst wenn diese sich überlagern.

Auch das Berliner Unternehmen Micropsi Industries hat diese Hürde genommen. Mit Mirai hat es eine sensorgestützte Robotersteuerung entwickelt, die den Roboter befähigt, in Echtzeit auf seine Umgebung zu reagieren. Der Anwender trainiert den Roboter, indem er ihn am Handgelenk führt. Über eine Kamera und weitere Sensoren nimmt der Roboter dies wahr und speichert die erfassten Daten. Mithilfe von ML leitet er in neuen Situationen daraus eigenständig die richtigen Bewegungen ab.

Dies unterscheidet sich von der Herangehensweise, in der Roboter traditionell agieren: Statt einzelne Positionsmessungen eines Werkstücks vorzunehmen, erzeugt Mirai die Roboterbewegungen unmittelbar. Dies versetzt einen Roboterarm in die Lage, auch dann präzise zu greifen, wenn ein Teil anders positioniert oder geformt ist, als geplant.

Bildverarbeitungssysteme wie diese bewältigen eine der komplexesten Herausforderungen der Robotik: die Auge-Hand-Koordination. Während Menschen ihre Bewegungen bereits in frühester Kindheit mit dem Sehsinn in Einklang bringen, war dies für Roboter lange scheinbar unmöglich. Dass sie mithilfe entsprechender Systeme nun sogar den „Griff in die Kiste", also das Handling unsortierter Teile, bewerkstelligen, beschleunigt Produktionsprozesse enorm.

Davon profitiert zum Beispiel der österreichische Aluminiumbearbeiter Jenny Waltle. Der Mittelständler nutzt zwei UR5-Cobots von Universal Robots, die eine CNC-Fräse bestücken. Dafür entnehmen die Roboter zufällig angeordnete Werkstücke aus einer Kiste. Die Roboter sind mit einem extern installierten 3D-Kamerasystem verknüpft, das die vorgesägten Aluminiumteile scannt.

Anschließend erstellt das System einen 3D-Datensatz, anhand dessen der erste Cobot die Oberflächenstrukturen der Teile sowie ihre Anordnung erkennt. Er entnimmt einzelne Werkstücke aus dem Behälter und legt sie in eine Zwischenablage, von der aus der zweite Cobot damit die Fräse bestückt. So erspart sich das Unternehmen eine zeitintensive Vorsortierung per Hand. Die Zykluszeiten betragen nur 30 bis 40 Sekunden, sodass die Cobots im Zwei-Schicht-Betrieb bis zu 2.400 Teile pro Tag bearbeiten.

## Mitdenken erleichtert Programmierung

Neben dem Werkstück-Handling vereinfachen intelligente Vision-Systeme auch den Teach-Prozess. Anwender können den Roboterarm trainieren, indem sie ihn von Hand führen und sich eine aufwendige Programmierung sparen. So lässt sich der Cobot im Arbeitsalltag schneller für neue Aufgaben umrüsten. Diese einfache Bedienbarkeit dürfte in Zukunft helfen, Hemmschwellen abzubauen und auch kleinere Unternehmen zur Automatisierung zu bewegen.

Wie das Beispiel bei Jenny Waltle zeigt, profitieren auch KMU von KI-gestützter Robotik. Potenzial liegt neben der Produktion auch in der Logistik und dem eCommerce. Hier können Cobots mit intelligenten Vision-Systemen ihre Vorteile beispielsweise in der Kommissionierung von Waren ausspielen.

KI befähigt Robotik somit vor allem zu mehr Flexibilität, um schnell auf Veränderungen zu reagieren. Mit Blick auf Sprachsteuerungen und die Fähigkeiten der industriellen Bilderkennung ist in Zukunft noch viel zu erwarten. Trotz aller Fortschritte ist die baldige Entwicklung selbstdenkender Maschinen, die autonom entscheiden, unwahrscheinlich.

## Der Mensch behält den Blick fürs Ganze

Während KI Roboter zu Höchstleistungen in einem spezifischen Anwendungsbereich beflügelt, fehlt ihr der Blick aufs Ganze. Der Mensch bringt Kreativität, Führungsqualität und Teamfähigkeit in den Produktionsprozess ein. Er trifft Entscheidungen und sieht, an welchen Stellschrauben zu drehen ist. KI wird Cobots in ihrer eigentlichen Aufgabe besser machen: Dem Menschen unterstützend zur Hand gehen. jbi

---

**Andrea Alboni ist Regional Sales Manager DACH bei Universal Robots.**

ACQUISITION SYSTEMS

· Data acquisition by expandable Embedded PCs and compact Edge Gateways

TRAINING SYSTEMS

· Creation of training models by GPU/FPGA powered systems with Caffe, TensorFlow or MXNet

INFERENCE SYSTEMS

· Real time data analysis by systems enhanced by VPU/ FPGA/CPU accelerator cards and Intel® OpenVINO™ Toolkit

ICP Deutschland GmbH
Mahdenstr. 3 | 72768 Reutlingen
Tel.: +49 71 21 14323-0
info@icp-deutschland.de
www.icp-deutschland.de

# Das Zeug zum **Game Changer**

**Die Komplexität steigt: Bei immer kleineren Losgrößen und Fachkräftemangel müssen Roboter in der Lage sein, selbstständig und flexibel neue Aufgaben zu erlernen und zu übernehmen. Künstliche Intelligenz (KI) hilft bei der Realisierung einer zukunftssicheren Produktion.**

VON JÖRG REGER

**MASCHINELLES LERNEN** und KI ermöglichen es, gesammelte Daten in nützliche Informationen umzuwandeln, sodass Roboter langfristig autonom, selbstlernend und letztendlich selbstoptimierend sind. Dabei soll kein menschliches Verhalten kopiert werden. Das Hauptaugenmerk liegt darauf, Roboter in die Lage zu versetzen, in unstrukturierten Umgebungen zu arbeiten. Dazu ist es wichtig, dass sie bestimmte Muster erkennen und in der Lage sind, ihre Fehler selbstständig zu korrigieren. KI ist hier ein entscheidender Schlüssel, um Fabriken effizienter, zuverlässiger und produktiver zu gestalten, wovon am Ende alle Mitarbeitende und das Unternehmen selbst profitieren.

Auch wenn sich KI in Produktionssteuerungsprozessen noch in den Anfängen befindet, gibt es bereits Ansätze – beispielsweise im Bereich der Bildverarbeitung – bei denen bereits neuronale Netze genutzt werden, um optische Qualitätsprobleme zu erkennen.

## Die KI unterstützt, der Mensch kombiniert

Allen voran gilt: Am wichtigsten sind die Menschen in der Produktion, die Probleme identifizieren und darauf basierend die geeignete Technologie auswählen. Die existierende Fach- und Branchenexpertise ist der Schlüssel zu einer erfolgreichen Implementierung von KI-Lösungen.

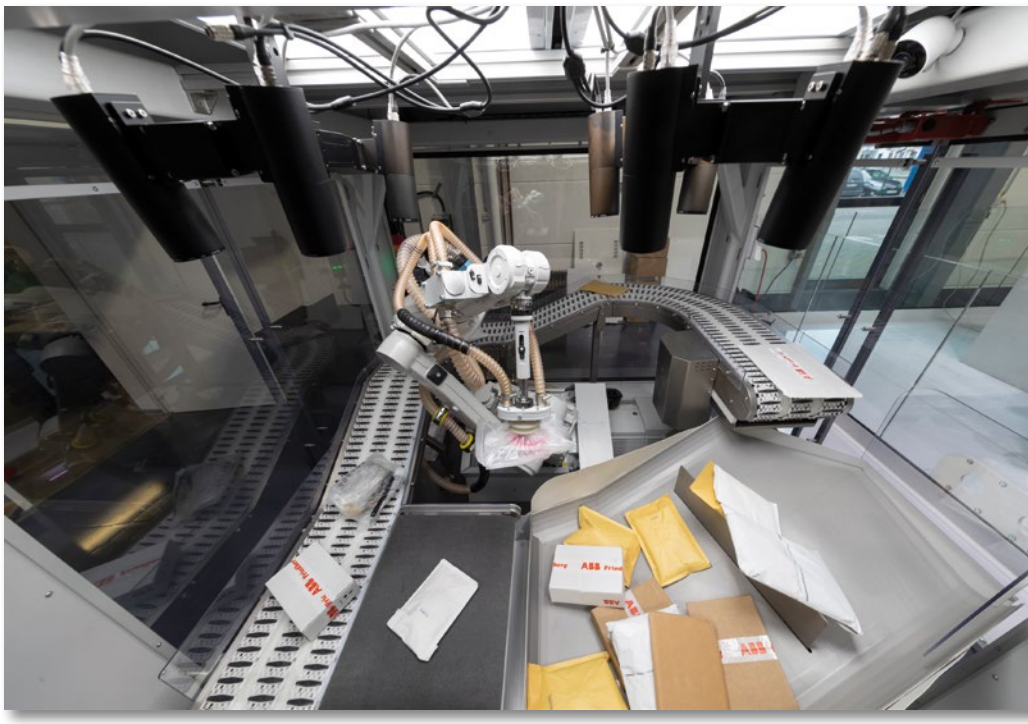
Diese können in der Fabrik der Zukunft vielfältig eingesetzt werden. Etwa für das autonome Greifen durch die Kombination von Bildverarbeitungssystemen und KI-Algorithmen, die einem Roboter helfen, die Größe und Form des Objekts sowie die richtige Greiferposition und den richtigen Druck zum Greifen zu verstehen. Roboter können mit KI-Unterstützung arbeiten, ohne mit anderen Objekten und Robotern zu kollidieren. Möglich ist auch die Navigation von Robotern in einer dynamischen Umgebung.

Die Bedeutung der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit und der Einsatz verschiedener Robotertypen nehmen hier

**Kollaborative Roboter in Kombination mit KI eröffnen neue Möglichkeiten für die robotergestützte Automatisierung – wie hier in der Montage.** Bilder: ABB

stetig zu. Dabei unterstützt KI Mitarbeitende bei ihrer Arbeit, macht sie produktiver und versetzt sie in die Lage, sich auf wichtigere Aufgaben zu konzentrieren.

Durch maschinelles Lernen und KI besteht die Möglichkeit, die Kollaboration zwischen Mensch und Roboter weiterzuentwickeln und Roboter innerhalb festgelegter Parameter autonomer zu machen. Die Zusammenarbeit ermöglicht es Menschen und Robotern, maximale Flexibilität und Effizienz sicherzustellen, sich die gleichen Arbeitsbereiche zu teilen und sogar an den gleichen Aufgaben zu arbeiten, ohne Geschwindigkeit und Sicherheit zu gefährden. Die Stärke von künstlicher Intelligenz ist es, sehr große Datenmengen zu erfassen und zu verarbeiten, um spezifische Probleme zu lösen. Der Mensch jedoch ist unschlagbar in seiner generischen Intelligenz, um neue Probleme zu analysieren und mit Kreativität zu lösen – wie etwa ein Maschinenstillstand mit unbekannter Ursachen.



**Roboter sind dank KI, ausgefeilten Greifern und Bildverarbeitung (deren Kern auch KI ist) in der Lage, unterschiedliche Päckchen zu vereinzeln.**

## Chancen künstlicher Intelligenz für die autonome Produktion

Die Kombination von Robotern und anderen Maschinen, fortschrittlichen Bildverarbeitungssystemen und KI bringt viele Vorteile. Dazu zählen etwa die größere Effizienz durch selbstoptimierende Leistung, erhöhte Zuverlässigkeit durch vorausschauende Wartung oder Echtzeit-Datenanalysen zur Verbesserung von Qualität und Prozessen.

Darüber hinaus hilft KI auch dabei, flexiblere Fertigungssysteme zu schaffen, zum Beispiel durch den Einsatz von fahrerlosen Transportsystemen (FTS). Mit KI ausgestattete FTS helfen bei der Umgestaltung der Produktionsschritte, indem sie eine Verlagerung von festen Montagelinien und großen, dedizierten Logistikbereichen zu flexibleren Automatisierungsinseln ermöglichen, die durch eine kleinere, beweglichere Logistik ergänzt werden.

Grundsätzlich löst KI immer nur spezifische Probleme, keine generischen. Die ersten KI-Anwendungen haben daher einen engen Fokus. Dem Menschen wird dabei weiterhin die Aufgabe der Steuerung und Kontrolle solcher spezifischen KI-Lösungen zufallen. Beispielsweise wird ein Roboter hierbei die Autonomie haben, eine spezifische Anwendung zu optimieren, aber nicht plötzlich neue Anwendungen außerhalb seiner Programmierung auszuprobieren.

## Autonome KI-Lösungen in der Produktion heute

ABB bietet bereits mehrere Anwendungen, die Robotik und maschinelles Lernen kombinieren. So überwacht die Plattform Ability Connected Services den Zustand und die Leistung einzelner Roboter oder ganzer Flotten – heute schon über 9.000 angeschlossene Roboter in mehr als 1.000 Fabriken weltweit. Service-Experten können Probleme lösen, die zu einem kostspieligen ungeplanten Stillstand führen könnten, bevor sie auftreten. Auch der Ability Connected Atomizer für die Fahrzeuglackierung verwendet maschinelles Lernen, um die Leistung und Qualität auf der Grundlage von Daten ohne menschlichen Eingriff zu optimieren.

Neben der Produktion besteht bedeutendes Potenzial für KI-fähige Robotiklösungen in einem breiten Spektrum von Anwendungen, darunter Logistik, Lagerhaltung sowie Paket- und Postsortierung. Deshalb hat ABB mit dem Startup Covariant eine Partnerschaft geschlossen, um KI-fähige Robotiklösungen auf den Markt zu bringen, beginnend mit einer vollständig autonomen Lösung für die Auftragsabwicklung im Lager. Die KI von Covariant ermöglicht es den Robotern, die Welt um sich herum zu sehen und Aufgaben zu erfüllen, die für herkömmlich programmierte Roboter zu komplex und vielfältig sind. Mittels Reinforcement Learning passen sich die Roboter selbstständig an neue Aufgaben an und erweitern ständig die Palette der Objekte, die sie aufnehmen können. Die erste Installation der KI-fähigen Lösung von ABB und Covariant kommt bereits in den Niederlanden zum Einsatz.

## Die Produktion der Zukunft ist modular und intelligent

KI hält zunehmend Einzug in die Roboterapplikationsebene. Hierdurch lassen sich semi-autonome Automatisierungszellen schaffen. Ein Trend, der in einer sich weiter spezialisierenden Produktion mit kleinen Losgrößen und „Produktion on Demand" weiter zuspitzen wird.

Wagen wir einen Blick in die Zukunft, wird die Produktion anstelle von seriellen Fertigungsstationen aus einem Netz semi-autonomer Zellen bestehen, die durch FTS flexibel miteinander verknüpft sind. Nur so werden Unternehmen auch künftig in der Lage sein, die Wünsche ihrer Kunden uneingeschränkt zu bedienen. Die Produktionsmitarbeiter wiederum werden durch eine Reihe von Smart Apps unterstützt, und können somit dank ihrer Kreativität die Anlage noch besser optimieren, vorausschauend warten und einfacher steuern. jbi

**Jörg Reger ist Leiter des Geschäftsbereichs Robotik und Fertigungsautomation bei ABB in Deutschland.**

# Schweißnähte perfekt in Form gebracht

**Bei der Fertigung von Bandagen für Walzenzüge setzt Bomag neueste Technik ein. Viele der hierfür erforderlichen Arbeitsschritte übernehmen Roboter – neuerdings auch das Verputzen der Schweißnähte. Das Ergebnis ist eine perfekt gerundete, tonnenschwere Bandage. Das schafft beste Voraussetzungen für glatte Fahrbahnen im Straßenbau.**

VON RALF HÖGEL

**BIS ZU** zwölf Tonnen wiegen die Bandagen, mit denen die mobilen Maschinen von Bomag den Untergrund für den Straßenbau verdichten und dabei durch Vibration unterstützt werden. In diesem anspruchsvollen Bereich der Baumaschinentechnik ist das Unternehmen mit Hauptsitz in Boppard am Rhein Weltmarktführer und hat 2013 ein Werk für die Bandagen-Fertigung der Walzenzüge in Betrieb genommen.

Hier werden die bis zu 60 Millimeter starken Mantelbleche – die teilweise aus extrem verschleißfesten Hardox-Stählen bestehen – zunächst gerundet, wobei Biegekräfte von bis zu 6.000 Tonnen erforderlich sind. Dann folgt das automatisierte Schweißen der Längsnaht sowie der Tellerscheiben, das heißt der Seitenteile der Bandagen. Anschließend muss die Längsnaht auf der Bandage mit hoher Präzision verputzt werden. Denn jede noch so geringe Unrundheit würde die Qualität des Planums – das ist der Fachbegriff für den Unterbau der Asphaltschicht – beeinträchtigen.

## Gesucht wird eine Alternative zum Längsnahtfräsen

Ursprünglich übernahm eine Längsnaht-Fräsmaschine diese Aufgabe. Sie fräste die Überstände der Schweißnaht in einer linearen Bewegung ab und verursachte dabei sowohl Lärm als auch große Staubentwicklung. Außerdem entsprach die Genauigkeit des Prozesses nicht den Ansprüchen von Bomag. Deshalb suchten die Verantwortlichen von Bomag nach einer Alternative zum Fräsen und schauten sich dabei auch in der Robotik um. Denn viele Prozesse der Bandagen-Fertigung – bis hin zum Materialtransport per Schwerlast-FTS – sind bereits automatisiert.

Der Kontakt zu dem Unternehmen, das die Lösung schließlich umsetzte, kam eher zufällig zustande: Harald Aßmann, Teamleiter der Bandagen-Fabrik, folgte der Einladung zu einer Hausmesse von Yaskawa und informierte sich dort über die Möglichkeiten des robotergestützten Schleifens. Die Präsentation überzeugte ihn: „Wir haben mehrere Projektbeispiele von Schleifrobotern kennengelernt. Das hat uns gezeigt: Yaskawa ist der richtige Partner."

## Erster Schritt: Vermessen der Schweißnaht

Nach intensiver Projektarbeit installierte Yaskawa in der Bomag-Bandagen-Fertigung eine komplett eingehauste Anlage, in der die Bandage per Kran auf einer ebenfalls von Yaskawa gefertigten drehbaren Vorrichtung abgelegt wird, wobei sich die Schweißnaht in „12:00 Uhr-Posi-

**< Im ersten Arbeitsschritt vermisst der Roboter die Schweißnaht mit einem Lasermessgerät.**
Bilder: Bomag

tion“ befinden muss. Der Bediener startet das Programm und schließt die Einhausung. In der Zwischenzeit hat der Roboter, ein großer, sechsachsiger Motoman MH180, bereits ein Lasermessgerät aus dem Werkzeugwechsler entnommen und vermisst im ersten Schritt die Schweißnaht sehr genau. Dabei verfährt der Roboter nicht linear, sondern in einer Pendelbewegung entlang der Kontur der Bandage, um die Schweißnaht dreidimensional zu erfassen.

### Zweiter und dritter Schritt: Schleifen von Längsnaht und Seitenscheibe

Die Daten, die das Messgerät generiert, bilden die Basis für den nächsten Bearbeitungsschritt. Der Roboter wechselt auf einen Bandschleifer und fährt damit zehn- bis zwölfmal über die Schweißnaht. Die

**Der Orbitalschleifer verputzt die Schweißnähte an der Innenseite der Bandage.**

Stromaufnahme des Roboters dient dabei als Parameter für die Bearbeitungsqualität: Wenn genug Material abgetragen ist, muss das Schleifwerkzeug weniger Druck aufbringen und der Bearbeitungsvorgang kann beendet werden. Auch am Ansatz, das heißt an den Kanten der Bandagen, wird Material abgetragen.

Auch beim Schleifen vollzieht der Motoman MH180 eine nichtlineare Bewegung, um die komplette Kontur der Schweißnaht zu bearbeiten. Zusätzlich dreht sich auch die Vorrichtung. „So sparen wir Platz: Der Roboter hat zwar eine sehr große Reichweite, kann aber dennoch bei großen Bandagen nicht die gesamte Länge abdecken“, erklärt Harald Aßmann.

Die Drehbewegung wird auch für den dritten Arbeitsschritt benötigt. Hier legt der kräftige Roboter den Bandschleifer ab und verputzt mit einem Orbitalschleifer die Schweißnaht, mit der die Seitenscheiben und der Außenmantel der Bandage verbunden sind. Das Ergebnis des robotergestützten Verputzens in drei Schritten ist eine tadellos ebene Schweißnaht, die sich perfekt in die Rundung der Bandage einfügt, und eine saubere Verbindung von Seitenscheibe und Bandage. Zu den Besonderheiten des „Verputzroboters“, wie er bei Bomag genannt wird, gehört die durch einen Deckel geschützte Werkzeugablage, die nur beim Wechseln selbsttätig öffnet. So bleiben die Werkzeuge sauber. Den Motoman MH180 selbst schützt eine Ummantelung vor Staub und Funkenflug – eine Vorsichtsmaßnahme, denn die leistungsfähige Absaugung zieht nahezu alle Funken ab.

### Verputzen ohne Zeitverlust – mit hoher Flexibilität

Vorteilhaft aus Sicht der Produktivität: Der Arbeitsschritt findet ohne Zeitverlust statt. „Das Verputzen erfolgt parallel zum Einbringen der Bohrungen in die Seitenscheiben“, so Aßmann. Und flexibel ist die Anlage, die seit rund sechs Monaten läuft, auch. Dennis Anton, für die Programmierung des Verputzroboters zuständig, erklärt: „Wir haben inzwischen Programme für knapp 40 Bandagen-Typen mit Durchmessern bis zu über zwei Metern und verschiedensten Längen geschrieben.“

Mit dem Projektverlauf sind die Bomag-Verantwortlichen ebenfalls zu-frieden. Kleinere „Sonderwünsche“ wurden noch vor Ort berücksichtigt. So hat Dennis Anton angeregt, dass die vorhandene Pneumatikleitung im Roboter dazu benutzt wird, um im letzten Arbeitsgang Schweißperlen und Schleifrückstände aus der Innenseite der Bandage auszublasen.

Alles in allem ist der neue Roboter aus Sicht von Bomag ein beispielhaftes Automatisierungsprojekt. Das Fazit von Harald Aßmann fällt entsprechend positiv aus: „Wir haben die Effektivität gesteigert, weil die Kollegen nicht mehr manuell nachschleifen und verputzen müssen. Das reduziert auch die körperliche Belastung der Mitarbeiter, die sich in dieser Zeit anspruchsvolleren Aufgaben widmen können.“ Zudem wurden in der gesamten Bandagen-Fabrik die Lärm- und Staubemissionen gesenkt. sg

**Ralf Högel ist Fachjournalist in Stadtbergen-Leitershofen.**


## Impressum

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

Das **Sonderheft Industrierobotik und KI** wird herausgegeben von **DIGITAL MANUFACTURING**
**www.digital-manufacturing-magazin.de**

**So erreichen Sie die Redaktion:**
**Chefredaktion:** Rainer Trummer (v.i.S.d.P.), rt@win-verlag.de, Tel.: 0 81 06 / 350-152
**Redaktion:** Jan Bihn (-161, jbi@win-verlag.de), Stefan Girschner (freier Mitarbeiter, sg@win-verlag.de)
**Mitarbeiter dieser Ausgabe:**
Andrea Alboni, Bernhard Foitzik, Carsten Heer, Ralf Högel, Paavo Käkelä, Gregor Neumann, Jörg Reger, Thorsten Sienk

**So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:**
**Anzeigenverkaufsleitung:**
Martina Summer (0 81 06 / 30 61 64, ms@win-verlag.de)
**Mediaberatung:**
Andrea Lippmann (08106 / 350-227, al@win-verlag.de)
**Anzeigendisposition:**
Chris Kerler (-220; cke@win-verlag.de)

**So erreichen Sie den Abonnentenservice:**
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
**Titelbildmotiv:** Nataliya Hora/shutterstock.com
**Produktion/Herstellung:**
Jens Einloft (-172; je@win-verlag.de)
**Verlagsleitung :**
Bernd Heilmeier (-251; bh@win-verlag.de), anzeigenverantw.
**Objektleitung:** Rainer Trummer (-152, rt@win-verlag.de)

**Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:**
WIN-Verlag GmbH & Co. KG, Johann-Sebastian-Bach-Straße 5, 85591 Vaterstetten, Tel.: 0 81 06 / 350-0, Fax: 0 81 06 / 350-190

**Bezugspreise DIGITAL MANUFACTURING:**
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 Sonderheft:** einmal jährlich
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Honorierte Artikel gehen in das Verfügungsrecht 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, Bauen aktuell, Digital Business Cloud, DIGITAL ENGINEERING Magazin, Digital Process Industry, e-commerce Magazin, virtual-realitiy-magazin.de
**Partnerkataloge:** Autodesk Partnerlösungen, DIGITAL ENGINEERING SOLUTIONS, IBM Business Partner Katalog, Partnerlösungen für HP Systeme

# Zu den **Sternen**

**Liliom wurde 1909 in Budapest erstmals aufgeführt. Doch auch heute hat das Stück nicht an Aktualität verloren – besonders in dieser Umsetzung.**

VON GREGOR NEUMANN

**Zwei Industrie-Roboter sind Teil der Neu-Inszenierung von Liliom.**
Bilder: Matthias Horn/Salzburger Festspiele

**DIE ANFANGSSZENE** erinnert eher an einen Terminator-Film: Während die Schauspieler des Hamburger Thalia-Ensembles parallel eine Glanzleistung abliefern, erwachen zwei Roboter untermalt mit düsterer Musik auf der Theaterbühne zum Leben. Mit präzisen Bewegungen lassen sie Stück für Stück ein kleines Wäldchen entstehen. Dafür packen sie mittels ihrer Greifer das Material aus dem Off und platzieren mit stoischer Ruhe einen Kunstbaum nach dem anderen auf der Bühne.

## Neuinszenierung interessanten Dreh

Für die Neuauflage von „Liliom" (Ferenc Molnár) haben sich die Macher um Regisseur Kornél Mundruczó und Bühnenbildnerin Monika Pormale etwas ganz Besonderes ausgedacht. Denn neben den überragenden Darstellern spielen zwei Industrieroboter der Firma Kawasaki des Modells BX200X mit zwei Greifern der Serie GPP5000 der Zimmer Group aus Rheinau eine im wahrsten Sinne des Wortes tragende Rolle.

Die Handlung ist schnell erzählt: Der Spitzbube und Frauenschwarm Liliom ist bekannt als Ausrufer auf einem Budapester Rummelplatz und Liebhaber der Karussellbesitzerin Muskat, bis er seiner großen Liebe Julie begegnet. Gemeinsam mit dem Dienstmädchen schmeißt er alles hin und brennt durch. Doch bald ist Julie schwanger und das Paar steht vor gewaltigen Problemen.

Ohne Arbeit, Geld und Wohnung beginnt Liliom in seinem Frust Julie zu schlagen und fängt an zu trinken. Ein Raubüberfall, in den ihn der zwielichtige Freund Ficsur hineinzieht, geht katastrophal schief und Liliom begeht Selbstmord. Doch auch als er nach vielen Jahren Fegefeuer in die Welt zurückkehren darf, zeigt sich der Raufbold nicht geläutert.

In Zeiten von #metoo, „Nein heißt Nein" und häuslicher Gewalt stellt sich dem Zuschauer die Frage, wie man mit einem solchen brutalen Draufgänger wie Liliom umgeht. Für die Neu-Interpretation rollt Regisseur Kornél Mundruczó die Geschichte dafür im Gegensatz zum ungarischen Originalstück von hinten auf: Liliom ist bereits tot und muss sich vor dem Jüngsten Gericht wegen seiner Taten verantworten.

Es ist eine Rückblende in eine andere, ferne Zeit. Während Ferenc Molnár ihm im Jahr 1909 noch durch ein himmlisches Gericht auf der Welt eine zweite Chance schenkt und ihm am Ende des Stücks Julie selbst die Absolution erteilt, ist es bei Mundruczó der „Safe Space" und eine Gruppe queerer Menschen (Schwule, Lesben, Transgender…), denen er im Jenseits begegnet und vor denen er sich verantworten muss.

**Mal sorgen die Roboter mit einer Mondattrappe am Greifer für die passende Stimmung auf der Parkbank...**

**…oder pointieren die Sterbeszene mit Kunstblut aus der Sprühdüse.**

## Tiere, Kinder und Roboter

Eine alte Theaterregel besagt, dass Tiere und Kinder nicht auf die Bühne gehören, da diese alle Aufmerksamkeit auf sich ziehen und ihre Mitspieler dabei in den Schatten stellen. Seit der Premiere der aktuellen Liliom-Interpretation gehören jetzt auch die zwei Kawasaki-Roboter mit ihren imposanten Zimmer-Grei-

fern dazu, denn diese ziehen das Publikum von Anfang an in ihren Bann.

Neben kleinen aber wirkungsvollen Bühneneinsätzen wie dem Errichten eines Wäldchens aus Kunstbäumen oder dem Aufhängen einer Mondattrappe, greifen die beiden stählernen Bühnenhelfer auch direkt ins Theater-Geschehen ein: Bei der Selbstmordszene besprühen die Roboter den Protagonisten ringsum mit Kunstblut, um so Lilioms gewaltsamen Tod besonders drastisch darzustellen.

Ihre Scheinwerfer und roten Positionsleuchten wirken dabei wie Augen, die ihn anstarren. Und am Ende, als das Ensemble sich vor den Zuschauern verbeugt, senken auch die Roboter ihre Greifer und lassen sich feiern: Standing Ovations – und auch die Presse feiert das Stück: „Ein großer Abend", erklärt Karin Fischer im Deutschlandfunk.

## Eine Idee materialisiert sich

Doch wie genau kam es zur Idee, Industrieroboter in diese Neuinterpretation eines alten Theaterstücks miteinzubinden? In einem Gespräch mit dem Intendanten des Thalia-Theaters Joachim Lux plaudert der technische Direktor Hajo Krause aus dem Nähkästchen.

Kawasaki Robotics aus Neuss stellte die zwei Schweißroboter (Modell BX200X) den Hamburgern als Leihgabe zur Verfügung. Die 1500-Kilogramm-Boliden wurden für das Punktschweißen – etwa im Autobau – oder für Handhabungsaufgaben entwickelt. Mit einer Tragkraft von 200 kg, schlankem Design, innengeführten Schlauchpakete und einer Reichweite von 3,4 Metern vereinen sie Leistung mit Flexibilität. Zwei passende Greifer stellte die Zimmer Group. Die Rheinauer lieferten zwei neun Kilogramm schwere pneumatische Großhubgreifer, die sich mit ihrer hohen Greifkraft von 5.000 Newton besonders für die anfallenden Spezialaufgaben auf der Bühne eignen. Sie bieten gleichzeitig auch die notwendige Robustheit und die hohe Flexibilität bei der Kräfte- und Momentenaufnahme.

## Große Herausforderungen zu Beginn

„Wir haben am Anfang nicht gewusst was wir tun, denn es war das erste Mal!", gab Hajo Krause im Gespräch mit dem Intendanten Joachim Lux des Thalia-Theaters bei einem Empfang zur Hamburg-Premiere des Theaterstücks zu. Es war ein nicht zu unterschätzendes Risiko, dass das Team eingegangen war. Vor allem in Bezug auf das Gefährdungspotenzial der Roboter und ihrer Greifer. Die zwei Kolosse können mit Leichtigkeit einen Menschen zerquetschen und aus Gründen der Ästhetik sind keine Gitter zum Schutz der Darsteller auf der Bühne dafür vorgesehen.

Erfolgreich entschärfen konnte man diese heikle Situation gleich durch mehrere Maßnahmen. Beispielsweise ist eine überwachte Zutrittskontrolle mit vier Kameras installiert, die alle Bereiche innerhalb und außerhalb der Spielfläche abdeckt, die Roboter bewegen sich geschwindigkeitsreduziert beziehungsweise agieren nur dann mit Normalgeschwindigkeit, wenn sich niemand innerhalb ihres Wirkkreises bewegt. Zudem gibt es definierte Bereiche, die der Roboter nie anfahren kann. Darüber hinaus überwacht ein extra dafür abgestellter Mitarbeiter sämtliche Bewegungen auf den Monitoren und greift bei Gefährdungen mittels Not-Aus ein.

## Nach einem Lehrgang ging es los

Auch fehlte es dem Team zu Beginn am notwendigen Know-how für die Programmierung der neuen Nebendarsteller. Dies musste sich Veranstaltungstechnikerin Emilie Piech aus dem Thalia Theater in einem 2-tägigen Grundlehrgang bei Kawasaki Robotics in der EMEA-Zentrale in Neuss aneignen.

Eine besondere Herausforderung bei der Umsetzung des Erlernten war dabei die ständige Neupositionierung der zwei Roboter und der verwendeten Greif-Gegenstände, da diese nach fast jeder Vorstellung auf der Bühne wieder komplett abgebaut werden müssen. Um diese Schwierigkeit zu bewältigen, richtete man auf einem Tanzboden kleine Kontrollpunkte für die Gegenstände und die Roboter ein, damit dieser wie eine Schablone für weitere Vorstellungen verwendet werden kann.

Und nicht zu vergessen schwebte über allem ein großer Zeitdruck wie ein Damokles-Schwert, denn eine erste Bauprobe für das Theaterstück war bereits wenige Wochen später geplant.

Hajo Krause und auch der Intendant des Thalia-Theaters Lux zeigten sich beim Premieren-Empfang sehr dankbar gegenüber den beiden Sponsoren Kawasaki Robotics und Zimmer Group.

„Wir sind im vollen Bewusstsein ein Risiko eingegangen, von dem wir nicht wussten, ob sich das am Ende auszahlt und ob es überhaupt funktioniert" , so Lux. „Wir begreifen künstlerische Arbeit darin, indem wir sagen, wir gehen immer auch Risiken ein. Nur wenn wir diese Risiken eingehen, können wir scheitern oder auch etwas Neues gewinnen", betont Lux. jbi

---

**Gregor Neumann ist Kommunikationsmanager bei der Zimmer Group.**

# Bender+Wirth setzt auf modernste **Robotertechnologie**

**Seit mehr als 120 Jahren produziert das mittelständische Unternehmen Bender+Wirth im sauerländischen Kierspe mit rund 50 Mitarbeitern Produkte rund um die elektrische Beleuchtung. Die Kunden stammen aus dem Who-is-Who der internationalen Leuchtmittelindustrie. Dabei garantiert der Hersteller dank seines nach ISO 9001 zertifizierten Qualitätsmanagements, dass nur Produkte in Topqualität die Fertigung verlassen.**

**EINE STÄRKE** der Sauerländer liegt in ihrer Flexibilität und Geschwindigkeit, mit der das Unternehmen auf neue Spezifikationen der großen Hersteller reagiert. „Je nach Anforderung des Kunden schaffen wir für eine Neuentwicklung eine Time-to-Market von nur einem Tag", erklärt Martin Bender, Geschäftsführer der Bender+Wirth GmbH. Rund drei Viertel des Umsatzes gehen dabei auf das Konto von Chip-on-Board Bausteinen (CoBs), die zusammen mit der Fassung und vorgeschalteten Optik eine Lichteinheit bilden. Die Aufträge selbst betreffen in der Regel bestimmte Losgrößen, die dann in möglichst kurzer Zeit hergestellt werden sollen. Sofern der Produzent eines Leuchtmittels beispielsweise 10.000 Stück herstellen möchte, benötigt er dafür genau 10.000 Halterungen. „Die schiere Anzahl möglicher Kombinationen von CoB-Komponenten sowie Fassung und Optikadapter ist überwältigend. Dabei besteht die Neuheit mitunter nur darin, dass die Kontakte einer Fassung zwei Millimeter weiter auseinanderstehen oder das Chipboard etwas andere Dimensionen hat", so Bender.

## Automatisierung der Montage erforderlich

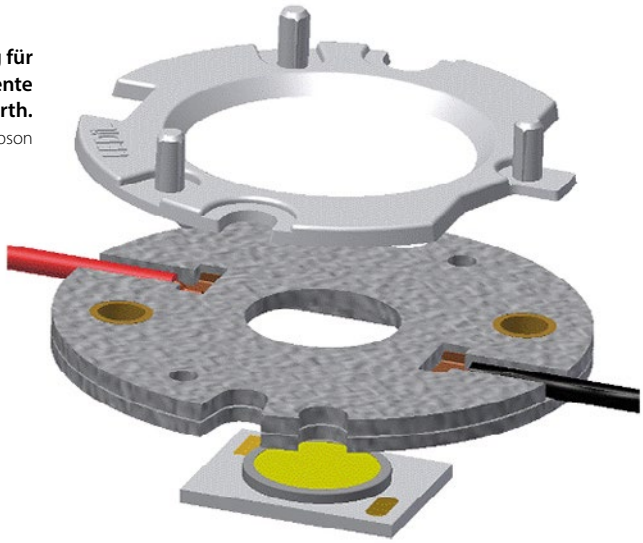
Eine Automatisierung der Montage drängte sich folglich geradezu auf. Doch eine Anlage mit den entsprechenden Spezifikationen war aufgrund der benötigten, besonders hohen Flexibilität deutlich zu teuer. Bender erklärt dazu: „Wir sind mit unseren Anforderungen zu unterschiedlichen Maschinenbauern gegangen und haben eine Kostenkalkulation angefragt. Die Ergebnisse waren für uns aber nicht abbildbar." Aus diesem Grund stand 2019 ein Besuch der Automatisierungsmesse Motek in Stuttgart auf dem Programm, um dort nach passenden Angeboten zu suchen.

„Für mich gab es zwei wichtige Voraussetzungen. Die Hardware liegt in einem akzeptablen Kostenbereich und ich bekomme genau den Roboter, den ich für meine Anlage brauche. Wir benötigen einfach eine prozesssichere Anlage, ohne auf permanent verfügbares Expertenwissen angewiesen zu sein." Epson konnte dem Unternehmen mit seinem breiten Produktportfolio von Scara-Robotern und des Lösungsansatzes „Just-enough" genau die richtige Lösung anbieten.

## Kein Expertenwissen nötig für die Programmierung

Auch der Wunsch, die Anlage ohne Expertenwissen betreiben zu können, wurde erfüllt. So konnte die Anlage von einem Mitarbeiter des Unternehmens selbst programmiert werden. „Unser Mitarbeiter Peter Enns war vor etwas mehr als einem halben Jahr noch Laie in Bezug auf die Programmierung eines Roboters. Aber eine mehrtägige Schulung bei Epson und sein Engagement haben ausgereicht, um die Anlage fertig zu stellen." Peter Enns erklärt dazu: „Ich habe mir diese Aufgabe sehr viel schwerer vorgestellt. Aber die Programmieroberfläche von Epson ist intuitiv verständlich und die Programmiersprache hat man so schnell erlernt. Und wenn man sich damit noch ein wenig beschäftigt, kann man sehr schnell Erfolgserlebnisse verbuchen. Selbst die Einbindung der Kamera war nicht schwierig. Und falls doch einmal Probleme auftraten, stand uns ein Fachmann von Epson zur Seite."

Die Anlage bei der Bender+Wirth besitzt ein Visionsystem, mittels dem die Ausrichtung und Lage der Bauelemente auf dem Fließband erkannt wird. In dem Herstellungsprozess hat der Roboter maximal fünf Sekunden Zeit, um ein Element aufzunehmen und passgenau



**Schema einer Halterung für Chip-on-Board-Elemente von Bender+Wirth.**
Bilder: Epson

**Ein Epson-Scara-Roboter setzt die Bauelemente zusammen.**

in ein Schweißnest einzulegen, in dem es dann mit dem Adapter für die Optik verbunden wird. „Herr Enns hat es mit Unterstützung von Epson geschafft, diese Zeit auf 3,6 Sekunden zu drücken. Damit besteht noch Luft nach oben und wir haben exakt das bekommen, was wir wollten", berichtet Bender. Der Erfolg dieses Projektes wird künftig zu weiteren Installationen führen. So plant Bender bereits das nächste Projekt, bestehend aus insgesamt vier Zuführungen, drei Visionsysteme sowie drei Scara-Robotern.

### Produktionsstandort Deutschland liegt im Trend

Gab es seit Mitte der 90er-Jahre eine drastische Verlagerung der Produktion ins Ausland – vorzugsweise Fernost – dreht sich dieser Trend gerade um. Verlagerten damals noch etwa ein Drittel aller mittelständischen Unternehmen zumindest teilweise ihre Produktion ins Ausland, waren es zu Beginn der Nuller-Jahre nur noch knapp zehn Prozent. Inzwischen holt die verarbeitende Industrie ihre mittlerweile im Ausland aufgebauten Kapazitäten von rund 20 Prozent wieder zurück. Die Gründe für Reshoring hören sich dabei stets gleich an: Lieferprobleme der ausländischen Fabriken, hohe Transportkosten oder schlechte Qualifikation des Personals. Dazu kommen steigende Löhne, die heute auch an einstigen Billigstandorten gezahlt werden müssen. Zusätzlich gibt es mitunter auch Probleme bei Menschenrechten und Ausbeutung von Arbeitern und Umwelt. Für eine Produktion in Deutschland sprechen neben der Nähe zum Kunden eine hohe Innovationskraft, ein Arbeitsmarkt mit hochqualifizierten Kräften sowie ein sehr stabiles Rechts- und Normensystem. sg

## Überblick über die eingesetzten Lösungen

**Roboter: Epson Scara LS-Serie**
- Besonders einfach in der Programmierung und im Handling
- Vielseitig einsetzbar in unterschiedlichen Anwendungen
- Keine Schulung nötig
- Inklusive leistungsfähiger Slave-Steuerung RC90-B
- Benutzerfreundliche Windows-basierte RC+-Entwicklungssoftware inklusive Simulator

**Robotermanager:** In diesem Modul steuern und prüfen Anwender alle relevanten Parameter der Anlage. Hier werden die Punkte der Trajektorien definiert, Traglasten, Trägheitsmomente sowie alle Roboter- und Werkzeugparameter festgelegt.

**Epson Vision-Guide:** Das industrielle Bildverarbeitungssystem erkennt zuverlässig Form und Ausrichtung von Teilen. Dank der gemeinsamen Programmierumgebung in der Epson RC+Entwicklungsschnittstelle kommt es bei der Verbindung von Roboter- und optischem System zu keiner Verzögerung. Aufgaben, die eine flexible Automatisierung erfordern, werden mithilfe der intuitiven Befehle und Anwenderoberfläche durch einfache Parametrisierung erledigt.

**Epson Kraft-Sensor:** Dank der Piezotechnologie sind die Kraftsensoren von Epson besonders präzise, sodass sie selbst kleinste Kräfte zuverlässig erfassen. Anwender sprechen auch diese Sensoren über ein in die RC+-Entwicklungsumgebungen integrierte Schnittstelle an.

**Epson Vibrationsförderer:** Der Vibrationsförderer ermöglicht den Aufbau einer kostengünstigen Zuführlösung für eine Vielzahl von Teilen. Auch diese Komponente ist direkt aus der Epson RC+-Entwicklungsumgebung heraus ansprechbar. Damit ist eine leichte Erweiterung bestehender Anlagen möglich.

DIGITAL MANUFACTURING
AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE Industrie 4.0 | Internet der Dinge

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

Jetzt anmelden unter:
www.digital-manufacturing-magazin.de/redaktionsbrief/

KOSTENFREI

# So funktioniert **Leiterplattenprüfung** heute

**Die sichere Funktion elektronischer Assistenzsysteme im Automobil schützt Menschenleben. Ein renommierter Automobilzulieferer setzt deshalb bei der 100-Pozent-Prüfung von Leiterplatten für die sensible Elektronik auf moderne und hochflexible Prüflinien, die selbst Hochtemperaturtests bei 140 Grad Celsius erlauben.**

VON RALF HÖGEL

**ELEKTRONISCHE** Bauelemente und Baugruppen in Fahrzeugen sind extremen Temperaturen ausgesetzt. Um die Funktion der Bauteile sicherzustellen, müssen diese Umweltbedingungen in verschiedenen Testverfahren simuliert werden. Der Automatisierungsspezialist Baumann GmbH aus Amberg hat sich sehr frühzeitig auf die Entwicklung und den Bau von Prüfanlagen für solche Aufgabenstellungen konzentriert.

Das Unternehmen mit über 600 Beschäftigten produziert schlüsselfertige Produktionsanlagen für Kunden der internationalen Automobilzuliefer-, Elektronik- und Haushaltsgeräteindustrie. Alles aus einer Hand – von einzelnen Montage- und Prüfzellen bis zu komplett automatisierten Produktionslinien. Dabei setzt Baumann bevorzugt auf die im eigenen Haus entwickelten, hochmodularen Standardzellen. Auch die Anfrage eines weltweit tätigen Tier-1-Unternehmens nach einer vollautomatischen, verketteten Linie für die Leiterplattenprüfung bei Raum- und Hochtemperatur beantworteten die Ingenieure bei Baumann mit einer individualisierten Standardlösung.

## Perfekte Lösung aus dem Baukasten

Zum Einsatz kommt die sogenannte te|box, eine standardisierte und flexible Plattform für Prüftechnik-Applikationen von Leiterplatten, die je nach Anforderung bei Raumtemperatur, Tieftemperatur (minus 40 Grad Celsius) oder Hochtemperatur (plus 140 Grad Celsius) getestet werden können. Auf Grund der hohen Flexibilität in Ausstattung und Ausführung lassen sich mit nur einer Anlage Leiterplatten verschiedenster Typen prüfen. Im konkreten Fall sind 100-Pozent-Prüfungen bei Raum- und Hochtemperatur unter harten Taktzeitkriterien auszuführen.

Josef Summer, Vertriebsleiter Test Solutions bei Baumann, berichtet: „In der aktuellen te|box steckt jede Menge Know-how aus unseren ersten robotergestützten Standardanlagen für LP-Prüfungen. Durch technologische Fortschritte seitens der Robotik sowie gewisser Optimierungen konnten wir die Taktzeiten mit der neuen Anlagengeneration um rund ein Drittel reduzieren und deren Flexibilität weiter steigern."

Wie hochflexibel die Anlagen in der Praxis sind, belegt die kundenspezifische Prüflinie eindrucksvoll. Die komplette Anlage besteht aus zwei über einen Ofen verketteten, vollautomatischen Prüfzellen, die beide mit jeweils einem Sechsachs-Roboter der Marke Stäubli TX90L in ESD-Ausführung ausgestattet sind. In der ersten Zelle stehen die LP-Prüfungen bei Raumtemperatur, in der zweiten die Hochtemperaturtests bei 140 Grad Celsius auf dem Programm.

## So läuft die Prüfung ab

Die Leiterplatten erreichen die erste Zelle, in die drei voneinander unabhängige Teststationen integriert sind, über ein zweispuriges Transfersystem. Aufgabe des Sechsachsers von Stäubli ist es, die Leiterplatten abzugreifen und die Teststationen mit den empfindlichen Bauteilen zu bestücken. Dazu ist der Roboter mit einem komplexen Doppelgreifer in ESD-Ausführung ausgestattet, der es ihm

erlaubt, eine geprüfte Leiterplatte zu entnehmen und die Zelle in einem Arbeitsschritt ohne Zwischenablage mit einer ungeprüften zu bestücken.

Anschließend werden die geprüften LP je nach Testergebnis auf dem zweispurigen Transfersystem abgelegt oder über ein N.I.O.-Band ausgeschleust. Die Gutteile durchlaufen dann eine Aufheizstrecke innerhalb eines Ofens, um die vorgeschriebene Temperatur für den Hot Function Test (HFT) zu erreichen. Da die HFT etwas zeitintensiver ausfallen, ist diese Prüfstation mit vier identischen Teststationen ausgestattet. Nur so lassen sich die vorgegebenen Taktzeiten einhalten.

In dieser Zelle arbeitet ein identischer Stäubli TX90L ebenfalls in ESD-Ausführung und mit dem gleichen Doppelgreifer wie in Roboterzelle 1. Auch das Aufgabenspektrum ist prinzipiell das Gleiche. Der Sechsachser ist Herr der Station und übernimmt die Beschickung der vier HFT-Teststationen. Im ersten Schritt greift der Roboter eine heiße Leiterplatte vom Zuführband, fährt zur Teststation, an der die Kontaktierung öffnet, entnimmt eine getestete LP und legt eine nicht getestete ein. Gutteile legt er abschließend auf einer Auslaufspur ab, N.I.O. Teile werden ausgeschleust.

## Überzeugende Anlagentechnik mit vielen Finessen

Der Prüfablauf selbst ist klar strukturiert und damit prozesssicher. Die Baumann-Standardanlagen sind bekannt für ihre überdurchschnittliche Verfügbarkeit. Die Finessen dieser Prüflinie hingegen offenbaren sich erst auf den zweiten Blick. „Die vielen überzeugenden Details sind es, die diese Anlage so leistungsfähig machen. Wir können taktzeitneutral umrüsten, Hochtemperaturtests sehr energieeffizient ausführen, die Anzahl der Teststationen variieren, elektrostatische Aufladungen sicher ausschließen, zwei unterschiedliche LP-Typen gleichzeitig auf der Anlage prüfen, bei Ausfall einer Teststation dennoch weiterarbeiten und vieles mehr“, berichtet Summer.

**Die komplette Testlinie besteht aus zwei Prüfzellen mit angedockten Teststationen. In der Mitte der Ofen zum Aufheizen der Leiterplatten.** Bilder: Baumann GmbH

Die Vorteile der te|box sind das Resultat der langjährigen Expertise der Ingenieure bei Baumann auf dem Gebiet der Elektronikprüfung, wie das Beispiel Hochtemperaturtests verdeutlicht: Die LP-Prüfung im heißen Zustand ist die Besonderheit der Baumann-HFT-Zelle. Hier ermöglicht der Einsatz spezieller temperaturbeständiger Adapter und eines effektiven Heizsystems die Bauteilprüfung bei Temperaturen von maximal 140 Grad Celsius.

Dabei werden die Leiterplatten mit den speziell für das Produkt angefertigten Adaptern von oben und unten kontaktiert und getestet. Diese Lösung überzeugt dabei mit zwei entscheidenden Merkmalen: Zum einen sind die Adapter beheizbar, was ein konstantes Temperaturniveau während der Prüfläufe garantiert, zum anderen lassen sie sich von außen manuell selbst bei laufendem Anlagenbetrieb schnell wechseln. Die Zustellung der Adapter erfolgt über die eigens dafür entwickelte Kontaktiereinheit.

## Die Stäubli-ESD-Roboter als Flexibilitätsgaranten

Der Einsatz von Sechsachs-Roboter in der te|box begründete vor knapp einem Jahrzehnt den Start in eine neue Ära der Elektronikprüfung. Starr verkettete Prozessschritte gehörten damit der Vergangenheit an. Fortan dominierte die Flexibilität. „Damals wie heute spielt der Schutz gegen elektrostatische Aufladung die entscheidende Rolle und ohne die ESD-Roboter von Stäubli hätte die Entwicklung unserer hochflexiblen Standardprüfanlage in dieser Form nicht stattfinden können“, betont Summer.

Eine unkontrollierte elektrostatische Entladung gilt es gerade bei sensiblen Elektronikkomponenten zu vermeiden. Um dieses Problem auszuschließen, machte sich Stäubli frühzeitig an die Entwicklung ESD-konformer Ausführungen. Die ESD-Varianten wurden somit zu Wegbereitern neuer Automatisierungskonzepte in der Elektronikfertigung. Heute sind alle Roboterbaureihen in Electro-Static-Discharge-Ausführungen verfügbar. Bei diesen Maschinen sind alle Armsegmente vom Werkzeug bis zum Roboterfuß mit Masse verbunden. Zudem erhalten die Roboter eine ESD-kompatible Speziallackierung. Alle zugänglichen Elemente und Oberflächen sind somit elektrisch leitend ausgeführt.

**Der Stäubli TX90L in ESD-Ausführung bei der Handhabung von Leiterplatten.**

Die beiden ESD-Roboter Stäubli TX90L, die in den zwei Prüfzellen der Linie zum Einsatz kommen, belegen bei den komplexen Handhabungsprozessen, dass ihre Leistungsfähigkeit denen von Standardrobotern in nichts nachsteht. Diese Spezialausführungen sind ebenso präzise, schnell und zuverlässig und überzeugen mit hervorragender Performance ohne Einschränkungen.

„Der Einsatz dieser Roboter garantiert maximale Prozesssicherheit und verhindert zuverlässig Schäden an Elektronikbauteilen. Die Sechsachser übernehmen die komplette Handhabung der Leiterplatten in den Prüfzellen und tragen entscheidend zur Einhaltung der kurzen Taktzeiten sowie zur hohen Verfügbarkeit der gesamten Linie bei“, resümiert Josef Summer. sg

**Ralf Högel ist Fachjournalist in Stadtbergen-Leitershofen.**

# Jetzt DIGITAL MANUFACTURING selbst lesen oder verschenken und damit 10 Bäume pflanzen.

Alle Angebote unter:
**united-kiosk.de/digital-manufacturing**

**Mehr zur Aktion Magazines for Future und unseren Partnern:**

Unser Magazin beteiligt sich an der Kampagne Magazines For Future: Gemeinsam mit unseren Freunden von united-kiosk.de und Eden Reforestation Projects werden überall auf der Welt 10 Bäume gepflanzt, sobald Sie ein Abo auf united-kiosk.de abschließen.