

DIGITAL MANUFACTURING

AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE

+

Industrie 5.0 | Internet der Dinge

MIT SONDERHEFT
INDUSTRIE-
ROBOTIK

Bild: © panuwat/stock.adobe.com

MES-EINFÜHRUNG MIT SYSTEM

Vom Bauchgefühl zur datenbasierten Produktion

Additiv X

ADDITIVE FERTIGUNG FÜR SUPPLY CHAIN, PRODUKTION & SERVICE

Jetzt
entdecken!



Entdecken Sie die Zukunft der Ersatzteilproduktion: 3D-Druck als Schlüsseltechnologie für Ihre Branche!

Erfahren Sie, wie Kunststoff- und Metall-3D-Druck zum strategischen Werkzeug für Ersatzteile wird – branchenunabhängig und praxisnah. Im Fokus stehen Materialien, Prozesse, Wirtschaftlichkeit sowie die Integration in bestehende Produktions- und Instandhaltungsstrukturen.

Datum: 22. September 2026

Ort: SKZ – Das Kunststoff-Zentrum Würzburg

Mehr Infos & Tickets: www.additivx.de

Ein Event von:

PLAST X
NOW

SKZ

Vom Baukasten zur Lernplattform

Liebe Leserinnen und Leser,

in meiner Jugend habe ich Stunden mit meinen Baukästen von Fischertechnik und Märklin verbracht. Besonders stolz war ich auf die zahlreichen selbstgebaute Modelle und Anlagen, teilweise angetrieben von einem simplen Elektromotor.

Die Welt von Fischertechnik hat sich allerdings in den vergangenen Jahrzehnten grundlegend verändert. Was in den 1970er- und 1980er-Jahren vor allem als mechanisches Konstruktionsspielzeug begann, ist heute eine hochmoderne Lernplattform für Robotik, Automatisierung, Sensorik und Programmierung geworden.

Früher lag der Schwerpunkt vor allem auf dem mechanischen Verständnis. Zahnräder, Getriebe, Hebel und einfache Elektromotoren vermittelten Kindern und Jugendlichen grundlegende Prinzipien der Technik. Die Modelle waren häufig analog geprägt und demonstrierten physikalische Zusammenhänge auf anschauliche Weise.

Heute dagegen eröffnet die Digitalisierung völlig neue Möglichkeiten. Moderne Fischertechnik-Systeme kombinieren klassische Mechanik mit intelligenten Sensoren, leistungsfähigen Controllern und flexibler Software. Gleichzeitig sorgen Aktoren wie Servomotoren, Ventile oder lineare Antriebe für komplexe Bewegungsabläufe.

Besonders prägend ist die Entwicklung im Bereich der Programmierung. Heute stehen grafische Entwicklungsumgebungen und Robotik-Plattformen zur Verfügung. Modelle reagieren nicht mehr nur auf Tastendruck, sondern treffen Entscheidungen auf Basis von Sensordaten. Damit werden Themen wie Industrie 4.0, autonome Systeme oder künstliche Intelligenz bereits in Schule und Ausbildung greifbar.

Dieses Konzept nutzt Fischertechnik auch für die Industrie, Berufsbildung und das Hochschulwesen. Das kompakte Simulationsmodell „Agile Production Simulation“ (APS) zeigt anschaulich, wie moderne Produktion funktioniert: von fahrerlosen Transportsystemen über KI-gestützte Qualitätssicherung bis hin zu flexiblen Fertigungsabläufen. Die APS bietet die Möglichkeit, Industrie-4.0-Konzepte realitätsnah zu simulieren, Risiken zu minimieren und neue Prozesse vor der Umsetzung zu testen. Simulation wird damit zum praxisnahen Werkzeug für Transformation, Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit. Sie macht Digitalisierung greifbar und schafft Verständnis über alle Hierarchieebenen hinweg. Mehr darüber lesen Sie im Fachartikel auf den Seiten 38 und 39.

Viel Spaß beim Lesen!



Rainer Trummer
Chefredakteur



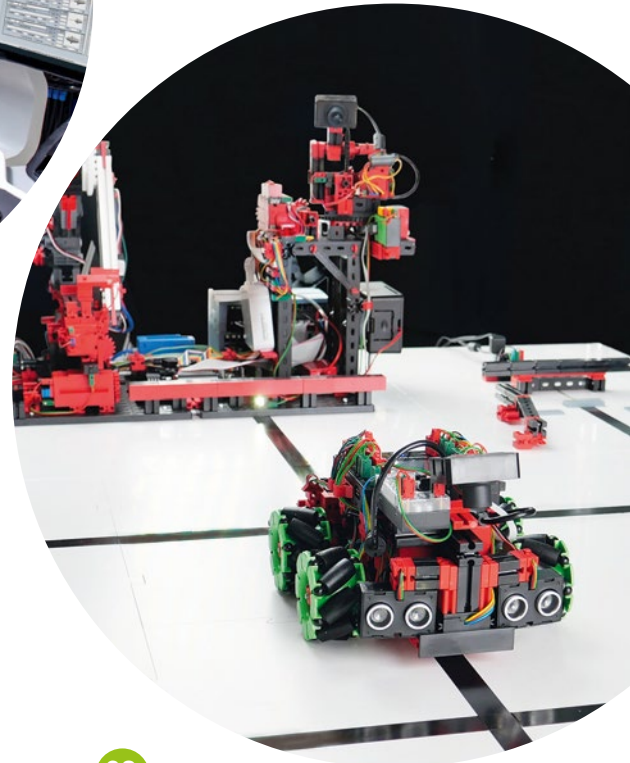
BESUCHEN SIE DIGITAL MANUFACTURING
AUCH AUF FACEBOOK, X, XING UND LINKEDIN.

24

ZENTRALE DATENPLATTFORM VERBINDET SHOPFLOOR UND STEIGERT EFFIZIENZ

Schneller das Werkstück produktiv in der Maschine bearbeiten und gleichzeitig die Nebenkosten minimieren: Ein durchgängig integrierter Informationsfluss vom ERP-System bis in den Shopfloor erfüllt diese Anforderungen beim Hersteller Berg Spanntechnik dank dem ECO-System von Coscom.

Bild: Coscom Computer, Berg Spanntechnik



38

INDUSTRIE 4.0 AM MODELL ERPROBEN UND VERSTEHEN

Hoher Praxisbezug: Mit der Agile Production Simulation (APS) von Fischertechnik lassen sich Prozesse simulieren, die Rückschlüsse zu realen Abläufen in der Fertigung ermöglichen. Dieser Beitrag zeigt, wie Conrad Electronic seine Kunden hinsichtlich der APS berät.

Bild: Fischertechnik

News

Aktuelles aus der Branche

5

Digitale Geschäftsmodelle

Neue KPIs für neue Geschäftsmodelle

6

Digital Manufacturing für wertorientierten Unternehmenserfolg

Von der Transformation zur Wertschöpfung

8

Digitale Zwillinge, Verwaltungsschale und digitale Produktpässe

Bausteine für die Industrie der Zukunft

10

Digitaler Produktpass

Mehr Überblick im Lebenszyklus der Fertigung

12

Im Gespräch: Ulrich Ahle, CEO, Gaia-X European Association for Data and Cloud

„Digitale Innovationen lassen sich überall realisieren“

14

MES-Einführung mit System

Vom Bauchgefühl zur datenbasierten Produktion

18

Reihenfolgeplanung in der Produktion

Mit Sequencing zu stabilen Abläufen

20

Mehr Datentransparenz in der Produktion

Mit sicherem Griff

22

Digitalisierung der Produktion

Zentrale Datenplattform verbindet Shopfloor und steigert Effizienz

24

Präzisionsbearbeitung für Riesenteleskope

In die Tiefen des Weltalls

28

Spannsysteme in industriellen Prozessen

Weniger Spannmittelwechsel – mehr Aufträge auf einer Maschine

30

IIoT-Anwendungen

Wie Unternehmen durch Daten resilient werden

32

Thermomanagement bei SBC-basierten Geräten

Passive Kühlung für maximale Effizienz

34

Zukunftsfähige Fertigung durch maßgeschneiderte Automatisierungslösungen

Wenn Robotik, Präzision und Effizienz zusammenarbeiten

36

Agile Production Simulation im Praxiseinsatz

Industrie 4.0 am Modell erproben und verstehen

38

Lights-Out-Factory

Mit Agentic AI zur autonomen Fertigung

40

KI in der Produktion

Erfahrung schlägt KI-Hype

42

KI-gestützter Sensorhandschuh für Werker

Mehr Qualität in der manuellen Montage

44

Digitale Transformation

Von der Vernetzung zur intelligenten Fabrik

46

Sicherheit der vernetzten Fertigung

So verschmelzen physische und Cyber-Sicherheit

48

Strategien für mehr IT/OT-Sicherheit bei KMU

Kritik als Vorbild

50

Enterprise AI Adoption Impact Index

Lückenschluss bei der KI-Umsetzung

52

Editorial

Marketplace

3

Vorschau, Impressum

53

54

REDAKTIONELL ERWÄHNT E INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

Aptean S. 18, Arvato Systems S. 12, Conrad Electronic S. 38, Cosanta S. 50, Coscom S. 24, DMG Mori S. 28, doubleSlash Net-Business S. 6, sem Engineering Methods S. 8, Fischertechnik S. 38, Gaia-X S. 14, Genetec S. 48, ifm electronic S. 32, Infor S. 52, MPDV S. 22, Pepperl+Fuchs S. 10, Phoenix Contact S. 34, PSI Software S. 20, PTC S. 40, SEW-Eurodrive S. 5, SMW-Autoblok S. 30, Tata Communications S. 46, Toolcraft S. 36, Trend Micro S. 42, VDI Wissensforum S. 14, Voss Automotive S. 44, WZL S. 5

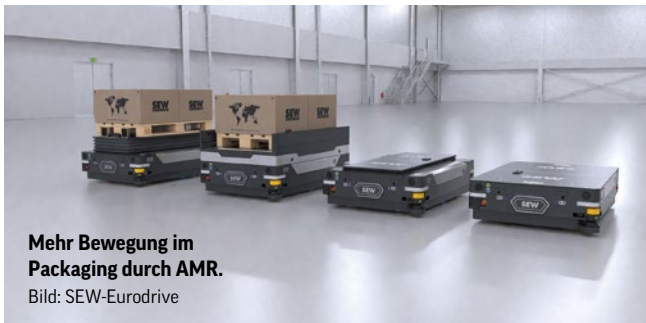
SEW-EURODRIVE

Mehr Bewegung im Packaging

Mit dem neu aufgestellten Portfolio für mobile Robotik präsentierte SEW-Eurodrive auf der Interpack 2026 eine zukunftsweisende Plattformlösung. Sie ist speziell auf die Anforderungen der Verpackungsbranche zugeschnitten und eignet sich für zahlreiche intralogistische Transportaufgaben. Das Konzept „Plattform2Go“ ermöglicht eine sehr kurze Bereitstellungszeit und bietet somit entscheidende Vorteile für flexible und effiziente Verpackungslinien.

Mobile, modular konzipierte AMR-Systeme

Mit seiner neuen Plattformlösung für Autonome Mobile Roboter (AMR) greift der Anbieter aktuelle Herausforderungen der Verpackungsindustrie auf. Dazu zählen hohe Variantenvielfalt, steigende Taktzahlen und die flexible Anpassung der Materialflüsse. Die mobilen, modular konzipierten AMR-Systeme verbinden zuverlässige Antriebstechnik mit intelligenter Sensorik und einer offenen Systemarchitektur.



Mehr Bewegung im Packaging durch AMR.

Bild: SEW-Eurodrive

Das Portfolio umfasst Lastaufnahmemittel wie Rollenförderer, Hubfunktionen für EPAL-Paletten sowie kundenspezifische Adapter, die eine optimale Anpassung an bestehende Verpackungsprozesse ermöglichen. Dank offener Schnittstellen können Systemintegratoren die individuellen Module und branchenspezifische Lösungen unkompliziert einbinden. Die modulare Architektur ermöglicht zudem eine schrittweise Erweiterung und ist somit bestens für wachsende Anlagenstrukturen und dynamische Marktanforderungen geeignet.

Ladeprozesse in den Materialfluss integrieren

Auch technologisch setzt die Plattform neue Maßstäbe in der Intralogistik: Die kontaktlose Energieversorgung Movitrans ermöglicht, Ladeprozesse in den Materialfluss zu integrieren und stellt so höchste Verfügbarkeit sicher. Je nach Bedarf kommen leistungsstarke LiFePo4-Batterien oder robuste Kondensatorspeicher zum Einsatz. Die Laserkonturnavigation mit integrierter Parking-Funktion ermöglicht präzises Positionieren in engen Produktions- und Verpackungsbereichen. Über den VDA-5050-Standard wird eine reibungslose Kommunikation mit übergeordneten Systemen ermöglicht – ein wichtiger Faktor für zukunftssichere und interoperable Anlagenkonzepte.

Dank ihrer kompakten Abmessungen, einer Nutzlast bis 1.600 Kilogramm und einer Fahrgeschwindigkeit von 1,6 Meter pro Sekunde ist die Plattform sowohl für schnelle Produktwechsel als auch für kontinuierliche Hochdurchsatzzonen prädestiniert. Sie überzeugt auch im Hinblick auf Sicherheit: Eine eigensichere Fahrzeugkonstruktion, adaptive Scanschutzfelder und umfassende Cyber-Security-Maßnahmen gewährleisten einen zuverlässigen Personen- und Prozessschutz, selbst in hochdynamischen Verpackungsanlagen.

WERKZEUGMASCHINENLABOR WZL DER RWTH AACHEN

Neues Direktorium am WZL

Am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen wurden Professor Dr.-Ing. Michael Riesener und Professor Dr.-Ing. Wolfgang Boos, MBA, ins Direktorium berufen. Beide haben das Institut über Jahre geprägt.

Die Berufung der beiden Professoren ins Direktorium am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen steht für Kontinuität und Aufbruch zugleich. Als langjährige Wegbegleiter und ehemalige geschäftsführende Oberingenieure treten sie gemeinsam die Nachfolge von Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh an, der Forschung, Lehre und Transfer am WZL über mehr als zwei Jahrzehnte hinweg entscheidend geprägt hat. Um den wachsenden und immer komplexer werdenden Anforderungen der Industrie gerecht zu werden, wird dieser Bereich nun strategisch erweitert: Während Professor Michael Riesener den Lehrstuhl für Produktionssystematik übernimmt, leitet Professor Wolfgang Boos den neuen Lehrstuhl für Produktionsmanagement.

Führende Forschungseinrichtung im Bereich Produktionstechnik

Mit der Neubesetzung der Lehrstühle wird das WZL seine Position als führende Forschungseinrichtung im Bereich



Neues WZL-Direktorium (v.l.n.r.): Professor Robert Schmitt, Professor Michael Riesener, Professor Wolfgang Boos und Professor Christian Brecher.
Bild: WZL

Produktionstechnik weiter ausbauen. Gleichzeitig stärkt die Berufung die Ausbildung von Studierenden und Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern, die künftig von der engen Verzahnung von Forschung, industrieller Praxis und unternehmerischem Denken profitieren werden. „Mit den Neuberufungen setzen wir auf Persönlichkeiten, die unsere Werte weitertragen und gleichzeitig neue Impulse setzen“, sagt Professor Dr.-Ing. Christian Brecher, geschäftsführender Direktor am WZL. Mit Riesener und Boos stellt sich das WZL für die kommenden Jahre neu auf mit klarer Haltung, fundierter Expertise und dem Anspruch, die Produktion der Zukunft aktiv mitzugestalten.

Neue KPIs für neue Geschäftsmodelle

In der Vergangenheit ließ sich der Erfolg im Maschinenbau leicht messen: Maschine verkauft, Auftrag abgeschlossen, Umsatz verbucht. Die digitale Transformation hat diese Logik verändert. Wertschöpfung entsteht heute nicht mehr allein durch den Verkauf einer Maschine, sondern über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg. Doch die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle erfordert Zeit, Erfahrung und ein tiefes Verständnis für Markt und Technologie. Mit dem richtigen Know-how lässt sich dieser Prozess beschleunigen. **VON MEIKE VOGT**

Eine aktuelle Marktstudie von doubleSlash zeigt: Rund 84 Prozent der befragten Unternehmen haben Initiativen für digitale Geschäftsmodelle gestartet, aber nur 26 Prozent skalieren erfolgreich. Dabei entscheidet gerade dieser Übergang von der Pilotphase zur Skalierung darüber, ob ein Geschäftsmodell langfristig erfolgreich ist.

In vier Phasen zur digitalen Transformation

Maschinenbauer durchlaufen bei der digitalen Transformation vier Phasen – sogenannte Reifegrade, die doubleSlash in zahlreichen Monetarisierungsprojekten begleitet hat:

- **Launch:** erste digitale Initiativen, erste Pilotprojekte, schnelle Erfolge. Unternehmen evaluieren ihre eigenen Prozesse, sammeln Erfahrungen und lernen, was am Markt funktioniert.
- **Optimize:** Feedback und Nutzungsdaten analysieren, Angebote gezielt verbessern. Erst wenn Prozesse und Datenflüsse stabil laufen, folgt der Schritt in die Skalierung.

- **Scale:** Standardisierung und Automatisierung, z.B. in Abrechnung, Reporting oder im gesamten Order-to-Cash-Prozess.
- **Lead:** Geschäftsmodell mit komplett wiederkehrenden Einnahmen. Das Unternehmen erreicht Marktführerschaft mit einer skalierbaren Plattform.

Der Maschinenbau denkt digital und steuert analog

Die Herausforderungen bei Digitalisierungsprojekten sind je nach Unternehmen und Reifegrad sehr unterschiedlich. Sie reicht von Ressourcenmangel (75 Prozent) über die Auswahl passender Technologien (42 Prozent) und die Harmonisierung unterschiedlicher Systeme und Datenquellen (65 Prozent) bis hin zu starren, veralteten Order-to-Cash-Prozessen, die nicht auf wiederkehrende Umsätze ausgelegt sind (73 Prozent).

Gleichzeitig wird ein weiterer Faktor unterschätzt: die richtigen Kennzahlen. Denn in den Steuerungs-Cockpits vieler Unternehmen herrscht noch das Denken vergangener Jahrzehnte. Die Studie zeigt, wie groß diese Lücke ist. 60 Prozent der befragten Unternehmen messen ihr Wachstum



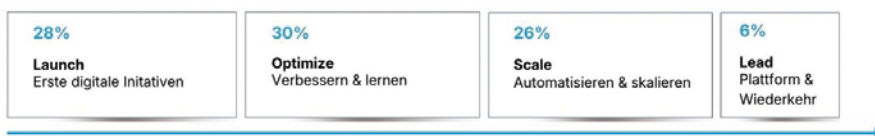
Vier verbreitete Missverständnisse zu KPI und was wirklich dahinter steckt.

noch ausschließlich über Umsatz, 47 Prozent über Gewinnmargen. Nur 13 Prozent erfassen den Customer Lifetime Value, also den tatsächlichen Wert einer Kundenbeziehung über ihre gesamte Nutzung hinweg. Und lediglich fünf Prozent bewerten die Kundenzufriedenheit mithilfe des Net Promoter Score. Damit bleibt der Erfolg digitaler Services weitgehend unsichtbar.

Warum wir die Monetarisierung neu denken müssen

Datenbasierte Services, Software-as-a-Service (SaaS), Pay-per-Use-Modelle und Subscriptions ermöglichen eine Monetarisierung, wo sie vor einigen Jahren noch undenkbar war. Damit wird auch Erfolg neu definiert: Er hängt maßgeblich davon ab, wie stark Kunden gebunden sind, wie häufig Services genutzt werden und wie sich ihr Wert über die Zeit entwickelt. Denn Software und Services verkaufen sich anders als Maschinen. Und wer beides kombiniert, benötigt zusätzliche Strukturen, Kennzahlen und Systeme, um wirtschaftlichen Erfolg überhaupt sichtbar zu machen.

Die vier Reifephasen der digitalen Transformation



*Anteil der befragten Unternehmen je Reifegrad; doubleSlash Marktstudie

Erst sechs Prozent der Unternehmen haben die höchste Reifestufe der digitalen Transformation erreicht.

Bilder: doubleSlash

Kategorie	Bisheriger Fokus	Zukünftiger Fokus/KPI	Beschreibung
Umsatzsteuerung	Umsatz/ROI	Customer Lifetime Value (CLV), Recurring Revenue (MRR/ARR)	Der Fokus verschiebt sich von kurzfristigem Umsatz zu langfristigem Kundenwert und wiederkehrenden Einnahmen.
Vertrieb	Absatz/Leads	Customer Acquisition Cost (CAC), CLV/CAC Ratio	Statt Volumen zählt Effizienz: Wie profitabel und nachhaltig neue Kunden gewonnen werden.
Service	Reklamationen	Net Promoter Score (NPS), optional Customer Effort Score (CES)	Kundenzufriedenheit und Loyalität werden zur zentralen Steuerungsgröße im Service.
Nutzung	Maschinenstunden	Feature Adoption Rate, Active Users (Daily Active User (DAU)/ Monthly Active User (MAU))	Nutzung ersetzt Besitz als Erfolgsmaß: Entscheidend ist, wie intensiv Services tatsächlich verwendet werden.
Strategie	Marktanteil	Renewal Rate, Churn Rate, Net Revenue Retention (NRR)	Wachstum entsteht durch Kundenbindung und Upselling, nicht nur durch Neukunden oder Marktanteile.
Betrieb und Nutzung	Fehlermeldungen/ Ausfallzeiten	System Uptime, Mean Time to Recovery (MTTR), Aktive Nutzungen/Session Duration	Kombination aus Stabilität und tatsächlicher Nutzung zeigt, ob Services zuverlässig und relevant sind.

Der Wechsel von der Abrechnung physischer Produkte hin zu digitalen Services verändert die gesamte Organisation. Das Controlling braucht Zugriff auf Nutzungsdaten, um neue KPIs auszuwerten. Der Vertrieb verkauft keine Maschinen mehr, sondern Lösungen, die über digitale Verträge zu wiederkehrenden Einnahmen führen. Und das Produktmanagement muss verstehen, wie Kunden mit den Services interagieren, um diese gezielt weiterzuentwickeln. Kurz gesagt: Monetarisierung entsteht an der Schnittstelle all dieser Bereiche und zwingt Abteilungen, die bislang nur wenig Überschneidungen hatten, enger zusammenzuarbeiten.

SOFTWARE UND SERVICES VERKAUFEN SICH ANDERS ALS MASCHINEN. WER BEIDES KOMBINIERT, BENÖTIGT STRUKTUREN, KENNZAHLEN UND SYSTEME, UM WIRTSCHAFTLICHEN ERFOLG SICHTBAR ZU MACHEN.

Das gelingt nur, wenn alle dieselbe Sprache sprechen und ihren gemeinsamen Erfolg nach einheitlichen KPIs messen. Strategische KPIs treffen auf operative Kennzahlen und technische Metriken. Zusammen bilden sie ein Framework, das den gesamten Kundenlebenszyklus abbildet – von der Akquise bis zur Verlängerung.

Diese Kennzahlen entstehen nicht mehr im ERP, sondern in den Systemen, in de-

nen die Services leben: in IoT-Plattformen, Billing-Systemen oder Subscription-Tools. Dadurch verändern sich Art, Menge und Aussagekraft der Daten. Es entsteht ein neues, datengetriebenes Controlling, das den gesamten Wertschöpfungsprozess sichtbar macht.

Praxisbeispiele: Von der Nutzung zum messbaren Wert

Wie sich dieses Prinzip in der Praxis umsetzen lässt, zeigt ein Projekt im Bereich Abfallmanagement. Ein Anbieter von Müllschleusen wollte seine Entsorgungssysteme intelligenter und effizienter gestalten. doubleSlash entwickelte zunächst ein Explorationskonzept, das Datenerfassung, IoT-Integration und nutzungsabhängige Abrechnung miteinander verbunden hat. In enger Zusammenarbeit mit dem Kunden begleitete doubleSlash anschließend die erfolgreiche Umsetzung. Durch die neue Architektur konnte das Unternehmen Abfallmengen erstmals transparent erfassen, abrechnen und vorhersagen. Das heißt konkret: Mehr Abfall, höhere Kosten – ein Beispiel dafür, wie sich Nutzung direkt in messbare Wertschöpfung übersetzen lässt.

Wer Daten zusammenführt, schafft Transparenz. Und wer Transparenz schafft, kann seine digitale Wertschöpfung aktiv steuern. Das zeigt ein Use Case aus der E-Mobility-Branche: Digital Charging Solutions (DCS), Anbieter von Ladelösungen, hat gemeinsam mit doubleSlash eine Plattform entwickelt, die Nutzungs-, Vertrags- und Abrechnungsdaten in Echtzeit

zusammenführt. Damit lassen sich Ladeverhalten, Kundenzufriedenheit und Serviceperformance über alle Märkte hinweg analysieren. Die gewonnenen KPIs bilden die Basis für datenbasierte Produkt- und Preisentscheidungen. Der Maschinenbau kann von diesem Ansatz lernen.

Neue Frameworks für den datenbasierten Maschinenbau

Best Practices wie diese zeigen: Der Schritt von der Hardware zur wiederkehrenden Wertschöpfung bietet viele Chancen. Aber er gelingt nur, wenn Unternehmen neue KPI-Frameworks etablieren und Silos zwischen Vertrieb, IT und Controlling aufbrechen. Auch die Produkt-IT spielt eine große Rolle; schließlich ist sie die Quelle für wertvolle Nutzungsdaten. Denn die Zukunft des Maschinenbaus entscheidet sich nicht in der Produktion, sondern in den Daten. Wer digitale Services anbietet, muss sie auch messen, bewerten und steuern können.

Für die Skalierung und Weiterentwicklung bestehender digitaler Services müssen die Daten aus den neuen Prozessen genutzt und in sinnvolle neue KPIs überführt werden. Früher endete der Erfolg mit dem Verkauf. Heute beginnt er genau dort. Wer den Produktlebenszyklus und Customer Journey ganzheitlich versteht, kann Wertschöpfung neu denken und messen – und den wahren Erfolg sichtbar machen. **SG**

MEIKE VOGT ist Senior IT Consultant bei doubleSlash Net-Business.

Von der Transformation zur Wertschöpfung

Isolierte Digitalisierungsprojekte scheitern in der industriellen Praxis häufig am Informationsverlust zwischen der strategischen Managementebene und der operativen Produktionsebene. Digital Manufacturing schließt diese Lücke: Als ganzheitlicher Ansatz übersetzt es wertorientierte, oftmals abstrakte Unternehmensziele in steuerbare Produktionsparameter und generiert so messbaren Business Value.

VON DR. JAN MERTES UND PASCAL HIGLER

Die produzierende Industrie steht unter immensem Wettbewerbsdruck. Geopolitische Dynamiken, fragile Lieferketten und ein sich verschärfender Fachkräftemangel erfordern neue Maßnahmen für den Unternehmenserfolg. Gleichzeitig limitieren historisch gewachsene, stark heterogene Produktionslandschaften die notwendige Flexibilität und Skalierbarkeit. Bisherige Digitalisierungsinitiativen scheitern in diesem Umfeld häufig an einer fehlenden Systematik. Top-down-Initiativen ohne operatives Zielbild führen lediglich zur Implementierung neu-er Werkzeuge und erzeugen somit häufig Datensilos und inkompatible Systeme anstelle der anvisierten horizontalen und vertikalen Integration.

Das Kernproblem: Zwei Welten, eine Fabrik

Das Kernproblem liegt in der fundamentalen Divergenz zweier Perspektiven:

- **Führungsperspektive (Top-down).** Fokus auf strategische Ziele (ROI, EBITDA oder Kostenführerschaft) mittels klassischer Managementsysteme (ERP oder PLM) und Business-Intelligence-Dashboards.
- **Produktionsperspektive (Bottom-up).** Fokus auf die Bewältigung des deterministischen Produktionsalltags wie die Reduzierung von Rüstzeiten oder die Vermeidung ungeplanter Maschinenausfälle. Genutzt werden operative Systeme der Produktionsebene (MES, APS oder

Digital Manufacturing schließt die Lücke zwischen strategischem Management und operativer Produktion, indem es abstrakte, wertorientierte Unternehmensziele in steuerbare Produktionsparameter übersetzt und so messbaren Business Value erzeugt. Bild: © TensorSpark/stock.adobe.com (generiert mit KI)

SCADA) oder direkt speicherprogrammierbare Steuerungen. Derzeit sprechen diese beiden Welten unterschiedliche Sprachen und nutzen unterschiedliche technologische Lösungen und Systeme. Diese Systembrüche führen zu Reibungsverlusten und folglich zu Verzögerungen, fehleranfälligen manuellen Übertragungen sowie einer trägen Unternehmenssteuerung.

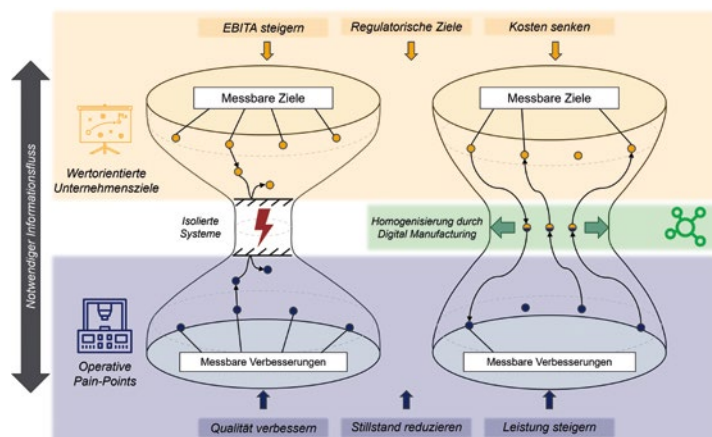
Digital Manufacturing als Übersetzer

Diese Problematik lässt sich im Sanduhrmodell des wertorientierten Unternehmens visualisieren. In historisch gewachsenen Produktionsarchitekturen gleicht der Informationsfluss zwischen Management- und Produktionsebene einem Flaschenhals, verursacht durch isolierte Systeme und Medienbrüche. Digital Manufacturing weitet diese Sanduhr methodisch sowie technologisch auf und etabliert einen bidirektionalen Integrationsraum, der die hochaggregierte Sprache des Managements (Stückkosten oder ROI) in die deterministische Sprache der Produktion (Qualität oder Leistung) transferiert und umgekehrt.

Als Ergebnis wirkt das Digital Manufacturing als ein methodischer und technologischer Translator und Katalysator. Dabei geht Digital Manufacturing einen Schritt weiter als gängige Ansätze, die lediglich auf technologischer Ebene IT- und OT-Systeme vereinen wollen. Voraussetzung hierfür ist eine homogene, semantisch angereicherte Datenbasis - als Single Source of Truth - entlang der gesamten Automatisierungs-

Das wertorientierte Unternehmen gleicht einer Sanduhr, und Reibungsverluste lassen sich durch Digital Manufacturing vermeiden.

Bild: :em Engineering Methods AG



Quick Win	V	L	Q	Zielsetzung auf Produktionsebene	Wertorientiertes Managementziel
Echtzeit- und Remote-Anlagentransparenz	●	◐	○	Reduktion der MTTR; Vermeidung von Leistungsverlusten durch schnelle Fehlerbehebung	EBITDA steigern durch maximierten Anlagendurchsatz ... gesteigerte Gesamtkapazität ... beschleunigte Umsatzrealisierung
Digitale Instandhaltungs- & Rüstassistenz	●	●	◐	Verkürzung geplanter/ungeplanter Stillstände; Reduktion fehlerhafter Rüstvorgänge	
Soll-Ist-Analyse	◐	●	○	Identifikation versteckter Taktzeitverluste; Deterministische Ausbringungsüberwachung	
In-line Monitoring	○	◐	●	Sofortige Ausschussvermeidung; Exakte Replikation des optimalen Prozessfensters	Kosten senken durch reduzierte Instandhaltungskosten ... reduzierte Cost of Poor Quality ... geringerer Werkzeugverschleiß
Zustandsüberwachung & Prädiktion	●	○	◐	Vermeidung ungeplanter Ausfälle; Prävention qualitätskritischer Bauteildegradationen	
Prozessparameteroptimierung	○	◐	●	Autonome Kompensation von Störgrößen	
Traceability	○	○	●	Lückenlose Qualitätssicherung auf Bauteilebene	Regulatorische Ziele einhalten durch lückenlosen Qualitätsnachweis

Legende: ● = Maßnahme hat großen Einfluss; ◐ = mittleren Einfluss; ○ = keinen Einfluss

pyramide, wobei die deterministische Feldebene funktional mit den asynchronen Systemen der IT-Ebene synchronisiert wird. So können strategische, wertorientierte Vorgaben direkt in steuerbare Produktionsparameter übersetzt werden. Zudem werden prozessuale Verbesserungen sichtbar, sodass diese umgesetzt werden und mit wirtschaftlichen Kennzahlen verknüpft werden können.

Der Bottom-up-Ansatz am Praxisbeispiel der OEE

Ein praxisrelevantes Zielgrößensystem ist die Overall Equipment Effectiveness (OEE) nach ISO 22400. Ein wertorientierter Bottom-up-Ansatz adressiert hierbei zunächst die Pain Points des Werkers. Durch schnell umsetzbare Use Cases (Quick Wins) wird eine unmittelbare Arbeitserleichterung erzielt. Über eine Wirkmatrix lassen sich diese technologischen Maßnahmen mit den OEE-Faktoren (Verfügbarkeit (V), Leistung (L), Qualität (Q) und anschließend mit wertorientierten Zielen korrelieren.

Durch die semantische Interkonnektivität der operativen Produktionsebene mit den kaufmännischen Managementsystemen kann künftig eine (teil-)automatisierte Wirtschaftlichkeitsbewertung dieser Maßnahmen erfolgen. Die gesteigerte Anlagenverfügbarkeit wird somit ohne manuellen Analyseaufwand direkt in wertorientierte Zielgrößen übersetzt. Obenstehende Tabelle zeigt beispielhaft eine wertorientierte Nutzen-Wirk-Matrix.

Integration in das Reifegradmodell: Raus aus der „Pilot-Trap“

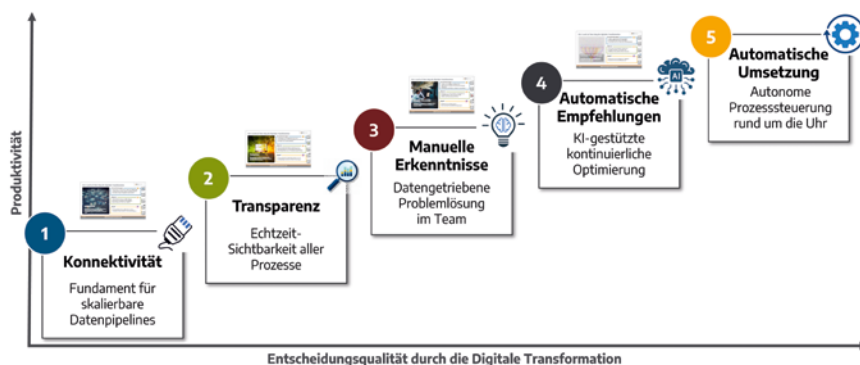
Wie aktuelle Strukturanalysen der :em AG zeigen, ist die digitale Transformation in der Produktion keine singuläre IT-Initiative, sondern eine Reise durch aufeinander aufbauende Reifegrade: von der initialen Konnektivität und Transparenz (Level 1 & 2) über manuelle Erkenntnisse und automatische Empfehlungen (Level 3 & 4) bis hin zur autonomen Prozesssteuerung (Level 5) können sowohl Produktivität als auch die

Entscheidungsqualität kontinuierlich gesteigert werden.

Oftmals werden Projekte in der Produktion isoliert eingeführt, ohne Kopplung an kaufmännische Systeme. Die Folge: Die betriebswirtschaftliche Auswirkung ist nicht direkt messbar, der Wert wird unterschätzt, der unternehmensweite Rollout bleibt aus. Fortgeschrittene KI- und Machine-Learning-Initiativen der höheren Level 4 und 5 verenden somit unweigerlich im sogenannten „Pilot-Trap“; sie funktionieren im Labor, scheitern aber am Rollout im gesamten Unternehmen.

Fazit: Synergetische Wertschöpfung braucht Digital Manufacturing

Digital Manufacturing entfaltet sein volles Potenzial erst, wenn Top-down-Strategien und Bottom-up-Pain-Points methodisch und technologisch vereint werden. Hierzu muss zunächst eine Einordnung entsprechend der 5 Level des :em-Reifegradmodells erfolgen (von der Konnektivität bis zur automatischen Umsetzung), um anschließend die korrekten Schritte für erfolgreiches Digital Manufacturing einzuleiten. Wer diesen wertorientierten Ansatz wählt, sichert die Akzeptanz der Belegschaft durch echte Arbeitserleichterung und realisiert parallel nachweisbare, kausale Beiträge zum langfristigen, wertorientierten Unternehmenserfolg. **TB** 



Das Reifegradmodell der digitalen Transformation der :em AG zeigt die Entwicklung von Konnektivität über Transparenz und manuelle Erkenntnisse bis hin zu KI-gestützten Empfehlungen und automatischer Umsetzung.

Bild: :em Engineering Methods AG

JAN MERTES ist Senior Consultant Digital Manufacturing, und **PASCAL HIGLER** ist Consultant Digital Manufacturing bei :em Engineering Methods.

Bausteine für die Industrie der Zukunft

Die industrielle Transformation lebt von Daten, die eindeutig identifizierbar und interoperabel nutzbar sind. Technologien und Standards wie digitale Zwillinge, Verwaltungsschalen (AAS), IEC 61406 und der Digitale Produktpass verbinden physische Produkte mit ihrer digitalen Identität über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Gemeinsam schaffen sie die Grundlage für transparente, nachhaltige und datengetriebene Wertschöpfungsketten in der Industrie 4.0. **VON BENEDIKT RAUSCHER**



Die Industrie befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel: Produkte, Maschinen und Anlagen werden zu „sprechenden“ Objekten, die ihre Identität, ihren Zustand und ihre Historie digital mitführen. Zentrale Bausteine dieser Transformation sind der digitale Zwilling, die Verwaltungsschale (Asset Administration Shell, AAS), der Standard IEC 61406, der Digitale Produktpass (Digital Product Passport, DPP) und Initiativen wie DPP4.0 des ZVEI. Zusammengenommen bilden sie das Fundament für transparente, nachhaltige und interoperable Wertschöpfungsketten.

Der digitale Zwilling – das virtuelle Ebenbild

Der digitale Zwilling ist das digitale Abbild eines physischen Produkts, einer Maschine oder eines ganzen Systems. Er entsteht, indem relevante Daten über den gesamten Lebenszyklus hinweg erfasst, verknüpft und nutzbar gemacht werden. Typische Eigenschaften eines digitalen Zwillings:

- Virtuelle Repräsentation: Abbildung von Struktur, Funktionen und Verhalten eines Assets.
- Lebenszyklusblick: Von Entwicklung und Produktion über Betrieb und Service bis zum Recycling.
- Kontinuierliche Aktualisierung: Durch Sensorik, Betriebsdaten, Wartungsberichte etc.
- Nutzungsfokus: Simulation, Optimierung, vorausschauende Wartung, neue Geschäftsmodelle.

Der Begriff „digitaler Zwilling“ ist allerdings eher ein Konzept als eine fest definierte Norm. Unterschiedliche Anbieter interpretieren und implementieren ihn unterschiedlich – von einfachen Dashboards bis hin zu hochintegrierten Simulationsumgebungen.

Verwaltungsschale (AAS) – die standardisierte Hülle für Informationen

Um digitale Zwillinge interoperabel zu machen, braucht es eine einheitliche Struktur für Daten und Funktionen. Hier setzt die

Verwaltungsschale (Asset Administration Shell, AAS) aus dem Kontext von Industrie 4.0 an. Die AAS ist:

- Eine standardisierte digitale Repräsentation eines Assets (Produkt, Maschine, Software, Dienstleistung),
 - Ein Daten- und Funktionscontainer, der alle relevanten Informationen zum Asset strukturiert bündelt,
 - technologie- und herstellernerneutral, aber maschinenlesbar und klar modelliert.
- In der AAS werden Informationen in Submodelle gegliedert. Zum Beispiel:
- Nameplate (Stammdaten wie Hersteller, Typ, Seriennummer)
 - Technische Daten
 - Betriebsdaten und Zustände
 - Wartung und Service
 - Nachhaltigkeit (Materialien, Energieverbrauch, CO₂-Fußabdruck)

Die Verwaltungsschale bildet damit die Basis-Infrastruktur für digitale Zwillinge: Sie legt fest, wie Daten beschrieben und bereitgestellt werden, nicht wo und wie sie visualisiert oder analysiert werden.

AAS und digitaler Zwilling – keine Konkurrenz, sondern Teamwork

Der digitale Zwilling und die AAS sind komplementär: Die AAS liefert die standardisierte, interoperable Datenstruktur mit Schnittstellen und der digitale Zwilling nutzt diese Daten, um Mehrwert zu schaffen – etwa durch Simulation, Ana-



IEC 61406: Eindeutige Identifikation von Produkten.
Bilder: Pepperl+Fuchs



AAS und DPP: Bausteine für die Industrie der Zukunft.

lytics oder Prozessoptimierung. Praktisch bedeutet das: Ein Hersteller beschreibt seine Maschine mit einer AAS, inklusive standardisierter Submodelle. Ein Betreiber kann diese Informationen in seine Plattform einbinden und daraus Digital Twins für ganze Anlagen oder Standorte aufbauen. So wird Multi-Vendor-Interoperabilität möglich – eine Schlüsselvoraussetzung für offene Ökosysteme.

IEC 61406 – Eindeutige Identifikation von Assets

Damit Verwaltungsschalen, digitale Zwillinge und digitale Produktpässe zuverlässig zusammenarbeiten, braucht jedes physische Objekt eine eindeutige, global eindeutige Identität. Hier setzt der Standard IEC 61406 an. Kernideen von IEC 61406:

- Eindeutige Gerätekenzeichnung (Unique Identification of Assets) über den gesamten Lebenszyklus.
- Verknüpfung zwischen physischem Typenschild (z. B. QR-Code, DataMatrix) und digitalen Informationen (AAS, Dokumentation, Produktpass).
- Herstellerübergreifende, internationale Standardisierung der Identifikationslogik.

In der Praxis bedeutet das: Ein Produkt oder eine Komponente erhält eine eindeutige Kennung gemäß IEC 61406, die auf dem Gerät angebracht ist. Wird diese Kennung gescannt, kann ein System die zugehörige AAS, Dokumente und digitale Dienste eindeutig zuordnen. Damit wird die Brücke zwischen der physischen Welt und der digitalen Welt geschlagen.

Digital Product Passport (DPP) – Transparenz für Nachhaltigkeit und Regulierung

Der Digitale Produktpass (Digital Product Passport, DPP) entsteht im Kontext des Europäischen Green Deal und neuer regulatorischer Vorgaben, insbesondere im Rahmen der Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte (ESPR). Ziel ist es, produktbezogene Informationen über Umwelt, Nachhaltigkeit und Zirkularität strukturiert und digital verfügbar zu machen. Typische Inhalte eines DPP:

- Materialien und Stoffe (z. B. kritische Rohstoffe, gefährliche Substanzen)
- Energie- und Ressourceneffizienz
- Reparierbarkeit, Austauschbarkeit von Komponenten
- Wiederverwendung, Recyclingfähigkeit, Entsorgungsanforderungen
- CO₂-Bilanz und weitere Umweltindikatoren

Der DPP soll entlang der gesamten Wertschöpfungskette genutzt werden – von Herstellern, Zulieferern und Prüfinstitutionen über Logistik und Handel bis hin zu Betreibern, Servicepartnern und Recyclingunternehmen. Dafür braucht es ein maschinenlesbares, interoperables und skalierbares Datenmodell – genau an dieser Stelle kommen AAS und ID-Standards wie IEC 61406 ins Spiel.

DPP4.0 – die ZVEI-Initiative für den industriellen digitalen Produktpass

Mit DPP4.0 treibt der ZVEI (Verband der Elektro- und Digitalindustrie) eine branchenspezifische, aber prinzipiell übertragbare Lösung für den digitalen Produktpass in der Industrie voran. Ziel ist es, die regulatorischen Anforderungen der EU pragmatisch umzusetzen und gleichzeitig Industrie-4.0-Standards zu nutzen. Zentrale Prinzipien von DPP4.0:

- AAS-basiert: Der Digitale Produktpass wird als Submodell der Asset Administration Shell umgesetzt. So lassen sich Produktpass-Informationen nahtlos in bestehende Industrie-4.0-Architekturen integrieren.
- Nutzung von IEC 61406: Eindeutige Identifikation der Produkte als Grundlage für den zuverlässigen Zugriff auf den DPP.
- Herstellerübergreifende Interoperabilität: Gemeinsame Datenmodelle und Semantiken, damit unterschiedliche Akteure dieselben Informationen konsistent verstehen und verarbeiten.
- Praxisorientierte Umsetzung: Pilotprojekte, Referenzimplementierungen und

Leitfäden helfen Unternehmen beim Einstieg.

Durch DPP4.0 entsteht ein konkreter Pfad von der Norm zur Anwendung: Ein Produkt der Elektroindustrie erhält eine Kennzeichnung gemäß IEC 61406, führt eine AAS mit einem DPP4.0-konformen Submodell mit sich, und unterschiedliche Akteure – vom Maschinenbauer bis zum Recycler – können diese Informationen automatisiert auslesen und nutzen.

Zusammenspiel der Bausteine – vom Gerät zum Ökosystem

Setzt man die genannten Konzepte zusammen, ergibt sich ein schlüssiges Gesamtbild:

1. IEC 61406 sorgt für die eindeutige Identität von Produkten und Komponenten.
2. Die Verwaltungsschale (AAS) stellt die standardisierte digitale Repräsentation des Assets bereit.
3. In der AAS werden unterschiedliche Submodelle hinterlegt – etwa für Stammdaten, technische Daten, Lifecycle-Informationen und Nachhaltigkeitsdaten.
4. Der Digitale Product Passport wird als AAS-Submodell (z. B. nach DPP4.0) umgesetzt und transportiert regulatorisch geforderte Transparenzinformationen.
5. Auf Basis dieser strukturierten Informationen entstehen digitale Zwillinge, die nicht nur technische, sondern auch ökologische und regulatorische Aspekte berücksichtigen.

So wird es möglich, wertschöpfungsübergreifende, datengetriebene Geschäftsmodelle zu etablieren – vom zustandsorientierten Service über automatisierte Compliance-Prüfungen bis hin zu zirkulären Wertschöpfungsketten.

Bausteine frühzeitig integrieren

Digitale Zwillinge, Verwaltungsschalen, IEC 61406, digitale Produktpässe und Initiativen wie DPP4.0 markieren den Übergang von isolierten Dateninseln hin zu vernetzten, standardisierten Datenräumen. Unternehmen, die diese Bausteine frühzeitig in ihre Produkt- und Datenstrategien integrieren, schaffen die Grundlage für Regulierungssicherheit, Effizienzgewinne und neue digitale Services in einer zunehmend nachhaltigkeitsorientierten Industrie. **KF** ➤

BENEDIKT RAUSCHER ist Senior Manager External Collaboration, Digital Innovation Office, bei Pepperl+Fuchs.



Mehr Überblick im Lebenszyklus der Fertigung

Der Digitale Produktpass (DPP) gewinnt in der Fertigungsindustrie zunehmend an Bedeutung. Er bündelt strukturierte Informationen zu Materialien, Herstellung, Nutzung und Recycling und macht sie über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts hinweg zugänglich. Damit entsteht eine neue Form von Transparenz, die für Unternehmen, Kunden und Behörden gleichermaßen relevant ist.

VON JOHANNES FUHRMANN

Seinen vollen Nutzen entfaltet der Digitale Produktpass erst dann, wenn die zugrundeliegenden Daten sicher, verlässlich und kontrolliert geteilt werden können. Genau hier setzen übergreifende Datenräume an. Zunehmend rücken dabei dezentrale Datenarchitekturen in den Fokus: Statt Informationen in zentralen Plattformen zu bündeln, setzen Industrieinitiativen unter dem Dach von Manufacturing X auf föderierte Strukturen. Dadurch verbleiben die Daten bei den jeweiligen Unternehmen, werden aber über gemeinsame Standards interoperabel und kontrolliert zugänglich gemacht.

Dieses Prinzip stärkt nicht nur Datenschutz und Wettbewerbsfähigkeit, sondern gilt als zentrale Voraussetzung für digitale Souveränität – also die Fähigkeit von Unternehmen, ihre Daten eigenverantwortlich zu verwalten und transparent zu steuern, wer unter welchen Bedingungen Zugriff auf welche Informationen erhält.



Der DPP bildet den kompletten Lebenszyklus von Produkten ab.

Bild: Arvato Systems

Manufacturing X als Enabler für souveräne Datenräume

Eine zentrale Rolle spielt dabei Manufacturing X. Ziel der Initiative ist es, Unternehmen über sektorübergreifende, dezentral organisierte Datenräume miteinander zu vernetzen. Hersteller, Zulieferer, Servicepartner und Recyclingbetriebe sollen Daten austauschen können, ohne die Hoheit

über ihre Informationen zu verlieren. Auf dieser Basis entstehen neue Formen der Zusammenarbeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette – etwa in der Qualitätssicherung, der Wartung oder der Kreislaufwirtschaft.

Der Digitale Produktpass ist dabei eine von mehreren möglichen Anwendungen, die innerhalb eines souveränen Datenraums realisierbar sind. Auch andere Anwendungsfälle, etwa elektronische Produkt- oder Nachweissysteme in regulierten Branchen, folgen demselben Grundprinzip dezentraler, standardisierter und souveräner Datenbereitstellung.

Arvato Systems ist beispielsweise in regulierten Datenökosystemen tätig und befasst sich mit der praktischen Umsetzung von Datensouveränität. Dazu zählt unter anderem die Unterstützung von Pharmaunternehmen bei der Umsetzung der europäischen Fälschungsschutzrichtlinie sowie der Betrieb nationaler Verifikationssysteme in 17 europäischen Ländern.



Der Digitale Produktpass bildet die Basis für umweltfreundliche und kreislauffähige Produkte.

Bild: Arvato Systems, mit KI generiert



Überblick über die geplante Umsetzung der wichtigsten Verordnungen zum Digitalen Produktpass.

Bild: Arvato Systems

Von der Pflicht zur Chance: Transparenz im Maschinenbau

Auch wenn der Maschinenbau aktuell nicht unmittelbar von der Ökodesign-Verordnung betroffen ist, ergeben sich aus der Umsetzung des Digitalen Produktpasses dennoch klare Mehrwerte. Diese können sich direkt auf Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit auswirken.

Ein Beispiel: Betreiber von Produktionsanlagen stehen häufig vor der Herausforderung, Wartungsinformationen, Ersatzteildaten oder Garantiedetails schnell und zuverlässig verfügbar zu haben. In der Praxis liegen diese Informationen jedoch oft verteilt vor, sind nicht aktuell, schwer zuzuordnen oder teilweise gar nicht vorhanden.

Relevante Informationen auffindbar machen

Ein Digitaler Produktpass kann diese Situation deutlich verbessern. Über einen fest mit dem Produkt verbundenen Datenträger – beispielsweise einen QR-Code – lassen sich relevante Informationen zentral auffindbar machen: von der Materialzusammensetzung über Wartungshistorien bis hin zu Demontage- und Recyclinghinweisen. In einem dezentral organisierten Datenraum können auch Zulieferer ergänzende Informationen bereitstellen, ohne ihre Datensouveränität aufzugeben.

Tritt eine Störung auf, stehen die benötigten Informationen unmittelbar zur Verfügung. Reparaturen lassen sich schneller durchführen, Stillstandszeiten verkürzen sich, und am Ende des Lebenszyklus wird ein gezieltes Recycling möglich, da klar dokumentiert ist, welche Materialien enthalten sind und wie sie getrennt werden müssen.

DER ÜBERGANG ZU SOUVERÄNEN UND DEZENTRAL ORGANISIERTEN DATEN-INFRASTRUKTUREN VERÄNDERT DIE ART DER ZUSAMMENARBEIT ENTLANG VON WERTSCHÖPFUNGSKETTEN.

Der Digitale Produktpass als Basis für eine digital vernetzte Industrie

Der Digitale Produktpass entwickelt sich damit zu einem wichtigen Baustein einer digital vernetzten Industrie. In der Kombination aus dezentralen Datenräumen, gemeinsamen Standards und dem Anspruch auf digitale Souveränität entsteht ein Ökosystem, das Innovation, Nachhaltigkeit und Effizienz gleichermaßen unterstützt. Der Übergang zu souveränen, dezentral organisierten Dateninfrastrukturen verändert die Art der Zusammenarbeit entlang von Wertschöpfungsketten – und etabliert

neue Formen von Transparenz, die zunehmend zum Wettbewerbsvorteil werden.

Zur Einordnung gehört jedoch auch, dass trotz der geplanten Verpflichtung des Digitalen Produktpasses für erste Produktgruppen ab Anfang 2027 weiterhin erhebliche Unsicherheiten bestehen. Diese betreffen sowohl den rechtlichen Rahmen als auch technische Aspekte – etwa differenzierte Zugriffs- und Berechtigungskonzepte, konkrete Inhalte des DPP sowie deren Datenformate. Selbst wenn die technische Umsetzung grundsätzlich geklärt ist, bleibt eine zentrale Frage offen: Wer soll künftig Zugriff auf welche Daten erhalten?

Aus heutiger Sicht empfiehlt sich die Realisierung des Digitalen Produktpasses insbesondere im Kontext souveräner Datenräume. Weitere Spezifizierungen durch die Europäische Kommission werden in den kommenden Monaten erwartet. Für Unternehmen ist es daher unerlässlich, frühzeitig strategisch zu prüfen, wie sich der DPP in bestehende Geschäfts- und IT-Prozesse integrieren lässt. **SG**

JOHANNES FUHRMANN

leitet als Head of Strategic Business Development das Portfolio und den Produktaufbau für die Fertigungsindustrie bei Arvato Systems.



„Digitale Innovationen lassen sich überall realisieren“

Daten sind der Treibstoff moderner Fertigung – doch wer behält die Kontrolle, wenn Informationen grenzüberschreitend fließen? Auf dem 27. VDI-Kongress Automation beleuchtet Ulrich Ahle, CEO Gaia-X, in seiner Keynote „Digitale Souveränität in der Fertigungsindustrie: Wunsch oder Wirklichkeit?“ das Ende klassischer Datensilos, die Bedeutung europäischer Infrastrukturen und die pragmatische Umsetzung von Digitalisierungsprojekten. Digital Manufacturing sprach dazu im Vorfeld mit ihm.

Digital Manufacturing (DM): Die Fertigungsindustrie optimiert ihre Prozesse seit über einem Jahrzehnt unter dem Banner von Industrie 4.0. Warum rückt das Thema Datensouveränität erst jetzt so massiv in den Fokus der Unternehmen?

ULRICH AHLE: Wir haben in den vergangenen Jahren enorme Effizienzsprünge auf dem Shopfloor gesehen. Die Digitalisierung fand jedoch fast ausschließlich innerhalb der eigenen Werkshallen statt. Der nächste logische Evolutionsschritt ist die Optimierung entlang der gesamten, oft globalen Prozesskette. Doch hier stoßen die traditionellen IT-Sicherheitskonzepte an ihre Grenzen. Es reicht schlichtweg nicht mehr aus, sich eine teure Firewall zu kaufen, das eigene Rechenzentrum im Keller

abzusichern und die Daten für sich zu behalten. Moderne Wertschöpfung verlangt zwingend, dass wir Daten mit Partnern, Zulieferern und Kunden teilen. Datensouveränität bedeutet in diesem Kontext, dass der Erzeuger eines Datensatzes definieren und technisch erzwingen kann, was ein Empfänger mit den Informationen tun darf und kann. Anders gesagt: Wir verlassen uns nicht länger auf gut gemeinte Vereinbarungen oder Verträge in Papierform, sondern implementieren Mechanismen wie Smart Contracts, um diese Regeln digital und unwiderruflich durchzusetzen. Dabei handelt es sich um einen technologischen Ansatz, der nach vielen Jahren der Entwicklung von IoT-Plattformen nun in Form von souveränen Datenräumen Realität wird.

DM: Wie genau baut Gaia-X die Brücke zwischen offenem Datenaustausch und klarer Kontrolle?

AHLE: Unser Lösungsansatz basiert exakt auf den beschriebenen Datenräumen. Zu diesem Zweck haben wir bei Gaia-X ein spezifisches Trust Framework entwickelt. Man muss sich vor Augen halten, dass wir vor rund fünf Jahren mit 22 französischen und deutschen Organisationen gestartet sind und mittlerweile über 220 Mitglieder weltweit zählen. Diese Gemeinschaft hat detaillierte Regeln definiert, wie der sichere Datenaustausch funktionieren soll. Ein zentrales Element dabei ist die automatisierte Überprüfung der Akteure. Stellen Sie sich das vor wie bei einer internationalen Reise: Sie weisen sich mit einem maschinenlesbaren Reisepass aus. Genau solche maschinenlesbaren Zertifikate nutzen wir für Unternehmen, um beispielsweise eine ISO-27001-Zertifizierung in Sekundenbruchteilen zu validieren. Unsere Softwarekomponente, das Gaia-X Digital Clearinghouse, übernimmt die automatische Identifizierung und Autorisierung. Das Fundament dafür bilden europäische Rahmenwerke wie der Data Act und der Data Governance Act.



“

Ein spezialisierter Zulieferer kann sich keine ressourcenstarke IT-Abteilung leisten, die fortlaufend Schnittstellen programmiert.“

ULRICH AHLE

DM: Ein Kritikpunkt an der Realität der Digitalisierung in der europäischen Industrie ist häufig die dominante Marktstellung der US-amerikanischen Hyperscaler. Welche Strategie verfolgt Gaia-X bezüglich dieser Anbieter?

AHLE: In der Tat, rund 75 Prozent der Cloud-Services in Europa werden aktuell von Hyperscalern erbracht. Diese Infrastrukturen unterliegen den Regeln der Anbieter, nicht den Vorgaben der Anwender. Der gewaltige Unterschied bei digitaler Souveränität ist, dass der Austausch nach den Regeln der Anwendungsunternehmen stattfindet. Unser Motto lautet dabei immer: „Data



Es reicht schlichtweg nicht mehr aus, sich eine teure Firewall zu kaufen, das eigene Rechenzentrum im Keller abzusichern und die Daten für sich zu behalten.“

does not flow on rainbows.“ Wir benötigen leistungsfähige Cloud-Infrastrukturen für unsere Datenräume. Interoperabilität erfordert technische, semantische, organisatorische und rechtliche Abstimmung. Für etwa 90 Prozent des Marktes bleiben die großen internationalen Anbieter auch weiterhin relevante und zugängliche Partner. Zugleich haben wir mit unseren Mitgliedern unterschiedliche Souveränitätsstufen definiert. Das höchste Niveau, der Gaia-X Label Level 3, ist zwingend Anbietern mit Hauptsitz in Europa vorbehalten. Diese Stufe greift bei hochsicherheitskritischen Anwendungen und betrifft etwa fünf bis maximal zehn Prozent des Marktes. Hyperscaler können dieses Label nicht erhalten, da sie dem amerikanischen Cloud Act unterliegen und wir unsere sensibelsten Daten vor genau solchen staatlichen Zugriffsmöglichkeiten schützen sollten. In Europa stehen dazu durchaus fähige Anbieter wie OVHcloud, Ionos oder Stackit zur Verfügung, die über entsprechende Kapazitäten verfügen und weiter ausbauen.

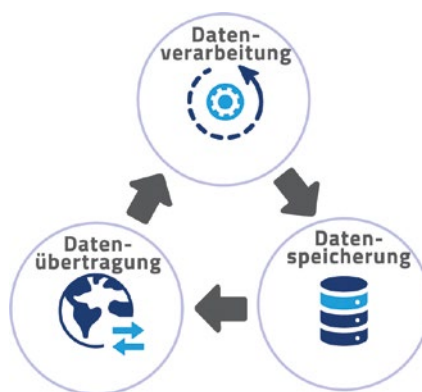
DM: Können Sie ein Praxisbeispiel beschreiben, in dem dieses höchste Sicherheitsniveau bereits gefordert wird?

AHLE: Ein herausragendes Projekt entsteht gerade in Frankreich unter dem Namen

Data4Nuclear-X. Der französische Energiekonzern EDF plant den Bau von sechs neuen Atomkraftwerken und muss dafür die Zusammenarbeit von 2.500 Partnern orchestrieren. In der dazugehörigen Ausschreibung wurde explizit die höchste Sicherheitsstufe gefordert. Das ist ein Umfeld, in dem keinerlei Kompromisse bei der Datensouveränität vorstellbar sind. Ein weiteres wegweisendes Beispiel ist Decade-X aus der Luftfahrtindustrie. Airbus fungiert hier als Konsortialführer mit dem ambitionierten Ziel, 10.000 Lieferanten an einen Datenraum anzubinden. Hier geht es darum, die gesamte Entwicklungszusammenarbeit und die Lieferketten datenbasiert abzuwickeln. Und natürlich dürfen wir Catena-X nicht vergessen, den Pionier aus der Automobilindustrie. Dort tauschen mittlerweile über 700 Firmen operative Daten aus und verzeichnen greifbare Prozessverbesserungen.

DM: Wenn Airbus 10.000 Lieferanten anbinden will, sprechen wir zwangsläufig über viele mittelständische Zulieferunternehmen. Doch gerade kleine Zulieferer haben oft nicht die IT-Ressourcen für komplexe Integrationsprojekte. Wie lässt sich verhindern, dass diese Unternehmen den Anschluss verlieren?

AHLE: Das ist in der Tat eine der größten Herausforderungen. Ein spezialisierter Zulieferer kann sich keine ressourcenstarke IT-Abteilung leisten, die fortlaufend Schnittstellen programmiert. Genau deshalb ist das automatisierte Onboarding so erfolgskritisch. Teilnehmer müssen sich nur ein einziges Mal an den Datenraum anbinden, anstatt unzählige Eins-zu-eins-Schnittstellen mit jedem einzelnen Partner



Der Datenzyklus - Verarbeitung, Speicherung, Übertragung - macht deutlich, warum souveräne Datenräume und europäische Infrastrukturen nötig sind, damit die Fertigungsindustrie Daten teilen kann, ohne die Kontrolle zu verlieren.



ULRICH AHLE
ist CEO der Gaia-X
European Association
for Data and Cloud.

zu pflegen. Zu vergleichen ist das mit dem USB-C-Anschluss beim Smartphone: Nur wenn sich alle auf einen Standard verständigen, entfällt der manuelle Aufwand für ständige Anpassungen und Adapter. Allerdings ist realistisch anzumerken, dass wir aktuell noch nicht in der breiten Fläche angekommen sind. Momentan beschäftigt sich eher eine technologische Elite mit diesen Konzepten. Der Mittelstand insbesondere in der Fertigungsindustrie hat hier noch einen deutlichen Weg vor sich, um das volle Potenzial digitaler Datenräume zu verstehen und für sich zu erschließen.

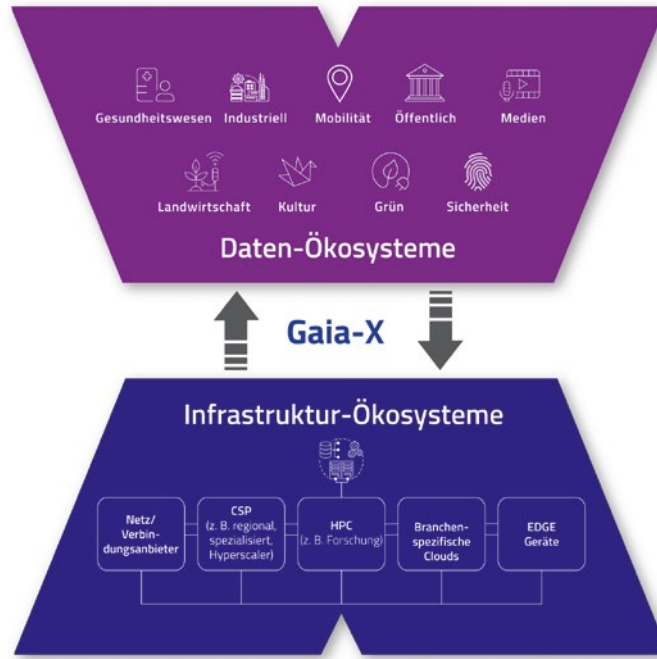
DM: Die Fertigungsindustrie agiert global. Ein europäischer Datenraum nützt wenig, wenn asiatische oder amerikanische Partner außen vor bleiben. Wie treiben Sie die Internationalisierung voran?

AHLE: Unsere Vision ist klar formuliert: Wir wollen für den internationalen Datenaustausch das werden, was GSM für die internationale Telekommunikation darstellt. Dank GSM können Sie in Usbekistan aus dem Flugzeug steigen, Ihr Telefon einschalten und es verbindet sich sofort. Im vergangenen Jahr hat Gaia-X damit begonnen, das Trust Framework global auszurollen. Schon heute arbeiten wir intensiv mit Partnern in Japan, Korea, Brasilien und Kanada zusammen. Das erfordert juristische Feinarbeit, denn ein europäischer Data Governance Act entfaltet in Japan keine rechtliche Wirkung. Wir passen unsere Mechanismen, wie etwa die

auf eIDAS basierende digitale Identität, an die lokalen Gesetze der Partnerländer an, behalten aber die technologische Architektur bei. Wie notwendig dabei Eile ist, zeigt der Blick nach Asien: Chinas nationale Datenbehörde hat angekündigt, bis Ende 2028 einhundert Trusted Data Spaces aufzubauen. Diese sollen in der industriellen Fertigung, in Smart Cities und bei personenbezogenen Daten zum Einsatz kommen. Die chinesischen Experten kennen unsere Konzepte bis ins kleinste Detail. Wir müssen das Tempo hochhalten, um bei der praktischen Realisierung nicht überholt zu werden.

DM: Sie sprechen von Smart Cities. Bemerkenswerterweise bringen Sie Ihre Expertise nicht nur in Brüssel ein, sondern auch ehrenamtlich als Digitalisierungsverantwortlicher in Ihrer Heimatgemeinde Etteln. Dort haben Sie beim IEEE Smart City-Wettbewerb sogar Metropolen wie Hongkong hinter sich gelassen. Wie gelingt Digitalisierung auf dörflicher Ebene?

AHLE: Unser Ansatz in Etteln lautet schlichtweg: „Einfach mal machen!“ Digitalisierung scheitert selten am Geld, sondern meist am Mangel einer klaren Strategie. Wir haben zunächst ehrenamtlich 30 Kilometer Glasfaserkabel verlegt und ein eigenes LoRaWAN-Funknetzwerk aufgebaut. Darauf basierend betreiben wir einen dreidimensionalen digitalen Zwilling des Dorfes. Dort können wir Bauprojekte visuell planen oder Hochwasserszenarien simulieren. Besonders stolz bin ich auf unsere autonome Feuerwehrohne. Bei einem Alarm startet die Kreisleitstelle die Drohne per GPS-Koordinate. Noch während die Freiwillige Feuerwehr im Rüsthaus in die Fahrzeuge steigt, sehen die Einsatzkräfte



Gaia-X verbindet sektorale Daten-Ökosysteme (Gesundheit, Industrie, Mobilität, Landwirtschaft, Kultur, Sicherheit) mit Infrastruktur-Ökosystemen (Netze, CSP, HPC, Edge). Die visuelle Darstellung zeigt, wie souveräne Datenräume und sichere Infrastruktur digitale Kooperationen in der Fertigung ermöglichen.

auf einem Tablet hochauflösende Livebilder vom Einsatzort. So wissen sie bereits auf der Anfahrt, ob schwerer Atemschutz benötigt wird. Denn in solchen Situationen zählt buchstäblich jede Minute.

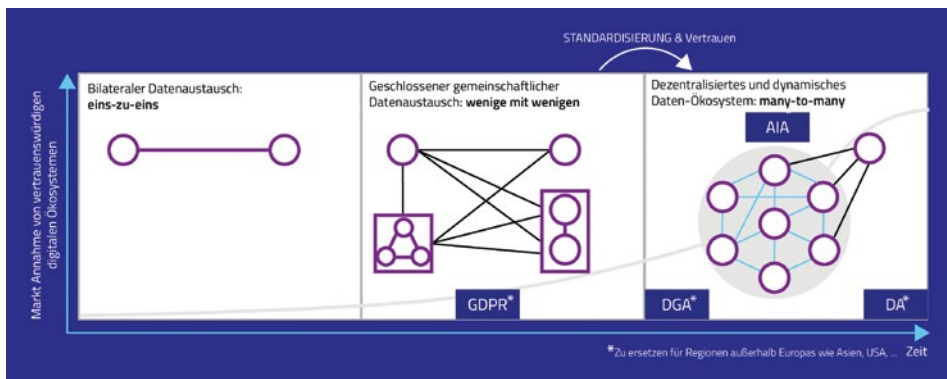
DM: Das Dorf erzeugt zudem ein Vielfaches seines eigenen Energiebedarfs. Verbinden Sie diese Infrastrukturprojekte auch mit neuen digitalen Geschäftsmodellen für die Bewohner?

AHLE: Unbedingt, der direkte Nutzen für die Bürger steht im Zentrum. Etteln produziert durch erneuerbare Energien das 34-fache des eigenen Stromverbrauchs. Erste Haushalte verfügen über intelligente digitale Stromzähler und können einen dynamischen Strompreis nutzen, der sich nach der aktuellen Windausbeute richtet. Der Preis schwankt zwischen maximal 23,5

Cent und minimal 13,5 Cent pro Kilowattstunde. Ab April 2026 steuern wir die Ladevorgänge für Elektroautos vollautomatisch: Das Auto lädt exakt dann, wenn der Strom am günstigsten ist. Ergänzend dazu bieten wir ein E-Dorfauto im Carsharing-Modell an. Ein weiteres vitales Projekt ist unsere digitale Arztpraxis. Nachdem der

„ Wir wollen für den internationalen Datenaustausch das werden, was GSM für die internationale Telekommunikation darstellt.“

lokale Allgemeinmediziner im Alter von 74 Jahren ohne Nachfolger aufhörte, haben wir die Räume umgerüstet. Eine speziell geschulte Krankenschwester führt nun die Untersuchungen mit digitalen Instrumenten durch, unterstützt von KI. Die voranalysierten Befunde gehen direkt an einen Arzt im Nachbarort, der die Ergebnisse abschließend bewertet und die Diagnose per Videocall mit den Patienten bespricht. Diese Beispiele belegen eindrucksvoll: Wenn der Gestaltungswille vorhanden ist, lassen sich umfassende digitale Innovationen überall realisieren, selbst in Deutschland.



Der Wandel des Datenaustauschs reicht von bilateral (eins-zu-eins) über geschlossene wenige-zu-wenigen-Netzwerke hin zu dezentralen many-to-many-Datenökosystemen. Mit Standardisierung und Vertrauen (GDPR, DGA, DA) steigt über die Zeit die Marktakzeptanz.

Bilder: Gaia-X

DM: Herr Ahle, vielen Dank für das Gespräch.

Die Fragen stellte Tino Böhler.

Das MES der Zukunft

Zwischen On-Premises und SaaS

Die technologische Landschaft bietet der diskreten Fertigung derzeit mehrere Optionen zur Modernisierung und Optimierung ihrer IT-Infrastruktur. Dies gilt auch für das Manufacturing-Execution-System (MES), das im Zusammenspiel mit dem ERP-System als digitales Rückgrat der Produktion gilt. Dabei rückt die Frage nach dem optimalen Betriebsmodell – Cloud/SaaS oder klassisch On-Premises – zunehmend in den Fokus.

Ein MES muss hochverfügbar sein und tief in die Produktionsprozesse eingreifen. Branchenlösungen wie PSIpenta/MES haben sich bewährt, da sie typische Abläufe im Standard abbilden und durch konfigurierbare Workflows Flexibilität bieten, ohne die Systemlandschaft zu verkomplizieren. Doch internationale Standorte, dynamischere Projekte und der Fachkräftemangel in der IT erhöhen den Druck auf den Betrieb. Die Herausforderung besteht heute darin, die Systeme langfristig effizient, sicher und wartbar zu halten.

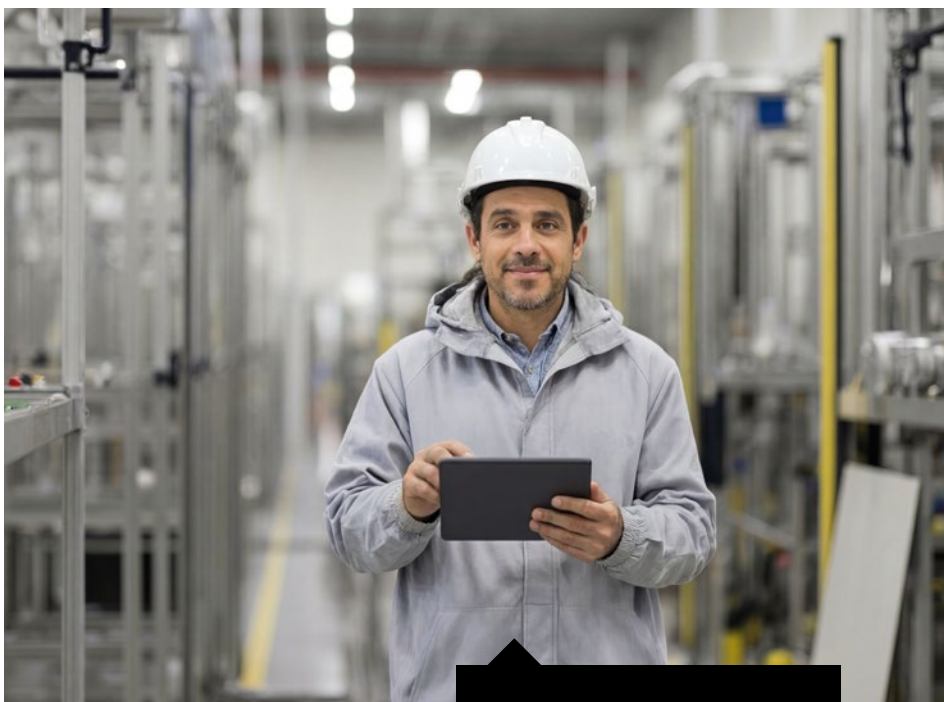
MES-Betriebsmodelle im Vergleich

Die Entscheidung zwischen SaaS und On-Premises ist bei einem MES besonders differenziert zu betrachten:

- ▶ **On-Premises:** Bietet maximale Kontrolle und geringste Latenzen. Dies ist ideal für hochspezialisierte Produktionsumgebungen mit stabilen Anforderungen und dem Bedarf an tiefgreifenden Anpassungen.
- ▶ **SaaS (Software as a Service):** Der Anbieter übernimmt Wartung, Updates und Security. Das entlastet die interne IT. Moderne Ansätze trennen hier oft: Zeitkritische Funktionen verbleiben produktionsnah, während Planung, Reporting und standortübergreifende Transparenz in die Cloud wandern.

Vorbehalte und Realität

Datenschutz und Ausfallsicherheit prägen oft die Skepsis gegenüber Cloud-Lösungen. Die Praxis zeigt jedoch: Bedenken entstehen meist dort, wo Zuständigkeiten unklar sind. Cloud-Fähigkeit ist weniger eine Frage der Technologie als vielmehr die Folge eines konsequenten Standard-Ansatzes. Wer auf Individualcode verzichtet und Prozesse im Standard abbildet, hält den Betrieb planbar – unabhängig vom Standort des Servers.



PSIpenta/MES ermöglicht eine optimale Steuerung der Produktion dank effizienter Workflows.

Bild: AI generated by OpenWonder

Der Weg zur Cloud: Schrittweise statt abrupt

Ein vollständiger Umstieg ist selten der erste Schritt. Viele Unternehmen wählen einen hybriden Migrationspfad:

- ▶ **Hosting:** Auslagern der Server bei Beibehaltung der Lizenzkontrolle.
- ▶ **Modulare SaaS-Erweiterungen:** Cloud-Module für spezifische Aufgaben wie Reporting.
- ▶ **Standardisierung:** Reduktion von Individualanpassungen zur Vorbereitung auf automatisierte Updates.

Fazit

Die Frage „SaaS oder On-Premises“ ist kein Entweder-oder, sondern eine Entwicklungsfrage. Ein modernes MES nutzt die Cloud als Option zur Skalierung, basierend auf einer soliden, standardnahen Systemarchitektur.

PSI Software SE

PSI 

Business Unit Discrete Manufacturing

Dircksenstraße 42-44,
10178 Berlin, Deutschland

TEL.: +49 30 28 01-0

FAX: +49 30 28 01-10 00

E-MAIL: discrete-manufacturing@psi.de

www.psi.de

Vom Bauchgefühl zur datenbasierten Produktion

In vielen fertigen Unternehmen dominieren noch analoge Prozesse: Auftragsdaten an Pinnwänden, handschriftliche Stillstandsmeldungen und mühsam erstellte Excel-Kennzahlen. Mit wachsender Produktvielfalt, steigenden Qualitätsanforderungen und zunehmendem Kostendruck stoßen diese Strukturen an ihre Grenzen. Wettbewerbsfähig bleibt nur, wer in der Fertigung Echtzeit-Daten zuverlässig bereitstellt. Gemeinsam erhöhen sich Effizienz und Qualität. **VON RALF M. HAASSENGIER UND WOLFRAM WIESE**

Ein MES schließt genau diese Lücke. Es schafft Transparenz über Maschinenzustände, Auftragsfortschritte, Ausschussquoten und Qualitätsdaten. „Viele unserer Kunden verfügen bereits über einen hohen Automatisierungsgrad, möchten aber besser verstehen, was tatsächlich auf dem Shopfloor passiert“, erklärt Marc Knoesel, Principal PS Consultant Produktionsmanagement bei Apteon. „Mit einem MES lassen sich diese Datenströme bündeln und nutzbar machen – für fundierte Entscheidungen statt Bauchgefühl.“

Apteon verfügt mit Syncos MES über eine Lösung, die speziell auf die Anforderungen mittelständischer Fertiger zugeschnitten ist. „Wir verstehen MES als zentrale Instanz zwischen ERP und Shopfloor“, erläutert Ümran Özden, Senior Manager Professional Services bei Apteon. „Unsere Kunden profitieren davon, dass wir nicht

nur die Software liefern, sondern sie auch methodisch bei der Einführung begleiten – von der Prozessanalyse bis zum Go-live.“

Transparenz als Fundament für Verbesserungen

Mit Syncos MES von Apteon erhalten Unternehmen einen durchgängigen Blick auf ihre Produktionsprozesse – von der Maschinenbelegung über Qualitätskennzahlen bis hin zur Auswertung von Stillständen. Diese Transparenz schafft die Grundlage für gezielte Verbesserungen. „Der wahre Mehrwert entsteht, wenn Daten als Entscheidungsgrundlage genutzt werden, um Ursachen zu erkennen und Abläufe zu verbessern“, betont Özden.

Gerade im Mittelstand arbeitet Apteon häufig mit Unternehmen zusammen, die über Jahre hinweg eigene Insellösungen entwickelt haben – kleine Programme, Ex-

cel-Tabellen oder selbstgeschriebene Tools. „Wir erleben immer wieder Fälle, in denen Eigenentwicklungen über Jahrzehnte funktioniert haben, nun aber nicht mehr weiter gepflegt werden können“, erläutert Özden. „Dann suchen die Unternehmen nach einer

„UNSERE KUNDEN PROFITIEREN DAVON, DASS WIR SIE VON DER ANALYSE ÜBER DIE PILOTPHASE BIS ZUM PRODUKTIVEN EINSATZ BEGLEITEN.“

ÜMRAN ÖZDEN

langfristig betreuten Standardlösung, die technologisch aktuell bleibt und auch in zehn Jahren noch erweiterbar ist.“

„Ein MES ersetzt kein ERP-System, sondern ergänzt es sinnvoll“, weiß Sven Hertel, Director Solutions Consultants bei Apteon. „Während das ERP für Planung und Verwaltung zuständig ist, sorgt das MES für die operative Umsetzung.“ Besonders effektiv ist dieses Zusammenspiel, wenn beide Systeme aus einer Hand stammen – zum Beispiel Apteon Oxaion ERP und Apteon Syncos MES.

Vom Zerspaner bis zur Medizintechnik

Syncos MES ist branchenübergreifend im Einsatz – von Automotive-Zulieferern über Kunststoffverarbeiter bis zur Medizintechnik. Das System integriert klassische Fertigungsdaten mit Qualitätsprozessen, Prüfmittelmanagement und Rückverfolgbarkeit. „In der Medizintechnik unterstützen wir unsere Kunden mit unserem Validation-Package“, erklärt Özden. Es enthält die notwendigen Vorlagen und technischen Inhalte für eine lückenlose Dokumentation der Validierung.



MES im Einsatz: Ein Blick auf den Shopfloor zeigt, wie Produktions- und Maschinendaten in Echtzeit erfasst werden. So werden Abläufe transparent und Kennzahlen belastbar.

Bild: © panuwat/stock.adobe.com



Vom ersten Analyseworkshop bis zum produktiven Einsatz begleitet Aptean Kunden bei der erfolgreichen MES-Einführung. Bild: BusMtg

Wenn Technik auf Organisation trifft

Die größten Hürden bei MES-Projekten liegen nicht in der Technik, sondern in der Organisation. „In vielen mittelständischen Betrieben gibt es einen oder zwei erfahrene Meister, die die Abläufe im Kopf haben“, führt Özden aus. „Wenn diese Personen ausfallen, fehlt plötzlich das Wissen, das für die Digitalisierung entscheidend wäre.“

Damit ein MES wirklich Nutzen stiften kann, braucht es saubere Stammdaten, nachvollziehbare Arbeitspläne und definierte Verantwortlichkeiten. „Wir erleben es häufig, dass Kunden während der MES-Einführung zum ersten Mal ihre Abläufe schriftlich fixieren“, so Knoesel. „Das kostet Zeit, zahlt sich aber langfristig aus.“

Ein weiterer Erfolgsfaktor ist die Akzeptanz in der Belegschaft. „Manche Mitarbeiter empfinden Datentransparenz zunächst als Kontrolle“, stellt Özden fest. „Deshalb ist Kommunikation von Anfang an entscheidend.“ Aptean legt großen Wert auf Change-Management – Schulungen, Workshops und Testphasen sind fester Bestandteil jedes Projekts.

Schritt für Schritt zum produktiven System

„Bei kleinen und mittleren Unternehmen bewegen wir uns meist zwischen sechs und zwölf Monaten – von der ersten Analyse bis zum Go-live“, erklärt Knoesel. Der Prozess beginnt mit einer Ist-Analyse, gefolgt von der Konzeptionsphase. Nach technischer Installation folgt die Pilotphase als Praxistest. „Wir begleiten den Kunden sehr eng und schulen die Teams direkt am Shopfloor“, erläutert Özden.

Ein bewährter Ansatz: Mit Pilotanwendungen starten, Prozesse unter realen Bedingungen testen, dann schrittweise ausrollen. „Die ersten Wochen nach dem Go-live sind entscheidend“, betont Hertel. „Dann geht es darum, Kinderkrankheiten zu beheben und das System zu optimieren.“

Mehr als ein IT-Projekt

Die Einführung eines MES ist für fertigende Unternehmen ein strategischer Schritt hin zu einer datengestützten Fertigung. Apteans Erfahrung zeigt: Nur wenn Technik, Prozesse und Organisation gleichermaßen berücksichtigt werden, lassen sich die Potenziale voll ausschöpfen.

Unternehmen gewinnen vor allem Transparenz und Steuerbarkeit. Produktions- und Qualitätsdaten fließen zentral zusammen, Kennzahlen werden belastbar, und Entscheidungen können auf Echtzeitinformationen basieren. Ein systematisches Vorgehen mit Pilotprojekten, iterativer Umsetzung und strukturierter Dokumentation sorgt dafür, dass MES-Lösungen nicht nur technisch funktionieren, sondern auch von den Mitarbeitenden getragen werden.



Aptean unterstützt Unternehmen in regulierten Branchen wie der Medizintechnik bei der Schnittstellenvalidierung, Rückverfolgbarkeit und Prozessdokumentation.

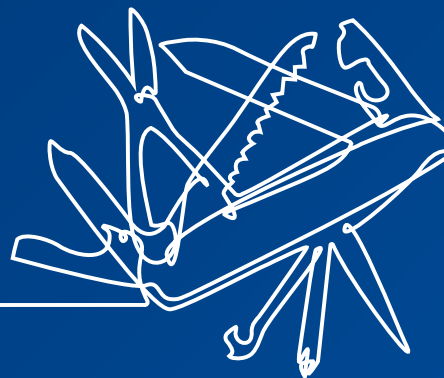
Bild: Aptean

„Unsere Kunden profitieren davon, dass wir sie von der Analyse über die Pilotphase bis zum produktiven Einsatz begleiten“, fasst Özden zusammen. „So wird MES zu einem echten Werkzeug, das Fertigungsprozesse transparent macht und messbar verbessert.“ Für Unternehmen bedeutet das konkret: bessere Nachverfolgbarkeit, zuverlässige Kennzahlen, schnellere Reaktionszeiten bei Störungen und eine Fertigung, die insgesamt effizienter und zukunftssicher ist.

TB

RALF M. HAASSENGIER ist Geschäftsführer und **WOLFRAM WIESE** ist Fachredakteur bei der PRX Agentur für Public Relations.

mpdv
WE CREATE SMART FACTORIES



SCHÄRFEN SIE IHRE WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

Effizienz entsteht durch die richtigen Werkzeuge. MPDV liefert die IT-Architektur, die Ihre Produktion in der Prozessindustrie und diskreten Fertigung nach vorne bringt. Präzise. Smart. Nachhaltig.

Jetzt Beratungs-Slot sichern:



<https://mpdv.info/branchen>

Mit Sequencing zu stabilen Abläufen

Vor allem bei OEM und Zulieferern mit eng getakteten Linien entscheidet die Auftragsabfolge darüber, ob Prozesse stabil laufen, Engpässe nicht eskalieren und sich Lieferzusagen einhalten lassen. Genau hier setzt Reihenfolgeplanung – Sequencing – an und wird zunehmend zur relevanten Steuerungsgröße. **VON ELENA GÜNZLER**

In vielen Branchen muss Serienfertigung heute standardisierte Abläufe mit wachsender Variantenvielfalt verbinden. Das Paradebeispiel ist die Automobilindustrie. Unterschiedliche Ausstattungen, individuelle Konfigurationen und kurzfristige Abrufe führen dazu, dass die Produktion im Alltag mit hoher Dynamik umgehen muss. Treffen dabei mehrere aufwändige Varianten unmittelbar aufeinander, entstehen schnell Belastungsspitzen. Besonders kritisch wird das an Stationen, die ohnehin sensibel auf Schwankungen reagieren, etwa in der Lackiererei oder bei Montageabschnitten mit hohem manuellem Aufwand.

Auch bei Zulieferern ist die Reihenfolge eine relevante Größe, zumal dort zusätzlich enge Anforderungen aus Just-in-Time- und Just-in-Sequence-Prozessen

hinzukommen. Schon kleine Änderungen bei Mengen, Prioritäten oder Abruffolgen können eine zuvor stimmige Planung aus dem Gleichgewicht bringen. Die Konsequenzen reichen von höherem Rüstaufwand über Störungen im Materialfluss bis hin zu Problemen bei der Auslastung einzelner Kapazitäten.

Was eine tragfähige Sequenz leisten muss

In dynamischen Produktionsumgebungen wird eine tragfähige Sequenz damit zu einer zentralen Steuerungsgröße. Dabei muss sie mehrere Anforderungen gleichzeitig erfüllen. Sie soll Termine absichern, die Auslastung entlang der Linie möglichst gleichmäßig halten und gleichzeitig Bestände sowie Rüstvorgänge begrenzen. Darüber hinaus darf die Reihenfolge arbeitsinten-

sive Varianten nicht ungünstig bündeln. Eine gute Sequenz entlastet damit zugleich Anlagen und Mitarbeitende und reduziert die Wahrscheinlichkeit ungeplanter Eingriffe in den Ablauf. Sie stabilisiert das Gesamtsystem.

Damit das gelingt, braucht Reihenfolgeplanung einen klaren Rahmen. Dazu gehören zum einen Regeln, die Unternehmen selbst festlegen – etwa zu Mengen, Abständen oder der Verteilung bestimmter Varianten. Zum anderen fließen Bedingungen ein, die sich aus Materialverfügbarkeit, JIT-/JIS-Vorgaben oder qualitätsrelevanten Anforderungen ergeben und im System berücksichtigt werden. Erst aus diesem Zusammenspiel entsteht eine tragfähige Auftragsfolge.

Zielkonflikte bewusst steuern

In der Praxis lassen sich diese Ziele aber nicht einfach gleichzeitig maximieren.

Sequencing zielt nicht darauf ab, eine theoretisch perfekte Reihenfolge zu berechnen, sondern unter realen Bedingungen die robusteste und wirtschaftlich sinnvollste Abfolge zu finden.

Bild: istock/Rommel Gonzalez





Eine gute Sequenz entlastet Anlagen ebenso wie Mitarbeitende und reduziert die Wahrscheinlichkeit ungeplanter Eingriffe. Sie stabilisiert das Gesamtsystem.

Bild: istock/Morsa Images

Wer einen Auftrag vorzieht, um einen Liefertermin zu sichern, erhöht unter Umständen den Rüstaufwand. Wer Lasten besonders stark glätten will, begrenzt eventuell die kurzfristig erreichbare Ausbringung. Sequencing bedeutet daher

IN DYNAMISCHEN PRODUKTIONS- UMGEBUNGEN WIRD EINE TRAGFÄHIGE SEQUENZ ZU EINER ZENTRALEN STEUERUNGSGRÖSSE.

immer, Zielkonflikte bewusst zu steuern. Es geht nicht darum, eine theoretisch perfekte Reihenfolge zu berechnen, sondern unter realen Bedingungen die robusteste und wirtschaftlich sinnvollste Abfolge zu finden.

Mit wachsender Variantenvielfalt und steigender Änderungsdynamik wird es für rein manuelle Planungen und klassische Planungstools immer schwieriger, die Vielzahl an Abhängigkeiten verlässlich

abzubilden. Erfahrung aus der Produktionssteuerung bleibt zwar unverzichtbar, reicht aber nicht mehr aus, um diese Abhängigkeiten allein verlässlich einzuordnen. Notwendig ist eine integrierte Sicht auf Aufträge, Variantenmerkmale, Restriktionen, Kapazitäten und Rückmeldungen aus der Fertigung. Genau deshalb entwickelt sich Sequencing zunehmend zu einer eigenständigen Disziplin innerhalb der Produktionssteuerung. Im MES-Kontext lässt sich diese Logik systematisch abbilden und mit Daten aus ERP und Shopfloor verknüpfen.

Kontinuierliche Anpassungen

Im Umfeld von PSIpenta/ERP und MES basiert die Reihenfolgeplanung zudem auf einem mehrstufigen Vorgehen. Ausgangspunkt ist ein konsolidierter Pool aus freigegebenen Aufträgen, Abrufen, Prioritäten und relevanten Merkmalen. Daraus wird zunächst ein tragfähiger Auftragsmix entwickelt, der Restriktionen beachtet und Belastungen möglichst ausgleicht. Erst darauf aufbauend entsteht die konkrete Tagesfolge für einzelne Linien oder Segmente. Ein Aufbau in dieser Form ist wichtig, weil er nicht vorschnell einzelne Aufträge priorisiert, sondern die Gesamtwirkung auf das System im Blick behält.


Hinzu kommt, dass Sequencing kein einmaliger Planungsschritt ist. Neue Abrufe, Rückmeldungen aus der Produktion oder veränderte Kapazitäten können die Ausgangslage jederzeit verschieben. Deshalb muss die Reihenfolgeplanung als fortlaufender Prozess verstanden werden. Gute Systeme unterstützen dabei, Zielgrößen neu zu gewichten und die Reihenfolge innerhalb definierter Leitplanken anzupassen, ohne den gesamten Ablauf aus dem Takt zu bringen.

SEQUENCING IST WEIT MEHR ALS OPERATIVE FEINJUSTIERUNG.

Wichtig ist dabei die Transparenz über den Auftragsmix. Planungsverantwortliche müssen erkennen können, an welchen Stellen sich Belastungsspitzen aufbauen, welche Variantenfolgen kritisch sind und wie sich unterschiedliche Sequenzen auf Termine, Regelkonformität und Auslastung auswirken. Erst durch diese Sichtbarkeit wird aus Planung eine fundierte Entscheidung.

Optimierungsverfahren und künstliche Intelligenz können diese Abwägungen wirksam vertiefen. Sie helfen dabei, viele Einflussgrößen gleichzeitig zu berücksichtigen, harte Restriktionen zuverlässig zu prüfen und unterschiedliche Alternativen nachvollziehbar zu bewerten. Ihr Nutzen liegt nicht darin, menschliche Entscheidungen zu ersetzen. Vielmehr schaffen sie eine belastbare Grundlage, indem sie Wechselwirkungen sichtbar machen und die Folgen verschiedener Sequenzen vergleichbar aufbereiten.

Sequencing als strategisches Steuerungsinstrument

Damit wird deutlich: Sequencing ist weit mehr als operative Feinjustierung. Es reduziert Störungen, verbessert die Planbarkeit und erhöht die Reaktionsfähigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Gerade unter dynamischen Bedingungen entwickelt es sich zu einem strategischen Steuerungsinstrument für mehr Stabilität und Leistungsfähigkeit. **RT** 

ELENA GÜNZLER

ist Produktmanagerin MES bei PSI Software SE, Business Unit Discrete Manufacturing.



Bild: PSI Software

Mit sicherem Griff

Mit seinen überwiegend aus Aluminium gefertigten Spannsystemen stellt Witte Barskamp sicher, dass Fertigungsstrecken weltweit weiterlaufen können. VW, Porsche, BMW, Audi und Jaguar sowie Kunden aus Medizintechnik und Raumfahrt kommen an diesen Produkten deshalb kaum vorbei. Im Zuge der Neuausrichtung implementierte der mittelständische Betrieb eine systematische Datenerfassung – in Zusammenarbeit mit MPDV. **VON MARKUS DIESNER**

Jeden Tag fertigen Mitarbeitende im niedersächsischen Bleckede etliche standardisierte Spann- und Haltesysteme, teilweise in komplexer Vakuumspanntechnik. Neben Standardausfertigungen liefern die Produktionsprofis bei Witte Barskamp maßgeschneiderte Teile, exakt auf Kundenwünsche abgestimmt. Die Folge ist ein hoher Planungsaufwand. Denn Maschinen müssen immer wieder neu eingestellt, Experten disponiert, Zeitbedarfe erhoben und koordiniert werden – keine leichte Aufgabe.

Sebastian Stamer, seit 16 Jahren bei Witte Barskamp, nimmt die Herausforderung gerne an. „Es ist natürlich speziell, alle diese Prozesse übereinander zu bekommen: Planungsprozesse, Maschinenprozesse,

Mitarbeiter“, bemerkt der Produktionsleiter. So müsse er sehr gezielt und konzentriert vorgehen, alltäglich neue Lösungen finden, um auch bei begrenzten Kapazitäten das

„MIT DER ENTSCHEIDUNG FÜR HYDRA X HALTEN WIR UNS FÜR DIE ZUKUNFT DEN WEG OFFEN UND DAS IST EIN RIESENVORTEIL.“

SEBASTIAN STAMER

Maximale herauszuholen. „Was mir dabei gefällt, ist der relativ große Freiraum. Ich schaue zusammen mit den Mitarbeitern: Wie bekommen wir das jetzt am besten

gelöst? Es ist stressig, aber wenn es dann klappt, ist es eine erfüllende Aufgabe.“

Bis vor zwei Jahren produzierte Witte Barskamp nach dem Verrichtungsprinzip: Prozessschritte wurden in Abteilungen gebündelt, die jeweils von einem Meister geführt wurden – ob in der Fertigung, der Montage oder in der Qualitätssicherung. „Dadurch gab es relativ viele Abteilungsgrenzen und jeder war nur bis dahin verantwortlich, wohin die Abteilung reichte“, erinnert sich Sebastian Stamer. „So sind Informationsverluste und Qualitätsverluste entstanden, die Geschwindigkeit hat gelitten und Fehler ließen sich nicht sofort abstellen, sondern oftmals erst sehr spät im Prozess.“

Mit Fertigungsinseln die Produktivität erhöhen

Daher setzt das Unternehmen seit 2022 auf Fertigungsinseln. „Die sind recht autark für ihren jeweiligen Geschäftsbereich zuständig und schlanker aufgestellt, es gilt also nicht mehr das Meisterprinzip, sondern es gibt eine hohe Teamverantwortung“, erklärt Sebastian Stamer. Ob Katalogstandardteile für den Vorrichtungsbau, Lohnfertigung oder Automatisierungstechnik – an den Inseln durchlaufen die Bauteile den gesamten Fertigungsprozess, inklusive Qualitätssicherung. „Um das sinnhaft zu steuern, braucht es Methoden und vor allen Dingen Transparenz. Das ist einer der Gründe, warum wir uns entschieden haben, mit MPDV zusammenzuarbeiten: Wir möchten mehr Informationen erheben und diese transparent aufbereiten.“

Projektgerecht planen, die Fertigungsinseln logistisch gut bedienen und Abläufe feinsteuern – da viele Teile bei Witte Barskamp individuell gefertigt werden, lassen sich Produktionszeiten vorab oftmals nur grob schätzen – was problembehaftet ist. „Um das in den Griff zu bekommen, muss ich jederzeit wissen, wo im Prozess ich eigentlich stehe. Wenn es Geschwindigkeitsverluste gibt, bevor eine Information überhaupt bei mir ankommt, ist das ein großes Problem.“ Seit Neuestem helfen ver-



Witte Barskamp: In der Produktion wird Digitalisierung nach und nach zum Muss.

Seit der Installation von Hydra X kann Witte Barskamp seine Maschinen- und Betriebsdaten in Echtzeit erfassen.

Bilder: Witte Barskamp



lässliche Maschinendaten Sebastian Stamer dabei, dieser Herausforderung gerecht zu werden. Die Lösung heißt Hydra X.

Ende 2024 brachte Witte Barskamp die Installation verschiedener Hydra-X-Komponenten zum Abschluss. Aktuell nutzt das mittelständische Unternehmen unter anderem das Order- und Ressourcenmanagement. Weitere MPDV-Lösungen helfen Planern und anderen Mitarbeitenden dabei, in Echtzeit Maschinen- und Betriebsdaten zu erfassen. Die Transparenz im Unternehmen hat sich dadurch bereits deutlich erhöht.

Durch modularen Aufbau bedarfsgerecht erweiterbar

Ein weiterer Grund, warum sich Witte Barskamp für Hydra X entschieden hat: „Ich sehe den großen Vorteil darin, dass das System modular aufgebaut ist und man es somit nach und nach erweitern kann.“ Je nachdem, wie sich die Anforderungen zukünftig entwickeln, kann das Steuerungsteam so niedrigschwellig auf unterschiedliche Anwendungen zurückgreifen, bei Bedarf zusätzliche Lösungen in das bestehende System integrieren. „Mit der Entscheidung für Hydra X halten wir uns für die Zukunft den Weg offen und das ist ein Riesenvorteil.“ Perspektivisch plant Sebastian Stamer unter anderem, Wartungs- und Qualitätssicherungsprozesse genauer abzubilden.

Auch wenn Witte Barskamp erst seit wenigen Monaten auf die MPDV-Lösung umgestellt hat, erste Trends sind bereits er-

kennbar: „Es zeigt sich unter anderem, dass unsere Gesamtanlageneffektivität, also die OEE, ausbaufähig ist. Wir wissen nun auch konkret, woran wir arbeiten müssen, zum Beispiel daran, das Artikelportfolio auf den einzelnen Maschinen anzupassen, damit wir eine höhere Laufzeit erreichen.“

MITTELS DATENGETRIEBENER ANPASSUNGEN MÖCHTE WITTE BARSKAMP DIE DURCHLAUFZEITEN UM BIS ZU 30 PROZENT VERKÜRZEN.

„Gerade bei den Teamleitern in der Fertigungssteuerung kommt die Umstellung gut an“, beschreibt Sebastian Stamer interne Reaktionen auf die Arbeit mit Hydra X. „Die Kollegen wissen jetzt immer, was ihre Maschinen machen und wo welches Teil steht. Ebenfalls positiv finde ich, dass man gegenüber der Geschäftsführung und anderen Fachbereichen besser aussagefähig ist. Vorher hat man sich da oft im subjektiven Bereich bewegt und der Nachweis war schwierig. Auch die Geschäftsführung kann durch die erhöhte Transparenz nun viel schneller Entscheidungen treffen.“

Optimierte Durchlaufzeiten dank Datentransparenz

Mittels datengetriebener Anpassungen hofft Sebastian Stamer, die Durchlaufzeiten im Unternehmen um bis zu 30 Prozent ver-

kürzen zu können. „Das führt natürlich zu schnelleren Lieferzeiten und verbessert potenziell auch die Liefertermintreue. Die Mitarbeitenden wiederum können ihre Zeit sinnvoller einsetzen und weniger Überstunden machen, weil die Prozesse von vornherein klarer sind.“ Weitere Vorteile sieht Sebastian Stamer in verschlankten Kommunikations- und Abstimmungsprozessen. „Vorher rannte man den ganzen Tag in der Firma herum, bis man alle Informationen beisammenhatte, die man brauchte. Jetzt sieht man auf einen Blick, was los ist. Die Arbeit ist einfach deutlich ruhiger und effizienter geworden.“

Sebastian Stamer würde sich jederzeit wieder für Hydra X entscheiden. „Die Anforderungen in der Produktion steigen, es gibt einen Fachkräftemangel. Da muss man sich zwingend mit Digitalisierung befassen.“ Anderen Firmen rät er, für die Umstellung ausreichend Zeit und Ressourcen einzuplanen. „Man legt nicht nur die Prozesse fest, sondern die IT muss hinterherkommen, die Rahmenbedingungen müssen passen und der Maschinenpark muss angeschlossen werden. Man muss sich also Zeit nehmen, da gut durchzusteuern.“ Perspektivisch hofft Sebastian Stamer, mittels MPDV-Lösungen möglichst viele Maschinen autark steuern und irgendwann auch Kleinstserien automatisiert fertigen zu können. **RT**

MARKUS DIESNER,

Principal Marketing Communications bei MPDV.

Zentrale Datenplattform verbindet Shopfloor und steigert Effizienz

Schneller das Werkstück produktiv in der Maschine bearbeiten und gleichzeitig die Nebenkosten minimieren: Ein durchgängig integrierter Informationsfluss vom ERP-System bis in den Shopfloor erfüllt diese Anforderungen beim Hersteller Berg Spanntechnik dank dem ECO-System von Coscom. **VON DR. BERNHARD VALNION**

Der kundige Blick in den Shopfloor offenbart, dass der Wille zur durchgängigen Digitalisierung dort viel größer zu sein scheint als im Officefloor oder in der Entwicklung. Kein Wunder auch, denn das Streben nach einem Ende-zu-Ende gedachten Prozessdesign hat in der Fertigung eine lange Tradition. Es ist die Antwort auf den Fachkräftemangel und dient dazu, durch gesteigerte Effizienz dem Kostendruck Paroli zu bieten.

Die Berg Spanntechnik aus Bielefeld hatte entschieden, ein digitales Prozessnetzwerk mit der zentralen Datenplattform von Coscom mit dem Ziel einzuführen, die vorhandenen IT-Insellösungen in der Produktion zu einem schlagkräftigen Ganzen zu vernetzen. Alle Fertigungsinformatio-

nen werden nun übersichtlich auf einer Benutzeroberfläche präsentiert, in der die Daten von verschiedenen Anwendungen aus dem CAD/CAM-System Esprit Edge und dem Werkzeug-Voreinstellgerät vom Grundstücksnachbarn Haimer aufgabengerecht auf einen Blick zusammengefasst werden. Die Vor-Ort-Visualisierung der Produktionsdaten erfolgt über die InfoPoint-Terminals von Coscom in unmittelbarer Nähe der Dreh-Fräsbearbeitungszentren.

Prozesssichere und innovative Palettenspannung

Berg ist bekannt für seine flachbauenden Spannköpfe und Nullpunktspannsysteme. Sie sind konzipiert als Schnittstelle zwischen Maschinentisch und Palette, wobei

sie sich insbesondere für den automatisierten Palettenwechsel eignen. Ziel dieser Konstruktionen ist stets, mit wenig einwirkender Kraft ein hohes Haltevermögen zu erzeugen. Das Unternehmen ist auf die Konstruktion und hochpräzise Fertigung von modularen Spannsystemen für alle marktüblichen Schnittstellen in Getriebe- und Motorspindeln spezialisiert.

Ein weiterer Bestandteil des Produktportfolios sind Drehdurchführungen zur Übergabe von Medien wie Kühlschmiermittel, Luft oder Hydraulikölen. Der Maschinenpark umfasst insgesamt 18 Dreh- und Fräszentren sowie Schleifmaschinen, die teilweise in Doppelschicht von gut 30 Werkern bedient werden.

Ein moderner Gebäudekomplex beherbergt insgesamt 5.000 m² Produktionsfläche. Das sollte nicht unerwähnt bleiben: Besonders stolz ist man auf die geringen Fertigungstoleranzen von $\pm 1 \mu\text{m}$ bei jeweils vier gemeinsam gefertigten Nullpunktspannsystemen – das muss erst einmal einer nachmachen!

Ganz vorne dabei – auch bei der Digitalisierung

Die Installation des ECO-Systems war für Berg ein großer Schritt. Der zuvor genutzte DNC-Service von DLoG konnte nach dem Umstieg auf moderne IT-Systeme nicht mehr installiert werden. Der Support war abgekündigt worden, nachdem der Lieferant von einem größeren Unternehmen übernommen wurde. Auch die zuvor genutzte Werkzeugverwaltung bereitete Probleme. Ein verpflichtendes Werkzeugverwaltungs-Upgrade vom Hersteller wäre in der gleichen Preisregion gewesen wie eine Neuanschaffung.

„Wir waren aus Erfahrungen gezwungen, uns nach Alternativen umzusehen. Dabei sind wir auf die Möglichkeiten der



Die Berg Spanntechnik produziert modulare Spannsysteme für Umform- und Zerspannungsmaschinen, die an verschiedenen Schnittstellen eingesetzt werden. Bilder: Coscom Computer, Berg Spanntechnik



Der Maschinenpark von Berg Spanntechnik umfasst 18 Dreh- und Fräszentren sowie Schleifmaschinen. Die Datenvisualisierung erfolgt über InfoPoint VM direkt an den NC-Maschinen.

Satellitenanbindungen mit einer zentralen Plattform beziehungsweise modularen Lösung von Coscom Computer aus Ebersberg bei München gestoßen. Schnell wurde uns klar, wie weit uns dies bringen würde. Und das Versprechen von einem langfristigen Support bewies uns einmal mehr, dass wir mit der Entscheidung genau richtig lagen“, erinnert sich Oliver Oberkoch, zuständig für die CAM-Programmierung und Fertigungsplanung bei Berg. Gemeinsam mit Dirk Deppe, Meister mechanische Fertigung, betreut er die Einführung von Coscom. Dirk Deppe berichtet: „Uns war klar, dass wir einen neuen längeren Digitalisierungsweg gehen und eine Menge an Arbeit vor uns haben. Aber wir waren schon froh, sicher zu sein, dass wir es dabei nur mit einem Ansprechpartner zu tun haben werden.“

Schließlich mussten intern Daten miteinander abgeglichen und die Schnittstellenthematik mit den im Hause vertretenen Anbietern geklärt werden. „Für uns allein wäre das echt schwierig geworden“, erinnert sich der Meister der mechanischen Fertigung. Auch Ingo Kolberg, Senior Sales-Manager bei Coscom, lässt die Zeit noch mal Revue passieren: „Auf unser Anraten hin wollte Berg die Werkzeugverwaltung nicht einfach durch eine andere ersetzen. Schließlich hatten wir das Argument ins Spiel gebracht, dass es von sehr großem Vorteil wäre, zukunftsfähige Prozesse und Daten, zum Beispiel Fertigungsinformationen, den Maschinenpark, NC-Programme, das Werkzeugmanagement, fertigungsrelevante ERP-Informationen, über eine zentrale Datenplattform gesteuert einzuset-

”

Die Werker haben gemerkt, dass das System von Coscom wirklich gut ist, ja sogar besser ist, als wir es früher gemacht haben.“

OLIVER OBERKOCH, BERG SPANNTÉCHNIK

zen. Uns ging es dabei um den vollständigen Artikelbezug des Fertigungsauftrags vom NC-Programm bis zur Bearbeitung, also um die gesamte Prozesskette.“ Und was versprochen wurde, wurde auch eingehalten: „Jetzt ist alles wunderbar gelöst. Bezogen auf einen Artikel werden in nur einem digitalen Fertigungsdatenblatt alle relevanten Prozessinformationen zentral abrufbar angezeigt“, erläutert Oliver Oberkoch.

Alles kreist im zentral angelegten ECO-System

Das neue Prozessnetzwerk von Coscom verbindet die intern gewachsene Systemlandschaft mit den „Satelliten“ im Shopfloor. Der zentrale Data Hub ist FactoryDirector VM (Virtual Machining), in dem alle Fertigungsinformationen strukturiert abgelegt werden. Hierzu gehören Artikelstamm- und Arbeitsplandaten aus dem ERP-System. Als führendes ERP-System nutzt Berg APplus. Alle im Shopfloor erzeugten Daten und Informationen werden nun in der zentralen Datenbank dem versionierten Fertigungsartikel und der konkreten Arbeitsfolge (Vorgang) des Arbeitsplans zugeordnet. FactoryDirector VM ist auch die operative Schaltstelle für die integrierten Anwendungssysteme, wie das CAD/CAM-System Esprit Edge, die virtuellen Maschinen, die Dreh-Fräsbearbeitungszentren und das Werkzeug-Vorein-



Eingespieltes Team: Ingo Kolberg von Coscom Computer sowie Dirk Deppe und Oliver Oberkoch von Berg Spanntechnik (v.l.n.r.).



Das Werkzeugvoreinstellgerät von Haimer tauscht Daten im Prozess eingebunden aus: vom Rüstzentrum mit dem Toolmanagement-Modul ToolDirector VM.

stellgerät von Haimer. Die Visualisierung der Fertigungsdaten findet am Point of Interest über InfoPoint VM direkt an den Werkzeugmaschinen statt.

Führende Rolle bei der Prozessintegration übernehmen

Die Integration der Satellitensysteme war kein Selbstläufer. Vielmehr erforderte es aktives Management, übrigens eine jahrelang erarbeitete Kernkompetenz von Coscom. „Damit alle Systeme konzertiert zusammenarbeiten, müssen viele Interessen aufeinander abgestimmt und gebündelt werden“, erklärt Ingo Kolberg. Zu einem schlagkräftigen Team gehören die interne Projektleitung und die Shopfloor-Anwender bei Berg, die Systemanbieter wie APplus, Pimpel (CAD/CAM-System Esprit) und Haimer Microset (Werkzeugvoreinstellgerät). Die Führung bei der Prozessintegration zu übernehmen, sei sehr wichtig, denn „viele Systemanbieter wollen zwar ihre Tools verkaufen, beschäftigen jedoch keine eigenen Prozessintegratoren“, erklärt Ingo Kolberg.

Viele zufriedene Kunden und auch die Integrationspartner sind der langjährige Beweis, dass Coscom sich als „Dirigent“ seine Meriten verdient hat. „Inzwischen fragen uns renommierte System-, Werkzeug- und Maschinen-Anbieter, wie sie ihre Daten bereitstellen sollen, damit sie für die Shopfloor-Digitalisierung optimal

genutzt werden können. Wir nutzen bei der Integration moderne REST-Services und andere Kommunikationsvehikel, um diese Systeme effektiv einzubinden“, sagt Ingo Kolberg. Inzwischen pflegen die Ebersberger nicht nur mit CAD/CAM-Anbietern einen intensiven Dialog: „Sie lassen ihre Schnittstellen von uns zertifizieren. Mit dem Kunden indes reden wir nicht über Schnittstellen, sondern über den Nutzen in der neuen Prozessintegration zur Erreichung der definierten Digitalisierungszie-



Im digitalen Einrichtblatt der InfoPoint-Terminals erhält der Werker alle Informationen, die er für die Auftragsbearbeitung benötigt.

le“, stellt der langjährige Mitarbeiter klar. Die Integration bietet Berg den Vorteil der Rüstzeitoptimierung durch das Anlegen von digitalen Zwillingen der Werkzeuge. Dies hat zum Ziel, die Wiederverwendung von Werkzeugen durch die Kenntnis zu steigern, in welchem CNC-Programm für einen anderen Artikel das Werkzeug bereits verwendet wurde. Es besteht die Möglichkeit, aus dem CAM-Programm heraus mit ToolDirector VM zu kommunizieren, um bei Bedarf Werkzeuge auszutauschen.

Durchführung eines bidirektionalen Informationsaustausches

Weitere Highlights des ECO-Systems sind neue Möglichkeiten im intelligenten Prozessnetzwerk, zum Beispiel mit dem CAM-System, einen bidirektionalen Informationsaustausch auch „rückwärts“ durchzuführen, wenn beim gelaufenen CNC-Programm die Werkzeuge verändert wurden.

Früchte trägt die Integrationsleistung noch an anderen Stellen: Das CAD/CAM-System Esprit lässt sich aus ECO-System mit den Fertigungsdaten direkt starten. Wird das CAM-System beendet, sind alle Werkzeuge, die während der Programmierung im Prozess genutzt wurden, automatisch dokumentiert und transparent abgelegt. Dies ist eine Frage der Konfiguration des ECO-Systems, deren Nutzung Berg derzeit weiter ausbaut und integriert.

Es erfordert eine breite Expertise, Werkzeugdaten in einen prozessfähigen digitalen Zwilling zu verwandeln. Und dies

muss immer wieder unter Beweis gestellt werden, weil sich die Schnittstellen der Integrationspartner von Zeit zu Zeit ändern. Coscom stellt daher professionelles Projektmanagement für die Prozessintegration bereit, wobei auch die Geschäftsstelle in Dortmund über ein entsprechend qualifiziertes Team verfügt.

Fortschritte bei der Shopfloor-Digitalisierung

Die Digitalisierung des Shopfloors macht bei Berg beachtliche Fortschritte. Inzwischen sind mehr als 5.000 Artikel angelegt, rund 15.000 CNC-Programme und mehr als 1.000 digitale Zwillinge von Werkzeugen im Zugriff. „Durch die fehlende Übersicht haben wir zuvor Werkzeuge doppelt angelegt, etwa indem das gleiche Werkzeug über zwei verschiedenen Stammdatensätze geführt wurde“, erinnert sich Dirk Deppe. Das käme nun nicht mehr vor. Für Klarheit



Damit die vorhandenen Systeme konzertiert zusammenarbeiten, müssen viele Interessen aufeinander abgestimmt und gebündelt werden.“

INGO KOLBERG, COSCOM

sorgt auch die Verwendung des Namensgenerators innerhalb des ECO-Systems. Dieser Mechanismus zählt automatisch die Bezeichnungen der Werkzeuge/Namen hoch. Diese Verweise sollen später ans ERP-System übergeben und dort in Tabellen abgelegt werden. Keine Frage, es geht in Siebenmeilenstiefeln voran. Ein weiteres Beispiel: Jüngst hat das System ein Update erhalten und somit die aktuelle Schnittstelle zu APplus freigegeben. Im Anschluss wird das ERP-System betreuende Team dies auf Herz und Nieren prüfen bzw. einsetzen.

Kostenoptimierung bei der Nutzung von Werkzeugen

Der Datenfluss vom ERP-System hin zum ECO-System funktioniert bereits einwandfrei. „Wir müssen aber noch prüfen, ob auch der Datenfluss zurück korrekt ist, weil in Coscom viel mehr Shopfloor relevante Daten angelegt werden können, als dies im ERP möglich ist“, erklärt Oliver Oberkoch.

Weitere Daten sollen schließlich über die noch zu implementierende Warehouse-Funktionalität an APplus übergeben werden können.

Die Warehouse-Module von Coscom in Ergänzung zum ToolDirector VM ermöglichen eine direkte Kommunikation. Der Lagerort und die Bestandsführung von Werkzeugkomponenten und Komplettwerkzeugen, mögliche Fehlteile zu identifizieren und somit die Verfügbarkeit zu steigern, macht die Werkzeuglogistik durchgängig transparent.

Die Anbindung ans prozessführende ERP-System macht den Werkzeuglogistik-Prozess komplett. Ingo Kolberg erklärt: „In ToolDirector VM gibt es einen durchgängigen Verwendungsnachweis. Mit dieser Funktion lässt sich einsehen, in welchen Artikeln, in welchen CAM/NC-Programmen, mit welchen Werkzeugkomponenten, auf welcher Maschine etc. bestimmte Werkzeuge für die Fertigung eingesetzt wurden. Damit ist bekannt, welche Top- und Flop-Listen von Werkzeugen mit welchen Ergebnissen benutzt wurden. Die Erfahrungen aus dem durchgängigen Prozess-Know-how können entsprechend zukünftig weiter wirtschaftlich genutzt werden, z. B. im Verbund ebenfalls mit dem ERP-System. Damit besteht die Möglichkeit, detaillierte Auswertungen hinsichtlich Verbräuche, Beschaffungen und reale Kostenauswertungen durchzuführen.“

Hohe Akzeptanz bei den Werkern

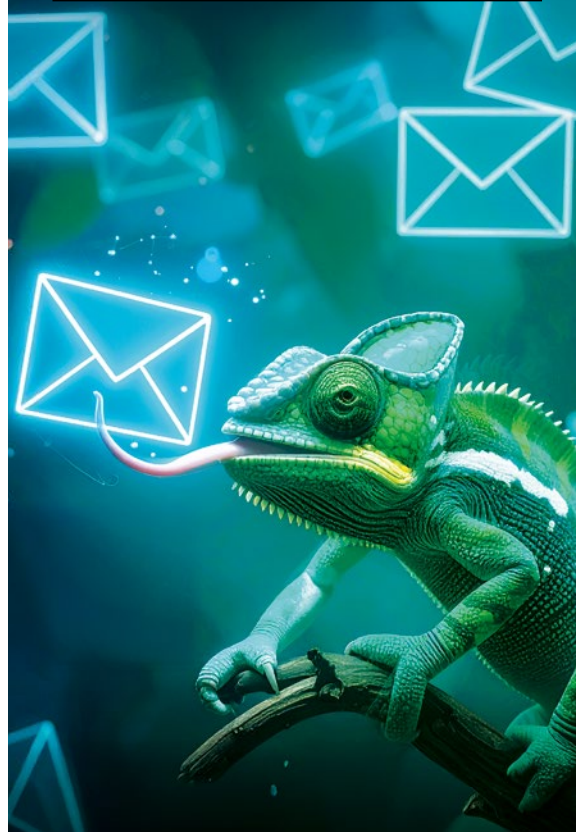
Oliver Oberkoch lobt das bisher Erreichte: „Alle Tätigkeiten werden in einer Benutzeroberfläche vereint abgebildet. Die Mitarbeiter müssen nicht mehr in fünf verschiedenen Systemen nach Informationen suchen. Der Schulungsaufwand hat sich so minimiert.“ Zunächst gab es Vorbehalte unter den Workern gegenüber der neuen Arbeitsumgebung, die aber einer breiten Akzeptanz gewichen sind. Oliver Oberkoch erläutert den Grund: „Die Werker haben gemerkt, dass das System von Coscom wirklich gut ist, ja sogar besser ist, als wir es früher gemacht haben. Es können auch im Infodatenblatt vernetzte Informationen hinterlegt oder zur Schichtübergabe mitgenutzt werden, zum Beispiel Probleme, die beim Aufruf eines CAM-Programms mehrfach aufgetreten sind.“ **SG**

DR. BERNHARD VALNION

ist freier Fachjournalist in München.

**AUS DEM
BRANCHENDICKICHT
GESCHNAPPT!**

**DER
NEWSLETTER,
DER ZU
IHNEN PASST.**



**Wissen, das kleben bleibt – jetzt den
NEWSLETTER kostenfrei sichern.**



www.digital-manufacturing-magazin.de/newsletter

DIGITAL MANUFACTURING

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

In die Tiefen des Weltalls

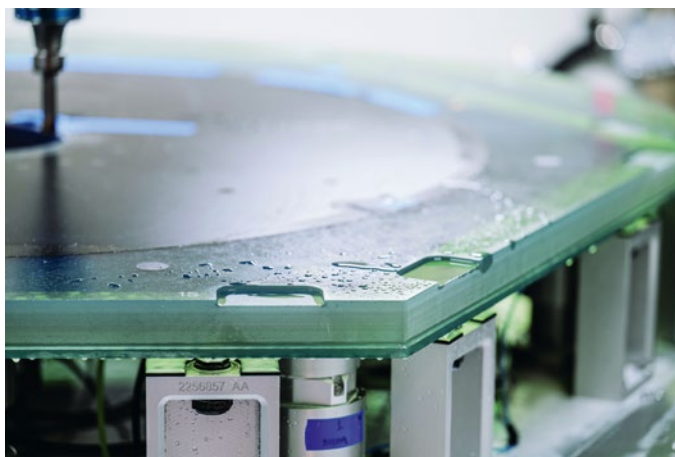
Coherent Aerospace & Defense ist auf die Präzisionsbearbeitung optischer Elemente und Baugruppen für die Luft- und Raumfahrt sowie die astronomische Forschung spezialisiert. Bei der Glasbearbeitung setzt das Unternehmen auf die Ultrasonic-Technologie von DMG Mori. Mit der Anschaffung einer Ultrasonic 200 ist nun auch die wirtschaftliche Fertigung von Spiegelsegmenten für Riesenteleskope möglich. **VON MICHAEL KIRBACH**

Neue und größere optische Teleskope mit Durchmessern von bis zu 30 Metern helfen den Forschern, noch tiefer ins All zu blicken, um grundlegende Fragen der Astronomie, Astrophysik und Kosmologie zu beantworten. Die Herausforderung beim Bau dieser Riesenteleskope besteht in der Bearbeitung der sechseckigen Spiegelsegmente, aus denen der gesamte Spiegel zusammengesetzt wird. Mehrere hundert davon sind nötig, um die Optiken mit Durchmessern von über 30 Metern zu bauen. „Die ursprüngliche Form dieser Segmente ist ein runder Spiegel mit einem Durchmesser von einhalb Metern und einer Dicke von nur 45 Millimetern“, erklärt Matthew White, Senior Manager of Manufacturing Engineering bei Coherent. „Diese bringen wir in eine sechseckige Form, das sogenannte Hexing. Dabei werden auch Montagefunktionen wie Sensortaschen integriert.“

Bis zu zehnmals schnellere Produktion dank Ultrasonic-Technologie

Die konventionelle Bearbeitung solcher Gläser erfolgt seit vielen Jahren auf Bearbeitungszentren mit Diamantwerkzeugen, allerdings in relativ langsamer Geschwindigkeit.

Montagefunktionen, zum Beispiel Sensortaschen, werden ebenfalls in das Werkstück integriert.



„Bei den großen Spiegelsegmenten und den für uns enormen Stückzahlen würde es viele Jahre dauern, eine Sternwarte auf diese Weise auszurüsten“, rechnet White vor. In der Ultrasonic-Technologie von DMG Mori sah man das Potenzial, die Bearbeitungszeit drastisch zu reduzieren. Bei der Ultraschallbearbeitung schwingt das Diamantwerkzeug entlang seiner Achse mit hoher Frequenz und geringer Amplitude – zusätzlich zur eigenen Hochgeschwindigkeitsrotation des Werkzeugs. „Dadurch können wir das Material sechs- bis zehnmals schneller abtragen. Gleichzeitig erhöht sich die Standzeit des Werkzeugs erheblich“, sagt

White. Das Verfahren hat sich zum Beispiel in der Halbleiterindustrie längst bewährt. Coherent hat es nun auf die Bearbeitung von noch größeren Glasbauteilen übertragen.

XXL-Bearbeitung mit der Ultrasonic 200

Für die Ultraschallbearbeitung großer Bauteile hat DMG Mori die Ultrasonic 200 im Programm. Die Maschine basiert auf dem DMU 200-Portal und bietet Verfahrwege von 4.000 x 2.000 x 1.200 Millimeter. Das stabile Fundament der Gantry-Konstruktion ist eine optimale Basis für die hochpräzise Bearbeitung der Spiegelsegmente. Coherent goss zu diesem Zweck eine neue Betonplatte, die zusätzlich verstärkt wurde. „Das sorgt für mechanische Stabilität“, erklärt White. „Außerdem haben wir die Temperaturregelung in der Halle verbessert, um konstante Umgebungsbedingungen zu erreichen.“

Zuverlässiges Spannen und Bearbeiten

Die größte Herausforderung liegt jedoch in dem enormen Durchmesser und der geringen Dicke. „Bei einem normalen Spannvorgang könnte sich das Bauteil verziehen“, sagt White. Das Bauteil könnte nach dem Lösen aus der Vorrichtung herausspringen, was die Maßhaltigkeit gefährden würde. Aufgrund der asymmetrischen und asphärischen Form ist auch eine einfache

Die Ultrasonic 200 Gantry bietet Verfahrwege von 4.000 x 2.000 x 1.200 mm. Das stabile Fundament der Gantry-Konstruktion ist eine optimale Basis für die hochpräzise Bearbeitung der Spiegelsegmente.



Vakuum-Spannvorrichtung keine geeignete Lösung, so dass die Ingenieure von Coherent einen eigenen Werkzeugansatz entwickelten, der eine Kombination aus Stütz- und Spannsystemen verwendet. White ist mit dem Ergebnis sehr zufrieden: „Damit wird das Spiegelsegment in allen Freiheitsgraden fixiert, ohne dass es zu unerwünschten Verbiegungen kommt.“ Er fügt hinzu, dass er von den Bearbeitungsergebnissen des zuverlässigen Prozesses beeindruckt ist: „Die Ultrasonic-Technologie reduziert durch die ständige Kontakunterbrechung zwischen Werkzeug und Werkstück die auftretenden Prozesskräfte

deutlich. Das sorgt zum einen für perfekte Oberflächen und Schnittkanten, weil es praktisch keine Materialausbrüche gibt. Zum anderen kommt sie auch dem komplexen Spannkonzep maximal entgegen.“

Partnerschaftliche Zusammenarbeit mit DMG Mori auf allen Ebenen

Die Gründe für die Investition in das große Ultrasonic-Modell von DMG Mori waren zum einen die guten Erfahrungen mit der innovativen Bearbeitungstechnologie. Zum anderen gab es bereits eine gute Partnerschaft mit dem Werkzeugmaschinenhersteller. „Die Reaktionszeiten im Service sind immer gut und die individuellen Konfigurationsmöglichkeiten der Maschinen erleichtern die Auswahl“, bewertet Matthew White die Zusammenarbeit. Diese möchte er auch bei zukünftigen Investitionen fortsetzen. „Im nächsten Schritt werden wir unsere Ultrasonic-Kapazitäten mit einer Ultrasonic 80 eVo linear erweitern.“ KF



Bei der Bearbeitung schwingt das Diamantwerkzeug entlang seiner Achse mit hoher Frequenz und geringer Amplitude. Bilder: DMG Mori



Dank der Ultrasonic-Technologie können wir Spiegel bis zu einer Größe von zwei Metern prozesssicher herstellen – und das bis zu zehnmals schneller.“

MATTHEW WHITE

MICHAEL KIRBACH ist Leiter des DMG Mori Aerospace Excellence Centers.

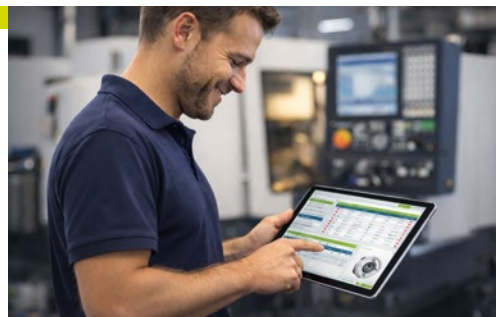
proMExS verbindet Planung und Shopfloor

In der Fabrik ist der reibungslose Informationsfluss zwischen Planung und Shopfloor ein wichtiger Erfolgsfaktor. Doch oftmals klappt hier eine Lücke: Planungsdaten sind in der Produktion nicht aktuell verfügbar, während Rückmeldungen aus der Fertigung verzögert oder unvollständig zurückfließen. Die Folge: Stillstände, Abstimmungsaufwand und ineffiziente Prozesse.

Mit proMExS schafft Sack EDV-Systeme die Grundlage für eine durchgängige, transparente Fertigungssteuerung. Das modulare MES kombiniert Feinplanung mit aktuellen Produktionsdaten und lässt sich nahtlos an bestehende ERP-Systeme anbinden. So entsteht eine verlässliche Basis für fundierte Entscheidungen und stabile Prozesse.

proMExS bietet webbasierte Anwendungen zur gezielten Einbindung des Shopfloors: Infomonitor und BDE-Terminal. Die Lösungen machen Informationen dort verfügbar, wo sie benötigt werden – und führen Rückmeldungen direkt am Ort ihrer Entstehung ins System zurück.

Der Infomonitor fungiert als zentrale Informationsdrehscheibe in der Fertigung. Ohne lokale Installation und flexibel auf mobilen Endgeräten nutzbar, stellt er Planungsdaten wie Arbeitsvorräte, Reihenfolgen oder relevante Dokumente unmittelbar bereit. Mitarbeitende erhalten jederzeit einen aktuellen Überblick.



ANZEIGE

Die modulare MES-Lösung proMExS bietet webbasierte Anwendungen zur gezielten Einbindung des Shopfloors.

Bild: Sack EDV-Systeme GmbH

Sie können Informationen direkt aus der Fertigung erfassen und dokumentieren.

Produktionswissen dauerhaft verfügbar

Das BDE-Terminal ermöglicht die strukturierte Erfassung von Ist-Daten und Fotodokumentation. Rüst- und Bearbeitungszeiten, Mengen, Ausschussgründe oder Störungen werden direkt am Shopfloor dokumentiert und den jeweiligen Aufträgen zugeordnet. So entsteht wertvolles Produktionswissen, das dauerhaft im System verfügbar bleibt.

Planung und Fertigung arbeiten so auf einer gemeinsamen, aktuellen Datenbasis – auch bei kurzfristigen Änderungen. Das Ergebnis: weniger Such- und Abstimmungsaufwand, reduzierte Stillstandzeiten und eine deutlich verbesserte Planungsqualität.



Sack EDV-Systeme GmbH
Tel.: +49 791 95 67 73 0 0
E-Mail: info@sackedv.com
www.sackedv.com

Weniger Spannmittelwechsel – mehr Aufträge auf einer Maschine

Wie lassen sich Rüstzeiten in der spannenden Fertigung weiter reduzieren? Geht es nach dem Spanntechnik-Hersteller SMW-Autoblok, ist hier die Grenze des Machbaren noch längst nicht erreicht. Zusammen mit SMW-Electronics stattet das Unternehmen seine Spannsysteme mit Sensorik und Steuerungsfunktionen aus und bringt damit ihre Fähigkeiten mit großen Schritten in Richtung digitale Fabrik voran. **VON PETRA MÜLLER**

Spanntechnik ist ein Schlüsselement, wenn es um kurze Rüstzeiten in der Fertigungsindustrie geht. Sie kann Betriebe darin unterstützen, Prozesse trotz hoher Variantenvielfalt und schwindender Fachkräfte effizient zu gestalten. „Fertigungsbetriebe benötigen ein hohes Maß an Agilität, um dem zunehmenden Grad des dynamischen Wandels in Produktionsprozessen gerecht zu werden. Dies wird ihnen durch die Vielzahl der zu fertigenden Bauteilvarianten erschwert“, sagt Tobias Schneider, verantwortlich für das Business Development bei SMW-Autoblok. „Gefragt sind daher Spannsysteme, die sehr flexibel und automatisierbar sind.“

SMW-Autoblok entwickelt und fertigt Komponenten der rotierenden und stationären Spanntechnik für die spannende Fertigung. Die Gruppe bündelte 2021 ihre globalen Aktivitäten im Bereich digitalisierter Prozesse und Automation in dem eigenständigen Unternehmen SMW-Electronics. Damit forcierte SMW die Digitalisierung der Spannsysteme und kann heute komplette Automationsprozesse mit schlüsselfertigen Lösungen aus einer Hand ausrüsten. „Unsere automatisierbaren Produkte funktionieren immer auch autark“, so Schneider. „Da sie modular konzipiert wurden, sind sie genau aufeinander abgestimmt und lassen sich zu einem funktionierenden System zusammenfügen.“

Sensorik für die präzise Kontrolle von Position und Kraft

Für die zerspannende Fertigung hat SMW im vergangenen Jahr einen der ersten automatisierbaren hydraulischen Langhubspanner auf den Markt gebracht. Der SLX Digit ermöglicht das Bearbeiten einer hohen Teilevielfalt ohne häufige Spannmittelwechsel auf einer Maschine. Dafür nutzt



In der Werkstückbearbeitung ermöglicht der SLX Digit eine hohe Variantenvielfalt mit wenigen Spannmittelwechseln. Die Backen können per Roboter gewechselt werden.

Bild: GROB-Werke

er ein lineares absolutes Wegmesssystem, mit dem sich der extra lange Spannhub von 55 Millimetern je Backe stufenlos genau auf das jeweilige Werkstück anpassen lässt. Die Backen lassen sich somit vorpositionieren. Geschieht das direkt während des Werkstückwechsels, spart dies weitere Rüstzeit ein.

„KURZE RÜSTZEITEN DANK HOHER FLEXIBILITÄT SIND NUR SO WERTVOLL, WIE ES DIE PROZESSSICHERHEIT ZULÄSST.“

TOBIAS SCHNEIDER, SMW-AUTOBLOK

Mit dem SLX E-Motion bietet SMW den Langhubspanner auch als eine zu 100 Prozent elektrisch betriebene Variante mit 99 Millimeter Hub je Backe an. Bei ihm ermöglicht das integrierte Wegmesssystem,

dass man die Backenposition stufenlos einstellen kann. Zudem lässt sich die Spannkraft einzelnen Prozessschritten genau zuweisen. Der SLX E-Motion kann über eine Profinet-Schnittstelle in die Maschinensteuerung integriert werden. Dadurch ist es möglich, die Prozessparameter Position und Spannkraft auch während der Bearbeitung zu überwachen und jederzeit anzupassen.

Ein fehlerhaftes Zerspanen ist ausgeschlossen

„Kurze Rüstzeiten dank hoher Flexibilität sind nur so wertvoll, wie es die Prozesssicherheit zulässt“, ergänzt Schneider. Die Themen Bauteilerkennung und Spannkraft

terhalt spielen daher in der Entwicklungsarbeit von SMW eine wichtige Rolle. So verfügt der hydraulische SLX Digit über integrierte Sicherheitsventile, die bei Druckabfall die Spannkraft erhalten und damit ein Herausfallen des Werkstücks verhindern. Er ermöglicht zudem eine Bauteilerkennung, die standardmäßig mittels Air Sensing und optional induktiv via E-Sensing, dem digitalen Werkstückanschlag von SMW, erfolgt. Liegt das Bauteil nicht korrekt an seiner Position, startet die Bearbeitung nicht. Ein fehlerhaftes Zerspanen ist damit ausgeschlossen.

Federpaket für durchgängige Spannkraft

Der mechatronische SLX E-Motion realisiert den Spannkrafterhalt über ein SMW-eigenes System. Es besteht aus Motor, Getriebe und einem Federpaket. Bei Energieausfall wird somit die Spannkraft konstant aufrechterhalten. Eine Motorbremse verhindert, dass der Motor unerwartet anläuft und beispielsweise unkontrolliert die Spannung löst.

Die Bauteilerkennung erfolgt hier über die E-Sensing-Einheit. Es ist in der Lage, mikrometergenau das Vorhandensein eines Werkstücks zu erkennen, was die Präzision der Air-Sensing-Methode noch übertrifft. Optional kann man den SLX E-Motion mit einem zweiten Sensor ausstatten; damit lässt sich zusätzlich eine Schräglage des Werkstücks erkennen.

Spanntechnik für die mannlose Fertigung

„Mithilfe der Sensorik werden Spannmittel erst automatisierbar“, sagt Schneider von SMW. „Mit vorgeschaltetem Roboter ist auch ihr Einsatz in der Automationszelle möglich“, ergänzt er. Für den SLX Digit kann über eine Pin-Betätigung der Backenwechsel durch einen Roboter erfolgen. Mit dem SLX E-Motion lässt sich durch die Einstellungsmöglichkeiten von Position und Kraft eine komplett mannlose Fertigung realisieren. Die vorgeschalteten Roboter kann SMW mit Greifsystemen in der passenden Größe ausstatten, sodass auch hier die durchgängige und prozesssichere Auslegung eines Systems garantiert ist.

Induktive Koppelsysteme schaffen Bewegungsfreiheit

Für das Übermitteln der sensorisch erfassten Signale stellt SMW ebenfalls eine eigens entwickelte Lösung bereit. Induktive Koppelsysteme übertragen sowohl Signale

als auch Energie berührungslos zwischen mobilen und stationären Einheiten. Der Austausch erfolgt über einen Luftspalt und damit komplett ohne Kabel, Stecker oder Schleifringe. Das macht die Systeme nicht nur verschleiß- und wartungsarm, sondern ermöglicht auch die Bewegungsfreiheit für mobile Einheiten.

FÜR DAS ÜBERMITTELN DER SENSORISCH ERFASTEN SIGNALE STELLT SMW EINE EIGENS ENTWICKELTE LÖSUNG BEREIT.

Induktive Koppelsysteme gibt es in verschiedenen Formaten, die jeweils auf die Eigenschaften unterschiedlicher Anwendungen abgestimmt sind. Die scheibenförmigen Koppelsysteme der F-Reihe oder die zylindrischen Induktivkoppler sind in beide Richtungen endlos rotierbar, was sie unter anderem für den Einsatz in Werkzeugmaschinen prädestiniert. Das kubische Koppelsystem C40 eignet sich beispielsweise für Wechselpaletten. Eine weitere Variante ist die Hybrid Rotary Union (HRU). Sie verbindet die Technologie der induktiven Koppelsysteme mit der konventionellen Technik der Drehzuführung. Als neue hybride Drehzuführung stellt sie neben der Energie- und Signalübertragung auch die Versorgung mit Luft, Öl oder Kühlmittel her. Dabei ist auch sie in beide Richtungen vollständig rotationsfähig.

KI-fähige SMW-Produkte könnten Stillstandzeiten weiter reduzieren

Koppelsysteme und Sensorik sind für Schneider maßgeblich für den nächsten Entwicklungsschritt. „Innovative Technologien ermöglichen es uns, die Fertigungsprozesse mithilfe der erfassten Sensorik-Signale auf ein neues Level zu heben“, sagt er. SMW hat diesen Schritt bereits getan. Das Unternehmen stattet alle seine mechatronischen SMW-Produkte wie den SLX E-Motion sowie die Koppelsysteme mit einem KI-fähigen Mikroprozessor aus. Die dort hinterlegbaren Algorithmen können Fertigungsbetriebe befähigen, eigenständig eine Prozessüberwachung ihrer Bearbeitungsmaschinen anhand von definierten Werten einzurichten. Dazu könnte beispielsweise die je nach Temperatur oder anderen Umgebungsbedingungen optimale Schmierung gehören sowie eine vorausschauende Wartung oder das maschinelle Lernen aus Beladungsfehlern.

Die präzise Kontrolle von Position und Kraft der Spannmittel, ihr kontaktloses Andocken an Steuerungssystem und Energieversorgung, die Unterstützung durch künstliche Intelligenz – die Spanntechnik bietet Betrieben ein großes Potenzial, um Prozesse in der industriellen Fertigung weiter zu optimieren und auch unter anspruchsvollen Marktbedingungen sicher agieren zu können. **RT**

PETRA MÜLLER

arbeitet im Marketing bei SMW-Autoblok.



Die individuell ansteuerbare Spannkraft bleibt auch bei Spezialkonfigurationen als Spannturm – hier mit vier SLX E-Motion – an jeder Spannstation während der Bearbeitung durchgängig erhalten.

Bild: SMW-Autoblok

Wie Unternehmen durch Daten resilient werden

Die industrielle Fertigung steht heute unter Transformationsdruck. Globale Märkte schwanken, Lieferketten sind instabil geworden, und die Ansprüche der Kunden steigen schneller als sich Produktionslinien modernisieren lassen. Gleichzeitig steigen Energiepreise und der Fachkräftemangel verschärft sich. In dieser Situation müssen die Maschinen immer laufen – und das am besten fehlerfrei. Daher stehen Unternehmen vor der Herausforderung, eine widerstandsfähige und effiziente Produktion zu gewährleisten.

VON STEPHANIE HEINZ



Jede industrielle Maschine und Anlage hat eine einzigartige Signatur – ihren eigenen Fingerabdruck.

Bild: © industrieblick/stock.adobe.com

Traditionelle Methoden geraten dabei zunehmend an ihre Grenzen. Bauchgefühl ersetzt keine Echtzeitdaten, und Daten ohne Kontext sind kaum mehr als Ballast. In einer Welt, in der Unsicherheiten wachsen und Automatisierung zur Pflicht wird, entsteht ein neues Leitmotiv: Produktionsprozesse müssen vorausschauend gedacht werden und jederzeit beherrschbar bleiben. Um eine solche neue Methode umzusetzen, benötigt man nicht mehr Daten, sondern bessere Daten. Gefragt ist die Fähigkeit, Daten aus Sensoren, Maschinen und Materialflüssen so miteinander zu verweben, dass daraus echte Handlungsempfehlungen entstehen.

Systeme, die diese Anforderung erfüllen, müssen Informationen aus unterschiedli-

chen Quellen automatisch bündeln, Auffälligkeiten erkennen, bevor sie Folgen haben und Prozesse sowie Materialbewegungen ganzheitlich sichtbar machen. Gleichzeitig sollen sie Mitarbeiter nicht überfordern, sondern entlasten. Und im Idealfall sollten solche Systeme mitwachsen, wenn Produktionsumgebungen komplexer werden.

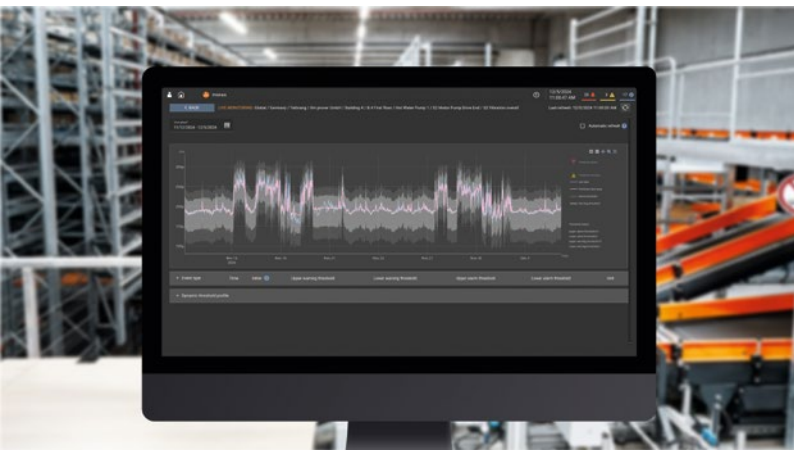
Unternehmen, die mit einer solchen Lösung arbeiten, gewinnen deutlich an Reaktionsgeschwindigkeit: Sie sehen Risiken früher, treffen fundiertere Entscheidungen und schaffen die Grundlage für nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit. Genau hier kommt die IIoT-Plattform moneo ins Spiel. Sie wirkt wie ein intelligentes Nervensystem für die Produktion und bildet die Plattform, auf der Daten, Prozesse und Wissen zusammenfließen.

Vom Rohsignal zur Erkenntnis: moneo IIoT Core und IIoT Insights

Im Zentrum des Systems steht der moneo IIoT Core. Als Herz der Datenerfassung sammelt, ordnet und strukturiert das System Informationen aus einer Vielzahl an Sensoren und IIoT-Geräten. Das darauf aufbauende Paket moneo IIoT Insights verwandelt diese Daten in echte Mehrwerte. Besonders wichtig: Dies ist durch den No-Code-Ansatz ohne Vorkenntnisse in der Entwicklung oder in Data Science möglich. Die moneo IIoT Insights umfassen KI-gestützte Funktionen, um die Abläufe des Plantfloor zu verbessern, die Belastbarkeit der Lieferkette zu erhalten und Sicherheit sowie Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Eine zentrale Rolle spielt dabei das KI-basierte Assistenzsystem moneo Industrial AI Assistant, das über spezialisierte Tools verfügt und flexibel über einen Assistenten eingerichtet werden kann. Diese Tools helfen Verantwortlichen aus Produktion, Instandhaltung und Qualitätssicherung dabei, Maschinenzustände besser zu verstehen, Abweichungen frühzeitig zu erkennen und fundierte Prognosen über das zukünftige Anlagenverhalten sowie die verbleibende Lebensdauer des Prozesssequipments zu erstellen.

Moneo Industrial AI Assistant bietet mehrere Tools

Der moneo Industrial AI Assistant verfügt über mehrere spezialisierte Tools. Der moneo Smart Limit Watcher überwacht kontinuierlich die Betriebsdaten und erkennt Anomalien sowie Abweichungen vom normalen Verhalten. Die spezifischen Betriebscharakteristika – der „Fingerabdruck“ jeder Maschine – werden erfasst und analysiert. Sobald ein Parameter außerhalb des defi-




Mit dem moneo SmartLimitWacher sind kleinste Anomalien und Abweichungen in den eigenen Betriebsdaten erkennbar.

Bild: Ifm Electronic

ierlich an Marktanforderungen und die Bedürfnisse aller Nutzenden anpasst. Eine weitere Funktion, die ifm zur diesjährigen Hannover Messe vorstellt, ist der moneo Assistant. Dieses leistungsstarke Assistenzsystem basiert auf moderner LLM-Technologie und ist direkt im moneo IIoT Core integriert. Der Assistent unterstützt die Nutzer im Arbeitsalltag, indem er Fragen beantwortet, Funktionen erklärt und durch komplexe Abläufe führt. Dadurch wird die Bedienung intuitiver und die User Experience spürbar verbessert.

Ein wesentlicher technologischer Sprung besteht darin, dass Fragen und Arbeitsaufträge ganz natürlich formuliert werden können. Dank generativer KI versteht der moneo Assistant komplexe Anliegen, interpretiert sie kontextuell und liefert eine präzise Unterstützung. Der Funktionsumfang wird Schritt für Schritt erweitert. In den nächsten Ausbaustufen wird der Assistent beispielsweise Arbeitsabläufe kreieren und Automationen anbieten können. Damit entwickelt er sich langfristig von einem Assistenzsystem hin zu einem nahezu eigenständig agierenden digitalen Agenten.

Die IIoT-Plattform moneo macht Anlagen nicht nur sichtbar, sondern verständlich. Dank Cloud-basierter Nutzung lässt sich die Plattform schnell implementieren, ist immer auf dem aktuellen Stand und fast ohne zusätzlichen IT-Aufwand skalierbar. Intelligente Analysefunktionen und Assistenzsysteme unterstützen Mitarbeiter dabei, Ausfälle zu verhindern, Qualität zu sichern und Produktionsprozesse resilient zu gestalten. Unternehmen, die solche Lösungen nutzen, sichern sich einen Vorsprung für morgen. **SG** 

nierten Rahmens liegt, alarmiert das Tool umgehend, sodass frühzeitig Maßnahmen eingeleitet werden können. Diese Funktionalität sichert reibungslose Abläufe, verhindert Ausfälle und maximiert die Maschinenverfügbarkeit.

Das Tool moneo PatternMonitor stellt die Qualität der Produktionsprozesse schon während des laufenden Prozesses sicher. Durch die kontinuierliche Überwachung und Analyse von Daten erkennt die Software spezifische Muster und Verhaltensweisen. Abweichungen, die zu Qualitätsverlusten oder Ausschuss führen könnten, werden in Echtzeit identifiziert. Diese gezielte Musterüberwachung hilft, Produktionsfehler zu minimieren, Trends zu analysieren und die Fertigung nachhaltig zu optimieren.

Der moneo LifetimeEstimator kann die verbleibende Nutzungsdauer von zyklisch verschleißenden Komponenten präzise berechnen. Basierend auf historischen Daten und Echtzeitinformationen liefert dieses Tool verlässliche Prognosen zur Lebensdauer von Bauteilen, Prozessequipment und Prozesskomponenten. Es ermöglicht Unternehmen, Wartungen gezielt zu planen, Ersatzteile rechtzeitig zu beschaffen und ungeplante Stillstände zu vermeiden. So wird nicht nur die Effizienz gesteigert, sondern auch die Lebensdauer der Anlagen verlängert.

Transparenz über die gesamte Wertschöpfungskette

Die moneo IIoT Insights bieten neben den KI-gestützten Analysewerkzeugen eine weitere wichtige Funktion für effiziente Nachverfolgung und Optimierung in Produktion und Logistik: moneo Track & Trace. Das Modul schafft vollständige Transparenz über den physischen Warenfluss und stellt sowohl aktuelle Standorte als auch detaillierte Historieninformationen bereit. Dadurch wird nicht nur sichtbar, in welchem Zustand sich einzelne Komponenten befinden, sondern auch, welchen Weg sie

durch Produktion und Intralogistik genommen haben. Als intelligente Softwarelösung zur Verfolgung und Rückverfolgung von Produktionsaufträgen und Objekten – darunter Werkstückträger, Halbfabrikate, Transportgestelle und Werkzeuge – ermöglicht Track & Trace eine lückenlose Übersicht über sämtliche Materialbewegungen. Identifikationstechnologien wie RFID und Code Reading kennzeichnen jedes Objekt eindeutig, sodass jeder Schritt entlang der Wertschöpfungskette präzise dokumentiert wird.

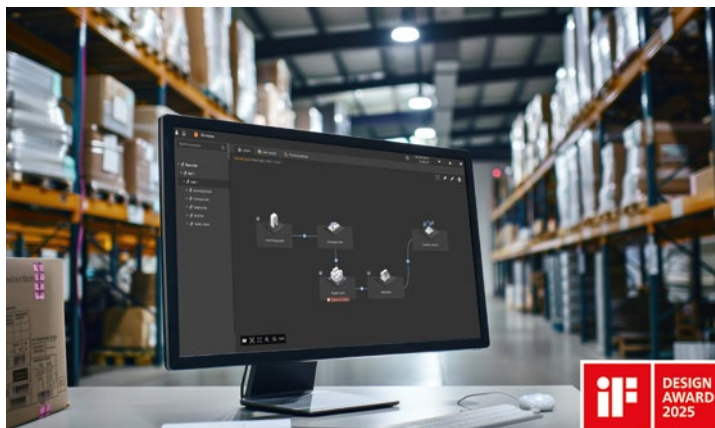
Die dadurch entstehende Transparenz unterstützt Unternehmen dabei, Prozesse effizienter zu gestalten, Schwachstellen frühzeitig zu identifizieren und fundierte Entscheidungen zu treffen – von der Fertigung über die Qualitätssicherung bis hin zur Auslieferung. Durch die Cloud-Unterstützung ist sogar standortübergreifendes Tracking möglich. Damit leistet das Modul moneo Track & Trace, das 2025 mit dem iF Design Award und dem Red Dot Award ausgezeichnet wurde, einen wichtigen Beitrag zu einer robusten Supply-Chain-Resilienz, höherer Maschinenverfügbarkeit und verlässlicher Planungssicherheit.

Wachsendes Ökosystem der moneo-Plattform

Die IIoT-Plattform moneo ist ein dynamisch wachsendes Ökosystem, das sich kontinu-

STEPHANIE HEINZ

ist Managerin Marketing and Communications bei Ifm Statmath.



Moneo Track & Trace wurde 2025 mit dem iF Design Award ausgezeichnet.

Bild: © org/stock.adobe.com



Passive Kühlung für maximale Effizienz

Single-Board-Computer entwickeln sich stetig weiter: Mit leistungsstärkeren Prozessoren, erweitertem Speicher und robusteren Schnittstellen erfüllen sie die steigenden Anforderungen in industriellen Anwendungen. Ein entscheidender Faktor für deren Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit ist ein optimiertes Thermomanagement.

VON RALF BISSMEIER

Die Entwicklung von Single-Board-Computern (SBC) schreitet kontinuierlich voran, wodurch sie zunehmend auch in industriellen Anwendungen zum Einsatz kommen. Mit leistungsfähigeren Prozessoren, erweitertem Speicher, robusteren Schnittstellen und industrietauglichen Formfaktoren passen sich SBCs den steigenden Anforderungen an.

Gerade in der Automatisierungstechnik, der IoT-Integration oder sogar der Edge-Computing-Infrastruktur haben SBCs einen festen Platz. Gleichzeitig profitieren auch private Anwendungen von diesen Fortschritten – sei es für Heimautomatisierung, Medienserver oder anspruchsvolle DIY-Projekte.

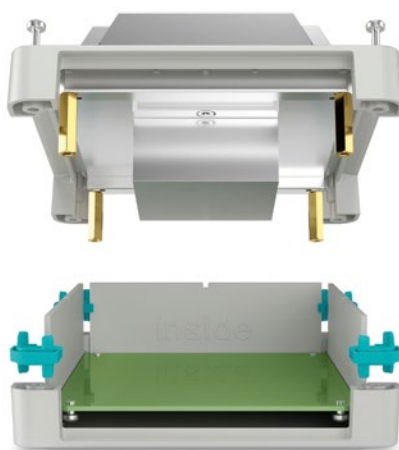
Thermomanagement ist mehr und mehr ein entscheidender Faktor für die Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit von SBCs, insbesondere bei Geräten im industriellen Umfeld. Während Consumer-Produkte oft auf einfache Kühlkörper setzen, ist bei hochbelasteten Anwendungen eine gezielte und optimierte Wärmeableitung unerlässlich. Hier gelangen auch Kombinationen aus Kühlkörper und aktivem Lüfter zur Anwendung.

Das Entwärmungskonzept

Die Gehäuse der Serie Universal Case System (UCS) mit integrierbaren Kühlkörpern und Wärmespreizern bieten die Möglichkeit, Prozessoren und andere hitzeempfindliche Komponenten effizient passiv zu entwärmen. Passive Kühlösungen sind besonders vorteilhaft, da sie ohne bewegliche Teile auskommen und damit die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems nicht beeinträchtigen.

Ein durchdachtes Entwärmungskonzept kann sich durch folgende Maßnahmen auszeichnen:

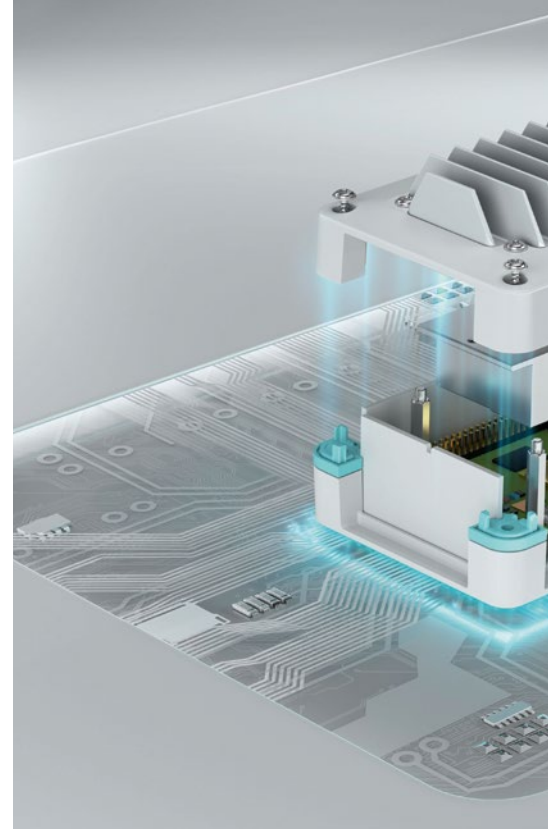
- Optimierte Kühlkörper-Designs, die eine maximale Wärmeableitung ermöglichen;
- Wärmespreizer, die lokale Hitzequellen auf eine größere Fläche verteilen;
- Thermal Interface Material (TIM), welches die thermische Kopplung zwischen Hotspot und Wärmespreizer verbessert;
- Gehäuseöffnungen und Luftzirkulationswege, die zur passiven Kühlung beitragen;
- Materialwahl, zum Beispiel Kunststoffgehäuse mit ergänzenden Metallkomponenten zur besseren Wärmeableitung;
- Online-Simulation, unterstützt bereits in der Frühphase der Entwicklung.



UCS-Gehäuse mit Kühlkörper und Wärmespreizer.

Bild: Phoenix Contact

Das Gehäusesystem bietet Flexibilität und Skalierbarkeit beim Thermomanagement von Embedded-Systemen. Durch individuell höhenverstellbare Wärmespreizer



Effizientes Thermomanagement für Single-Board-Computer mit dem Universal Case System (UCS).

Bild: Tharin kaewkanya/Shutterstock & Phoenix Contact

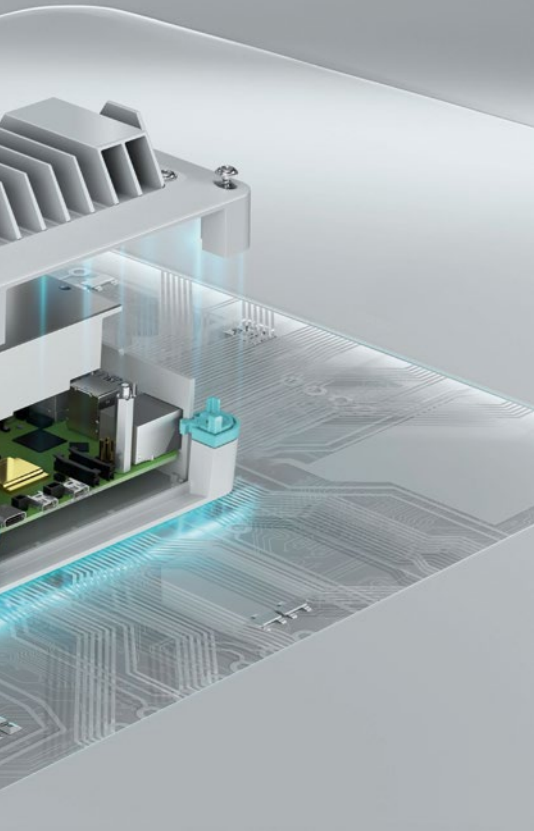
(UCS HSP) lassen sich thermisch relevante Bauteile unabhängig von ihrer Bauhöhe effizient entwärmen. Die Kombination aus Kühlkörper, Wärmespreizer und thermischem Interface-Material (TIM) schafft eine robuste Lösung für verschiedene Anwendungen.

WÄHREND CONSUMER-PRODUKTE OFT AUF EINFACHE KÜHLKÖRPER SETZEN, IST BEI HOCHBELASTETEN ANWENDUNGEN EINE GEZIELTE UND OPTIMIERTE WÄRMEABLEITUNG UNERLÄSSLICH.

Die mechanische Stabilität durch die direkte Verschraubung der Leiterplatte auf den Kühlkörper wird erhöht – dies verbessert nicht nur die thermische Anbindung, sondern steigert auch die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems.

So verhält sich das System in der Praxis

Basierend auf den Daten eines marktüblichen SBC wurde die Kühlkörper-Wärmespreizer-Kombination in die Simulation integriert. Gegenüber handelsüblichen Plug-and-Play-Lösungen erweist sich die Kombination als deutlich effektiver. Die Abfuhr der Verlustwärme wurde um bis zu



100 Prozent gesteigert. Was aber ebenso deutlich wurde, ist der Einfluss der Ausrichtung der Kühlfinnen. Bei Ausnutzung der natürlichen Konvektion ließ sich die Kühlleistung bis zu 60 Prozent steigern. Der Anwender sollte dieses Verhalten bei der Auswahl seines Gehäuses und des dazugehörigen Entwärmungssystems beachten.

Weiterführende Untersuchungen wurden mit dem häufig im Markt vertretenen SBC Raspberry Pi 5 durchgeführt. Eine hohe Kühlleistung ist erforderlich, um die Lebensdauer des SBC und am Ende auch die Lebensdauer eines darauf basierten Geräts zu verlängern. Das sorgt für eine durchgängige Performance. Neben der thermischen Robustheit ist die mechanische Robustheit maßgeblich an der Lebensdauer des gesamten Systems beteiligt. Der SBC wird mit Distanzbolzen am Kühlkörper befestigt. Diese Verschraubung führt zu

einem Übermaß zwischen elektrischem Bauteil und Wärmespreizer und sorgt für die notwendige thermische Kontaktkraft zwischen Bauteil, TIM und Wärmespreizer.

Der Wärmespreizer wird auf die Gegebenheiten des SBC angepasst. Das bedeutet, dass die Oberfläche entsprechend der unterschiedlichen Höhen der Hotspots (SoC, PMIC, WLAN) mechanisch bearbeitet wird.

Der verwendete SBC wurde einem Stresstest unterzogen. In Diagrammen lässt sich das unterschiedliche Verhalten des SBC betrachten. Mit Kühlelementen ist eine deutliche Absenkung der Prozessortemperatur zu verzeichnen. Dies ist einer deutlichen Erhöhung der Lebensdauer zuträglich. Die auf dem UCS-System aufbauende Lösung zeichnet sich hier durch ein stabiles Temperaturverhalten aus. Hierbei handelt es sich um ein rein passives System:

- kein Energiebedarf
- Ausfallsicherheit aufgrund fehlender beweglicher Teile
- keine Geräuschentwicklung

DIE KOMBINATION AUS KÜHLKÖRPER, WÄRMESPREIZER UND THERMISCHEM INTERFACE-MATERIAL SCHAFFT EINE ROBUSTE LÖSUNG FÜR VERSCHIEDENE ANWENDUNGEN.

Flexibles Gehäusesystem für vielseitige Anwendungen

Das UCS-Gehäuse ist nicht nur mit Raspberry-Pi-Varianten kompatibel, sondern lässt sich auch problemlos an eine Vielzahl weiterer Single-Board-Computer anpassen. Dank seines modularen Designs kann

man das Gehäuse einfach an die jeweilige Anwendung anpassen – eine Flexibilität, die viele herkömmliche Gehäuse auf dem Markt nicht bieten.

Neben der modularen Bauweise überzeugt das UCS auch durch die gezielte Materialauswahl, die speziell auf industrielle Anforderungen ausgelegt ist. Die verwendeten Kunststoffe bieten nicht nur mechanische Stabilität, sondern auch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen.

Zentrale Anforderungen an das Gehäuse sind:

- industrietaugliche Materialien
- hohe Robustheit
- flexible Anpassung der Schnittstellen an die Anwendung
- vielseitige Einbaumöglichkeiten
- effiziente Entwärmungsstrategien

Neben zwei Grundfarben stehen acht Farbvarianten für die Eckenleger zur Verfügung. In Kombination mit verschiedenen Adaptern zur Nutzung in unterschiedlichen Anwendungen ergeben sich hunderte von Varianten.

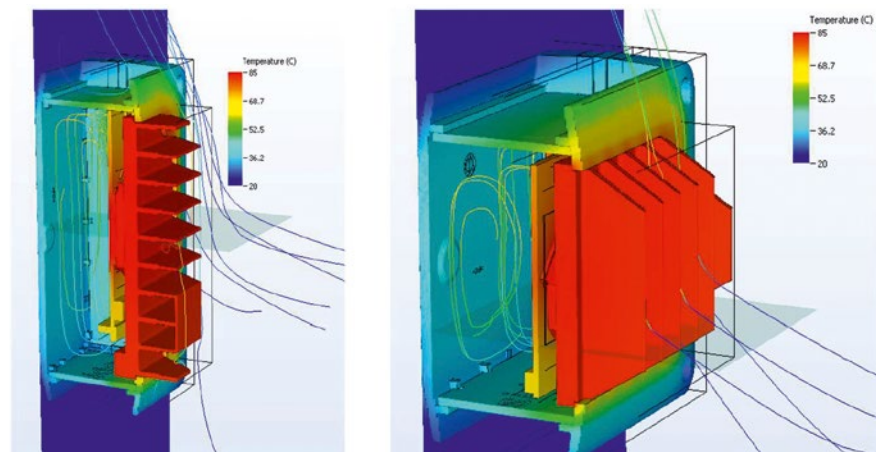
Durch das vielseitige Zubehör lässt sich das Gerät flexibel einsetzen: liegend oder stehend auf dem Tisch, gestapelt oder an der Wand montiert. Auch eine Integration in den Schaltschrank ist problemlos möglich, dazu muss lediglich eine Seitenwand durch den passenden Tragschienenadapter ersetzt werden. Dass der UCS-Baukasten sowohl standardisierte als auch individuell angepasste Lösungen ermöglicht, ist eine große Stärke. Die zusätzliche Option für kundenspezifische Bedruckungen der Gehäuse- und Kühlkörperteile macht das Konzept noch anwendungsfreundlicher und vielseitiger.

Fazit: Die Gehäusefamilie UCS ist geeignet, Geräte mit temperaturkritischen Applikationen zu entwickeln. Dadurch kann der Anwender sein Gerät noch flexibler und vielseitiger nutzen als bisher.

Die durchdachte Konstruktion bildet eine optimale Basis für leistungsfähige und gleichzeitig optisch ansprechende Geräte. Dabei bleiben eine höchstmögliche Flexibilität und Individualisierung stets erhalten, sodass sich maßgeschneiderte Lösungen für unterschiedlichste Anwendungen realisieren lassen.

RT

RALF BISSMEIER ist Manager Produktmarketing Feldgehäuse, Device Connector Systems bei Phoenix Contact in Blomberg.



Erhöhung der abführbaren Verlustleistung von 10,14 Watt auf 16,49 Watt bei $\Delta T = 30$ Kelvin durch Ausrichtung des Kühlkörpers.
Bild: Phoenix Contact

Wenn Robotik, Präzision und Effizienz zusammenarbeiten

Die industrielle Automatisierung ist ein zentraler Erfolgsfaktor für mehr Effizienz, Qualität und Flexibilität in der Fertigung. Intelligente Robotik und vernetzte Prozesssteuerung ermöglichen es, selbst komplexe Produktionsanforderungen wirtschaftlich und prozesssicher umzusetzen. Wie individuelle Automatisierungslösungen in der Praxis Mehrwert schaffen, zeigen die folgenden Beispiele aus unterschiedlichen Branchen. **VON MADLEN HIRSCHMANN**

Die Automatisierung industrieller Prozesse ist ein zentraler Treiber für Effizienz, Qualität und Wettbewerbsfähigkeit. Steigende Variantenvielfalt, kürzere Produktlebenszyklen und wachsende Anforderungen an Präzision und Dokumentation erfordern zunehmend flexible Fertigungslösungen. Moderne Robotik, intelligente Sensorik und durchgängige Prozesssteuerung ermöglichen es, manuelle Tätigkeiten gezielt zu substituieren und gleichzeitig die Prozessstabilität zu erhöhen. Dabei geht es nicht allein um die Reduktion von Kosten, sondern um die nachhaltige Sicherung von Qualität, Skalierbarkeit und In-

novationsfähigkeit. Toolcraft hat bereits branchenübergreifend maßgeschneiderte Automatisierungslösungen entwickelt und implementiert.

Automatisierte Schubkastenmontage für „Losgröße 1“

Die industrielle Fertigung von Badmöbeln ist durch hohe Variantenvielfalt und anspruchsvolle Qualitätsanforderungen geprägt. Vor diesem Hintergrund stand die Firma Burgbad vor der Aufgabe, die bislang manuelle Montage von Schubkästen und Auszugssystemen zu automatisieren. Ziel war es, Durchlaufzeiten zu reduzieren, die Prozessstabilität zu erhöhen und eine

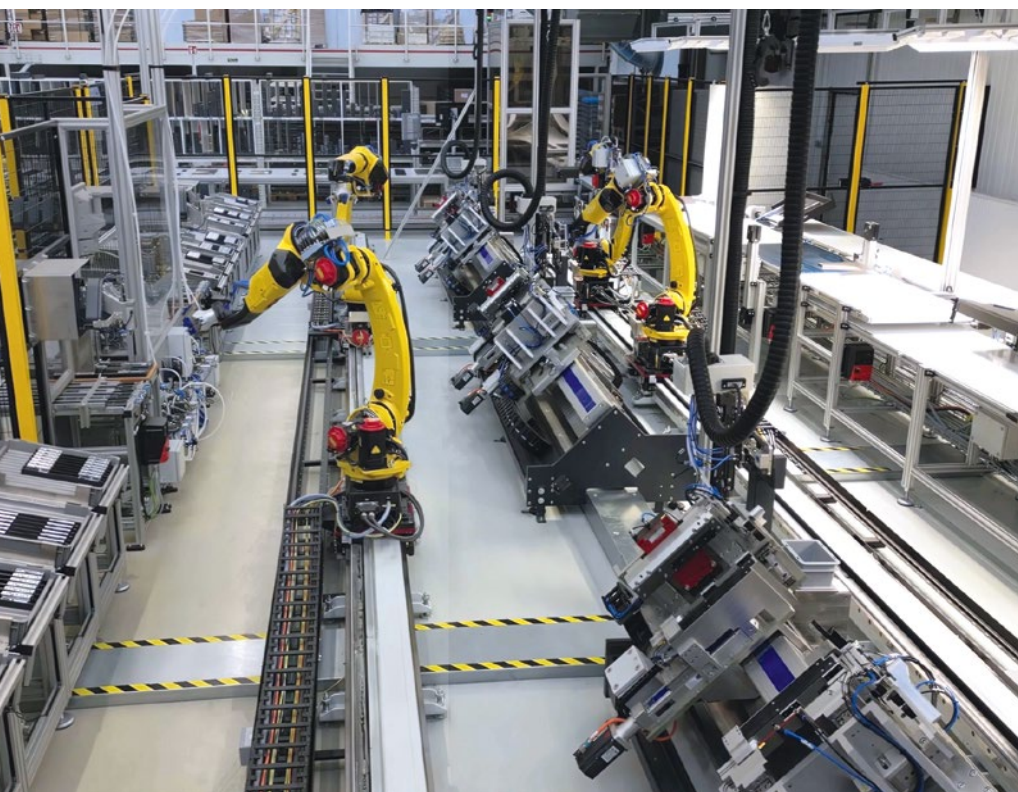
wirtschaftliche Fertigung auch bei kleinen Losgrößen sicherzustellen. Gemeinsam mit Toolcraft wurde ein maßgeschneidertes Automatisierungskonzept entwickelt. Kern der Lösung ist eine komplexe Montagezelle, in der mehrere Industrieroboter, variable Pressstationen sowie intelligente Sensorik und Kamertechnik integriert sind. Die Anlage erkennt Bauteile hinsichtlich Form und Lage, führt sie prozesssicher zu und montiert sie präzise entsprechend der jeweiligen Produktvariante. Eine durchgän-

TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN WERDEN NICHT ISOLIERT GELÖST, SONDERN IN UMFASSENDE PROZESS-KONZEPTE EINGEBETTET.

gige digitale Steuerung stellt sicher, dass die Variantenvielfalt zuverlässig abgebildet wird. Nach einer intensiven Konzept- und Testphase erfolgten Konstruktion, Aufbau und Inbetriebnahme der Anlage direkt am Produktionsstandort. Das Ergebnis ist eine signifikant reduzierte Taktzeit bei konstant hoher Qualität, wodurch Wirtschaftlichkeit und Effizienz im Fertigungsprozess verbessert werden konnten.

Robotergestützte Fertigung individueller, orthopädischer Hilfsmittel

In der Orthopädiertechnik sind individuelle Lösungen und Einzelanfertigungen die Regel. Für Reha Team Nordbayern bedeutete dies bislang, bestimmte Fräsarbeiten – etwa für Positivmodelle oder Sitz- und Liegeschalen – extern zu vergeben. Dies führte zu verlängerten Durchlaufzeiten, zusätzlichen Kosten und eingeschränk-



Automatisierte Fertigung von Schubladenkästen für Badmöbel.



Roboterassistierte Fräsanlage für die Fertigung individueller, orthopädischer Hilfsmittel.

ter Flexibilität in der Fertigungsplanung. Um diese Abhängigkeiten zu reduzieren, konzipierte Toolcraft eine roboterassistierte Fräsanlage, die speziell auf die Anforderungen der individuellen Hilfsmittelproduktion ausgelegt ist. Die 7-achsige Roboterlösung ermöglicht die präzise Bearbeitung komplexer Geometrien und eignet sich insbesondere für Einzelstücke und Kleinserien. Entscheidend war dabei nicht nur die technische Auslegung der Anlage, sondern auch ihre intuitive Bedienbarkeit im betrieblichen Alltag. Durch die Automatisierung konnte die Fertigungstiefe bei Reha Team Nordbayern erhöht und die Produktionszeiten deutlich verkürzt werden. Zudem eröffnen sich neue Möglichkeiten zur Entwicklung zusätzlicher Produktvarianten, da komplexe Formen nun intern wirtschaftlich realisiert werden können.

Magnetträgerbestückung effektiv automatisiert

In der Pumpenfertigung spielen Magnetkupplungen eine zentrale Rolle für den zuverlässigen Betrieb der Produkte. Bei Speck Pumpen erfolgte die Bestückung der Magnetträger mit einzelnen Magnetsegmenten bislang manuell. Dieser Prozess war zeitintensiv und stellte hohe Anforderungen an Präzision und Prozesssicherheit, insbesondere hinsichtlich der korrekten Nord- und Südpol-Ausrichtung der Magnete. Deshalb wurde Toolcraft mit der

Entwicklung einer Roboterzelle beauftragt, die sämtliche Prozessschritte von der Vereinzelung der Magnetsegmente bis zur exakten Positionierung auf dem Träger übernimmt. Eine integrierte Kameratechnik kontrolliert die Ausrichtung und Lage der Bauteile in Echtzeit. Fehlerhafte Komponenten werden unmittelbar erkannt und ausgeschleust. Nach umfangreichen Tests wurde die Anlage in die Serienproduktion integriert. Seitdem profitiert Speck Pum-

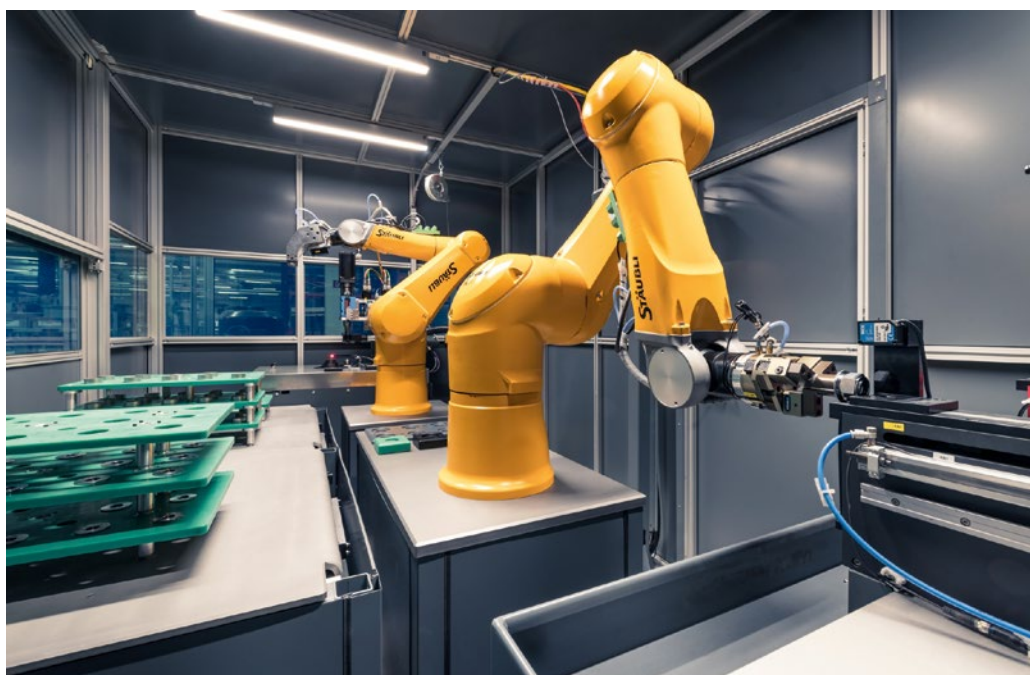
pen von einer erhöhten Produktivität und einer konstant hohen Prozessqualität. Die Automatisierung sorgt für reproduzierbare Ergebnisse und reduziert manuelle Eingriffe. Gleichzeitig lassen sich Produktionskosten nachhaltig senken, da Nacharbeit und Materialverluste verringert werden.

Automatisierung als Schlüssel für Effizienz und Innovation

Diese Praxisbeispiele zeigen, wie unterschiedlichste Automatisierungskonzepte – von hochflexiblen Montageprozessen über roboterassistierte Fertigung bis hin zu spezialisierten Produktionszellen – erfolgreich in reale Produktionsumgebungen integriert werden können. Technische Herausforderungen werden nicht isoliert gelöst, sondern von Toolcraft in umfassende Prozesskonzepte eingebettet. Entscheidend für den Erfolg waren eine sorgfältige Analyse der Ausgangssituationen, interdisziplinäre Projektteams sowie eine enge Zusammenarbeit zwischen Systemintegrator und Kunden. Diese Beispiele belegen, dass Automatisierung nicht nur Effizienzsteigerungen und Kostenvorteile ermöglicht, sondern zugleich die Grundlage für neue Produktqualitäten und -varianten schafft – ein zentraler Baustein für zukunftsfähige Fertigung. **KF** 

MADLEN HIRSCHMANN

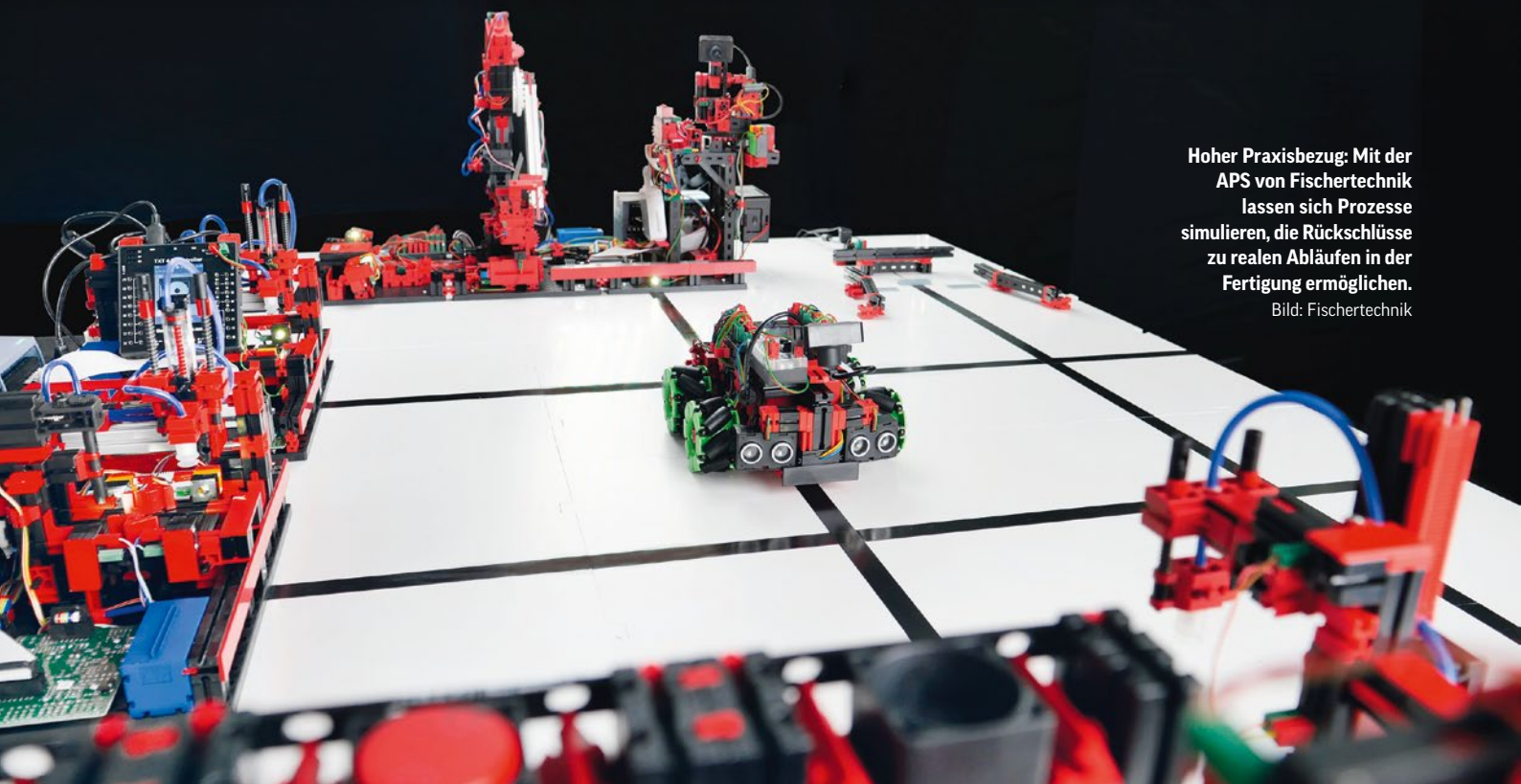
arbeitet im Marketing bei Toolcraft.



Roboterzelle für die automatisierte Vereinzelung und Bestückung von Magnetsegmenten.

Bilder: Toolcraft

Industrie 4.0 am Modell erproben und verstehen



Hoher Praxisbezug: Mit der APS von Fischertechnik lassen sich Prozesse simulieren, die Rückschlüsse zu realen Abläufen in der Fertigung ermöglichen.

Bild: Fischertechnik

Es gibt Produkte, die nicht einfach so verkauft werden können. Mit der Agile Production Simulation (APS) von Fischertechnik beispielsweise, lassen sich komplexe Prozesse der Industrie 4.0 simulieren. Dementsprechend erklärungsbedürftig ist das Modell. Dieser Beitrag zeigt, wie Conrad Electronic seine Kunden hinsichtlich der APS berät. **VON WOLFGANG LEX**

Bei der Agile Production Simulation (APS) handelt es sich um ein Bildungsprodukt von Fischertechnik, das in erster Linie zu Ausbildungszwecken von Azubis und Studierenden dient, insbesondere im Bereich Mechatronik. Käufergruppen sind also größere Ausbildungsbetriebe, aber auch Berufsschulen, Ausbildungswerkstätten, technische Fachober- oder Fachhochschulen sowie Universitäten. Im Grunde ist die APS aber für alle Unternehmen interessant, die Digitalisierung und Automatisierung veranschaulichen und am Modell für ihre Produktion erproben möchten.

Rückschlüsse zu realen Abläufen

Sogar Digitalisierungsbeauftragte in Firmen entdecken die Vorzüge von Simulations-

DIE AGILE PRODUCTION SIMULATION WURDE SO INDUSTRIENAH WIE MÖGLICH GESTALTET, UM EIN AUTHENTISCHES LERN- UND SIMULATIONSERLEBNIS ZU SCHAFFEN.

modellen. Der Grund: Die Themen Digitalisierung, Automatisierung und künstliche Intelligenz (KI) sind in aller Munde. Mit der APS kann diese Innovation und der damit verbundene Fortschritt für jedermann greif- und begreifbar gemacht werden. Man kann mit der APS auf allen Mitarbeiter- und Hierarchieebenen das Verständnis für moderne und hochkomplexe Produktionsprozesse fördern und

voranbringen. Und es ist auch möglich, mit der APS Prozesse zu simulieren, die Vorhersagen und Rückschlüsse zu realen Abläufen in der Fertigungspraxis ermöglichen – einfach deshalb, weil die eingesetzten Komponenten und Steuerungen hochprofessionell sind und dem Industriestandard entsprechen.

So funktioniert die APS

Die APS bildet alle Elemente einer modernen Produktion ab. Wie es sich für eine Simulation gehört, sind die dargestellten Prozesse dabei stark vereinfacht gegenüber einer realen Produktionsumgebung. Dies ermöglicht es, komplexe Methoden in der Fertigung zu verstehen und im wahrsten Sinne des Wortes zu begreifen – sei es Machine Learning oder das Programmieren

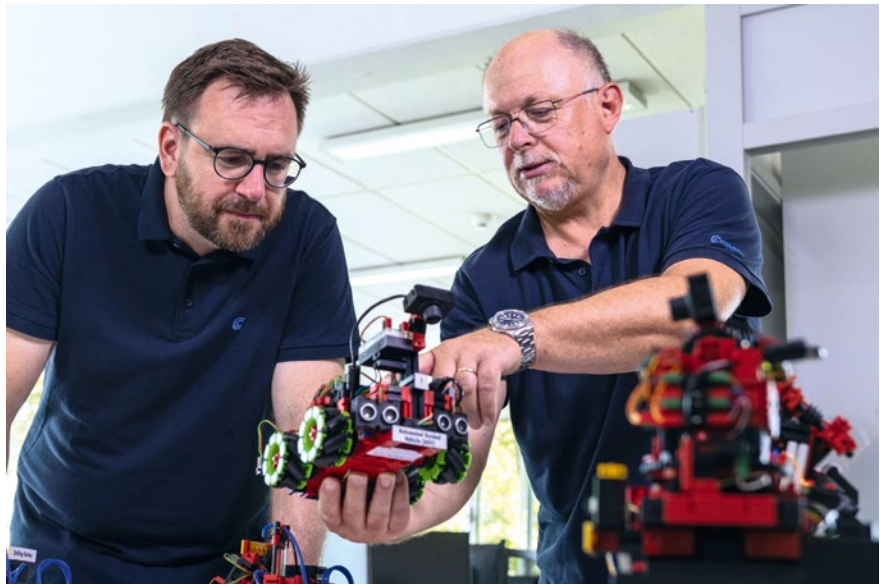
von Steuerungen. Gezeigt werden mithilfe der APS fünf Stationen in einer Produktionshalle, die über ein fahrerloses Transportsystem (FTS) miteinander verbunden sind: Wareneingang, Warenausgang, Hochregallager, Produktionsstationen inklusive kleinem Fließband und die Qualitätssicherung mittels Kamera und KI.

So industrienah wie möglich

Gesteuert werden die einzelnen Produktionsmodule mit fünf Siemens-Steuerungen S7-1200 und strukturiertem Text. Die Kommunikation in der gesamten Anlage wird mit dem Industrie-Standardprotokoll OPC UA gelöst, während das fahrerlose Transportsystem nach dem VDA-5050-Standard und dem MQTT-Protokoll kommuniziert. Die Agile Production Simulation ist also so industrienah wie möglich gestaltet, um ein authentisches Lern- und Simulationserlebnis zu schaffen. Besonders clever: Bei Bedarf lässt sich die APS um weitere Module ergänzen, beispielsweise um einen Brennofen für die Simulation einer thermischen Härtung des Werkstückes. Statt starrer Wege per Greifroboter oder Fließband, ermöglicht das FTS on top die Simulation agiler, fluider und sogar multitasking-fähiger beziehungsweise priorisierbarer Abläufe.

Zentrale Herausforderungen abbilden

Auch die zentralen Herausforderungen, die mit der Agile Production Simulation (APS) simuliert werden, spiegeln die immer komplexer werdenden Anforderungen der Industrie 4.0 wider. Eine Hauptschwierigkeit liegt in der stark zugenommenen Produktindividualisierung. Die Zunahme des



Wenn verkaufen allein nicht ausreicht: Für komplexe Produkte im Conrad-Sortiment ist Wolfgang Lex (rechts) kompetenter Ansprechpartner.
Bild: Conrad Electronic

Produktspektrums, sowie eine hohe Teilevielfalt und Varianz führen zu einer entsprechend steigenden Zahl an Ausstattungs- und Individualisierungsoptionen. Parallel dazu erfordern kürzere Produktionszyklen eine Zunahme überlappender Produktionsabläufe anstelle starrer Fertigungslinien. Des Weiteren führt die Zunahme interner logistischer Prozesse zu einer steigenden Komplexität der Fertigung: Produkte müssen flexibel transportiert werden und die Produktion auch auf spontane Anforderungen reagieren können.

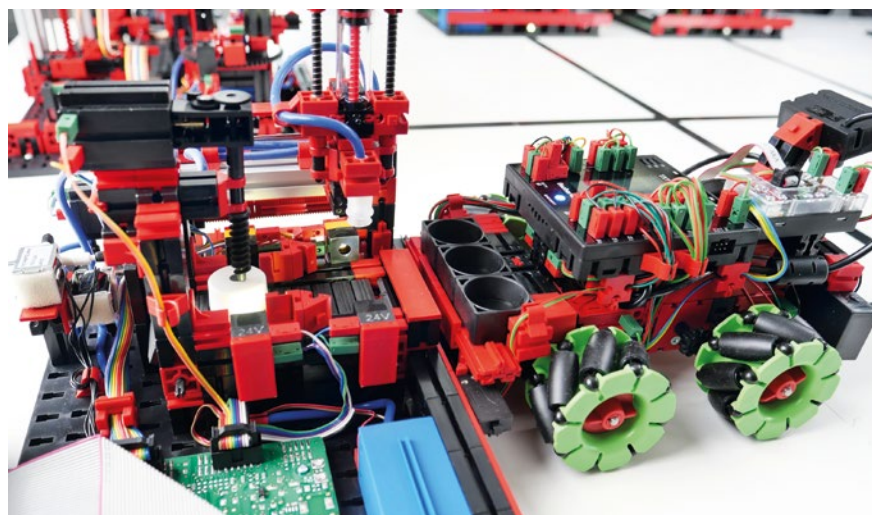
Hoher didaktischer Wert

Die APS von Fischertechnik punktet als Fertigungsbaukasten, der komplett aufgebaut, verdrahtet und programmiert geliefert wird. Außerdem gibt es einen digitalen Zwilling der gesamten Anlage, über den

sich die Prozesse auch virtuell und dreidimensional simulieren lassen. Begleitende Materialien wie ein Planspiel, Videos auf Youtube und eine E-Learning-Plattform, auf der zusätzliche Aufgaben und weiterführende Erklär-Elemente zu finden sind, ergänzen das Paket. Dennoch erfordert das Produkt vor dem ersten Einsatz engmaschige Betreuung und Beratung, die über Vertriebspartner und geschulte Experten angeboten wird, um eine reibungslose Integration in Arbeits- oder Bildungswelt zu ermöglichen.

Übertragbare Erkenntnisse

Etwas testen, sehen, dass es funktioniert und die Lösung dann auf die Realsituation übertragen, im realen Fertigungssetting verbauen und Prozesse optimieren: Das ist der grundlegende Zweck einer Simulation, um das Risiko der Zerstörung eines hochempfindlichen Bauteils oder das Lahmlegen einer ganzen Maschine zu vermeiden. Auch, wenn es beispielsweise um Abfallvermeidung oder Energieeinsparung in der Produktion geht, gibt es eine hohe Motivation, Produktionen anzupassen oder zu verändern, damit sie effizienter arbeiten. Genau hier kann die Agile Production Simulation einen relevanten Beitrag leisten: Sie ist kein Spielzeug, sondern in der Lage, derartig komplexe Simulationsaufgaben zu übernehmen. Sie soll Menschen dazu befähigen, Transformation aktiv zu gestalten, um Fortschritt möglich zu machen. **RT**



Vom Wareneingang bis zur Qualitätssicherung: Die fünf Stationen der APS sind über ein fahrerloses Transportsystem (FTS) miteinander verbunden.
Bild: Fischertechnik

WOLFGANG LEX ist Head of Technical Sales Project Business bei Conrad Electronic.

Mit Agentic AI zur autonomen Fertigung

Die Lights-Out-Factory ist eines der bekanntesten Konzepte der industriellen Automatisierung und stellt das Leitbild einer vollständig autonomen Fertigung dar. Viele der dafür notwendigen Technologien sind heute bereits verfügbar, kommen jedoch in der Praxis nur selten als durchgängig autonomes Gesamtsystem zum Einsatz.

VON ARIAN VAN HÜLSEN

Dass diese Vision trotzdem bislang nur selten Realität ist, liegt weniger an der Technologie einzelner Anlagen als an der übergreifenden Steuerung. Noch immer werden viele Entscheidungen nur für einzelne Abschnitte der Produktion getroffen, nicht für den prozessualen Zusammenhang. In komplexen Produktionslinien ist es häufig schwierig, alle relevanten Daten aus unterschiedlichen Bereichen so zu integrieren, dass Entscheidungen entlang der gesamten Linie getroffen werden können. Agentic AI kann dieses Problem adressieren, indem sie Daten aus den verschiedenen Prozessbereichen zusammenführt und fundierte, übergreifende Entscheidungen ermöglicht.

Wo Agentic AI in der Fertigung ansetzt

Im Fertigungsumfeld ermöglicht Agentic AI die Integration von Echtzeitdaten aus

verschiedenen Quellen, um die Produktionslinie ganzheitlich zu steuern. Entscheidungen können nicht nur lokal optimiert, sondern entlang der gesamten Produktionskette getroffen werden. Agentic AI analysiert dabei kontinuierlich die Herstellungsdaten, reagiert auf Veränderungen und trifft in Echtzeit Anpassungen, um den Fluss der Produktion zu verbessern.

Besonders in Surface-Mount-Technology-Linien, kurz SMT-Linien, und Testlinien, in denen viele Prozessschritte eng miteinander verbunden sind, trägt Agentic AI dazu bei, Engpässe frühzeitig zu erkennen und den Produktionsprozess flexibel und in Echtzeit zu optimieren. Die KI sorgt dafür, dass Material rechtzeitig verfügbar ist, Umrüstungen den Produktionsfluss nicht unnötig bremsen und Prüfdaten unverzüglich vorliegen, wenn Auffälligkeiten festgestellt werden. Auf diese Weise hilft Agentic AI, Engpässe frühzeitig zu erken-



nen und den Produktionsprozess flexibel und in Echtzeit zu optimieren.

Unvorhergesehene Störungen auflösen

Auch für die Handhabung unvorhergesehener Störungen kann Agentic AI eingesetzt werden: Wenn beispielsweise eine Qualitätsabweichung auftritt oder Materialengpässe sich nicht im Voraus prognostizieren lassen, analysiert der Agent alle relevanten Daten, berechnet die besten Anpassungen der Produktionsreihenfolge und gewährleistet, dass die Linie ohne größere Verzögerungen weiterläuft.

Gerade in der Elektronikfertigung, in der selbst kleine Abweichungen schnell zu großen Problemen führen können, bietet Agentic AI erhebliche Vorteile. Fehlt Material oder funktioniert eine Station nicht, beeinträchtigt dies häufig die gesamte Linie. Herkömmliche Systeme bieten in solchen Fällen nur begrenzte Reaktionsmöglichkeiten. Agentic AI integriert die Daten aus allen relevanten Bereichen und unterstützt eine effiziente Reaktion in Echtzeit.

Wo die Voraussetzungen und Grenzen liegen

Eine fundierte Datengrundlage ist essenziell für den Erfolg von Agentic AI. Viele Unternehmen verfügen zwar über umfangreiche Produktionsdaten, nutzen sie jedoch oft nur in Teilbereichen. Die Daten bleiben häufig in isolierten Systemen, wodurch das volle Potenzial nicht ausgeschöpft werden kann. Eine wirklich autonome Fertigung benötigt eine umfassende Integration von Daten aus verschiedenen Quellen.

Dabei geht es nicht nur um Transparenz in der Fertigung. Ebenso wichtig ist der Zugang zu Produktentwicklungsdaten. Änderungen in den Anforderungen, Software-



Die vernetzte Produktionsumgebung mit digitalen Datenmodellen ermöglicht Entscheidungen im Gesamtkontext.

Bilder: PTC

Zentrale Steuerung und das Monitoring von Produktionslinien unterstützen die autonome Fertigung.



Überwachung und Einordnung von Produktionsdaten entlang der Produktionslinie in automatisierten Umgebungen.



Aktualisierungen oder neue Prüfparameter müssen direkt in die Fertigung einfließen. Andernfalls könnte die Produktion auf unvollständige oder veraltete Daten zugreifen und Entscheidungen treffen, die den Prozess ineffizient machen. Ein KI-Agent kann nur dann effektiv arbeiten, wenn alle relevanten Daten in Echtzeit verfügbar und miteinander verknüpft sind.

DER WERT VON AGENTIC AI LIEGT WENIGER IN FUTURISTISCHEN VISIONEN ALS IN DER KONTINUIERLICHEN VERBESSERUNG BESTEHENDER FERTIGUNGSPROZESSE.


In diesem Zusammenhang sind auch IoT-Daten und Cloud-basierte Infrastrukturen entscheidend. Sensoren und vernetzte Maschinen liefern kontinuierlich Daten, die in der Cloud verarbeitet und mit anderen Produktionsinformationen kombiniert werden können. Agentic AI ermöglicht hier eine schnelle Entscheidungsfindung in nahezu Echtzeit und eine ständige Optimierung der Produktionsprozesse. Durch die Integration dieser Technologien können Unternehmen ihre Produktionsprozesse flexibler und effizienter gestalten.

Trotz dieser Vorteile gibt es auch Grenzen. Agentic AI ist kein Allheilmittel für alle Produktionsprobleme. Bei der Einführung von neuen Baugruppen oder bei neuartigen, nicht ausreichend modellierten Stö-

rungen kann die KI an ihre Grenzen stoßen. Besonders in Situationen, die menschliches Erfahrungswissen, Freigaben oder risikobehaftete Entscheidungen erfordern, bleibt der Mensch ein unverzichtbarer Bestandteil des Prozesses. Der optimale Ansatz besteht in der Zusammenarbeit zwischen KI und Mensch: Agentic AI bereitet operative Entscheidungen vor, der Mensch greift in kritischen Situationen ein.

Schrittweiser Aufbau von Autonomie

Für Unternehmen bedeutet dies, dass der Wert von Agentic AI weniger in futuristischen Visionen liegt, sondern in der kontinuierlichen Verbesserung bestehender Fertigungsprozesse. Wer eine saubere Datenintegration und transparente Entscheidungsprozesse etabliert, schafft die Grundlage für eine flexiblere und effizientere Fertigung. Agentic AI kann dabei helfen, Produktionslinien zu optimieren, Reaktionszeiten zu verkürzen und die Fertigung gegenüber Störungen widerstandsfähiger zu gestalten.

Die Lights-Out-Factory bleibt ein ambitioniertes Ziel. Agentic AI kann jedoch einen entscheidenden Beitrag leisten, um Fertigungssysteme flexibler und effizienter zu gestalten, sodass sie schnell auf Veränderungen reagieren und fundierte Entscheidungen treffen können. **SG** 

ARIAN VAN HÜLSEN ist Director Solutions Consulting & Global AI Champion bei PTC.

DAS PORTAL IN DIE WELT DER FERTIGUNG

VON INSIGHT
ZU IMPACT.



Jetzt Magazin abonnieren
und Projekte mit relevantem
Wissen voranbringen:



www.digital-manufacturing-magazin.de/abonnement

DIGITAL MANUFACTURING

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**



Erfahrung schlägt KI-Hype

Die KI-Branche lebt von großen Versprechen. Milliardenbewertungen für Start-ups beherrschen die Schlagzeilen, während etablierte Fertigungsunternehmen mit jahrzehntelanger Erfahrung zunehmend das Gefühl haben, den Anschluss zu verlieren. Doch dieser Eindruck täuscht. Wer die technischen Realitäten hinter dem KI-Hype versteht, erkennt schnell: Traditionsunternehmen sitzen auf einem Schatz, den kein noch so gut finanziertes KI-Unicorn aus dem Boden stampfen kann. **VON UDO SCHNEIDER**

KI-Modelle degenerieren, wenn sie auf Daten trainiert werden, die von früheren KI-Generationen erzeugt wurden. Bereits nach wenigen Generationen dieses rekursiven Trainings beginnen die Modelle, seltene Muster und Randbereiche der ursprünglichen Datenverteilung zu „vergessen“. Die Ausgaben werden immer einheitlicher und verlieren dabei an Vielfalt, bis das Modell schließlich zusammenbricht.

Für produzierende Unternehmen ergibt sich aus dieser Erkenntnis eine klare Schlussfolgerung. KI ist nur so gut wie die Datenbasis, auf der sie aufbaut. Strukturierte, saubere und nachvollziehbare Daten sind nicht nur eine technische Notwendigkeit, sondern auch ein strategisches Asset.

In der Fertigungsindustrie schlummern genau diese Daten in großen Mengen: Maschinenlaufzeiten, Qualitätsprotokolle, Wartungshistorien, Prozessparameter, Lieferkettendaten. Diese Daten sind authentisch, von Menschen in realen Produktionsprozessen erzeugt und spiegeln jahrzehntelange Erfahrung wider. Doch der eigentliche Schatz liegt weit jenseits der offiziellen Dokumentation. Jeder, der

eine Produktionsanlage betreibt, weiß: Die wirklich wertvollen Informationen stecken in dem, was nicht in den Handbüchern steht. Es ist der erfahrene Instandhalter, der am Lagergeräusch eines Antriebs hört, dass in zwei Wochen ein Ausfall droht. Es ist die Einrichterin, die über Jahre die Prozessparameter so fein eingestellt hat, dass die Ausschussrate um Prozentpunkte unter dem Herstellerversprechen liegt. Dieses implizite Erfahrungswissen, in der

Fachsprache oft als „tacit knowledge“ bezeichnet, wird in den seltensten Fällen systematisch dokumentiert.

KI-basierter Assistent unterstützt Instandhaltung

Doch genau dieses Wissen macht den Unterschied zwischen funktionierender und exzellenter Produktion aus. Wie das in der Praxis aussehen kann, zeigt „Factory Genius“ von BMW. Hierbei handelt es sich

Am 14.03. wurde an Fräsmaschine CNC-7 das Hauptspindellager getauscht (SKF 7212 BECBP). Ursache war ein zunehmendes Vibrationsgeräusch bei Drehzahlen über 8.000 U/min, das Schichtführer Meier bereits zwei Wochen zuvor gemeldet hatte. Zusätzlich wurde der Kühlmittelfilter gewechselt und die Achsenkompensation auf X: +0,02 mm / Y: -0,01 mm nachjustiert. Gesamte Stillstandszeit: 4,5 Stunden.



```
wartungsbericht:
datum: "2025-03-14"
maschine: "CNC-7"
typ: "Fräsmaschine"
massnahmen:
- komponente: "Hauptspindellager"
  aktion: "Tausch"
  ersatzteil: "SKF 7212 BECBP"
  ursache: "Vibrationsgeräusch über 8.000 U/min"
  frueherkennung:
    gemeldet_von: "Schichtführer Meier"
    vorlaufzeit_tage: 14
- komponente: "Kühlmittelfilter"
  aktion: "Wechsel"
- komponente: "Achsenkompensation"
  aktion: "Nachjustierung"
  werte: { x: "+0,02 mm", y: "-0,01 mm" }
stillstandszeit_stunden: 4.5
```

Transformation eines unstrukturierten Wartungsberichts in ein maschinenlesbares Schema mittels KI. Aus Freitext werden abfragbare Datenpunkte für Predictive-Maintenance-Modelle.

Bilder: Trend Micro

um einen KI-basierten Wartungsassistenten, der ausschließlich mit internen Daten von BMW trainiert wurde, darunter Gerätehandbücher, Störungsmeldungen, Qualitätskennzahlen und Schichtprotokolle. Das System wird täglich mit neuen Einträgen aktualisiert und ermöglicht es den Instandhaltungsteams, in Sekundenschnelle Fehlerursachen zu identifizieren und Lösungsvorschläge abzurufen.

Allerdings müssen diese Daten zunächst häufig aufbereitet werden, bevor sie für KI-Anwendungen nutzbar sind. Das beginnt bei der Strukturierung unstrukturierter Textdaten mit genau definiertem Schema und reicht bis zur Digitalisierung von Papierdokumenten mittels OCR-Technologien. Moderne Werkzeuge wie das Granite-Docling-Modell von IBM ermöglichen es, auch komplexe Dokumentenlayouts in strukturierte Formate zu überführen.

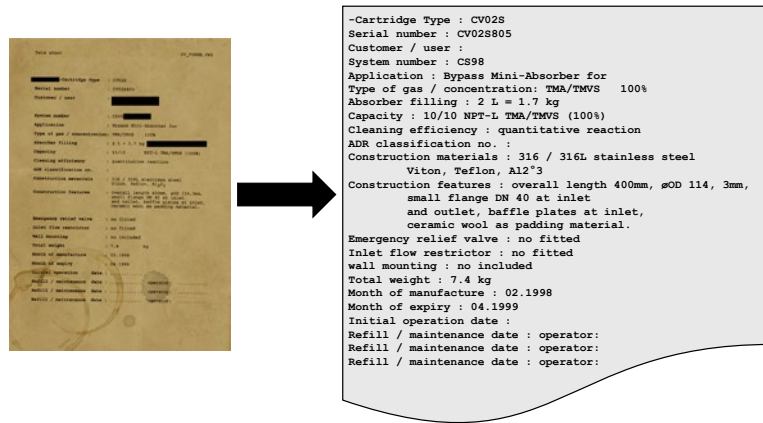
Ein konkretes Beispiel veranschaulicht, was damit gemeint ist. Stellen Sie sich einen typischen Wartungsbericht vor, wie er in vielen Fertigungsbetrieben als Freitext vorliegt: „Am 14.03. wurde an Fräsmaschine CNC-7 das Hauptspindellager getauscht (SKF 7212 BECBP).“ Ein Sprachmodell kann diesen Freitext in ein strukturiertes Format überführen, das maschinell auswertbar ist (siehe Abbildung linke Seite).

Der entscheidende Aspekt ist: Erst in dieser strukturierten Form werden die Daten für weitere Analysen nutzbar. Über hunderte solcher Berichte hinweg lässt sich nun auswerten, welche Komponenten an welchen Maschinen am häufigsten ausfallen, ob es Muster bei den Durchlaufzeiten gibt und welche Früherkennungsindikatoren, wie in diesem Fall das Vibrationsrauschen, systematisch erfasst werden können.

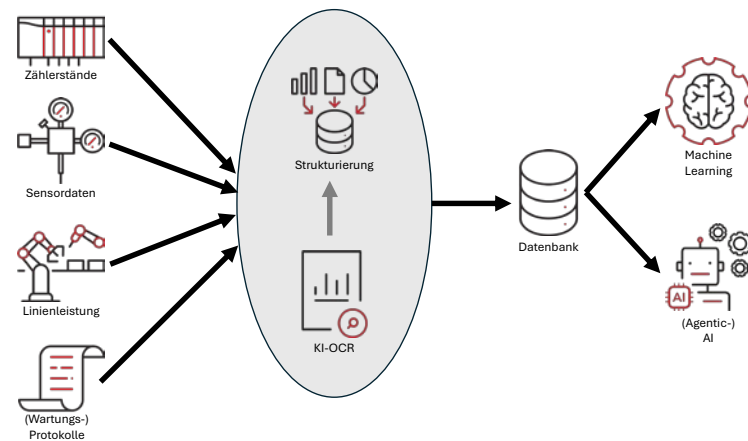
Erst Kompetenz, dann Projekte

Bevor jedoch Projekte gestartet werden, braucht es in der Organisation eine solide KI-Kompetenz. Das bedeutet nicht, dass jeder Mitarbeiter zum Data Scientist werden muss. Aber ein Grundverständnis für maschinelles Lernen, für die Möglichkeiten jenseits von ChatGPT und Co. und insbesondere für die Grenzen und Risiken der Technologie wie etwa Bias, Halluzinationen und Datenschutzfragen ist unabdingbar.

Gerade in der Produktion gibt es KI-Anwendungsfelder jenseits der generativen KI, die oft übersehen werden: Predictive Maintenance auf Basis von Sensordaten, Qualitätskontrolle durch Computer Vision, Prozessoptimierung durch Embedding und



Transformation eines gescannten Dokuments in Markdown mittels AI-OCR (Granite Docling). Die Transformation kann auch Struktur, Leserichtung und Bedeutung extrahieren und exportieren.



Von unstrukturierten Daten und Scans zu strukturierten Daten für die Nutzung durch KI und ML.

strukturiertes maschinelles Lernen. Diese Anwendungen setzen nicht auf die Generierung von Texten oder Bildern, sondern auf die Analyse vorhandener Daten, und genau hier liegt die Stärke der etablierten Fertigungsunternehmen.

KI-TECHNOLOGIE UND KI-EXPERTISE KANN MAN AUFBAUEN ODER EINKAUFEN, ÜBER JAHRZEHNTE GEWACHSENE DATEN UND ERFAHRUNG HINGEGEN NICHT.

Ein anschauliches Beispiel liefert das BMW-Werk in Regensburg, das im Rahmen des Pilotprojekts „GenAI4Q“ eine KI-gestützte Qualitätskontrolle einsetzt: Für jedes der täglich rund 1.400 produzierten Fahrzeuge generiert das System auf Basis von Fahrzeugdaten und Echtzeit-Produktionsinformationen einen individuellen Prüfkatalog. Die KI erkennt dabei Muster und Zusammenhänge, die einem menschlichen Prüfer aufgrund der Variantenvielfalt kaum auffallen würden, und die Mitarbeiter können

die Ergebnisse per Spracherkennung direkt in einer App erfassen.

Der wahre Wettbewerbsvorteil

Die zentrale Botschaft lässt sich in einem Satz zusammenfassen: KI-Technologie und KI-Expertise kann man aufbauen oder einkaufen; authentische, über Jahrzehnte gewachsene Daten und Erfahrung beziehungsweise Expertise hingegen nicht. Die Herausforderung besteht nicht darin, mit den KI-Uncorns um die neueste Technologie zu konkurrieren, sondern darin, die eigenen Daten so aufzubereiten und die eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter so zu befähigen, dass dieser Schatz gehoben werden kann.

Etablierte Unternehmen sollten sich also nicht von der Hype-Maschinerie verunsichern lassen. Denn die produzierenden Unternehmen haben mit ihrer jahrzehntelangen Erfahrung einen Vorsprung, den keine Milliardenbewertung der Welt aufwiegen kann.



UDO SCHNEIDER ist Governance, Risk & Compliance Lead Europe bei TrendAI.

Mehr Qualität in der manuellen Montage

In der Automobilproduktion liegt der Automatisierungsgrad in der Endmontage häufig bei nur 20 bis 35 Prozent. Die Folge: Fehler in händischen Prozessen treiben Nacharbeit, Ausschuss und Garantiekosten. KI-basierte Assistenzsysteme wie ClickID zeigen, dass sich diese Fehlerquote um bis zu 80 Prozent reduzieren lässt. **VON FREDERIKE WESER**



In der automobilien Endmontage zählt jede Sekunde – und jeder Handgriff. ClickID unterstützt Werker durch präzise Anleitungen und direktes Feedback in Echtzeit.

visuelles Feedback, sodass Werker Fehler direkt beim Entstehen korrigieren können.

Die Relevanz solcher Assistenz wird besonders im automobilien Kontext deutlich: In einem Fahrzeug werden bis zu 3.000 Steckverbindungen verbaut, über die Strom, Gase und Flüssigkeiten geführt werden. Diese Systeme sind hochgradig präzisionskritisch und sind häufig in schwer zugänglichen, kaum einsehbaren Einbau-räumen montiert. Schon minimale Abweichungen im Millimeterbereich können die Funktion beeinträchtigen.

Qualitätsprobleme werden in der Praxis häufig auf Linien- oder Stations-ebene adressiert. Qualitäts- und Prozessingenieure optimieren isolierte Abschnitte, während sich die tatsächlichen Kosten schrittweise entlang der gesamten Wertschöpfungskette aufbauen und oft erst am Ende vollständig sichtbar werden. Genau hier setzt ein systemischer Ansatz an. Statt punktueller IoT-Lösungen, die man teuer in bestehende Linien integrieren muss und oft nur lokal wirken, verfolgt ClickID des Automobilzulieferers Voss Automotive eine werksweite sowie perspektivisch globale Skalierung der Prozessqualität.

Diese Perspektive erweitert auch den Blick auf die relevanten Entscheidungsebenen: Neben Fachabteilungen rücken zunehmend strategische und unternehmensweite Verantwortungsbereiche in

den Fokus. Im Vordergrund steht dabei nicht mehr nur die Fehlerquote an einer einzelnen Station, sondern die Total Cost of Ownership über Werke und Märkte hinweg. Vor allem international aufgestellte Automobilunternehmen treiben diese Entwicklung voran, auch in Regionen wie den USA und Indien, wo Produktionsnetzwerke dynamisch wachsen und man Qualitätsstandards global harmonisieren muss.

Echtzeit-Feedback direkt am Ort der Wertschöpfung

Kern von ClickID ist ein KI-gestützter Sensorhandschuh, der manuelle Steckprozesse in Echtzeit analysiert. Akustische und kinetische Signale – etwa das charakteristische „Klicken“ beim Verrasten – werden erfasst, interpretiert und unmittelbar bewertet. Das System gibt haptisches und

CLICKID ERSETZT KEINE ARBEITSPLÄTZE. IM GEGENTEIL: DAS SYSTEM BENÖTIGT BEWUSST DIE MENSCHLICHE HAND UND UNTERSTÜTZT SIE GEZIELT.

Technologisch wurde das System in den vergangenen Jahren deutlich weiterentwickelt: leistungsfähigere KI-Modelle, stabilere Datenübertragung, höhere Robustheit und eine deutlich verbesserte Ergonomie. Der Handschuh ist leicht, belüftet, in verschiedenen Größen verfügbar und lässt sich problemlos über einen klassischen Montagetagehandschuh tragen. Mit einer Akkulaufzeit von bis zu zehn Stunden ist er für den industriellen Dauereinsatz ausgelegt.

Ein wesentliches Merkmal ist die Adaptierbarkeit des Systems. Das Modell kann bei veränderten Bauteilen, neuen Steckertypen oder modifizierten Prozessbedingungen nachtrainiert werden. Auch der Wechsel zwischen unterschiedlichen Anwendungsfällen ist möglich. Über ein Device-Management-System und eine API als Schnittstelle lassen sich spezifische Modelle schnell austauschen, etwa wenn Mitarbeitende im Schichtverlauf zwischen verschiedenen Montagetätigkeiten wechseln.

Menschzentrierte Assistenz statt Automatisierungersatz

Ein zentraler Aspekt für Entscheiderinnen und Entscheider: ClickID ersetzt keine Arbeitsplätze. Im Gegenteil: Das System benötigt bewusst die menschliche Hand und unterstützt sie gezielt. Gerade in Hochlohnländern trägt dies dazu bei, manuelle Montage wirtschaftlich zu sichern. Die KI übernimmt repetitive Prüfaufgaben, reduziert die kognitive Belastung und erhöht die Prozesssicherheit, während die Feinmotorik und Flexibilität des Menschen erhalten bleiben.

Diese Positionierung zahlt auch auf die Akzeptanz ein: In vielen Projekten wird das System von Mitarbeitenden und Unternehmen positiv aufgenommen, da es die Arbeit erleichtert und Fehlerdruck reduziert, ohne Kontrolle im klassischen Sinne auszuüben.

Daten als Grundlage für werkswerte Exzellenz

Neben der Echtzeitunterstützung entsteht ein zweiter, strategischer Mehrwert: Daten. ClickID dokumentiert Montageprozesse

lückenlos und ermöglicht eine transparente Analyse über Linien, Werke und Standorte hinweg: Wo treten Fehler gehäuft auf? Welche Varianten sind besonders anfällig? Welche Prozessänderungen zeigen Wirkung?

Damit wird Qualität erstmals konsistent mess- und vergleichbar und somit zur zentralen Voraussetzung für globale Produktionsnetzwerke. Der Systemgedanke geht bewusst über einzelne Linien hinaus und

MIT EINEM NEUEN ANSATZ WIRD ES KÜNFTIG MÖGLICH, KUNDEN SELBST ZU BEFÄHIGEN, IHRE KI-MODELLE ZU TRAINIEREN UND ANZUPASSEN.

unterstützt eine standortübergreifende Standardisierung und Stabilisierung von Prozessen. Auch im Zusammenspiel mit bestehenden End-of-Line-Prüfungen entsteht ein geschlossenes Qualitätskonzept, das Fehler nicht nur erkennt, sondern systematisch vermeidet.

Von der Abhängigkeit zur Skalierbarkeit

Ein häufiges Hindernis bei KI-Lösungen ist der Trainingsaufwand. Modelle müssen spezifisch auf Bauteile und Prozesse angepasst werden, was Abhängigkeiten vom Anbieter erzeugen kann. Hier setzt die aktuelle Weiterentwicklung von ClickID an: Mit einem neuen Ansatz wird es künftig möglich, Kunden selbst zu befähigen, ihre KI-Modelle zu trainieren und anzupassen. Ziel ist eine skalierbare, unternehmensin-


terne Nutzung, ohne Engpässe im Roll-out und mit deutlich höherer Geschwindigkeit bei der Einführung neuer Anwendungen.

Wirtschaftlichkeit im Fokus

Während viele digitale Lösungen hohe Integrationskosten verursachen, ist ClickID bewusst als wirtschaftlich skalierbare Lösung konzipiert. Die Investition rechnet sich vor allem durch reduzierte Nacharbeit, weniger Gewährleistungsfälle und eine höhere Prozessstabilität.

Mit seiner Fertigung in Deutschland steht der Sensorhandschuh für „Made in Germany“ im Sinne von höchster Präzision und Qualität sowie industrieller Verlässlichkeit.

Obwohl die Entwicklung primär vor dem Hintergrund automobiler Anwendungen erfolgte, zeigt sich die Übertragbarkeit von ClickID auf andere Industrien: von Elektronikfertigung über Haushaltsgeräte bis hin zu neuen Anwendungen wie beispielsweise der Fertigung von Solarpanelen. Überall dort, wo manuelle Fügeprozesse charakteristische Signaturen aufweisen, kann das System adaptiert werden. Zahlreiche Pilotprojekte in unterschiedlichen Branchen haben diese Flexibilität bestätigt und kontinuierlich zur Weiterentwicklung beigetragen.

Fazit: Die Zukunft der Montage entscheidet sich nicht allein durch Automatisierung, sondern durch intelligente Assistenz. Systeme wie ClickID verschieben den Fokus von isolierten Qualitätsmaßnahmen hin zu einem ganzheitlichen, skalierbaren Ansatz. Für Unternehmen weltweit bedeutet das: bessere Transparenz, geringere Gesamtkosten und eine nachhaltige Sicherung von Produktionsqualität – über Linien, Werke und Märkte hinweg. **RT** 

FREDERIKE WESER ist Technical Account Manager Smart Wearables bei Voss Automotive.

Der wesentliche Bestandteil des ClickID-Systems ist das Wearable, das Sensordaten präzise erfasst und aufzeichnet.
Bilder: Voss Automotive



Von der Vernetzung zur intelligenten Fabrik

Die intelligente Fabrik ist keine Zukunftsvision mehr, sondern entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit im Hier und Jetzt. Aber wie lässt sich die Transformation dahin erfolgreich gestalten? Drei wichtige Säulen bilden die Basis für eine widerstandsfähige und hocheffiziente Produktion: KI für autonome Prozesse, Edge Computing für Entscheidungen in Echtzeit und die sichere Konvergenz von IT und OT. **VON AMIT KAPOOR**

Smart Factories sind längst keine Zukunftsvision mehr – sie bilden heute das Fundament moderner industrieller Produktion. Eine Bitkom-Research-Studie aus dem Jahr 2025 zeigt, dass bereits 71 Prozent der Unternehmen Industrie-4.0-Technologien in ihren Fabriken einsetzen. Digitale Marktplätze, digitale Zwillinge und IoT-Plattformen treiben diesen Trend maßgeblich voran.

Während die Modernisierung von Fabriken häufig mit der Einführung dieser Technologien beginnt, basiert echte Transformation hin zu Industrie 4.0 auf der geschickten Verbindung von Intelligenz, Konnektivität und Resilienz. Erst deren Zusammenspiel verwandelt Fabriken in adaptive, selbstoptimierende Ökosysteme. Künstliche Intelligenz, Edge Computing und die Konvergenz aus IT und OT bilden die drei Säulen des Fundaments einer Smart Factory und machen eine sichere,

nahtlose sowie transformative Produktion erst möglich.

KI-gestützte Entscheidungsfindung auf dem Shopfloor

Künstliche Intelligenz entwickelt Smart Factories von rein automatisierten zu wirklich autonomen Produktionsumgebungen weiter. Tausende Sensoren, Maschinen und Robotersysteme erzeugen kontinuierlich riesige Datenmengen. KI ermöglicht es, diese Daten für Predictive Analytics, automatisierte Qualitätskontrollen und adaptive Produktionsabläufe zu nutzen. Das Ergebnis sind messbare Vorteile: geringere Ausfallzeiten durch vorausschauende Wartung, höhere Produktqualität durch Fehlererkennung in Echtzeit sowie eine optimierte Ressourcennutzung. Indem sie aus historischen und aktuellen Daten lernt, versetzt künstliche Intelligenz Fabriken in die Lage, schnellere und fundiertere



Entscheidungen zu treffen – und steigert so deren Effizienz und Agilität prozessübergreifend.

Ein Beispiel: In einer Smart Factory zur Herstellung von Automobilteilen erfassen Sensoren an Förderbändern und Pressmaschinen Daten zu Temperatur, Geschwindigkeit und Vibration. Diese Informationen fließen in ein zentrales System, das Muster analysiert, Ausfälle prognostiziert, Wartungsmaßnahmen proaktiv plant und Prozesse dynamisch anpasst. Erkennt das System etwa eine ungewöhnliche Verlangsamung eines Förderbands oder die Überhitzung einer Presse, kann es sofort reagieren. So werden Ausfälle möglichst geringgehalten, die Leistung optimiert und Arbeitsabläufe kontinuierlich verbessert.

Darüber setzen fortschrittliche Robotik und kollaborative Systeme KI ein, um sich ohne manuelle Eingriffe an veränderte Produktionsanforderungen anpassen können. Von dynamischer Produktionsplanung bis hin zu selbstlernenden Algorithmen ermöglicht KI, dass Fabriken nicht nur vernetzt, sondern auch kontinuierlich besser werden. Im Gegensatz zur klassischen Fertigung sorgt dieser KI-gestützte, datengetriebene Ansatz für Präzision, Reaktionsfähigkeit und Resilienz und macht Smart Factories in einer sich wandelnden Industrielandschaft dauerhaft wettbewerbsfähig.

Edge Computing bringt die Cloud näher an die Fabrik

Um das volle Potenzial von KI auszuschöpfen, müssen Entscheidungen dort getroffen werden, wo sie wirken: direkt am Ort des



In vernetzten Fabriken lassen sich die Produktionsprozesse in Echtzeit überwachen und steuern.

Bild: Gorodenkoff/Shutterstock.com



Mit einer Edge-Infrastruktur können Hersteller in Echtzeit auf Vorfälle im Produktionsablauf reagieren.

Bild: panuwat phimpha/Shutterstock.com

Mithilfe von KI lässt sich die Robotik an aktuelle Anforderungen in der Produktion anpassen.

Bild: Gorodenkoff/Shutterstock.com

Geschehens. Edge Computing verlagert Rechenleistung näher an den Shopfloor, reduziert Latenzzeiten und verringert die Abhängigkeit von zentralisierten Cloud-Systemen.

In einer Smart Factory entscheiden oft Millisekunden über den Erfolg von kritischen Anwendungen wie Maschinensteuerung, Sicherheitsüberwachung oder der Koordination von Robotern – mit Edge-Infrastrukturen kann dabei in Echtzeit reagiert werden. Daraus ergeben sich Vorteile wie schnellere Entscheidungsfindung, höhere Ausfallsicherheit bei Netzwerkstörungen und eine effizientere Bandbreitennutzung. Und dies bei gleichzeitig geringeren Kosten.

Durch die Verarbeitung von Daten am Netzwerkrand können Fabriken unmittelbar auf Erkenntnisse reagieren, statt auf Cloud-basierte Analysen zu warten. Das ist essenziell für Anwendungsfälle wie vorausschauende Wartung, automatisierte Qualitätsprüfungen oder adaptive Produktionsprozesse. Edge Computing beschleunigt so nicht nur Abläufe, sondern verbessert auch Sicherheit und Compliance, da sensible Daten näher an ihrer Quelle verbleiben. In Kombination mit KI bildet es das Rückgrat eines intelligenten und agilen Fertigungsökosystems.

Das Zusammenspiel von OT und IT

Die Zusammenführung von OT (Operational Technology) und IT (Information

Technology) bildet die dritte zentrale Säule der Smart Factory, indem sie physische Produktionssysteme nahtlos in digitalen Plattformen integriert. Traditionell arbeiten OT-Systeme isoliert: Maschinen werden unabhängig voneinander in kabelgebundenen Netzwerken innerhalb einzelner Fertigungsbereiche betrieben. Diese Abschottung bedeutet zwar geringe Sicherheitsrisiken, lässt jedoch kaum datenbasierte Optimierung zu.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ, EDGE COMPUTING UND DIE KONVERGENZ AUS IT UND OT MACHEN EINE SICHERE UND NAHTLOSE PRODUKTION ERST MÖGLICH.

Moderne Fabriken hingegen sind hochgradig vernetzt. Mit Tablets, mobilen Endgeräten und Cloud-basierte Anwendungen können Unternehmen ihre Produktionsprozesse in Echtzeit überwachen und steuern. Das steigert die Effizienz, beschleunigt Entscheidungen und erhöht die Flexibilität bei der Steuerung von Fertigungslinien. Gleichzeitig erfordert diese Vernetzung ein leistungsfähiges drahtloses Ökosystem, das typischen Herausforderungen in der Industrie standhält – etwa metallischen Strukturen, die Funkwellen blockieren, oder elektrischen Störungen, die Signale beeinträchtigen können. Hier sind erfahrene Partner gefragt, die die richtige Kombination aus Technologien wie Private 5G, industrietauglichem WLAN und Edge Computing bereitstellen, die für den Be-

trieb der Lösungen geeignet sind und diese auf branchenspezifische Anforderungen zuschneiden können.

Operative Systeme erfordern Sicherheitsrichtlinien und Governance

Mit der Öffnung operativer Systeme gegenüber externen Netzwerken steigen jedoch auch die Cyberrisiken. Daher sind klare Sicherheitsrichtlinien und belastbare Governance-Frameworks unverzichtbar. Richtig umgesetzt, bringt die IT/OT-Integration entscheidende Vorteile, nämlich eine höhere Cyberresilienz, die Einhaltung von Industriestandards und den Schutz sensibler Produktionsdaten – bei gleichzeitiger Unterstützung fortschrittlicher Anwendungen wie Predictive Maintenance, Echtzeitanalysen und autonomer Abläufe.

Jede dieser drei Säulen treibt die Transformation der Fertigung voran und stärkt Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und ökologische Verantwortung. Die Herausforderungen – von wirtschaftlichem Druck und regulatorischer Unsicherheit bis hin zur technologischen Komplexität – sind erheblich, aber die Chancen umso größer. Durch Investitionen in Innovationen sowie den Aufbau intelligenter, vernetzter Fabriken können lokale Hersteller ihre Position nicht nur behaupten, sondern auch neue Maßstäbe für die industrielle Transformation setzen. Die Vision für die Zukunft lautet: Fertigung muss smart, nachhaltig und agil sein. **SG**

AMIT KAPOOR ist Vice President und Head of Continental Europe bei Tata Communications.

So verschmelzen physische und Cyber-Sicherheit

Vernetzte Fertigung verlangt ein neues Sicherheitsverständnis: Physische Schutzsysteme wie Kameras, Zutritt und Perimeterschutz sind heute Teil des IT-Netzwerks und damit potenzielle Angriffsflächen. Unternehmen brauchen einheitliche Governance, hybride Architekturen, Segmentierung, Patch-Management sowie engere Zusammenarbeit von IT und Physical Security. KI, Hybrid-Cloud und Weiterbildung stärken dabei Resilienz und Effizienz. **VON ANDREAS FLEMMING**

Schon immer erforderten Produktionsstätten robuste physische Sicherheitsmaßnahmen wie Perimeterschutz, Zutrittskontrollen für besonders sensible Bereiche sowie Videoüberwachung auf weitläufigen Geländen. In der Fertigung kommen heute zunehmend Technologien der Industrie 4.0 zum Einsatz. Diese Netzwerke aus Sensoren, vernetzten Maschinen und cloudbasierten Analysen sind immer stärker mit der Betriebstechnik und somit auch den Systemen für physische Sicherheit verflochten. Der Report zur Lage der physischen Sicherheit 2026, der auf den Antworten von mehr als 7.000 Sicherheitsexperten weltweit basiert, erfasst diese Konvergenz und ihre Auswirkungen auf die Fertigungsabläufe.

Cyber-Angriffe nehmen zu

Die Ergebnisse zeigen, dass das Bewusstsein dafür gewachsen ist, vernetzte Sicherheitssysteme ebenso gut zu schützen wie jede andere vernetzte Infrastruktur: Rund 34 Prozent der Endnutzer

physischer Sicherheitslösungen implementieren Cybersicherheits-Technologien in ihren Sicherheitsumgebungen, noch im Vorjahr waren es 32 Prozent. 37 Prozent planen neue Projekte für IT-Sicherheit im Jahr 2026, 24 Prozent gaben das im letzten Jahr an.

Unter den großen Unternehmen mit 10.000 oder mehr Mitarbeitern gaben 48 Prozent der Befragten an, dass die Zahl der Vorfälle im Bereich der physischen Sicherheit oder der Cybersicherheit im Jahr 2025 zugenommen hat. Die Reaktion darauf muss umfassend sein. Sichere Konfigurationen, Patch-Management, Identitätssicherung, Netzwerksegmentierung und eine vereinheitlichte Reaktion auf Vorfälle sind heute für physische Sicherheitssysteme unerlässlich.

Die Umfrage zeigt, dass 47 Prozent der befragten IT-Fachleute Maßnahmen zur Stärkung der Cybersicherheit die größte Bedeutung beimessen, bei den physischen Sicherheitsteams sind es hingegen nur 27 Prozent. Diese Kluft unterstreicht, wie wichtig es ist, dass beide Abteilungen enger zusammenarbeiten. Dazu zählt, ihre Umgebungen gemeinsam zu verwalten, Patch-Zyklen zu teilen, Segmentierungsmuster zu vereinbaren und sich zum Schwachstellenmanagement abzustimmen. So entsteht ein ganzheitliches Risikoprofil anstelle paralleler Verwaltungsstrukturen, die Lücken für Angreifer offenlassen.

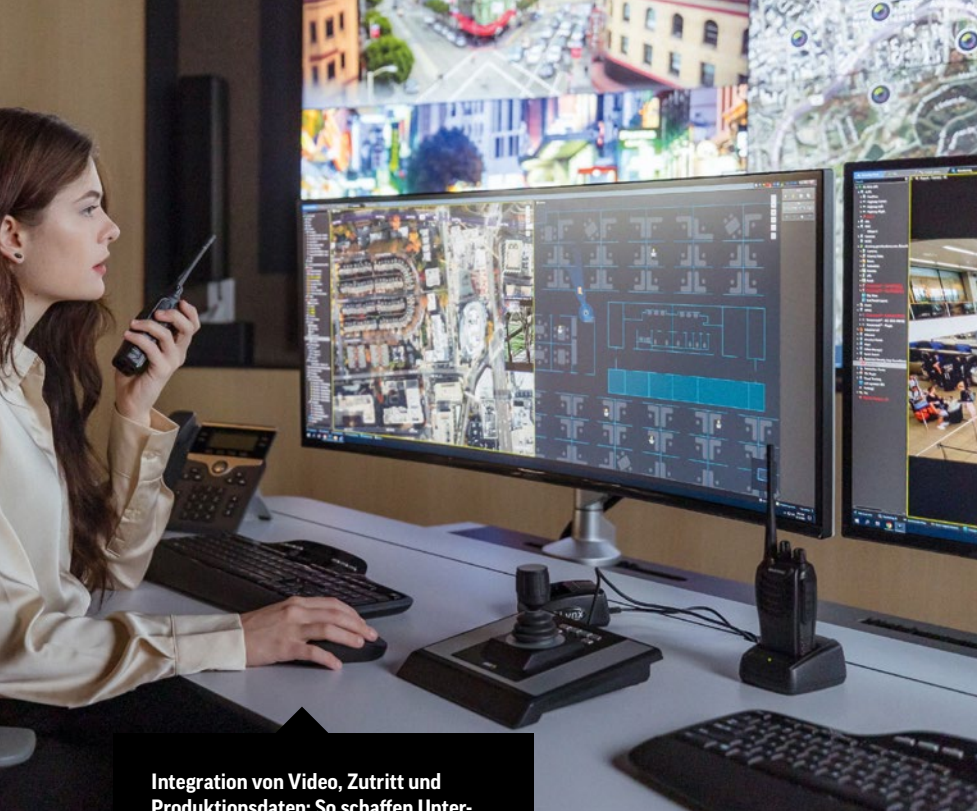


Onsite-Monitoring verbindet OT-Einblicke mit physischer Sicherheit – wichtig für eine ganzheitliche Verteidigung vernetzter Fabriken.

Gemeinsame Lagebeurteilung: Tablet und Pläne verbinden Betriebsablauf, Zutritt und Sicherheitschecks.

Bilder: © stock.adobe.com





Integration von Video, Zutritt und Produktionsdaten: So schaffen Unternehmen eine ganzheitliche Sicherheit für die vernetzte Fertigung.

Industrie 4.0 bietet Ansätze für mehr Sicherheit

Ein positives Signal ist, dass die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit insgesamt zunimmt. Laut Report arbeiteten elf Prozent der Endnutzer im Jahr 2025 mit anderen Abteilungen an Initiativen im Bereich Industrial IoT, während 24 Prozent abteilungsübergreifend an übergeordneten Geschäftszielen mitwirkten. Dieses interdisziplinäre Arbeiten stärkt mit der richtigen Plattform auch die Sicherheit: Sicherheitssysteme unterstützen die Produktionsüberwachung, Qualitätskontrolle und Compliance. Zudem nutzen sie Daten aus Fertigungssystemen, um Sicherheitsereignisse besser einzuordnen.

Zutrittsdaten lassen sich mit Produktionsplänen kombinieren, um Anomalien zu erkennen. Dazu zählen etwa Zutrittsversuche in gesperrten Bereichen während einer außerplanmäßigen Schicht oder Bewegungsmuster, die nicht dem normalen Produktionsablauf entsprechen. Ein strukturiertes Beweismittelmanagement und der digitale Austausch zu Vorfällen beschleunigen Untersuchungen, sobald es zu einem Vorfall kommt. Die Echtzeit-Lageerkennung durch Drohnen und Robotik kann sowohl Sicherheitspatrouillen als auch Betriebsinspektionen unterstützen.

Hybrid-Cloud unterstützt verteilte Abläufe

Fertigungsunternehmen sind oft an mehreren Standorten tätig, manchmal sogar auf

mehreren Kontinenten. Die Umfrage zeigt, dass die Bereitstellung via Hybrid-Cloud zunehmend zum bevorzugten Modell wird. 72 Prozent der Planer für Sicherheitslösungen sehen in den nächsten fünf Jahren hybride Bereitstellungen vor. Bei diesem Ansatz bleibt die bandbreitenintensive Videospeicherung vor Ort, während Cloud-Dienste für Analysen, zentrale Verwaltung und Ferndiagnosen eingesetzt werden.

PHYSISCHE SICHERHEIT IST UNTRENNBAR MIT BETRIEBSTECHNOLOGIE UND IT-INFRASTRUKTUR VERKNÜPFT. ERFOLG ERFORDERT EINE EINHEITLICHE GOVERNANCE IN ALLEN DREI BEREICHEN.

Wie der Report zeigt, hat Resilienz oberste Priorität. Die Umfrageteilnehmer betonen, wie wichtig es ist, Systeme in Sicherheitszonen zu unterteilen, damit kritische Funktionen auch bei Cloud-Ausfällen funktionsfähig bleiben. Für Hersteller bedeutet dies, Architekturen zu entwickeln, die die lokale Kontrolle über produktionskritische Sicherheitssysteme aufrechterhalten und gleichzeitig die Vorteile von cloudbasierter Intelligenz und Fernsupport nutzen.

Besonders bei der Zutrittskontrolle bietet die Cloud Vorteile. Elf Prozent der Endnutzer setzen eine vollständig cloudbasierte Zutrittskontrolle ein, 27 Prozent hybride Systeme. Fortschrittliche Anbieter bündeln darauf basierend die Verwaltung von Zutrittsdaten für ihre Aktivitäten weltweit

und behalten gleichzeitig die lokale Authentifizierung für zeitkritische Zutrittsentscheidungen bei.

Bewältigung wirtschaftlicher und personeller Herausforderungen

Die Budgets blieben 2025 stabil. Dennoch geben 48 Prozent der Endnutzer an, dass die Ausgaben gestiegen oder auf gleichem Niveau geblieben sind. Die Hersteller stehen vor besonderen Herausforderungen. Sie nennen Unterbrechungen der Lieferkette, insbesondere im Nahen Osten, in Afrika und im asiatisch-pazifischen Raum, als Themen, die sie beschäftigen. Zölle, Inflation und Komponentenengpässe können Sicherheitsprojekte verzögern und die verfügbaren Ressourcen belasten.

Auch der Fachkräftemangel bleibt ein Problem. Die Gewinnung und Bindung qualifizierter technischer Fachkräfte ist flächendeckend schwierig, gleichzeitig verlängern sich die Ausbildungszyklen, da die Systeme immer komplexer werden. Die Umfrage zeigt, dass vor allem in Qualifikationen investiert werden muss: in strukturierte Schulungen und die Vermittlung von Querschnittskompetenzen, in Recruiting von Talenten mit IT-Optimierungskennnissen sowie in den Einsatz von KI zur Automatisierung von Routineprozessen.

KI zielt auf betriebliche Effizienz ab

KI rangiert neben Zutrittskontrolle und Videoüberwachung aus Sicht der Umfrageteilnehmer ganz oben auf der Agenda für 2026. Hersteller sehen praktische Anwendungsmöglichkeiten in der Erkennung von Anomalien, der Unterstützung von Ermittlungen und der Entlastung von Sicherheitsspersonal. KI ist da am wirkungsvollsten, wo der manuelle Aufwand am höchsten ist: Bei der Videosuche, Mustererkennung und automatisierten Beweis-Workflows. Hier entstehen messbare Effizienzsteigerungen.

Bei der Umsetzung gibt es trotzdem immer noch Bedenken. Rund 70 Prozent der Endnutzer sorgen sich um die hinter KI stehenden Konzepte und um die Art und Weise der Datennutzung. Hersteller sollten von Anbietern Transparenz verlangen, auf nachvollziehbare Ergebnisse bestehen und Erfolgskennzahlen festlegen, bevor sie KI-gesteuerte Funktionen einsetzen. **TB**

ANDREAS FLEMMING ist Area Sales Director DACH bei Genetec Deutschland.

Kritis als Vorbild

Cyberangriffe auf Industrieunternehmen verursachen erhebliche wirtschaftliche Schäden. Um digitale Resilienz aufzubauen und Anforderungen wie NIS-2 gerecht zu werden, müssen Unternehmen IT- und OT-Sicherheit ganzheitlich betrachten. Welche Maßnahmen dabei entscheidend sind, zeigen fünf zentrale Handlungsfelder.

VON MAURICE KEMMANN

Eine unangenehme Situation: Die Sicherheitssoftware eines Autozulieferers hatte unbefugte Zugriffe auf die IT-Infrastruktur festgestellt. Das Security-Team reagierte sofort und fuhr betroffene Systeme herunter. Durch das Abschalten musste das Werk die Produktion für einige Stunden stoppen, da die OT-Systeme auf die Verknüpfung mit der IT angewiesen waren.

Solche Angriffe sind häufig, so gab es beispielsweise laut Bitkom im zweiten Quartal 2025 im Durchschnitt 1.286 Angriffe pro Woche auf deutsche Unternehmen. Insgesamt waren 2025 rund neun von zehn Unternehmen von Cyberangriffen betroffen. Der dadurch verursachte Schaden lag bei fast 290 Milliarden Euro. Damit liegt Deutschland auf Rang vier der am stärksten von Computerkriminalität betroffenen Länder weltweit.

Hohe Sicherheitsstandards für IT und OT

Der Vorfall bei dem Zulieferer ist noch glimpflich abgelaufen, trotzdem entstanden durch den Produktionsausfall Lieferverzögerungen und damit ein finanzieller Schaden. Das zeigt deutlich: Vernetzte Produktionssysteme, Wartungszugänge zu Industrieanlagen, Remote-Zugriffe und Partneranbindungen sind eine gefährliche Angriffsfläche, die von Hackern ausgenutzt wird.

Fertigungsunternehmen müssen deshalb ihre IT-Security auf den neuesten Stand bringen. Denn spätestens die NIS-2-Richtlinie macht die Sicherheit in der Lieferkette zur gesetzlichen Pflicht. Um dem gerecht zu werden, müssen Zulieferer hohe Sicherheitsstandards anlegen und die IT- und OT-Sicherheit gewährleisten.

Eine Schwierigkeit ist dabei die Komplexität der genutzten Systeme. In Fertigungsbetrieben treffen klassische IT-Systeme auf spezialisierte OT-Infrastrukturen, die

historisch gewachsen sind und die in der Industrie üblichen langen Betriebszeiten haben. In vielen Fällen wurde die OT gar nicht für Vernetzung und Digitalisierung konzipiert.

Sicherheitsstandards für IT und OT verknüpfen

Zu viele Unternehmen betrachten IT- und OT-Sicherheit als jeweils eigene Bereiche mit unterschiedlichen Aufgaben. Das spiegelt sich in den Unternehmen als technische, personelle und kulturelle Trennung wider. Oft arbeiten die Teams aneinander vorbei und benutzen verschiedene Security-Maßstäbe. Das schafft Zuständigkeitslücken und erhöht letztlich das Risiko.

ZU VIELE UNTERNEHMEN BETRACHTEN IT- UND OT-SICHERHEIT ALS JEWEILS EIGENE BEREICHE MIT UNTERSCHIEDLICHEN AUFGABEN.

Die erste und wichtigste Aufgabe für Unternehmen ist deshalb die Verzahnung von IT und OT. Die Kritis-Regeln haben dafür bereits wichtige Grundlagen geschaffen. Deshalb ist es sinnvoll, die Sicherheitsstrukturen der kritischen Infrastrukturen als Blaupause für die digitale Resilienz im Mittelstand zu nutzen.

Allerdings können Fertiger aus dem Mittelstand die Ansätze der Kritis-Welt nicht eins zu eins übernehmen. Es geht um praxisnahe und leicht skalierbare Prinzipien, die sich speziell an den Bedürfnissen kleiner und mittelgroßer Unternehmen orientieren. Kritis wird dabei als Framework interpretiert, bei dem das Sicherheitsniveau zur jeweiligen Rolle in der Wertschöpfungskette passt.



1. Sicherheit als Führungsaufgabe verstehen

Sicherheit ist nicht nur Aufgabe der Fachbereiche, sondern des gesamten Managements. Die Geschäftsleitung muss festlegen, wer verantwortlich ist und was vorrangig zu erledigen ist. Damit wird umgesetzt, was NIS-2 fordert: Die Geschäftsführung ist für das Risikomanagement verantwortlich, Sicherheit wird Teil der Unternehmensführung. Hierfür ist es zwingend notwendig, die Kommunikation zwischen der Geschäftsleitung, der IT und der OT zu verbessern.

2. Intelligentes Monitoring nutzen

Sichtbarkeit ist der erste Schritt zu Widerstandskraft. Wer weiß, was im Netzwerk passiert, kann auch gezielt reagieren. Deshalb benötigen Unternehmen lernfähige Systeme, die Anomalien in IT und OT sichtbar machen. Besonders hilfreich sind Lösungen, die Daten von Maschinen und Steuerungssystemen einbeziehen. So entsteht ein ganzheitliches Lagebild, das kritische Entwicklungen frühzeitig sichtbar macht. Dies ist die technische Basis, um die strengen Meldepflichten von Kritis und NIS-2 zu erfüllen.



3. Dienstleister sind strategische Partner

Servicepartner für Cybersecurity sind mehr als nur Lieferanten. Sie sind wichtige Partner für Managed Services, die ein Security Operation Center (SOC) anbieten können. Damit können auch kleine Fertigungsbetriebe rund um die Uhr auf Expertise und operative Unterstützung zurückgreifen. Hinzu kommt die große Erfahrung von Dienstleistern mit unterschiedlichen Bedrohungsszenarien. Für mittelständische Unternehmen mit begrenzten Ressourcen ist eine solche Zusammenarbeit ein guter Weg, um Sicherheit und Reaktionsschnelligkeit zu verbessern

4. OT verstehen und segmentieren

Ein häufig unterschätztes Risiko sind überholte Maschinensteuerungen oder fehlerkonfigurierte Schnittstellen. Unternehmen sollten ihre OT-Assets systematisch erfassen, segmentieren und absichern. Sie steigern damit die Kontrolle und verringern die Angriffsfläche deutlich. Oft reicht bereits eine einfache Inventarisierung: Welche Steuerungen, Protokolle und Zugänge gibt es überhaupt? Welche Systeme tauschen auf welche Weise Daten aus? Die darauf auf-

bauende Segmentierung der Netzwerke in Sicherheitszonen erschwert es Angreifern erheblich, sich seitlich zu bewegen und benachbarte Systeme zu schädigen.

5. Den Notfall nicht nur planen, sondern proben

Ein Plan ist nur so gut, wie er der Praxis standhält. Dafür müssen alle Notfall- und Wiederanlaufpläne regelmäßig getestet und in der Belegschaft verankert werden.

FERTIGER AUS DEM MITTELSTAND KÖNNEN DIE ANSÄTZE DER KRITIS-WELT NICHT EINS ZU EINS ÜBERNEHMEN. ES GEHT UM PRAXISNAHE UND LEICHT SKALIERBARE PRINZIPIEN.


Auch hier liegt der Teufel im Detail. Ein guter Plan beantwortet nicht nur technische Fragen, sondern klärt auch Zuständigkeiten, Rollenverteilung, Eskalationswege und die Kommunikation. Dabei stellen sich viele Fragen: Was passiert, wenn bestimmte Anlagen für mehrere Stunden stehen bleiben? Wie verständigen sich IT und OT in der Krise? Wer hat Zugriff auf Backups?

In vielen Fertigungsbetrieben treffen klassische IT-Systeme auf historisch gewachsene OT-Infrastrukturen. Letztere wurden meist gar nicht für Vernetzung und Digitalisierung konzipiert.

Bild: © God Image/stock.adobe.com
(generiert mit KI)

Die Antworten auf diese Fragen müssen klar sein, damit ein Plan funktioniert.

Kritis und NIS-2 als Maßstab

Mittelständische Fertiger haben heutzutage eine doppelte Verantwortung: Sie müssen einerseits ihre eigene Produktion und andererseits die Integrität komplexer Lieferketten schützen. Dafür ist nachweisbare Sicherheit nötig. Eine Orientierung an Kritis-Maßstäben und NIS-2-Konformität ist nicht nur eine regulatorische Forderung, sondern ein entscheidendes Qualitätsmerkmal im Wettbewerb. Mit klarer Führung, Transparenz, starken Partnern und praxistauglichen Notfallplänen schaffen auch mittelständische Betriebe ein hohes Sicherheitsniveau für digitale Resilienz und Zukunftsfähigkeit. **KF** 

MAURICE KEMMANN ist Geschäftsführer des IT-Security-Unternehmens Cosanta.

Lückenschluss bei der KI-Umsetzung

Der neue Enterprise AI Adoption Impact-Index belegt: Über die Hälfte der Unternehmen kämpft mit der Skalierung von künstlicher Intelligenz. Neue Lösungen von Infor adressieren das Problem. **VON DR. HENNING DRANSFELD**



Das Thema KI stand auch in Hannover am Messestand von Infor im Mittelpunkt des Besucherinteresses. Bild: Arno Laxy

Das aktuelle Update von Infor bringt Verbesserungen für die Industry AI Agents und den Infor Agentic Orchestrator, der zunächst eingeschränkt verfügbar ist. Diese Neuerungen sollen Unternehmen helfen, Hindernisse bei der Einführung von KI zu überwinden; Probleme, die Infor durch aktuelle Studien identifiziert hat.

Infor präsentiert neue Funktionen der Infor Velocity Suite und einen erweiterten Infor Agentic Orchestrator. Ziel ist es, Unternehmen branchenspezifisch und präzise dabei zu unterstützen, KI-Initiativen in messbare Ergebnisse zu verwandeln. Grundlage der Neuerungen ist der Infor Enterprise AI Adoption Impact Index, eine Studie mit 1.000 Entscheidern aus Deutschland, Frankreich, Großbritannien und den USA. Die Ergebnisse zeigen: Viele Unternehmen scheitern trotz guter Absichten an der Umsetzung.

Hürden bei der KI-Einführung

Komplexe KI-Projekte scheitern oft an strukturellen Barrieren. Obwohl 80 Prozent der Befragten überzeugt sind, dass ihr Unternehmen über die nötigen Kompetenzen verfügt, stecken 49 Prozent noch in Pilotprojekten oder stehen erst am Anfang. Die größten Hindernisse: Datensicherheit, Datensouveränität und Compliance (36

Prozent), fehlende interne KI-Kompetenz (25 Prozent) und ein unklarer Return on Investment (23 Prozent).

KI-Investitionen in echten Mehrwert verwandeln

Trotz Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten bleibt die KI-Einführung für viele Unternehmen eine Herausforderung. Fast die Hälfte steckt noch in frühen Phasen. Der Weg zur Wertschöpfung erfordert erstklassige Technologie, Branchenwissen und klare Governance. Die neuen Funktionen von Infor zielen genau darauf ab.

Laut Enterprise AI Adoption Impact Index nennt ein Viertel der Unternehmen fehlende interne KI-Kompetenz als Haupthindernis. Die Infor Velocity Suite hilft, aus KI-Investitionen echten Mehrwert zu schöpfen. Die wichtigsten Neuerungen sind:

- **Industry AI Agents:** Die Suite integriert alle Infor Industry AI Agents, Agent Orchestration und Agent Factory. Kunden erhalten Zugang zu branchenspezifischen Agents, die den richtigen Moment zum Handeln erkennen und Mehrwert schaffen.
- **Value+ Solutions:** Vorkonfigurierte Automatisierungen für verschiedene Branchen sind direkt aus den Infor CloudSuites zugänglich. Das beschleunigt die Umsetzung und steigert die Time-to-Value.

nigt die Umsetzung und steigert die Time-to-Value.

- **CareFor Managed Services:** Ein Jahr kostenloser Support nach der Implementierung sichert den Erfolg der KI-Investitionen ab Tag eins.
- **Prescriptive AI Use Case Packs:** Kuratierte ML- und KI-Use-Case-Pakete, organisiert nach Rolle, Prozess und Branche, erleichtern den Einstieg in KI-gestützte Geschäftsprozesse und zeigen sofortige Vorteile.

Ein neues Add-on für das Infor-Warehouse-Management-System (WMS) optimiert zudem Lagerprozesse mit maschinellem Lernen. Es führt Mitarbeiter entlang effizienter Routen, reduziert unnötige Laufwege und Gerätebewegungen und verkürzt Wegstrecken um bis zu 25 Prozent. Der Lagerbetrieb wird effizienter, Aufträge schneller ausgeführt.

Supervisor Agents: Orchestrierung komplexer Workflows

Für 32 Prozent der Führungskräfte ist die Fähigkeit von KI, Aufgaben autonom auszuführen, entscheidend. Der Infor Agentic Orchestrator schafft eine transparente Infrastrukturschicht, die isolierte Aufgaben in koordinierte Workflows überführt. Die wichtigsten Updates sind:

- **Orchestrierung:** Supervisor Agents koordinieren komplexe Workflows, erkennen Anomalien und entlasten Mitarbeiter. Der Mensch bleibt dort eingebunden, wo es nötig ist.
- **Interoperabilität:** Infor's Model Context Protocol (MCP)-Server standardisieren den sicheren Datenzugriff und die Ausführung von Aktionen in Infor-Anwendungen. MCP funktioniert auch mit Drittanbieter-Tools und Nicht-Infor-Anwendungen.
- **Observability:** Neue Transparenzfunktionen – Inline Thoughts, Evaluation Framework und Focus Mode – geben Nutzern volle Kontrolle und Übersicht. **RT**

DR. HENNING DRANSFELD

ist Industry Principal Automotive bei Infor.



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

IGZ - DIE SAP INGENIEURE, mit Sitz in Falkenberg (Bayern), realisieren Produktions- und Logistiklösungen mit SAP Standardsoftware.

Für die diskrete Fertigung sowie Prozessindustrie werden auf Basis von SAP Digital Manufacturing (SAP DM) und SAP Manufacturing Suite (SAP ME / MII) effiziente Lösungen für die Digitalisierung Ihrer Produktion angeboten. Zusätzliche Kernkompetenz ist die Integration der Lager- und Transportlogistikanforderungen mit SAP EWM / TM.

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.



MEGLA GmbH
Standort Dortmund:
Speicherstraße 8 · 44147 Dortmund
Standort Meschede:
Sophienweg 3 · 59872 Meschede
+49 291 9985-0
info@megla.de
www.megla.de

MEGLA mit Sitz in Dortmund und Meschede ist ein führender IT-Dienstleister für die Digitalisierung von Produktionsprozessen. Das Unternehmen verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz und bietet umfassende Beratung im Bereich der Produktions-IT. Zu den Leistungen zählen die Integration von Historian-, MES- und Analysesystemen sowie die Equipment-Integration. Ergänzt wird das Angebot durch Projektmanagement, Data Science Methoden und den MEGLA Campus, der Schulungen für Fachkräfte bereitstellt.



MPDV Mikrolab GmbH
Römerring 1, 74821 Mosbach
Fon: +49 6261 9209-101
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 45 Jahren Projekterfahrung im Produktionsumfeld verfügt MPDV über umfangreiches Fachwissen und unterstützt Unternehmen jeder Größe auf ihrem Weg zur Smart Factory. Produkte von MPDV wie das Manufacturing Execution System (MES) HYDRA, das Advanced Planning and Scheduling System (APS) FEDRA oder die Integrationsplattform Manufacturing Integration Platform (MIP) ermöglichen es Fertigungsunternehmen, ihre Produktionsprozesse effizienter zu gestalten und dem Wettbewerb so einen Schritt voraus zu sein. In Echtzeit lassen sich mit den Systemen fertigungsnahe Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette erfassen und auswerten. Täglich nutzen weltweit mehr als 1.100.000 Menschen in über 1.750 Fertigungsunternehmen die innovativen Softwarelösungen von MPDV.



NTT DATA Deutschland SE
Hans-Döllgast-Straße 26
80807 München

Mail: info_DACH@nttdata.com
Web: <https://de.nttdata.com>

NTT DATA ist ein weltweit führender Anbieter von digitalen Business- und Technologie-Services mit einem jährlichen Umsatz von über 30 Milliarden US-Dollar. Zu den Services zählen Business- und Technologie-Beratung, Data Analytics und Künstliche Intelligenz, Branchenlösungen sowie Entwicklung, Implementierung und Management von Anwendungen, Infrastruktur und Konnektivität. Außerdem ist das Unternehmen einer der führenden Anbieter von digitaler Infrastruktur. NTT DATA ist Teil der NTT Group mit Sitz in Tokio.



PSI Software SE | Business Unit Discrete Manufacturing

Dircksenstraße 42-44
10178 Berlin
+49 800 377 4968
discrete-manufacturing@psi.de
www.psi.de/loesungen/produkte/erp

Der ganzheitliche ERP- und MES-Anbieter für den Mittelstand

Für den Automobil- und Fahrzeugbau, den Maschinen- und Anlagenbau sowie die Zulieferindustrie bietet die PSI Software SE | Business Unit Discrete Manufacturing 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.



SOFTWARE
FÜR DIE FERTIGUNG

Sack EDV-Systeme GmbH

Kolpingstraße 11/8
74523 Schwäbisch Hall
+49(0)791 9567730 0
info@sackedv.com
www.sackedv.com

Als ein führender MES- und APS-Anbieter ist Sack EDV-Systeme Schlüsselpartner für die digitale Evolution in der Fabrik. Seit mehr als 25 Jahren entwickelt das Unternehmen richtungweisende Software-Lösungen für die diskrete Fertigung.

Die MES-Software proMEX[®] mit ihrem integrierten Fertigungsleitstand sowie einem PPS-Modul optimiert Prozesse, schafft Transparenz und ermöglicht eine intelligente Vernetzung von Produktionsdaten. Weitere Software-Module runden die Komplettlösung ab. Über 300 zufriedene Kunden in ganz Europa setzen auf die bewährte Software-Lösung für die realistische Planung, Ressourceneffizienz und flexible Produktion – ganz im Sinne der vernetzten und effizienten Fabrik.



Visometry GmbH

Fraunhoferstraße 5
64283 Darmstadt, Germany
Telefon: +49 6151 155 274
Website: www.visometry.com

Visometry ist weltweit bekannt für ihr VisionLib Software Development Kit. Dieses bildet die Grundlage für Augmented-Reality-Anwendungen, die eine leistungsstarke Objekterkennung und präzise Objektverfolgung erfordern.

Mit Twyn bietet Visometry eine mobile Lösung für die visuelle AR-basierte Qualitätsinspektion. Twyn ermöglicht es, über ein Tablet CAD-Modelle direkt auf das reale Bauteil zu überlagern. Abweichungen werden sofort sichtbar – ohne Voreinstellungen oder spezielle Marker.



IM NÄCHSTEN HEFT

Datengetriebene Produktion

In der nächsten Ausgabe widmet sich das Digital Manufacturing Magazin dem Special „Datengetriebene Produktion“. Im Fokus steht, wie Unternehmen Produktionsdaten nicht nur erfassen, sondern strategisch nutzen, um Effizienz, Qualität und Flexibilität zu steigern. Von vernetzten Maschinen über KI-gestützte Analysen bis hin zu Predictive Maintenance zeigen wir, wie aus Daten echte Wertschöpfung entsteht. Praxisberichte, Technologien und Best Practices geben Einblicke in die Fabrik der Zukunft.

Bild: © FutureFocus/stock.adobe.com (generiert mit KI)

Private 5G in der Fertigungsindustrie

Im Mittelpunkt steht außerdem das Thema „Private 5G in der Fertigungsindustrie“. Gezeigt wird, wie private 5G-Netze die industrielle Kommunikation grundlegend verändern und neue Maßstäbe in Bezug auf Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit setzen. Von der Echtzeitsteuerung vernetzter Maschinen über autonome Transportsysteme bis hin zu flexiblen Produktionsumgebungen verdeutlichen praxisnahe Beispiele, wie Private 5G die smarte Fabrik der Zukunft ermöglicht.

Bild: © Thares2020/stock.adobe.com (generiert mit KI)



Digitalisierung in der Intralogistik

Die Digitalisierung in der Intralogistik verändert Materialflüsse grundlegend. Vernetzte Systeme, Echtzeitdaten und automatisierte Prozesse sorgen für mehr Transparenz, Geschwindigkeit und Effizienz in Lager und Produktion. Autonome Transportsysteme, intelligente Lagerverwaltung und KI-gestützte Analysen optimieren Abläufe und reduzieren Fehlerquellen. So entsteht eine flexible, skalierbare Intralogistik, die Engpässe vermeidet und die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig stärkt.

Bild: © Ludariimago/stock.adobe.com (generiert mit KI)

WEITERE THEMEN IN DER KOMMENDEN AUSGABE:

- 🔗 Cloudlösungen für die Fertigungsindustrie
- 🔗 automatisiertes Schweißen und Schneiden
- 🔗 Finanzierung und Leasing von Maschinen, Anlagen, Robotern
- 🔗 APS-Lösungen (Advanced Planning and Scheduling)
- 🔗 IoT-Gateways für die Industrie

Aus aktuellem Anlass sind Änderungen möglich.

IMPRESSUM

Herausgeber und Geschäftsführer:
Matthias Bauer, Dennis Hirthammer

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

So erreichen Sie die Redaktion:

Chefredaktion: Rainer Trummer (v.i.S.d.P.), (089-3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)
Redaktion: Karin Faulstroh (karin.faulstroh@win-verlag.de), Tino M. Böhler (tino.boehler@win-verlag.de), Stefan Girschner (stefan.girschner@win-verlag.de), Kirsten Seegmüller (externe Mitarbeiterin, kirsten.seegmueller@extern.win-verlag.de)

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Ralf Bissmeier, Markus Diesner, Dr. Henning Drausfeld, Andreas Flemming, Johannes Fuhrmann, Elena Günzler, Ralf M. Haassengier, Stephanie Heinz, Pascal Higl, Madlen Hirschmann, Arian van Hülsen, Amit Kapoor, Maurice Kemmann, Michael Kirbach, Wolfgang Lex, Jan Mertes, Petra Müller, Benedikt Rauscher, Udo Schneider, Dr. Bernhard Valnion, Meike Vogt, Frederike Weser, Wolfram Wiese

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer (089-3866617-31, martina.summer@win-verlag.de), Anzeigen verantwortlich

Mediaberatung:

Michael Nerke (Anzeigenverkaufsleiter, Tel.: 089-3866617-20, michael.nerke@win-verlag.de), Maximilian Schröck (Tel.: 089-3866617-34, maximilian.schroeck@win-verlag.de)

Anzeigendisposition:

Auftragsmanagement@win-verlag.de
Chris Kerler (089/3866617-32, chris.kerler@win-verlag.de)

Abonnentenservice und Vertrieb:

Tel: +49 89 3866617 46
www.digital-manufacturing-magazin.de/hilfe
oder eMail an abovetrieb@win-verlag.de mit Betreff „DIGITAL MANUFACTURING“
Gerne mit Angabe Ihrer Kundennummer vom Adressetikett

Artdirection und Titelgestaltung: Saskia Kölliker Grafik, München
Bildnachweis/Fotos: falls nicht gekennzeichnet: Werkfotos, AdobeStock, shutterstock.com, fotolia.de

Titelbild: © panuwat/stock.adobe.com

Druck: Vogel Druck und Medienservice GmbH
Leibnizstraße 5, 97204 Höchberg

Produktion und Herstellung:

Jens Einloft (089/3866617-36, jens.einloft@win-verlag.de)

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:



WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Chiemgaustr. 148
81549 München, Tel.: 089-3866617-0

Verlagsleitung:

Martina Summer (089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de)

Objektleitung:

Rainer Trummer (089/3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit:

Martina Summer (martina.summer@win-verlag.de, 089/3866617-31)

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.

18. Jahrgang

Erscheinungsweise: achtmal jährlich

Einsendungen: Redaktionelle Beiträge werden gerne von der Redaktion entgegen genommen. Die Zustimmung zum Abdruck und zur Vervielfältigung wird vorausgesetzt. Gleichzeitig versichert der Verfasser, dass die Einsendungen frei von Rechten Dritter sind und nicht bereits an anderer Stelle zur Veröffentlichung oder gewerblicher Nutzung angeboten wurden. Honorare nach Vereinbarung. Mit der Erfüllung der Honorarvereinbarung ist die gesamte, technisch mögliche Verwertung der umfassenden Nutzungsrechte durch den Verlag – auch wiederholt und in Zusammenfassungen – abgegolten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

Copyright © 2026 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 - Ausgabe 2026-03
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben

Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:

AUTOCAD Magazin, BAUEN AKTUELL, DIGITAL ENGINEERING Magazin, DIGITAL BUSINESS, e-commerce Magazin, PlastXnow, Plastverarbeiter, r.energy, KGK Rubberpoint

KENNEN SIE SCHON UNSERE DIGITAL MANUFACTURING SONDERHEFTE?

INDUSTRIEROBOTIK

SAP IN DER PRODUKTION

KI IN DER FERTIGUNGSINDUSTRIE



WIN
VERLAG

SIE FINDEN DIE LETZTEN AUSGABEN UNTER
www.digital-manufacturing-magazin.de/archiv/



WIN

VERLAG

MEDIEN.

MÄRKTE.

MENSCHEN.

EIN PARTNER.
VIELE KANÄLE.
SICHTBARKEIT
AUF ALLEN EBENEN.

AUTOCAD
MAGAZIN

BAUEN
AKTUELL

DIGITAL BUSINESS

DIGITAL ENGINEERING
MAGAZIN

DIGITAL MANUFACTURING

e-commerce magazin
DER DIGITALE WEG ZUM KUNDEN

KGK RUBBERPOINT
Kautschuk | Gummi | Kunststoffe

r.energy
ERNEUERBARE ENERGIEN UND DIGITALISIERUNG

PLAST VERARBEITER

PLAST X
NOW



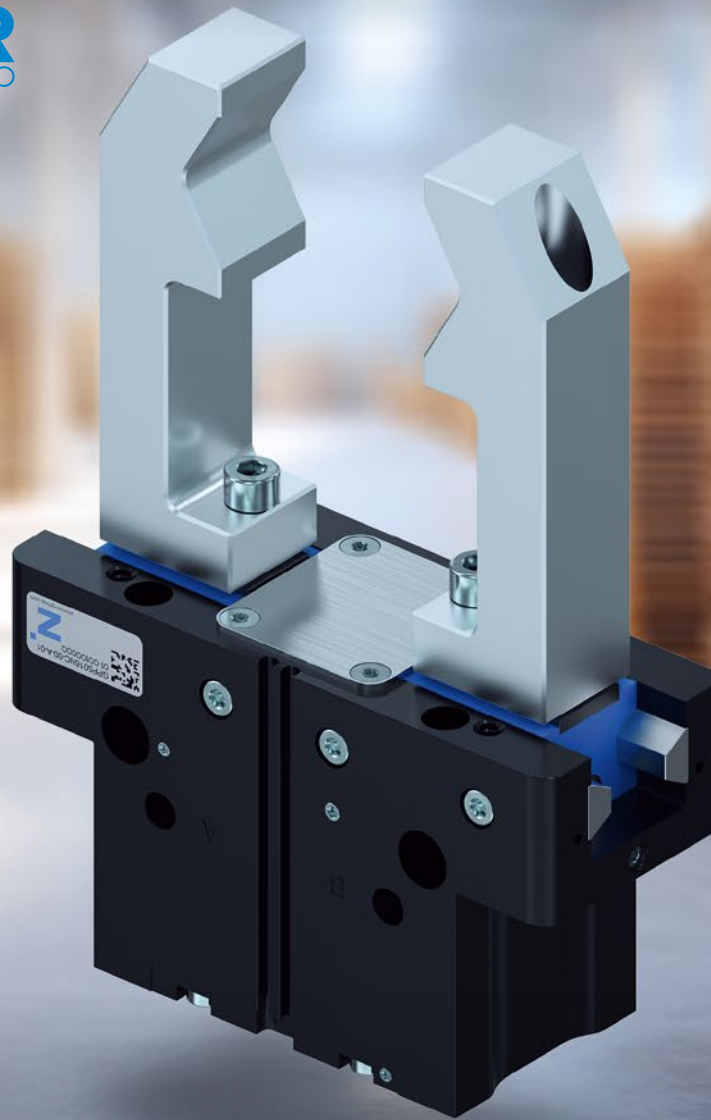
win-verlag.de

DIGITAL MANUFACTURING

SONDERAUSGABE

INDUSTRIEROBOTIK

ZIMMER
group



VOLLAUTOMATISCHES PALETTEN-RECYCLING BEI BHV-AUTOMATION

Greifen für die Kreislaufwirtschaft

**AUS DEM BRANCHENDICKICHT
GESCHNAPPT!**

**DER NEWSLETTER,
DER ZU IHNEN PASST.**



Wissen, das kleben bleibt – jetzt den **NEWSLETTER** kostenfrei sichern.

www.digital-manufacturing-magazin.de/newsletter



DIGITAL MANUFACTURING

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

Roboter als Teamplayer

Liebe Leserinnen und Leser,

moderne Fertigungsprozesse kommen heute kaum noch ohne Robotik aus. Dies betrifft längst nicht mehr ausschließlich große Produktionsbetriebe oder die Automobilbranche. Auch kleine und mittelständische Unternehmen investieren verstärkt in automatisierte Lösungen, um effizienter, flexibler und zukunftssicher zu produzieren. Besonders gefragt sind intelligente, vernetzte Systeme, die sich nahtlos in bestehende Abläufe integrieren lassen.



Die Entwicklung in der Industrierobotik schreitet mit hoher Geschwindigkeit voran. Künstliche Intelligenz erweitert die Möglichkeiten moderner Roboter deutlich – von der Steuerung bis hin zu autonomen Entscheidungen. Kollaborative Roboter, Cobots genannt, unterstützen Mitarbeitende direkt im Arbeitsumfeld und ermöglichen sichere sowie produktive Zusammenarbeit. Gleichzeitig sorgen lernfähige Systeme dafür, dass sich Roboter zunehmend eigenständig optimieren können. Und nun stehen auch noch die humanoiden Roboter vor der (Werks-)Tür.

Unser Sonderheft „Industrierobotik 2026“ widmet sich all diesen Themen. Auf 32 Seiten präsentieren wir aktuelle Entwicklungen, praxisnahe Anwendungen und spannende Einblicke aus der Industrie. Damit möchten wir Ihnen Orientierung geben und zeigen, welche Potenziale moderne Robotik heute bereits bietet.

Lesen Sie beispielsweise in der Titelstory auf den Seiten 6 und 7, warum Greifer der Zimmer Group beim automatisierten Paletten-Recycling eine Schlüsselrolle übernehmen. Dabei erfahren Sie, wie BHV-Automation gemeinsam mit Zimmer Robotik 3D-Bildverarbeitung und Greiftechnik zu einem industrietauglichen Gesamtkonzept für die Kreislaufwirtschaft zusammenführt.

In unserer großen Umfrage auf den Seiten 14 bis 19 nehmen 13 Robotik-Experten Stellung zu Fragen wie: Was bremst den breiten Robotikeinsatz in der Industrie derzeit am stärksten? Wo bringt KI in der Industrierobotik heute schon echten Mehrwert? Oder: Wie werden humanoide Roboter künftig eingesetzt und wie verändern sie die Mensch-Roboter-Zusammenarbeit in der Fertigung?

Ich wünsche Ihnen eine inspirierende Lektüre!

Ihr
Rainer Trummer
Chefredakteur



BESUCHEN SIE
DIGITAL MANUFACTURING
AUCH AUF FACEBOOK, X,
XING UND LINKEDIN.



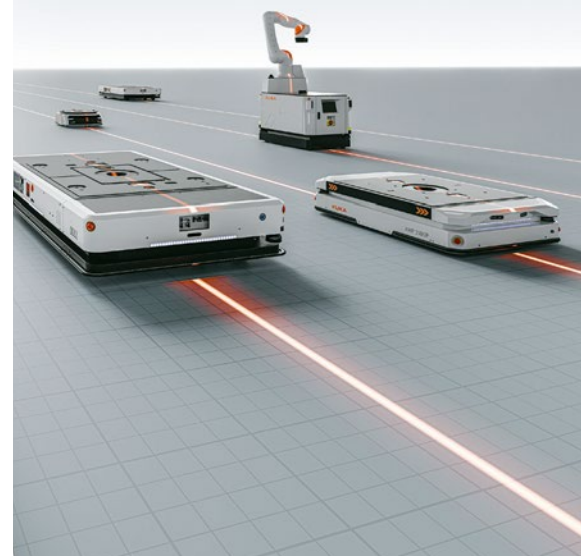
Feel the flow of automation.

AMR by KUKA

KUKA bietet eine breite Palette mobiler Robotik, die die gesamte Wertschöpfungskette abdeckt und die Anforderungen der Intralogistik und Produktion in der neuen vernetzten Industrie perfekt erfüllt.



www.kuka.com



12

ZWISCHEN HYPE UND INDUSTRIELLER REALITÄT

Humanoide Roboter gelten als Zukunftstechnologie, stehen in der Industrie jedoch noch am Anfang. Viele Systeme beeindrucken bislang vor allem in sozialen Medien, während praxistaugliche Anwendungen oft fehlen. Igus setzt daher früh auf seinen humanoiden „Iggly Rob“, einen kostengünstigen Produktionshelfer, der flexibel zwischen Stationen verfahren und dort Aufgaben übernehmen kann.

Bild: Igus



26

BAUSTEINE FÜR EINE EINFACHE PROGRAMMIERUNG

In einer weltweiten Umfrage von ABB nannten 34 Prozent der Befragten fehlendes Know-how als Hindernis für den Einsatz von Robotern. ABB Robotics begegnet diesen Bedenken mit intuitiver, KI-gestützter Software und passenden Schulungsangeboten. Ziel ist es, Einstiegshürden zu senken und moderne Robotik so einfach bedienbar zu machen wie ein Smartphone.

Bild: ABB Robotics



News

Neues aus der Robitk-Branche

5

Titelstory:

Vollautomatisches Paletten-Recycling

Greifen für die Kreislaufwirtschaft

6

Autonome Mobilität

in der variantenreichen Produktion

Wenn Materialflüsse denken lernen

8

Automatisierung bei der Privatmolkerei Bauer

20-Sekunden-Palettierung mit Yaskawa-Cobots

10

Humanoide Roboter

sinnvoll in der Industrie einsetzen

Zwischen Hype und industrieller Realität

12

Expertenumfrage Industrierobotik

KI, Humanoids und No-Code: Wohin steuert die Industrierobotik?

14

Plug-and-Play-Roboter im Praxiseinsatz

Nachhaltige Logistik mit Automatisierung & KI

20

Wie Automatisierung Sanitärkeramik

„Made in Italy“ bewahrt

Wo italienisches Handwerk Zukunft hat

22

Smarte Prozessautomatisierung

in Shopfloor und Lager

Weniger Schnittstellen-Komplexität durch SAP BTP

24

Wie KI und No-Code

den Einstieg in die Robotik vereinfachen

Bausteine für eine einfache Programmierung

26

Interview mit Katharina Hölzle und Hubertus Breier

Wie KI und Robotik die Produktion verändern

28

Editorial

3

Impressum

29

TITELSTORY: GREIFEN FÜR DIE KREISLAUFWIRTSCHAFT

Im automatisierten Paletten-Recycling übernehmen Greifer der Zimmer Group eine Schlüsselrolle: Sie greifen beschädigte Europaletten sicher, positionieren diese präzise für den Sägevorgang und gewährleisten so einen stabilen und reproduzierbaren Demontageprozess. Erfahren Sie, wie BHV-Automation gemeinsam mit der Zimmer Group Robotik, 3D-Bildverarbeitung und Greiftechnik zu einem industrietauglichen Gesamtkonzept für die Kreislaufwirtschaft zusammenführt.

SEITE 6

REDAKTIONELL ERWÄHNTE INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

ABB Robotics S. 14, 26, Agile Robots S. 15, Carl Cloos Schweißtechnik S. 15, Delta Electronics S. 8, 15, Fraunhofer IAO S. 28, Fruitcore Robotics S. 16, igus S. 12, 16, IGZ S. 17, 20, Kuka S. 22, Lapp S. 26, MHP S. 17, Mitsubishi Electric S. 17, SEW-Eurodrive S. 5, Swan S. 24, Toolcraft S. 18, TÜV Süd S. 18, Wandelbots S. 19, Yaskawa S. 10, 19, Zimmer Group S. 6



TITELANZEIGE: ZIMMER GROUP

GREIFEN FÜR DIE KREISLAUFWIRTSCHAFT

Im automatisierten Paletten-Recycling übernehmen die Greifer der Zimmer Group eine Schlüsselrolle: Sie greifen beschädigte Europaletten sicher, positionieren diese präzise für den Sägevorgang und gewährleisten so einen stabilen und reproduzierbaren Demontageprozess. Zum Einsatz kommt die Premiumserie GPP5000 mit robuster Stahl/Stahl-Profilnutenführung.

Sie ist ausgelegt für hohe mechanische Belastungen sowie staub- und schmutzintensive Umgebungen. Hohe Greifkräfte, präzise Führung und eine widerstandsfähige Konstruktion sorgen selbst bei variierenden Palettenzuständen für ein prozesssicheres Handling. Die Titelstory zeigt, wie BHV-Automation gemeinsam mit der Zimmer Group Robotik, 3D-Bildverarbeitung und Greiftechnik zu einem industrietauglichen Gesamtkonzept für die Kreislaufwirtschaft zusammenführt.

Zimmer Group

Am Glockenloch 2
77866 Rheinau, Deutschland
Telefon: +49 (0) 78 44 / 91 39-0
E-Mail: info.de@zimmer-group.com
www.zimmer-group.com

SEW-EURODRIVE

Vom Antrieb zum Komplettanbieter

SEW-Eurodrive stellte auf der Hannover Messe sein neues strategisches Fokusthema vor: den konsequenten Aufbau eines offenen, skalierbaren und unabhängigen europäischen Robotik-Portfolios.

Als deutsches Familienunternehmen mit 95 Jahren Industrie-Erfahrung investiert SEW-Eurodrive bewusst in eine neu gedachte europäische Industrierobotik – modular, interoperabel und basierend auf dem seit Jahrzehnten gewachsenen Baukastensystem. „Wir wollen Robotik in Europa nicht nur anwenden, sondern aktiv gestalten – offen, unabhängig und technologisch souverän“, betont Tobias Nittel, Head of Corporate Solution Center – Electronics bei SEW-Eurodrive.

Am Stand von SEW-Eurodrive auf der Hannover Messe erlebten Besucher das Zusammenspiel moderner Robotik in einem realitätsnahen industriellen Szenario. Im sogenannten Bewegungsmodell arbeitete ein Knickarmroboter mit mobilen Transportsystemen (AMR) zusammen, während ein Delta-Roboter den Prozess ergänzte. Gemeinsam bildeten sie einen vollständigen Ablauf aus der Kommissionierung und Lagertechnik ab und zeigten, wie Robotik und Intralogistik künftig ineinandergreifen.

Ein weiterer Schwerpunkt war eine vollautomatisierte End of Line Anwendung aus der Getränkeindustrie. Das Palettieren von Getränkekisten demonstrierte, wie sich Knickarmroboter aus dem Baukasten von SEW-Eurodrive präzise und zuverlässig in



Knickarmroboter aus dem Baukasten von SEW-Eurodrive lassen sich präzise und zuverlässig in bestehende Produktionslinien integrieren.

Bild: SEW-Eurodrive

bestehende Produktionslinien integrieren lassen. Als zusätzliches Highlight konnten sich Besucher von einem Knickarmroboter der 45-Kilogramm-Klasse ein Getränk abfüllen lassen.

Robotik „Out of the box“

Darüber hinaus zeigte SEW die Breite seines Robotik-Portfolios – von stationären Anwendungen am Rundlaufmodell über Übergabeprozesse zwischen AMR und modularer Elektrohängebahn bis hin zu Delta-Robotern, die vor Ort virtuell in Betrieb genommen werden können. Die unterschiedlichen Stationen verdeutlichten, wie sich mit den ganzheitlichen Angeboten von SEW-Eurodrive rasch komplette Robotik-Lösungen „Out of the box“ realisieren lassen.

End-to-End-Service über alle Projektphasen

Die Basis für „Out of the box“ bildet eine integrierte Hardware- und Softwareplattform, die Automatisierung und Inbetriebnahme vereinfacht. Optimal abgestimmte Komponenten sorgen für präzise und zuverlässige Bewegungen, applikationsspezifische Getriebe und Antriebslösungen erhöhen die Effizienz. Eine einheitliche Bedienplattform reduziert Komplexität, während ein durchgängiger End-to-End-Service Kunden in allen Projektphasen unterstützt.

Mit dem Ausbau des Angebots an Robotik geht das Unternehmen einen entscheidenden Schritt vom Komponentenhersteller zum ganzheitlichen Lösungsanbieter. Die hochwertige Mechanik für seine Roboterlösungen bezieht SEW-Eurodrive von Autonox Robotics und kombiniert sie ausschließlich mit eigener Antriebs-, Umrichter- und Steuerungstechnik zu vollständigen Roboterlösungen im eigenen Design.

„Unabhängige europäische Industrierobotik bietet Potenziale“

Darüber hinaus entsteht gemeinsam mit Partnern wie Safelog, ScaliRo und ISG ein offenes, flexibel skalierbares Ökosystem, das Planung, Simulation und Integration auf offenen Plattformen ermöglicht. Die gemeinsam mit Safelog entwickelte Software stellt dabei eine nahtlose Einbindung in die Steuerung kompletter intralogistischer Prozesse einer softwaredefinierten Fabrik sicher.

SEW-Eurodrive setzt damit nicht nur technologisch Zeichen: „Robotik ist für uns ein Schlüssel, um die Industriestandorte Deutschland und Europa langfristig zu stärken“, erklärt Nittel. „Im Zusammenspiel mit domänenspezifischen KI-Lösungen bietet eine unabhängige europäische Industrierobotik Potenziale, die Produktivität zu sichern, dem Fachkräftemangel zu begegnen und die technologische Souveränität im globalen Wettbewerb zu erhalten.“

Greifen für die Kreislaufwirtschaft

Im automatisierten Paletten-Recycling übernehmen Greifer der Zimmer Group eine Schlüsselrolle: Sie greifen beschädigte Europaletten sicher, positionieren diese präzise für den Sägevorgang und gewährleisten so einen stabilen und reproduzierbaren Demontageprozess. Erfahren Sie, wie BHV-Automation gemeinsam mit der Zimmer Group Robotik, 3D-Bildverarbeitung und Greiftechnik zu einem industrietauglichen Gesamtkonzept für die Kreislaufwirtschaft zusammenführt. **VON MARGOT JOHANNA POMPE**

Europaletten sind in der Intralogistik ein zentrales und zugleich sicherheitsrelevantes Werkstück. Wackelige oder kaputte Paletten können im ungünstigsten Fall zu Sachschäden oder Personenschäden führen. Gleichzeitig stellen Paletten einen relevanten Kostenfaktor dar: Je nach Ausführung und Marktumfeld liegen die Kosten für neue Paletten typischerweise zwischen fünf und 25 Euro pro Stück.

In der Holzverarbeitenden Industrie wächst daher der Bedarf an Lösungen, die gebrauchte Paletten nicht nur prüfen, sondern automatisiert in verwertbare Komponenten überführen. Automatisierung bedeutet in diesem Kontext nicht nur eine Effizienzsteigerung, sondern ist der konsequente nächste Schritt hin zur industriellen Kreislaufwirtschaft.

Die Aufgabe: Vollautomatische Demontage

Für den Sondermaschinenbau hat BHV-Automation ein robotergestütztes Paletten-Sägesystem entwickelt, das gebrauchte Paletten eigenständig erkennt, analysiert und präzise zerlegt, ohne dass manuelle Einstellungen erforderlich sind. Im Zentrum der Entwicklung standen daher Industrierobotik für sicheres Handling, eine speziell entwickelte Sägeeinheit sowie eine intelligente Software/KI, die den Prozess dynamisch steuert.

Die künstliche Intelligenz analysiert Abmessungen, Bauhöhe und Deckausrichtung, wählt automatisch das passende Sägeprogramm (zwei bis fünf Lagen) und passt den Ablauf an – auch bei zufälliger

Die verbauten GPP5000-Greifer der Zimmer Group sind Teil der bewährten Produktfamilie 5000, die sich durch **Wartungsfreiheit und Robustheit** auszeichnet. Bild: Zimmer Group

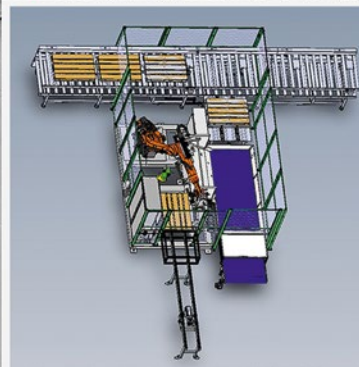
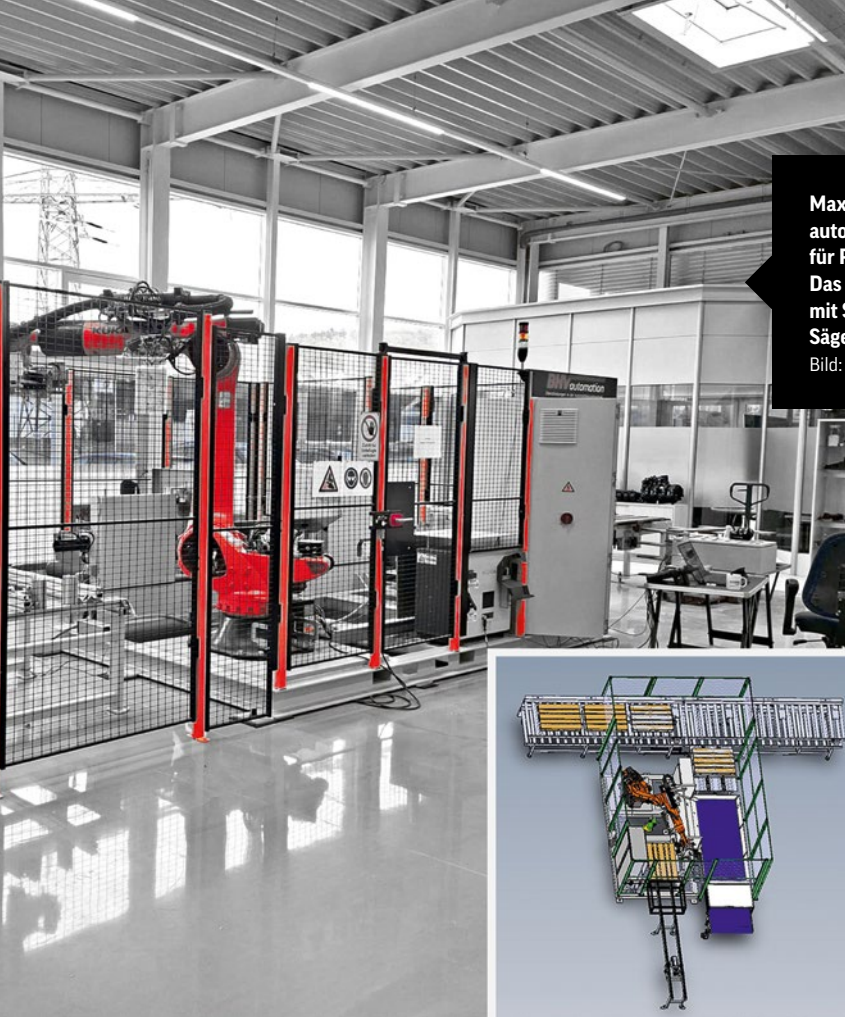


DAS ROBOTERGESTÜTZTE PALETTEN-SÄGESYSTEM VON BHV-AUTOMATION ERKENNT GEBRAUCHTE PALETTEN EIGENSTÄNDIG, ANALYSIERT UND ZERLEGT SIE PRÄZISE, OHNE DASS MANUELLE EINSTELLUNGEN ERFORDERLICH SIND.

Palettenabfolge und wechselnden Zuständen. Zukünftig kommt mit I-Pal_Inspect eine berührungslose Paletten-Integritätsprüfung zum Einsatz: Zwei Scan-Türme mit 3D-Kameras prüfen Oberseite, Seiten, Unterseite und Innenseiten. Die Bedienung erfolgt über ein Touchpanel im Schaltschrank.

Von Beginn an wurden deshalb klare Anforderungen an die Gesamtlösung gestellt: Der Prozess sollte vollständig ohne Bedienergriffe ablaufen, inklusive automatischer Programmwahl und kontinuierlicher Prozessüberwachung. Gleichzeitig wurde eine gleichbleibende, reproduzierbare Bearbeitungsqualität gefordert, um das Ergebnis unabhängig von Bediener, Schicht und Palettenzustand zu standardisieren. Ebenso entscheidend waren eine hohe Prozesssicherheit und die Möglichkeit, das System entweder als Stand-alone-Anlage zu betreiben oder linienkompatibel in bestehende Sortier- und Reparaturlinien zu integrieren. Da in der Praxis unterschied-

Maximale Wertschöpfung durch präzise, automatisierte Zerlegung: die Sondermaschine für Paletten-Recycling von BHV-Automation. Das System besteht aus einem Industrieroboter mit Systemgreifer, einer speziell entwickelten Sägeeinheit und einer intelligenten Software.
Bild: BHV-Automation



liche Formate verarbeitet werden müssen, musste die Anlage Paletten im Bereich von 800 bis 1.400 Millimetern zuverlässig handhaben können. Schließlich galt es, ein robustes Handling sicherzustellen, das auch bei starker Verschmutzung und hoher mechanischer Belastung im realen Recycling-Alltag stabil und ausfallsicher funktioniert.

Hohe Greifkraft mit der Serie GPP5000

In dieser Anwendung übernimmt der Greifer eine zentrale Rolle: Er greift die Palette im Prozess zuverlässig, positioniert sie sicher für die Bearbeitung und ermöglicht so die kontrollierte Demontage beschädigter Paletten, um wiederverwendbare Komponenten zurückzugewinnen.

BHV-Automation setzt hierfür auf die Premium-Greiferserie GPP5000 aus dem Hause Zimmer Group. Der Greifer ist für die rauen Bedingungen im Paletten-Recycling prädestiniert. Verschmutzung, Staub, Spritzwasser sowie mechanische Lastspitzen sind keine Ausnahme, sondern Teil des Normalbetriebs. Genau hier entscheidet sich in der Praxis, ob Roboterzellen dauerhaft stabil laufen oder ob Stillstände und Nacharbeit die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigen.

Für BHVAutomation standen vor allem drei Eigenschaften im Vordergrund:

- hohe Leistungsfähigkeit durch die patentierte Stahl-auf-Stahl-Führung
- Schutz gegen Staub und Spritzwasser bereits im Standard – ein wesentlicher Faktor in verschmutzungsintensiven Anwendungen
- hohe Greifkraft beim Schließen für sicheres Handling auch bei variierenden Palettenzuständen

Gerade die Kombination aus robuster Mechanik und prozessicherem Greifen ist in der Recycling-Anwendung entscheidend: Die Belastung auf den Greifer ist hoch, die Umgebung rau – und dennoch muss der Griff wiederholgenau und zuverlässig funktionieren, um den automatisierten Sägevorgang stabil zu halten.

GERADE DIE KOMBINATION AUS ROBUSTER MECHANIK UND PROZESSSICHEREM GREIFEN IST IN DER RECYCLINGANWENDUNG ENTSCHEIDEND.

Die Zimmer Group ist dabei weit mehr als Komponentenlieferant und unterstützte zudem als Partner bei der Auslegung der erforderlichen Komponenten für den Prozess. Im Projektverlauf sind eine kompetente Beratung, schnelle Reaktionszeiten, kurze Lieferzeiten und ein faires Preis-

Leistungs-Verhältnis entscheidend, damit aus einer guten Idee eine produktionsreife, skalierbare Lösung wird.

Reproduzierbare Qualität, hohe Sicherheit und messbare Produktivität

Das System von BHV Automation zeigt, wie sich industrielle 3D-Bildverarbeitungstechnik, Robotik und robuste Greiftechnik zu einem industrietauglichen Gesamtkonzept verbinden lassen. Für Betreiber ergeben sich klare Vorteile:

Für Bediener:

- keine manuelle Handhabung mehr notwendig
- automatisierte Parametrierung
- sicheres Handling mit Abstand zu Sägeblättern
- automatische Programmwahl/ Prozessüberwachung
- Reduzierung des Personaleinsatzes um 80 Prozent

Vorteile für Unternehmen:

- reduzierter Personalbedarf
- gleichbleibende Qualität – unabhängig vom Bediener
- modular erweiterbar und linienkompatibel
- hohe Prozesssicherheit und Skalierbarkeit

Auch die Taktleistung unterstreicht den industriellen Anspruch: Pro Sägeschnitt werden rund fünf Sekunden erreicht. Damit wird aus Paletten-Recycling ein reproduzierbarer, planbarer Prozess mit maximaler Wertschöpfung durch präzise Zerlegung und nahtlose Rückführung wiederverwendbarer Komponenten.

Fazit: Damit Paletten-Recycling von der Werkstattlogik zur industriellen Kreislaufwirtschaft wird, braucht es neben hochmoderner Vermessungstechnik und Robotik vor allem prozesssicheres Greifen. Mit der Serie GPP5000 liefert die Zimmer Group die robuste Basis, sodass die automatisierte Demontage auch bei Verschmutzung und Lastspitzen zuverlässig funktioniert. **RT** ➤

MARGOT JOHANNA POMPE

ist Teamlead Digital Solution bei der Zimmer Group.

Wenn Materialflüsse denken lernen

Starre Fördertechnik stößt in modernen Fabriken zunehmend an ihre Grenzen. Gefragt sind flexible Materialflusssysteme, die sich dynamisch an wechselnde Produktionsbedingungen anpassen und nahtlos in digitale Fertigungsumgebungen integrieren lassen. Mobile Roboter und vernetzte Plattformkonzepte zeigen, wie sich Engpässe in der Intralogistik vermeiden und Materialströme effizienter steuern lassen. **VON SVEN KALUZA**

Stau kennt jeder – und niemand möchte darin feststecken. Meist entsteht er dort, wo ein Nadelöhr den Verkehrsfluss ausbremst. Ähnlich ist es in der Produktion: Engpässe entstehen oft nicht in der Bearbeitung selbst, sondern zwischen den Arbeitsstationen. Paletten warten auf den Weitertransport, Stapler manövrieren durch enge Gassen, und schon kleine Planänderungen bringen die Intralogistik aus dem Takt.

Solche Szenarien sind in vielen Fabriken Realität. Kürzere Produktlebenszyklen und der Druck zu energie- und flächeneffizienter Produktion verändern die Anforderungen an die Intralogistik grundlegend. Klassische Fördertechnik mit starren Linieneinführungen stößt hier zunehmend an ihre Grenzen. Gefragt sind flexible, skalierbare und sicher integrierbare Lösungen für den Materialfluss, die sich auch in bestehenden Produktionsumgebungen ohne größere

bauliche Eingriffe implementieren lassen. Doch was zeichnet solche Systeme aus und wie lassen sich Materialflüsse dadurch intelligenter und effizienter gestalten?

Fokus auf Vernetzung und Intelligenz

Ein zentraler Trend in der industriellen Automatisierung ist die Modularisierung von Produktionssystemen. Fertigungszellen werden zunehmend als eigenständige Einheiten konzipiert, die sich je nach Auftragslage neu anordnen oder erweitern lassen. Diese Entkopplung erhöht die Anpassungsfähigkeit von Produktionslinien erheblich. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an den innerbetrieblichen Transport, der Materialströme zuverlässig und flexibel zwischen den einzelnen Produktionsmodulen koordinieren muss.

Mobile Roboter entwickeln sich in diesem Kontext zu einer wichtigen Technologie. Dabei nähern sich die beiden

klassischen Kategorien AGV (Automated Guided Vehicle) und AMR (Autonomous Mobile Robot) zunehmend an. Während AGV-Systeme traditionell entlang vorgegebener Routen navigieren, nutzen AMR zusätzliche Sensorik und Softwarefunktionen, um ihre Umgebung zu erfassen und Fahrwege dynamisch anzupassen. In der Praxis verschwimmen diese Grenzen zunehmend, da moderne Systeme beide Ansätze kombinieren und ihre Fähigkeiten stark durch Software, Navigationstechnologie und Flottenmanagement bestimmt werden.

Neben der reinen Transportfunktion rückt zunehmend die Einbindung in digitale Produktions- und Logistiksysteme in den Fokus. Standardisierte Kommunikationsschnittstellen ermöglichen die Integration in übergeordnete IT-Strukturen, sodass Transportaufträge direkt aus Produktionsplanung, ERP- oder Warehouse-Management-Systemen generiert werden können.

Damit verschiebt sich auch die Perspektive auf mobile Robotik. Während früher vor allem Fahrzeugparameter wie Geschwindigkeit oder Traglast im Mittelpunkt standen, wird heute die Systemintegration zum entscheidenden Faktor. Die Fähigkeit, mobile Plattformen in bestehende Automatisierungs- und IT-Architekturen einzubinden, bestimmt maßgeblich ihre Effizienz im realen Produktionsbetrieb. Aspekte wie Skalierbarkeit, Datenintegration, IT-Sicherheit oder die Koordination heterogener Fahrzeugflotten gewinnen dadurch zunehmend an Bedeutung.



Der D-Bot MAR transportiert Materialien autonom entlang virtueller Fahrwege und sorgt so für einen stabilen, planbaren Materialfluss zwischen modularen Fertigungszellen.

Automatisierung auf dem nächsten Level

Für Anwendungen mit höheren Lasten, etwa beim Transport von Paletten oder Werkstückträgern in der Montage, kommen mobile Plattformen zum Einsatz, die speziell für industrielle Material-Handling-Aufgaben ausgelegt sind. Ein Beispiel dafür ist der mobile Roboter D-Bot MAR von Delta Electronics. Systeme dieser Art ermöglichen den automatisierten Transport von Materialien zwischen Fertigungszellen, Bearbeitungszentren oder Prüfstationen und können manuelle Staplertransporte deutlich reduzieren oder ersetzen.

Technologisch bewegen sich solche Plattformen häufig zwischen klassischen FTS-Konzepten und moderner AMR-Technologie. Auch der D-Bot MAR nutzt keine fest installierten Leitlinien oder Markierungen im Hallenboden. Stattdessen erfolgt die Navigation softwarebasiert entlang definierter virtueller Fahrwege. Gleichzeitig erfassen Sensoren kontinuierlich die Umgebung, erkennen Hindernisse und können das Fahrzeug entsprechend abbremsen oder stoppen. Eine vollständig freie Navigation mit dynamischer Routenplanung steht dabei nicht im Vordergrund – entscheidend ist vielmehr ein stabiler, planbarer Materialfluss innerhalb klar definierter Transportstrukturen.

Die technische Auslegung orientiert sich stark an realen Produktionsumgebungen. Ein Wenderadius von null erlaubt Richtungswechsel auf der Stelle und erleichtert den Einsatz in engen Layouts. Gleichzeitig sorgt eine präzise Positionsbestimmung dafür, dass Werkstückträger oder Paletten zuverlässig an automatisierten Stationen übergeben werden können.

Sicherheit und Energie als Effizientreiber

Neben der mechanischen Auslegung spielt die Sicherheit eine zentrale Rolle – schließlich bewegen sich mobile Plattformen dort, wo der Produktionsalltag stattfindet: zwischen Mitarbeitenden, Gabelstaplern und anderen autonomen Systemen. Rundum arbeitende Hinderniserkennung überwacht permanent die Umgebung, erkennt Personen und Objekte frühzeitig und ermöglicht eine sichere Mensch-Roboter-Kollaboration.

Ebenso wichtig für die Effizienz solcher Plattformen ist die Energieversorgung. Leistungsfähige Batteriesysteme ermöglichen mehrere Stunden autonomen Betrieb. Ergänzend sorgen automatisierte Ladepro-



zesse dafür, dass Fahrzeuge selbstständig Ladestationen anfahren – etwa während kurzer Wartezeiten an Übergabepunkten. In Verbindung mit Flottenmanagement- und Auftragssteuerungssystemen lassen sich Ladefenster gezielt nutzen, sodass Standzeiten zu Ladezeiten werden und die verfügbare Fahrzeit pro Schicht steigt.

Transparenz und offene Architektur für smarte Materialflüsse

Mit der Digitalisierung des Shopfloors wird Transparenz zum wichtigen Faktor für die Prozessoptimierung. Echtzeit-Lokalisierung und vernetzte Flottensteuerung machen sichtbar, wo sich Fahrzeuge, Werkstücke und Transporte befinden, wie ausgelastet sie sind und welche Routen sich bewähren. Dadurch lassen sich Transportwege verkürzen, Durchlaufzeiten reduzieren und Engpässe frühzeitig erkennen.

Moderne Plattformkonzepte setzen dabei auf offene Software- und Kommunikationsstrukturen, die eine nahtlose Integration in bestehende Produktions- und Logistiksysteme ermöglichen. Über standardisierte Schnittstellen können unterschiedliche Fahrzeugtypen und sogar Mischflotten in einer gemeinsamen Umgebung koordiniert werden. Statt isolierter Lösungen entsteht so ein vernetztes Gesamtsystem, in dem mobile Roboter zu einem flexiblen Baustein komplexer Automatisierungsketten werden.

Modularität als Bindeglied lernender Materialflüsse

Auch die mechanische Modularität spielt eine wichtige Rolle. Plattformen, die sich mit unterschiedlichen Lastaufnahmemitteln – etwa Palettenaufnahmen, Rollenbahnen oder Hubsystemen – kombinieren lassen, können verschiedene Transportaufgaben mit derselben Basis übernehmen. Das reduziert Spezialfahrzeuge und verbessert die Auslastung vorhandener Ressourcen.


Als mobile Plattform für Palettenhandling integriert sich der D-Bot MAR nahtlos in vernetzte Produktionssysteme und reduziert manuelle Staplertransporte im innerbetrieblichen Materialfluss.

Bild: Delta Electronics

Gleichzeitig bündeln solche Systeme zentrale Effizientreiber: sichere Zusammenarbeit im Mischverkehr, energieeffizienter Dauerbetrieb mit intelligent genutzten Ladefenstern, transparente Materialflüsse durch Echtzeitdaten und eine offene Systemarchitektur für die Integration in bestehende Produktions- und IT-Strukturen. So entsteht ein flexibles Logistiksystem, das Materialflüsse stabiler und anpassungsfähiger macht.

Vom Nadelöhr zum koordinierten System

Staus in engen Produktionsgassen, wartende Paletten und Stapler auf der Suche nach einem freien Weg müssen heute nicht mehr der Normalzustand sein. In einer zunehmend vernetzten Fertigung organisieren sich Materialflüsse immer stärker selbst: Transportaufträge entstehen automatisch aus dem Produktionssystem, werden priorisiert und an autonome Plattformen übergeben. Diese versorgen Linien bedarfsgerecht, passen ihre Routen dynamisch an und liefern kontinuierlich Daten zu Position, Auslastung und Prozesszeiten.

Autonome mobile Roboter werden damit zu vernetzten Komponenten einer digitalisierten Produktionsumgebung. Wenn Sicherheit im Mischverkehr, energieeffizienter Betrieb, transparente Bewegungsdaten und offene Systemarchitekturen zusammenwirken, entwickelt sich die Integralistik vom Engpass zum strategischen Bestandteil moderner Fertigung. **KF** 

SVEN KALUZA ist Senior Product Manager Mobile Platform bei Delta Electronics EMEA.

20-Sekunden-Palettierung mit Yaskawa-Cobots

Die Palettierung von Pouchbeutelverpackungen in offenen Trays war bisher auch schon möglich, aber arbeitsintensiv, wenig prozesssicher und platzaufwendig. Durch den Einsatz eines Cobots von Yaskawa und einer automatisierten Palettierungsanlage von Profipack wird nun eine Taktzeit von 20 Sekunden pro Tray bei hoher Prozessstabilität und kompakter Bauweise erreicht. Seit Januar 2026 ist diese Lösung bei der Privatmolkerei Bauer erfolgreich im Einsatz. **VON SEPP HAUTZINGER**



Der Cobot entnimmt die Trays aus dem vorge-schalteten Packer, setzt sie auf Paletten um und fügt selbstständig Karton-Zwischenlagen ein.
Bilder: Yaskawa Europe

Seit 1887 dreht sich bei der heutigen Privatmolkerei Bauer im bayrischen Wasserburg am Inn alles um die Verarbeitung von Milch. Mit anhaltendem und weiter wachsendem Markterfolg: Die Joghurt-, Trinkjoghurt- und Käsespezialitäten des Unternehmens sind in jeder Kühltheke vertreten und behaupten sich dort seit Jahrzehnten in einem hoch kompetitiven Umfeld.

Eine zentrale Grundlage dieser Position ist die kontinuierliche Weiterentwicklung des Portfolios durch innovative Produkt- und Geschmackskonzepte. Eine weitere ist die konsequente Optimierung und Automatisierung der Produktions- und Verpackungsprozesse – mit dem Ziel, die Qualität nachhaltig zu sichern und zugleich die Mitarbeitenden von physisch belastenden Routinetätigkeiten zu entlasten.

Automatisierung am Schluss der Verpackungskette

Bei ihrem jüngsten Automatisierungsprojekt haben sich die Verantwortlichen der Privatmolkerei Bauer den Prozess zur Ver-

packung von Joghurt in Pouchbeutel vorgenommen – genauer gesagt: den Abschluss der Verpackungskette. Im Fokus stand die Aufgabe, bereits in Trays angeordnete Gebinde versandgerecht auf Euro-Paletten zu stapeln. Dieser Prozessschritt wurde zuvor manuell durchgeführt. „Primäres Ziel war die Erhöhung der Prozesssicherheit“, erläutert Anton Weber, verantwortlicher Projektleiter bei der Privatmolkerei Bauer, und ergänzt: „Zudem sollte die Palettierungslösung eine hohe Integrationsfähigkeit in bestehende Abläufe sowie eine einfache Bedienbarkeit aufweisen.“

Die zentrale Herausforderung lag weniger in der geforderten Leistung von mindestens drei Trays pro Minute, sondern in spezifischen Rahmenbedingungen: Erstens sollte die Anlage aus Platzgründen ohne Schutzzaun oder zusätzliche Sicherheitseinrichtungen auskommen. Zweitens kommen nach oben offene Trays zum Einsatz, die 40 Pouches in zehn Einzelkartons enthalten, welche beim Handling nicht verrutschen dürfen. Drittens war die Applikation von Zwischenlagen aus Karton erforderlich.

Profipack überzeugt im Auswahlverfahren

Im Rahmen eines strukturierten Auswahlverfahrens entschied sich die Privatmolkerei Bauer für eine Lösung der österreichischen Profipack Verpackungsmaschinen GmbH. Das 1998 gegründete Unternehmen ist auf Verpackungs-, Palettier-, Entlade- und Fördertechnik sowie ergänzend auf Intra-logistiksysteme spezialisiert und bedient insbesondere den „Trockenteil“ der Food-&-Beverage-Industrie sowie weitere Branchen.

Neben dem Leistungsportfolio und der umfassenden Erfahrung in der Molkerei- und Brauereibranche überzeugte Profipack auch durch die geografische Nähe: Der Unternehmensstandort im tirolerischen Schwoich bei Kufstein liegt lediglich rund 70 Kilometer von Wasserburg entfernt.

Cobot steuert automatischen Palettenwechsel

Zur Umsetzung der Anforderung einer frei zugänglichen Anlage realisierte Profipack in diesem Projekt erstmals eine Cobot-basierte Lösung. Der kollaborative Roboter



Ein starkes Trio: Hannes Langreiter von Profipack (links), Anton Weber von der Privatmolkerei Bauer und der Yaskawa-Cobot.

Mit innovativen Produkt- und Geschmacks-kreationen behauptet sich die Privatmolke-ri Bauer seit Jahrzehnten am Markt.

ist für den sicheren Betrieb im direkten Per-sonenkontakt ausgelegt und übernimmt mehrere Funktionen: Er entnimmt jeweils zwei Trays mit je zehn Einzelverpackungen aus dem vorgelagerten Packer und platziert diese auf einen von zwei Palettenplätzen. Nach Erreichen der maximalen Stapel-höhe erfolgt ein automatischer Wechsel, sodass die volle Palette ausgetauscht wer-den kann. Zusätzlich appliziert der Cobot eigenständig Karton-Zwischenlagen. Der Prozess ist derzeit für drei unterschiedliche Pouch-Formate beziehungsweise Gewichte ausgelegt und kann bei Bedarf um weitere Programme erweitert werden.

Individuelles Sicherheitskonzept von Yaskawa

Als langjähriger Systempartner von Yaska-wa setzte Profipack Verpackungsmaschinen auch in seinem ersten Cobot-Projekt auf ein Yaskawa-Modell: Eingesetzt wird ein sechsachsiger HC20DTP mit 20 Kilogramm Traglast und 1.900 Millimeter Arbeits-be-reich. Schaltschrank und Steuerung sind platzsparend im Sockel integriert.

Die Cobot-Modelle der DTP-Serie (P für Plug & Play) verfügen über einen Adap-terflansch, der sich als De-facto-Standard zur Anbindung von Peripherie wie Greifern etabliert hat. Zudem ist die Medienführung für Ethernet, I/O und Druckluft im Inneren des Roboterarms integriert, wodurch Stör-konturen vermieden und die Reinigungs-fähigkeit verbessert werden.

Eine optimierte Kabelführung ermöglicht erweiterte Bewegungsradien der Achsen und erhöht damit die Flexibilität im Ein-satz. Für die Programmierung stehen Be-dienelemente am Handgelenk zur Verfü-gung. Diese vereinfachen das Anlernen per Handführung, da Positionsbestätigungen direkt am Roboter erfolgen können.

In der vorliegenden Anwendung ist der Cobot mit einem von Profipack entwickel-ten modularen MRK-Leichtbau-Vakuum-greifer ausgestattet, der jeweils zwei Trays gleichzeitig aufnimmt. Dies steigert den

„DIE LÖSUNG IST ROBUST UND INDUST-RIETAUGLICH. AUCH NACH MEHREREN MONATEN IM DREI-SCHICHT-BETRIEB BESTÄTIGT SICH DIE RICHTIGE INVES-TITIONSENTSCHEIDUNG.“

ANTON WEBER

Durchsatz und stabilisiert zugleich die of-fenen Trays während der Palettierung. Eine leichte Neigung des Greifers sorgt zusätz-lich für sicheren Halt der Verpackungen.

Das individualisierte Sicherheitskonzept für die Mensch-Roboter-Kollaboration wur-de von Yaskawa umgesetzt, die das Pro-jekt zudem eng begleiteten. „Wir wurden intensiv unterstützt“, resümiert Hannes Langreiter, technischer Vertrieb bei Pro-fipack, und betont die positive Wirkung der Zusammenarbeit auch auf Kundenseite.

Fazit: Produktive, sichere und zukunftsfähige Lösung

Seit Januar 2026 ist die Pouchbeutel-Palettierungsanlage bei der Privatmolkerei Bauer im Betrieb und erfüllt die Anforder-ungen im Produktionsalltag. Die Anlage erreicht 20 Sekunden Taktzeit pro Tray bei hoher Prozessstabilität und fügt sich naht-los in die Verpackungsline ein. Der Cobot übernimmt zusätzlich die Applikation von Zwischenlagen und ermöglicht durch fle-xible Programmierung die Anpassung an unterschiedliche Pouch-Formate.

„Das System arbeitet sicher und platz-sparend ohne zusätzliche Schutzeinrich-tungen“, resümiert Projektleiter Anton Weber. „Zudem ist die Lösung robust und industrietauglich. Auch nach mehreren Monaten im Drei-Schicht-Betrieb bestätigt sich die richtige Investitionsentscheidung.“ Die positive Zusammenarbeit hat bereits den Grundstein für weitere gemeinsame Projekte gelegt.



SEPP HAUZINGER ist Sales Manager bei Yaskawa Europe im Sales Office Austria in Schwechat bei Wien.

Zwischen Hype und industrieller Realität

Humanoide Roboter gelten als Zukunftstechnologie, stehen in der Industrie jedoch noch am Anfang. Viele Systeme beeindruckten bislang vor allem in sozialen Medien, während praxistaugliche Anwendungen oft fehlen. Igus setzt daher früh auf seinen humanoiden „Iggy Rob“, einen kostengünstigen Produktionshelfer, der flexibel zwischen Stationen verfahren und dort Aufgaben übernehmen kann. **VON JENS KLÄRNER**

Bis vor Kurzem galt humanoide Robotik in der Industrie noch als Zukunftsvision. Gleichzeitig wächst der Druck, Prozesse flexibler zu gestalten und dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Genau in diesem Spannungsfeld gewinnen humanoide Systeme an Bedeutung, denn Produktionsumgebungen sind seit Jahrzehnten auf menschliche Bewegungsabläufe ausgelegt: Hebel, Klappen, Schubladen und Maschinenzugänge folgen einer Logik, die sich nur schwer durch rein lineare Achsbewegungen ersetzen lässt. Deshalb passt humanoide Mechanik erstaunlich gut in viele bestehende Arbeitsplätze. Immer mehr Unternehmen erkennen dieses Potenzial und beginnen, sich damit auseinanderzusetzen. Gleichzeitig herrscht der Wunsch nach Robotik, die auch ohne große Integrationshürden funktioniert. Genau hier setzt Igus mit seinem Marktplatz RBTX an. Damit werden humanoide Systeme erstmals erschwinglich und auf Wunsch direkt in die Anwendung integriert, sodass sie sich nicht nur für Pilotprojekte eignen, sondern realistisch in bestehende Abläufe. Wichtig ist aber nicht nur die Integration der Roboter, sondern auch ihre Mechanik.

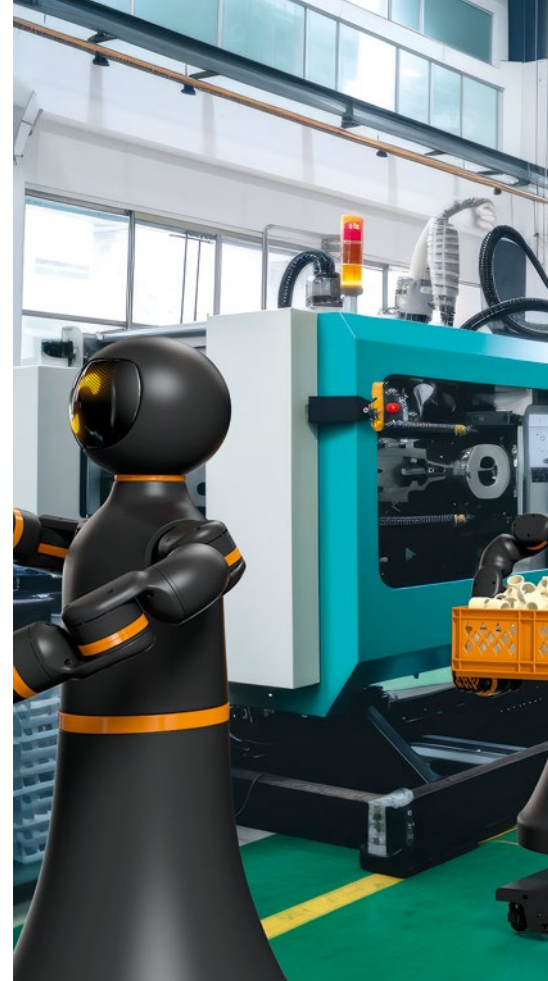
Wartungsfrei und zuverlässig: Die Basis macht den Unterschied

Damit humanoide Roboter dauerhaft laufen, müssen sie komplexe Bewegungsmuster zuverlässig bewältigen. Gerade Hände, Arme und Torsos erzeugen hohe Belastungen in Gelenken und Leitungen. Genau an dieser Stelle profitieren die Systeme von Igus Hochleistungspolymeren. Gelenklager aus Iglidur ermöglichen präzise Bewegungen der Finger völlig ohne Schmierung. Chainflex-

Leitungen sorgen dafür, dass Energie und Daten auch bei engen Biegeradien stabil übertragen werden, und Drylin-Linearsysteme erleichtern robuste Hub- und Streckbewegungen. Zusammen bilden diese Komponenten eine technologische Grundlage, die den Alltag humanoider Anwendungen deutlich vereinfacht. Konstrukteure müssen sich dadurch weniger um Wartungszyklen und Schmierpläne kümmern und können stärker auf die eigentliche Funktionalität konzentrieren.

Iggy Rob: Ein Humanoid, der industriell gedacht ist

Aus dieser technischen Basis heraus ist der humanoide Roboter Iggy Rob entstanden. Er zeigt, dass humanoide Systeme nicht unbedingt komplex oder teuer sein müssen. Die mobile Plattform ReBeL Move dient als stabile Basis, auf der Navigation und Sensorik bereits vollständig integriert sind. Statt auf zwei Beinen zu laufen, nutzt Iggy Rob ein rollendes Konzept, das im industriellen Umfeld weit sicherer und praktischer ist. Dadurch entstehen flüssige Bewegungen, ohne dass komplizierte Gleichgewichtssysteme notwendig sind. Die zwei ReBeL Cobot-Arme bilden das Herzstück der humanoiden Manipulation. Mit einer Reichweite von 664 Millimetern und einer Traglast von zwei Kilogramm pro Arm lassen sich viele typische Aufga-



ben eines Mitarbeiters abbilden, etwa das Bedienen von Maschinen oder das Transportieren kleiner Behälter. Igus setzt bei seinem Iggy Rob auf eine modulare Bauweise, auch Roboterarme anderer Hersteller sind möglich. Lidar, 3D Kameras und Igus Robot Control sorgen für eine Steuerung, die Handling und Navigation verbindet. Besonders bemerkenswert ist der Preis. Mit 47.999 Euro ist Iggy Rob in einem Bereich angesiedelt, der humanoide Robotik wirtschaftlich attraktiv macht.

RBTX: Ein Marktplatz, der Orientierung schafft

Damit Konstrukteure und Unternehmen leichter entscheiden können, welche Lösung zu ihrer Anwendung passt, baut Igus die Plattform RBTX stetig aus. Mittlerweile stehen dort über 100 humanoide Modelle von 35 Herstellern zur Verfügung, was RBTX zum größten Angebot dieser Art macht. Die Plattform fungiert nicht nur als Marktplatz, sondern zunehmend als Beratungs- und Integrationszentrum.

Auf RBTX.com können Anwender nun aus einem Portfolio von über 100 Humanoiden ihren passenden Roboter auswählen.

Bild: Igus





Der etwa 1,70 Meter große Iggy Rob verfügt über ein Display mit Gesichtszügen sowie Lidar-Sensoren und 3D-Kameras zur Objekterkennung. So kann er sicher durch Fabrik, Lobby oder Kantine navigieren.

Unternehmen können dort passende Systeme vergleichen, live testen und Integrationspartner finden, die die Lösung in Betrieb nehmen. Die Offenheit gegenüber Fremdrobotern schafft eine Transparenz, die gerade in einem jungen Marktsegment entscheidend ist. Viele Unternehmen starten nämlich mit sehr offenen Fragestellungen, sodass die Möglichkeit, unterschiedliche Systeme unter realen Bedingungen zu testen, ein wertvoller Vorteil ist. Da viele Projekte noch am Anfang stehen, setzt Igus bewusst auf flexible Geschäftsmodelle. Anwender können humanoide Roboter klassisch erwerben, bei Bedarf aber auch mieten, um die Systeme über einen längeren Zeitraum risikofrei zu testen. Besonders hilfreich sind die Proof-of-Concept-Ansätze, bei denen Roboter unter realen Bedingungen direkt im Prozess des Kunden erprobt werden. Erst wenn sich die gewünschte Funktion bestätigt, erfolgt eine Übernahme. Dadurch entsteht ein Entscheidungsweg, der sowohl technische Sicherheit als auch wirtschaftliche Flexibilität bietet.

Der nächste Schritt: Roboter nicht mehr programmieren, sondern anlernen

Neben der Hardware rückt ein weiterer Aspekt in den Fokus: die Bedienbarkeit. Igus

arbeitet daran, humanoide Roboter künftig so einfach anlernen zu können wie einen neuen Kollegen. Die KI-Steuerungen, die 2026 vorgestellt werden, setzen genau dort an. Anwender sollen dem Roboter Bewegungen zeigen oder Aufgaben per Sprache beschreiben können, statt komplexe Programme zu schreiben. Dieser Ansatz erleichtert den Einstieg enorm und macht Tests, Variantenprüfungen oder Korrekturen deutlich schneller. Langfristig könnte dies der Durchbruch sein, der humanoide Systeme endgültig in den Alltag der Produktion bringt.

Auf der Hannover Messe zeigte Igus, wie sich humanoide Robotik im industriellen Alltag anfühlen kann. Neben einem neuen eigenen humanoiden Service-Roboter wurden viele Modelle von Partnern live vorgeführt, die auf RBTX verfügbar sind. Der Markt bewegt sich von frühen Demonstratoren hin zu echten produktiven Anwendungen. Für Konstrukteure eröffnen sich dadurch neue Gestaltungsspielräume, denn humanoide Robotik wird in den kommenden Jahren nicht mehr die Ausnahme, sondern ein normaler Bestandteil moderner Automationsstrategien sein. **KF** 

JENS KLÄRNER ist Product Owner RBTX bei Igus.

**IHR LOGISTIKPROJEKT
IN BESTEN HÄNDEN**

WE PERFORM SAP LOGISTICS

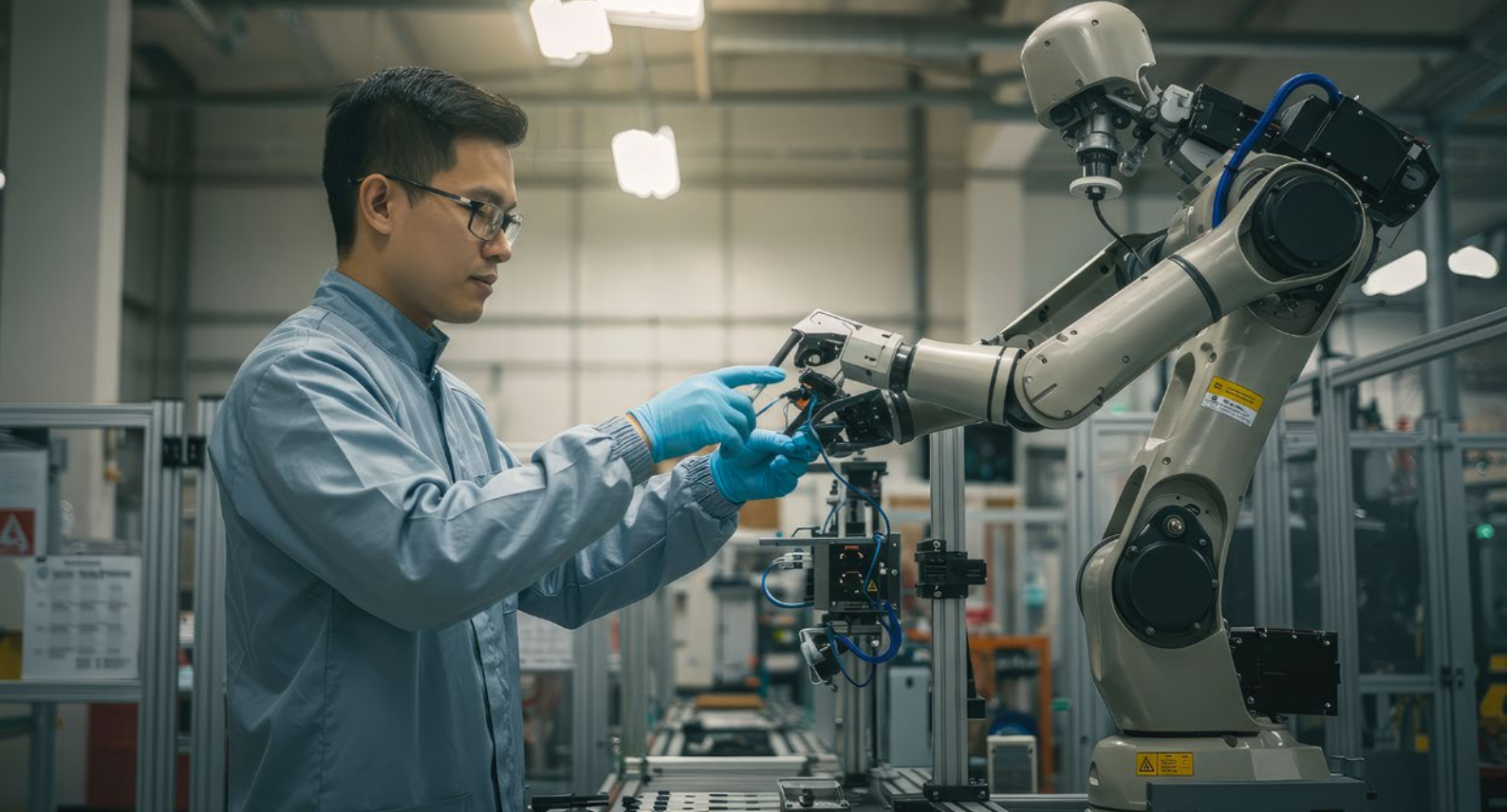
-  Digital Supply Chain
-  Automatisierung & Robotik
-  Lagerlogistik
-  Produktionslogistik
-  Usability
-  Retrofit

PRODUKTIONSLOGISTIK INTELLIGENT VERNETZT

Verknüpfen Sie Ihre Produktion nahtlos mit Ihrem Lager: dank SAP Digital Manufacturing und SAP Extended Warehouse Management.

Transparente Bestände, takt- und bedarfsgerechte Linienversorgung, stabile Nachschubzyklen und reibungsloser Betriebsablauf.

Schaffen Sie mit SWAN die Basis für Industrie 4.0.



KI, Humanoids und No-Code: Wohin steuert die Industrierobotik?

KI, humanoide Helfer und No-Code: Die Industrierobotik steht vor einem Quantensprung. Doch was bremst die Skalierung? In unserer Expertenumfrage 2026 analysieren Branchenführer von ABB bis Yaskawa die Trends. Erfahren Sie, wie Physical AI die Lücke zwischen Simulation und Fabrik schließt, warum einfache Integration den Mittelstand entlastet und welche Rolle humanoide Roboter künftig spielen. Ein tiefer Einblick in Technik, Hürden und die Resilienz der vernetzten Fertigung. **VON TINO BÖHLER**

FRAGEN AN DIE EXPERTEN

- 1 Was bremst den breiten Robotikeinsatz in der Industrie derzeit am stärksten?
- 2 Wo bringt KI in der Industrierobotik heute schon echten Mehrwert?
- 3 Wie werden humanoide Roboter künftig eingesetzt und wie verändern sie die Mensch-Roboter-Zusammenarbeit in der Fertigung?



Marc-Oliver Nandy

Cluster Manager der DACH-Region
bei ABB Robotics
Bild: ABB Robotics

1. Tatsächlich beobachten wir das Gegenteil von Bremsen. Vielmehr gewinnt der Markt spürbar an Dynamik, weil Unternehmen Automatisierung als Antwort auf Fachkräftemangel, steigende Qualitätsanforderungen und den Wunsch nach resilienteren Produktionsprozessen sehen. Unsere Robotiklösungen

sind heute flexibler, intuitiver bedienbar und schneller integrierbar als je zuvor. Entscheidend ist die einfache Programmierung unserer Roboter, Cobots und autonomen mobilen Roboter sowie deren schnelle Amortisation und Skalierbarkeit.

2. Unser KI-Assistent in RobotStudio nutzt generative KI, um die Roboterprogrammierung schneller, einfacher und zugänglicher zu gestalten. Zudem sind seit Mitte März die Nvidia Omniverse-Bibliotheken in RobotStudio integriert. Damit implementieren Industrieunternehmen physische KI in ihre realen Robotikanwendungen und schließen so die Lücke zwischen der Theorie am Computer und der Praxis in der Fabrik – auch als ‚Sim-to-Real‘-Lücke bekannt.

„ Entscheidend ist die einfache Programmierung unserer Roboter, Cobots und autonomen mobilen Roboter sowie deren schnelle Amortisation und Skalierbarkeit.“

Bei ABB Robotics gehen wir die Produktentwicklung – auch in Sachen KI – stets aus Sicht des Nutzers an. So kommen unsere KI-gestützten Robotiklösungen bereits in unterschiedlichen Anwendungen und Branchen zum Einsatz – vom autonomen Navigieren über Pick-&-Place bis zur Qualitätssicherung.

Verschmelzung von Theorie und Praxis: Durch Physical AI verstehen Roboter ihre Umgebung zunehmend selbstständig und werden zu flexiblen Partnern in komplexen Produktionsumgebungen.

Bild: © dariyah/stock.adobe.com (generiert mit KI)

3. Die Robotik erlebt durch generative KI einen Quantensprung. Roboter verstehen ihre Umgebung zunehmend selbstständig, planen Aufgaben eigenständig und arbeiten enger mit Menschen zusammen. Basis sind autonome, vielseitige Roboter (AVR), die wir gezielt weiterentwickeln. Humanoide Systeme werden wir zunächst mehr im Service- und Consumer-Bereich sehen – in der Fertigung und industriellen Einsatzszenarien bleiben radbasierte Plattformen unseres Erachtens meist überlegen.



Rory Sexton

Executive Director bei Agile Robots
Bild: Agile Robots

1. Viele Entscheider halten Roboter noch immer für kompliziert, teuer und schwer zu integrieren. Hier hat sich einiges getan: KI-gestützte Roboter übernehmen heute komplexe Aufgaben mit deutlich geringerem Programmieraufwand und passen sich eigenständig an neue Anforderungen an. Dadurch wird auch die Integration in bestehende Prozesse erheblich vereinfacht. Hinzu kommt, dass sich Roboter mittlerweile schnell amortisieren: Durch höhere Produktivität, konstante Prozessqualität und reduzierte Ausschussquoten erzielen Unternehmen bereits nach kurzer Zeit spürbare Effizienzgewinne.

2. Physical AI verleiht KI eine physische Dimension. Sie befähigt Roboter dazu, ihre Umgebung aktiv wahrzunehmen, kontinuierlich aus realen Industriedaten zu lernen und ihr Verhalten autonom in Echtzeit anzupassen: Roboter führen Aufgaben wie Materialtransport, Maschinenbedienung oder filigrane Montagetätigkeiten eigenständig und ohne komplexe Programmierung aus. Das macht Produktionsprozesse flexibler, robuster und effizienter und verwandelt Fabriken in intelligent vernetzte Systeme, die sich dynamisch an neue Anforderungen anpassen.

3. Humanoide Roboter sind in der Lage, Aufgaben an verschiedenen Arbeitsstationen zu übernehmen und flexibel auf neue Anforderungen zu reagieren. Darüber hinaus unterstützen sie bei repetitiven, ergonomisch belastenden oder potenziell gefährlichen Tätigkeiten und ermöglichen es Mitarbeitenden, sich stärker auf komplexere und abwechslungsreichere Aufgaben zu konzentrieren. Ihr Potenzial sehen wir besonders in der Produktion und Logistik: beim Materialtransport, beim Ein- und Auspacken von Bauteilen sowie bei der Bedienung von Maschinen. Unsere weltweit führende Agile Hand führt bereits heute präzise Montagetätigkeiten aus.

” KI-gestützte Roboter übernehmen heute komplexe Aufgaben mit deutlich geringerem Programmieraufwand und passen sich eigenständig an neue Anforderungen an.“



Alexander Murygin

Global Product Manager – Robotics & Control Systems bei Carl Cloos Schweißtechnik
Bild: Carl Cloos Schweißtechnik

1. Der Fachkräftemangel gilt zwar als zentraler Treiber für Automatisierung, gleichzeitig fehlt bei vielen Unternehmen noch das notwendige Robotik-Know-how. Hinzu kommt, dass viele Systeme weiterhin als zu komplex in Bedienung und Programmierung wahrgenommen werden. Hohe Integrationsaufwände und fehlende Standards erschweren zusätzlich den Einstieg.

Gerade mittelständische Unternehmen wünschen sich daher vor allem einfache, schnell produktive und robuste Lösungen. Gleichzeitig bestehen häufig Sorgen vor Stillständen sowie vor unzureichender Servicekompetenzen. Diese Faktoren beeinflussen die Investitionsentscheidungen deutlich.

” Kurzfristig werden sich in der Industrie vor allem spezialisierte kollaborative Systeme durchsetzen, nicht humanoide Roboter.“

2. KI entfaltet ihren Nutzen aktuell vor allem als intelligentes Assistenzsystem. Sie unterstützt bei der Fehleranalyse und Prozessoptimierung, vereinfacht die Bedienung – insbesondere für weniger erfahrene Anwender – und trägt zur Stabilisierung von Prozessen bei.

Weitere wichtige Anwendungsfelder sind die Qualitätsüberwachung, adaptive Prozessregelungen sowie die Zustandsüberwachung im Sinne von Predictive Maintenance. Insgesamt liegt der Fokus derzeit klar im Bereich intelligenter Assistenzsysteme mit direktem Praxisnutzen.

3. Kurzfristig werden sich in der Industrie vor allem spezialisierte kollaborative Systeme durchsetzen, nicht humanoide Roboter. Entscheidend sind Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Prozesssicherheit. Diese Anforderungen erfüllen spezialisierte Systeme aktuell besser.

Humanoide Roboter könnten perspektivisch bei flexibleren Aufgaben etwa in Handling oder Logistik an Bedeutung gewinnen. In klassischen Schweiß- und Produktionsumgebungen bleiben jedoch spezialisierte Robotersysteme die effizientere Lösung. Der Mensch bleibt dabei zentral, insbesondere für Prozesswissen, Qualitätssicherung und Entscheidungen.



Michael Mayer-Rosa

Senior Director Industrial Automation Business Group EMEA & Head of Intelligent Robot Systems bei Delta Electronics
Bild: Delta Electronics

1. Der größte Bremsklotz ist der Integrationsaufwand gepaart mit dem akuten Fachkräftemangel. Die Hardware ist längst ausgereift, aber die Implementierung in bestehenden Prozessen (Brownfield) ist für viele – speziell im Mittelstand – noch zu starr, komplex und zeitaufwendig. Hohe Erwartungen an Flexibilität treffen auf fehlendes Robotik-Know-how. Der

FRAGEN AN DIE EXPERTEN

- 1 Was bremst den breiten Robotikeinsatz in der Industrie derzeit am stärksten?
- 2 Wo bringt KI in der Industrierobotik heute schon echten Mehrwert?
- 3 Wie werden humanoide Roboter künftig eingesetzt und wie verändern sie die Mensch-Roboter-Zusammenarbeit in der Fertigung?

Markt verlangt nach ‚Plug-and-Produce‘: Robotik muss sich heute ohne tiefe Programmierkenntnisse deutlich schneller und wirtschaftlicher integrieren lassen. Genau hier setzen modulare und KI-gestützte Ansätze an.

2. Den größten Hebel bietet KI heute in der Machine Vision und der adaptiven Steuerung. KI-gestützte Kamerasysteme machen Roboter fähig für den ‚Griff in die Kiste‘ (Bin-Picking) und revolutionieren die Qualitätskontrolle bei hoher Varianz. Zudem erleben wir durch den Einsatz von KI einen Durchbruch bei der einfachen Programmierung (No-Code) und Bedienung. Das Stichwort lautet ‚Physical AI‘: Roboter führen nicht mehr nur stur Code aus, sondern reagieren intelligent auf unstrukturierte Umgebungen, lernen aus Demonstrationen und passen sich nahtlos an Veränderungen an.

„ Robotik muss sich heute ohne tiefe Programmierkenntnisse deutlich schneller und wirtschaftlicher integrieren lassen.“

3. Humanoide Roboter werden dort ihren Durchbruch erleben, wo herkömmliche Automatisierung an Grenzen stößt – nämlich in für Menschen gebauten, hochvariablen Umgebungen. Sie werden den Menschen nicht verdrängen, sondern als universelle Helfer physisch belastende, ergonomisch kritische oder monotone Aufgaben übernehmen. Die Mensch-Roboter-Kollaboration wandelt sich dadurch von der stationären Zelle hin zu einer dynamischen, intuitiven Zusammenarbeit auf der gesamten Fläche. Entscheidend für den breiten Rollout wird jedoch sein, dass diese Systeme absolute Sicherheit garantieren und einen klaren ROI aufweisen.



Jens Riegger

CEO & Co-Founder
von Fruitcore Robotics
Bild: Fruitcore Robotics

1. Der größte Bremsfaktor ist Komplexität. Viele Unternehmen automatisieren nicht, weil Robotik als zu teuer und aufwendig wahrgenommen wird. Zudem sind viele Projekte Sonderlösungen und dauern oft Monate. Robotik wird erst dann breiter eingesetzt, wenn Automatisierung einfacher, schneller und wirtschaftlicher wird.

2. KI bringt dort echten Mehrwert, wo sie Komplexität reduziert und Anwender im Produktionsalltag konkret unterstützt. Bei Fruitcore Robotics haben wir seit 2023 einen AI Copilot in unsere Software integriert, seit 2025 ergänzt durch Sprachsteuerung. Anwender können Fragen stellen, Unterstützung bei der Fehlersuche erhalten und Programmierschritte einfacher ausführen.

Der nächste Schritt geht in Richtung ‚Prompt-to-Produce‘. Anwender beschreiben über natürliche Sprache, was automatisiert werden soll. Ein Intelligence-Layer übersetzt diese Eingabe in Roboteraktionen. So lassen sich Einrichtungs- und Projektierungszeiten deutlich reduzieren.

„ KI bringt dort echten Mehrwert, wo sie Komplexität reduziert und Anwender im Produktionsalltag konkret unterstützt.“

3. Humanoide Roboter werden dort eingesetzt, wo klassische Systeme an Grenzen stoßen: bei variantenreichen Prozessen, komplexer Teilehandhabung oder Aufgaben, die hohe Flexibilität erfordern. Entscheidend ist, dass humanoide Robotik industrietauglich wird, denn in der Produktion zählen Robustheit, Präzision und Wirtschaftlichkeit. Industrial Humanoids sind ein wichtiger Zwischenschritt auf diesem Weg. Mit Plexa One verfolgen wir genau diesen Ansatz: Unser Industrial Humanoid basiert auf unserer bewährten Robotertechnologie und ist stationär oder mobil einsetzbar. Roboter werden dadurch zu flexiblen Automatisierungspartnern, während Mitarbeitende ihr Prozesswissen einbringen und monotone oder ergonomisch belastende Tätigkeiten abgeben.



Alexander Mühlens

Prokurist und Leiter Low Cost Automation
bei Igus
Bild: Igus

1. Der größte Pain beim breiten Einsatz von Robotik in der Industrie liegt aktuell in den Kosten und der Komplexität. Viele Unternehmen scheuen die Investition in Robotertechnologie, weil sie befürchten, dass Programmierung, Integration und Wartung zu aufwendig und teuer sind. Zudem fehlt es oft noch an Schnittstellen zwischen Robotik und bestehenden Produktionssystemen, die kosteneffizient und einfach umzusetzen sind. Unser Ansatz bei Igus ist es, mit modularen und kostengünstigen Roboterlösungen und intuitiver Steuerung diese Hürden gezielt zu senken und die Hemmschwelle für Unternehmen zu überwinden. Denn: Robotik muss bezahlbar und einfach integrierbar sein.

„ Der größte Pain beim breiten Einsatz von Robotik in der Industrie liegt aktuell in den Kosten und in der Komplexität.“

2. KI und Machine Learning erweitern die Fähigkeiten unserer Systeme zunehmend. Wir integrieren etwa KI-basierte Sprach- und Gestensteuerungen über Plattformen wie Amazon Alexa oder ROS 2 sowie Vision-Systeme für intelligente Bauteilerkennung. Mithilfe von CAD-Daten trainieren wir unsere Roboterlösungen in der Cloud, sodass sie Gegenstände erkennen und gezielt greifen oder sortieren können – ein entscheidender Schritt für die Optimierung ganzer Anwendungen. KI macht Roboter also nicht nur leistungsfähiger, sie macht sie zugänglicher, flexibler und wirtschaftlicher. Genau das ist der Hebel für die breite Industrieanwendung.

3. Humanoide Roboter werden künftig dort eingesetzt werden, wo ihre Menschähnlichkeit klare Vorteile bringt

Delta 3D ToF Mini Smart Camera DMV-TM

– zum Beispiel bei Tätigkeiten, die auf menschliche Ergonomie ausgelegt sind oder ein hohes Maß an sozialer Interaktion erfordern. Ihr Einsatz in der Industrie dürfte dabei ergänzend bleiben: Spezialisierte Industrierobotik behält ihre Stärken überall dort, wo es um große Stückzahlen, hohe Gewichte oder maximale Effizienz geht – und wird das auch künftig tun. In der Fertigung wird es vielmehr darum gehen, die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter weiterzuentwickeln. Mensch und Roboter agieren als Team: Der Roboter übernimmt die repetitiven, körperlich belastenden und gefährlichen Aufgaben – der Mensch behält die übergeordnete Kontrolle und Entscheidungshoheit.



Johann Zrenner

Geschäftsführer von IGZ
Bild: IGZ

1. Der flächendeckende Einsatz von Robotern scheitert derzeit weniger an der Vision als an der wirtschaftlichen und technischen Realität. Hohe Investitionskosten und noch mangelhafte zuverlässige und präzise Bewegungen insbesondere von humanoiden Robotern im freien Raum verzögern derzeit noch die Ausbreitung. Daran gilt es weiterzuarbeiten. Hinzu kommen aufwendige Sicherheitsanforderungen und Zertifizierungen. In vielen Fällen sind hybride Robotik Lösungen heute noch effizienter und wirtschaftlich überlegen.

2. Künstliche Intelligenz liefert heute vor allem dort Mehrwert, wo klassische Programmierung an Grenzen stößt. KI verbessert Wahrnehmung, Objekterkennung und Entscheidungsfähigkeit von Robotern und ermöglicht den Umgang mit unstrukturierten Umgebungen. Besonders bei variantenreichen, manuellen oder hybriden Prozessen sorgt KI für mehr Flexibilität und erlaubt Robotersystemen, auf Abweichungen, wechselnde Aufgaben und Lastspitzen situationsgerecht zu reagieren.

3. Durch ihre menschenähnliche Bauform lassen sie sich in bestehende Arbeitsumgebungen leicht integrieren. Sie übernehmen derzeit einfache, monotone oder körperlich belastende Tätigkeiten und entlasten den Menschen gezielt.

” KI verbessert Wahrnehmung, Objekterkennung und Entscheidungsfähigkeit von Robotern und ermöglicht den Umgang mit unstrukturierten Umgebungen.“



Christian Fiebig

Partner Digital Factory & Supply Chain (DFS) bei MHP
Bild: MHP

1. Der breite Robotikeinsatz wird derzeit vor allem durch fragmentierte IT- und OT-Landschaften, fehlende übergreifende Konzepte, aufwändige Amortisationsbetrachtungen und langsame Modernisierungszyklen gebremst. Das zeigt auch das Industrie 4.0 Barometer 2026 von MHP: Während China konsequent in software- und datengetriebene Produktion investiert, fehlt es der DACH-Region häufig noch an skalierbaren digitalen Strukturen und Investitionsdynamik.

2. KI bringt heute vor allem dort echten Mehrwert, wo Robotik flexibel und autonom reagieren muss – etwa in der Logistik, der Qualitätskontrolle oder bei autonomen Produktionsprozessen. Unternehmen profitieren dadurch von höherer Effizienz, weniger Ausfällen und schnelleren Entscheidungen in der Fertigung.

3. Unserer Auffassung nach kommen humanoide Roboter dort zum Einsatz, wo sie repetitive, gefährliche oder körperlich belastende Aufgaben übernehmen können, beispielsweise das Bestücken von Kommissionierwagen. Dadurch verändert sich die Zusammenarbeit in der Fertigung grundlegend: Mensch und Roboter arbeiten nicht mehr getrennt, sondern direkt Hand in Hand. Während Roboter standardisierte Tätigkeiten ausführen, übernehmen Mitarbeitende stärker steuernde, überwachende und wertschöpfende Aufgaben. Das erhöht nicht nur Effizienz und Flexibilität in der Produktion, sondern verbessert auch Ergonomie und Arbeitssicherheit.

” Unserer Auffassung nach kommen humanoide Roboter dort zum Einsatz, wo sie repetitive, gefährliche oder körperlich belastende Aufgaben übernehmen können“



Michael Finke

Product Manager Robots bei Mitsubishi Electric Europe, Industrial Automation
Bild: Mitsubishi Electric Europe, Industrial Automation

1. Die größten Hemmnisse liegen weniger in der Robotiktechnik selbst, sondern im Umfeld. Dazu zählen fehlende Engineeringressourcen,



FRAGEN AN DIE EXPERTEN

- 1 Was bremst den breiten Robotikeinsatz in der Industrie derzeit am stärksten?
- 2 Wo bringt KI in der Industrierobotik heute schon echten Mehrwert?
- 3 Wie werden humanoide Roboter künftig eingesetzt und wie verändern sie die Mensch-Roboter-Zusammenarbeit in der Fertigung?

hohe Anfangsinvestitionen sowie Unsicherheiten bei Bedienung, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Viele Unternehmen scheuen zudem den Aufwand für Programmierung und Anpassungen bei Produktwechseln. Standardisierung, modulare Applikationen und ein starker lokaler Service sind daher entscheidend, um Einstiegshürden nachhaltig zu senken. Der größte Bremsfaktor für Robotik in Deutschland ist derzeit die wirtschaftliche Lage und die damit verbundene Investitionsbereitschaft.

„Der größte Bremsfaktor für Robotik in Deutschland ist derzeit die wirtschaftliche Lage und die damit verbundene Investitionsbereitschaft.“

2. KI liefert heute vor allem dort Mehrwert, wo sie konkret Prozesse vereinfacht oder stabiler macht: in der Bildverarbeitung zur robusten Objekterkennung, bei der Bahn- und Greifpunktoptimierung, in der Fehlererkennung sowie in der vorausschauenden Instandhaltung. Viele dieser bislang kostenpflichtigen KI-Funktionalitäten haben wir seit diesem Jahr kostenfrei integriert. KI unterstützt zudem Anwender etwa bei der Reduktion von Programmieraufwand. Entscheidend ist dabei die nahtlose Integration in bestehende Automatisierungsplattformen.

3. Humanoide Roboter sehen wir mittelfristig nicht als Ersatz klassischer Industrieroboter, sondern als Ergänzung für spezielle Aufgaben. Ihr Einsatzpotenzial liegt vor allem in flexiblen, ergonomisch anspruchsvollen oder logistisch geprägten Tätigkeiten in Arbeitsumgebungen. Für die industrielle Serienfertigung bleiben schnelle und hochpräzise Roboterlösungen klar im Vorteil. Wichtig ist, dass Sicherheit, Zuverlässigkeit und wirtschaftlicher Nutzen im Fokus bleiben, unabhängig von der Bauform.



Andreas Bauer

Bereichsleiter Robotik
bei Toolcraft
Bild: Toolcraft

1. Der breite Einsatz von Robotik in der Industrie wird weiterhin vor allem durch die aufwendige Implementierung und die daraus resultierenden hohen Programmierkosten gebremst. Industrieroboter bieten zwar äußerst vielseitige Einsatzmöglichkeiten, damit werden aber auch die Zusammenhänge und Prozesseinflüsse komplexer. Alles muss optimal aufeinander abgestimmt sein, damit ein Roboter Prozesse effizient unterstützen oder vollständig übernehmen kann. Dies erfordert je nach Komplexität der Anwendung eine einfachere oder hoch verzweigte, aufwendige Roboterprogrammierung.

2. KI bietet bereits heute einen deutlichen Mehrwert bei der Unterstützung komplexer Roboterprogrammierungen. Zudem lassen sich große Mengen an Prozess- und Sensordaten schnell und einfach analysieren sowie weiterverarbeiten. Dennoch ist der Einsatz stark vom jeweiligen Prozessumfeld abhängig und bedarf oftmals einer manuellen Überprüfung.

„Der breite Einsatz von Robotik in der Industrie wird weiterhin vor allem durch die aufwendige Implementierung und die daraus resultierenden hohen Programmierkosten gebremst.“

3. Humanoide Roboter können künftig ein breites Einsatzspektrum bieten. Ihre besonderen Merkmale sind Mobilität und menschenähnliche Agilität, wodurch sie sich sowohl für den direkten Einsatz mit Menschen als auch für Arbeitsbereiche mit maximaler Flexibilität eignen. Entscheidend für den effektiven und durchbrechenden Einsatz von humanoiden Robotern wird sein, wie einfach die Roboter für die Endanwendung bedient und programmiert werden können und wie sicher die direkte Zusammenarbeit mit Menschen gestaltet werden kann.



Benedikt Pulver

Head of the Machine Safety Department
bei TÜV Süd
Bild: TÜV Süd

1. Derzeit ist weniger die Technologie der größte Hemmschuh, sondern die regulatorische Komplexität. Unternehmen müssen neue Anforderungen aus der Maschinenverordnung, dem AI Act und dem Cyber Resilience Act parallel berücksichtigen – oft noch ohne vollständig harmonisierte Normen. Das erschwert die Planung, Risikobewertung und Nachweisführung erheblich. Entsprechend steigt der Bedarf an unabhängiger Prüfung und klarer Orientierung, um Innovation, funktionale Sicherheit, Cybersecurity und KI-Compliance effizient zusammenzubringen.

2. KI schafft vor allem dort Mehrwert, wo Prozesse in Echtzeit angepasst und optimiert werden müssen. In Logistik- oder Produktionsumgebungen können intelligente Systeme beispielsweise Materialflüsse dynamisch steuern, auf Ausfälle reagieren und Abläufe kontinuierlich optimieren. Dadurch steigen Effizienz, Verfügbarkeit und Flexibilität deutlich – insbesondere in komplexen, hochautomatisierten Umgebungen. Gleichzeitig wird es immer wichtiger, die Nachvollziehbarkeit, Sicherheit und Verlässlichkeit KI-basierter Entscheidungen systematisch zu bewerten.

„Humanoide Roboter werden künftig vor allem Tätigkeiten in gefährlichen, ergonomisch belastenden oder schwer zugänglichen Arbeitsumgebungen übernehmen.“

3. Humanoide Roboter werden künftig vor allem Tätigkeiten in gefährlichen, ergonomisch belastenden oder schwer zugänglichen Arbeitsumgebungen übernehmen. Dadurch verändert sich die Mensch-Roboter-Interaktion grundlegend: Es werden neue Schnittstellen, Sicherheitskonzepte und klare Rollenverteilungen entscheidend sein. Aus Sicht von

TÜV Süd ist dabei zentral, dass humanoide Systeme die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenverordnung erfüllen und sicher in bestehende Produktionsumgebungen integriert werden können.

Durchbruch entsteht jedoch durch Physical AI: Systeme, die ihre Umgebung verstehen, Entscheidungen treffen und in Echtzeit handeln können. Dadurch entwickelt sich die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine von starrer Programmierung hin zu dynamischen, lernenden Systemen.



Katharina Jessa

Chief Marketing Officer
von Wandelbots
Bild: Wandelbots



Richard Tontsch

Head of Marketing
bei Yaskawa Europe
Bild: Yaskawa Europe

1. Nicht die Robotik ist das Problem, sondern unser bisheriges Verständnis davon. Viele Unternehmen verbinden Robotik mit hohen Integrationskosten, starren Prozessen und großem Engineering-Aufwand. Neue software- und KI-basierte Ansätze ermöglichen jedoch mehr Flexibilität und kontinuierliche Optimierung – welche wirtschaftliche Vorteile bringen und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen stärken.

2. Wo bestehende Automatisierung intelligenter und anpassungsfähiger wird. Durch den Einsatz von KI sehen wir bei Bestandsanlagen bereits Zykluszeitoptimierungen von bis zu 25 Prozent. Das Zusammenspiel von digitalen Zwillingen und KI beschleunigt neue Automationsprojekte massiv – von Machbarkeitsanalysen bis zur Inbetriebnahme. Kunden reduzieren den Engineering-Aufwand in frühen Projektphasen bereits um bis zu 85 Prozent. Der größte Hebel entsteht jedoch, wenn Unternehmen ihre Anlagen softwaredefiniert vernetzen - sodass Physical AI zum Leben kommt: Dann erkennt die KI Optimierungspotenziale kontinuierlich, gibt Handlungsempfehlungen oder setzt Verbesserungen autonom um. So entsteht ein lernendes Produktionssystem.

„Der größte Hebel entsteht jedoch, wenn Unternehmen ihre Anlagen softwaredefiniert vernetzen - sodass Physical AI zum Leben kommt.“

3. Sie werden vor allem dort eingesetzt, wo heutige Arbeitsumgebungen für Menschen gebaut wurden und gleichzeitig hohe Flexibilität gefragt ist – etwa bei wechselnden Tätigkeiten, komplexen Materialflüssen oder manuellen Prozessen, die sich schwer klassisch automatisieren lassen. Der eigentliche

1. Der größte Hemmfaktor aktuell ist Unsicherheit, die Investitionen ausbremst. Wirtschaftliche Volatilität und fehlende Planungssicherheit führen dazu, dass selbst sinnvolle Automatisierungsprojekte aufgeschoben werden. Zusätzlich verschärfen immer komplexere Regularien diese Unsicherheit – anstatt verlässliche Rahmenbedingungen zu schaffen. Dabei ist Robotik gerade in unsicheren Zeiten ein wirkungsvolles Mittel, um Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

2. KI schafft heute vor allem in Visionsystemen und bei der Bildauswertung echten Nutzen, da sie Automatisierung deutlich flexibler und robuster macht. Auch die intelligente Integration von Sensorik sowie neue Formen der Mensch Maschine Interaktion, etwa über Sprachbefehle, ermöglichen adaptive Prozesse und senken die Hürden beim Einstieg in die Robotik. Der Mehrwert entsteht dabei nicht durch KI allein, sondern durch ihre gezielte Einbettung in konkrete industrielle Anwendungen.

3. Für die Fertigungsindustrie sind humanoide Roboter aktuell noch ein Experimentierfeld. Der größte Mehrwert liegt im Oberkörper mit zwei Armen, ähnlich dem Dual Arm Prinzip, das Yaskawa bereits vor fast 20 Jahren eingeführt hat – insbesondere für menschlich gestaltete Arbeitsumgebungen. Kurzfristig werden humanoide Roboter vor allem zur Datengenerierung eingesetzt, um digitale Weltmodelle für Physical AI aufzubauen. Erst wenn diese digitalen Abbilder der Realität ausreichend präzise sind, können humanoide Roboter schrittweise produktiv Mehrwert in der Fertigung schaffen.

„Kurzfristig werden humanoide Roboter vor allem zur Datengenerierung eingesetzt, um digitale Weltmodelle für Physical AI aufzubauen.“



Vernetzte Intelligenz: Moderne Industrierobotik erfordert das perfekte Zusammenspiel von Hardware, Software und menschlicher Expertise, um Potenziale voll auszuschöpfen.

Bild: © Georgii/stock.adobe.com (generiert mit KI)

Nachhaltige Logistik mit Automatisierung & KI

Angela Merkel sagte 2006: „Wer weiß, wie dem demografischen Wandel erfolgreich zu begegnen ist, den beglückwünsche ich!“ Heute trifft das besonders die Logistik: Fachkräftemangel, Wachstum sowie höhere Kundenerwartungen an kürzere Lieferzeiten bei kleineren Aufträgen erhöhen den Druck. Viele Unternehmen setzen auf Automatisierung und KI – doch welche Lösungen bieten langfristig echten Mehrwert? **VON HOLGER HÄRING**

Der Fachkräftemangel, steigende Energiekosten und erhebliche bürokratische Hürden zwingen Unternehmen, neue Wege zu gehen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern“, erklärt Johann Zrenner, Geschäftsführer der IGZ. Vor diesem Hintergrund stehen diese vor grundlegenden strategischen Entscheidungen: Setzen sie verstärkt auf Outsourcing und die Verlagerung von Prozessen ins Ausland, oder investieren sie in innovative Automatisierungstechnologien, um ihre Marktposition zu behaupten? Besonders in der Kommissionierung und bei innerbetrieblichen Warenbewegungen haben

moderne Robotiklösungen bereits gezeigt, wie sie die Prozesse in der Logistik auf ein neues Level heben können. Technologien wie „Pick by Robot“ und „Move by Robots“ von IGZ steigern nachweislich die Effizienz und bieten hier wirksame Lösungen für die Herausforderungen in traditionell manuell geprägten Arbeitsbereichen.

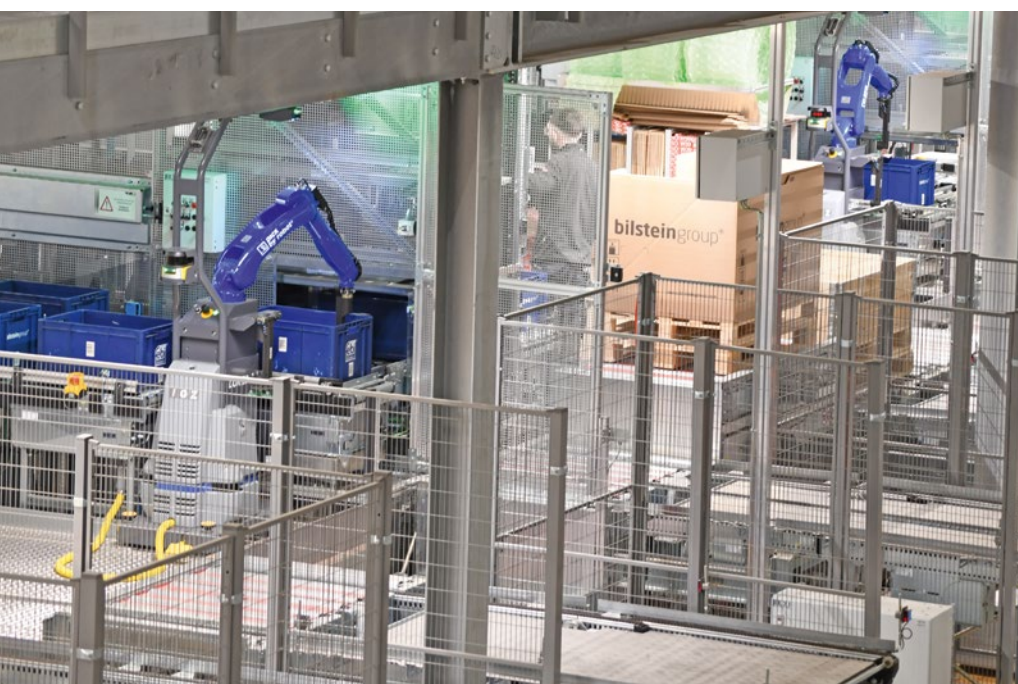
Pick by Robot: Die Zukunft der Kommissionierung

Die Bilstein Group in Gelsenkirchen hat den Wandel bereits erfolgreich eingeleitet: Seit Oktober 2022 sind dort zwei moderne Pick-Roboter Luke in der Kleinteile-Kommissionierung im neuen Logistikzentrum tätig.

DER ANHALTENDE FACHKRÄFTE-MANGEL UND DAS STETIGE WACHSTUM STELLEN UNTERNEHMEN VOR ENORME HERAUSFORDERUNGEN. HINZU KOMMT DIE STEIGENDE KUNDENERWARTUNG AN KÜRZERE LIEFERZEITEN BEI GLEICHZEITIG KLEINEREN AUFTRAGSMENGEN.

Diese Roboter arbeiten Hand in Hand mit traditionellen „Ware-zu-Person“-Arbeitsplätzen und übernehmen die auftragsbezogene Kommissionierung, die Verdichtung von Artikeln in Behältern sowie das Behältersplitting, was zu einer spürbaren Verbesserung des Lagerfüllgrades führt.

Durch die direkte Integration in SAP EWM/MFS können die Roboter ohne zusätzliche Middleware angebunden werden und erreichen eine Verfügbarkeit von über 98 Prozent. Besonders im Mehrschichtbetrieb beweist die skalierbare Plug-and-Play-Lösung ihre Wirtschaftlichkeit und ermöglicht es, bei Bedarf zusätzliche Roboter flexibel an entsprechend konfigurierten Pickplätzen nachzurüsten. Der Sanitärhersteller Geberit in Pfullendorf profitiert von dieser flexiblen Nachrüstbarkeit in seinem bestehenden Logistikzentrum. Denn innerhalb von nur zwei Wochen wurde Luke an der vorhandenen Fördertechnik in Betrieb genommen. Dort arbeiten nun Mensch und Maschine Hand in Hand. Das demonstriert eindrucksvoll, wie schnell innovative Technologien in vorhandene



Die beiden IGZ-Kommissionier-Roboter Luke sorgen für eine zuverlässige Unterstützung bei der Vorkommissionierung der Ware sowie bei Verdichtung und Behältersplitting.



Move-by-Robots: Fahrerlose Transportsysteme mit SAP EWM-Ansteuerung sorgen für die automatische Versandbereitstellung. Bilder: IGZ

Prozesse implementiert werden können und dort nachhaltigen Nutzen schaffen. Felix Wortmann, Projektleiter bei der Bilstein Group, betont: „Durch die nahtlose Integration und kontinuierliche Optimierung mit Luke reduzieren wir die Mitarbeiterbelastung und sind zugleich bestens auf zukünftige Kundenanforderungen vorbereitet.“

Move by Robots: Autonome Transportlösung für eine effiziente Logistik

Nicht nur in der Kommissionierung, sondern auch beim Transport von Waren bieten Robotiklösungen klare Vorteile. Move by Robots von IGZ optimiert autonome Warentransporte direkt aus SAP EWM/MFS, ganz ohne Subsysteme. Es ermöglicht die Integration und Steuerung von Fahrzeugen verschiedener Hersteller direkt in SAP EWM/MFS gemäß dem VDA 5050 Standard und macht damit die Logistik flexibler, effizienter und kostengünstiger. Zusätzliche Subsysteme und zusätzliche Visualisierung


DER EINSATZ VON AUTOMATISIERUNGSTECHNOLOGIEN UND KÜNSTLICHER INTELLIGENZ WIE PICK BY ROBOT UND MOVE BY ROBOTS BIETET UNTERNEHMEN DIE MÖGLICHKEIT, IHRE PROZESSE EFFIZIENTER UND FLEXIBLER ZU GESTALTEN.

werden vermieden. Dank der KI-gestützten Optimierung der Transportwege wird stets die bestmögliche Route gewählt und aufgrund Integration innerhalb EWM/MFS die Transporte stets perfekt mit den Transporten der Stetigförderer abgestimmt. Das steigert nicht nur die Effizienz, sondern reduziert zeitgleich den CO₂-Ausstoß um bis zu 20 Prozent. Dies senkt den Fahrzeugbedarf signifikant und stellt die nahezu durchgehende Verfügbarkeit des Materialflusses sicher. Darüber hinaus werden Mitarbeitende von repetitiven Aufgaben entlastet, was die Arbeitsbedingungen erheblich verbessert.

Fazit: Flexibilität und Nachhaltigkeit durch Automatisierung

Die Logistikbranche steht vor großen Herausforderungen, die innovative Lösungen erfordern, um die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Der Einsatz von Automatisierungstechnologien und Künstlicher Intelligenz wie Pick by Robot und Move by Robots bietet Unternehmen die Möglichkeit, ihre Prozesse effizienter und flexibler zu gestalten. Erfolgreiche Implementierungen bei Unternehmen wie der Bilstein Group, Geberit und zahlreichen anderen Kunden zeigen, wie die nahtlose Integration in SAP EWM/MFS nicht nur die Effizienz steigert, sondern auch die Flexibilität und Nachhaltigkeit der Logistikprozesse verbessert.

Diese Technologien sind nicht nur eine Antwort auf den Fachkräftemangel, sondern ermöglichen es Unternehmen, sich langfristig zukunftsfähig aufzustellen. Die flexible und kosteneffiziente Skalierbarkeit von Robotern und autonomen Fahrzeugen trägt zur Prozessoptimierung bei und entlastet gleichzeitig die Mitarbeitenden von repetitiven Aufgaben, was besonders vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels ein zentraler Vorteil ist.

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung und die Integration von maschinellem Lernen sowie KI-basierter Prozessoptimierung bleiben Unternehmen in der Lage, auch zukünftige Anforderungen zu meistern. Die Automatisierung von Kommissionierung und Transport verbessert nicht nur die Effizienz, sondern trägt zudem zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks bei – ein wesentlicher Schritt hin zur Logistik der Zukunft. **TB** 

HOLGER HÄRING

ist Bereichsleiter Verkauf bei IGZ.

DAS PORTAL IN DIE WELT DER FERTIGUNG

**VON INSIGHT
ZU IMPACT.**



**Jetzt Magazin abonnieren
und Projekte mit relevantem
Wissen voranbringen:**



www.digital-manufacturing-magazin.de/abonnement

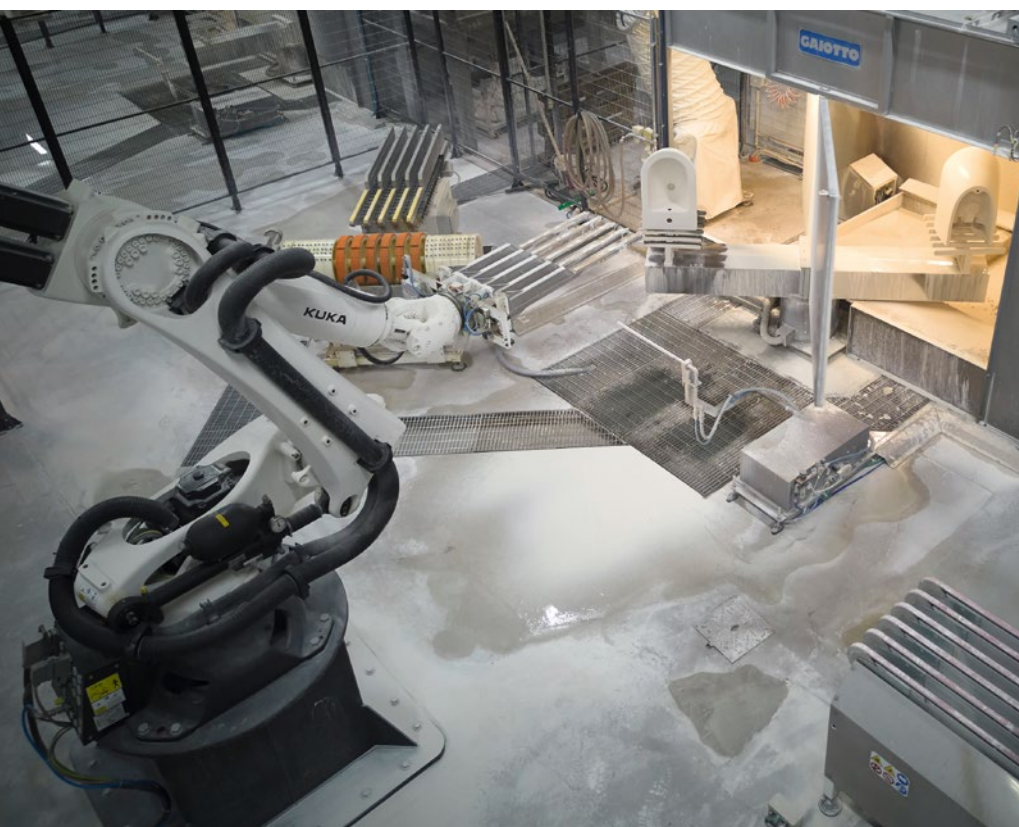
DIGITAL MANUFACTURING

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

Wo italienisches Handwerk Zukunft hat

Mit 40 Kuka-Robotern hat GSI Ceramica, Produzent von Sanitärkeramik, die Automatisierung in den Fokus seiner Produktionsstrategie gerückt. Vom Gießen bis zum internen Materialtransport erhöhen die Roboter Effizienz und Sicherheit. In partnerschaftlicher Zusammenarbeit sollen so technologische Innovation und die Werte des „Made in Italy“ vereint werden. **VON MARCO ASTORE**



Die Glasur wird von selbstlernenden Robotern durchgeführt, die die Bewegungen der Handwerker mit millimetergenauer Präzision nachahmen.

Waschbecken, WCs, Badmöbel und vieles mehr: Sanitärkeramik aus Italien ist weltweit bekannt und beliebt. Qualität, Design und technische Innovation gehen hier seit Generationen Hand in Hand. Das jahrhundertalte Können hat seinen Ursprung in der historischen Stadt Civita Castellano, rund 60 Kilometer nördlich von Rom – dort, wo auch GSI Ceramica seinen Sitz hat. Das Unternehmen nimmt seit den 1930er Jahren einen festen Platz in der italienischen Keramikindustrie ein und will die Produktion „Made in Italy“ auch in Zukunft fortführen. Dazu hat sich das Unternehmen Automatisierungspartner gesucht, die den Betrieb

und die Leidenschaft für das Handwerk auf das nächste Level heben.

Technologie im Dienst der Tradition

Bis in die 2000er Jahre erfolgte die Produktion noch weitgehend manuell: Das Gießen fand auf Gipsbänken statt, die Bediener öffneten die Formen von Hand, und das Bewegen der Teile erforderte erheblichen körperlichen Kraftaufwand. GSI Ceramica hat daher gemeinsam mit Sacmi, Gaiotto und Kuka die Keramikproduktion „Made in Italy“ transformiert und durch die Automatisierung das Fortbestehen der Handwerkskunst sichergestellt – ohne dabei die traditionellen Wurzeln zu vergessen.

Roboter als verlängerter Arm des Meisters

Heute sind einige schlüsselfertige Anlagen der Sacmi-Gruppe für die Produktion von Keramik im Einsatz sowie 40 Kuka-Roboter der Typen KR Quantec und KR Iontec, die von Gaiotto Automation implementiert wurden. In den Abteilungen Gießen, Veredelung, Glasur und innerbetrieblicher Transport gewährleisten die Roboter nun wiederholbare und konsistente Prozesse. „Unser Produkt muss makellos sein“, sagt Werksleiter Roberto Ceccarelli. „Investitionen in Robotik und Automatisierung sichern dieses Ziel, gewährleisten höchste Standards und minimieren jegliches Risiko von Unvollkommenheiten.“

Automatisierung und italienischer Erfindergeist vereint

Für Ceccarelli bedeutet Exzellenz drei Dinge: hohe Qualität, Produktzuverlässigkeit und Perfektion. „Um das zu erreichen, haben wir uns entschieden, in Innovation zu investieren – doch der eigentliche Unterschied liegt in der Leidenschaft und Entschlossenheit unseres Teams. Roboter garantieren einheitliche Standards, aber es sind unsere Mitarbeitenden, die die Messlatte für Qualität jeden Tag höher legen.“ Auf einer Betriebsfläche von 110.000 Quadratmetern, mit 180 Mitarbeitenden und Produkten, die in rund 150 Länder exportiert werden, beweist GSI, dass Automatisierung und italienischer Erfindergeist Hand in Hand gehen können.

Schleifroboter bearbeiten kleinste Details

Die Keramikmasse – bestehend aus Ton und Kaolin – wird beim Gießen mit 14 bar in Harzformen gepumpt, die für 100.000 identische Teile ausgelegt sind. Dadurch werden die für Gipsformen typischen Abweichungen vermieden und absolute Gleichmäßigkeit

garantiert. Nach dem Gießen durchlaufen die Teile die Trocknung und Endbearbeitung. Hier entfernen Schleifroboter Grate und Fehler mit einer Präzision, die manuell unmöglich zu erreichen wäre. „Wir haben die Endbearbeitung vollständig automatisiert, denn selbst unsichtbare Details machen den Unterschied. Wir reinigen Stellen, die der Kunde niemals sehen wird – aber für uns ist das eine Garantie für Spitzenqualität“, sagt Ceccarelli.

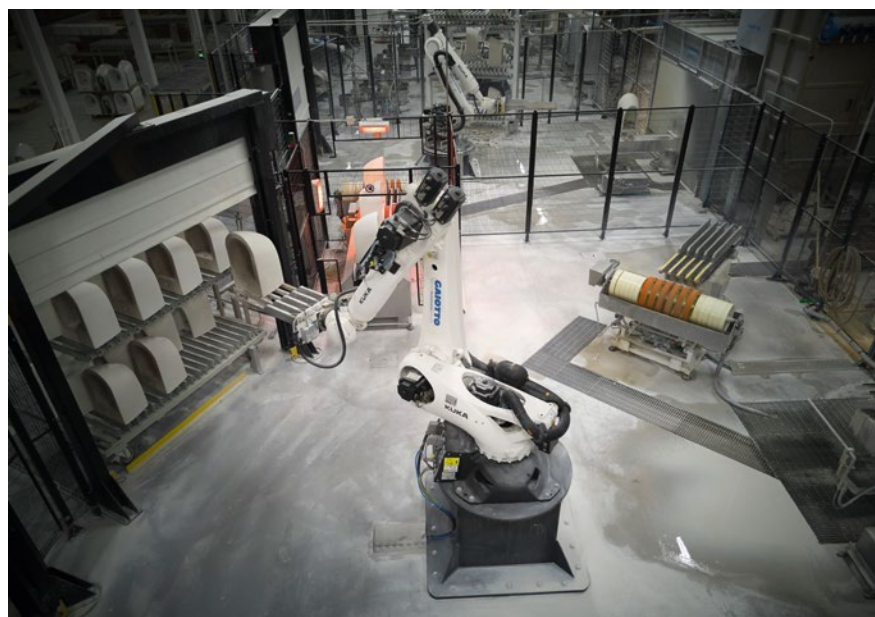
Farbfinish in Perfektion dank selbstlernender Roboter

Es folgt die Glasur, die von selbstlernenden Robotern durchgeführt wird, die die Bewegungen der Handwerker mit millimetergenauer Präzision nachahmen. Ermöglicht wird die kunstvolle Umsetzung durch den Integrator Gaiotto. Und das nicht nur in Weiß: Selbst die komplexesten Farben werden gleichmäßig aufgetragen, sodass das Finish optisch und haptisch einheitlich ist. „Ich wollte, dass die Farben von Robotern verwaltet werden“, betont Ceccarelli, „denn der Kunde muss immer das gleiche Produkt erhalten – identisch

”

Wir haben die Endbearbeitung vollständig automatisiert, denn selbst unsichtbare Details machen den Unterschied.“

ROBERTO CECCARELLI



Bei GSI Ceramica kommt ein Roboter auf 1,3 Mitarbeiter.

in jedem Detail. Für uns ist Perfektion ein Versprechen, das wir jeden Tag einhalten.“

Mehr Effizienz und Sicherheit: Kuka-Roboter kümmern sich um den Transport

Auch der innerbetriebliche Transport ist mittlerweile vollständig automatisiert: Kuka-Roboter übernehmen den Transport der Teile zwischen den einzelnen Bearbeitungsstufen bis hin zum Brennen im 1.250 Grad Celsius heißen Tunnelofen. Das steigert nicht nur die Effizienz, sondern verbessert auch die Sicherheit. „Es gibt im Unternehmen keine manuelle Handhabung schwerer Lasten mehr“, sagt Ceccarelli. Auf zwei Mitarbeitende kommt nun ein Schwerlastheber, und auf 1,3 Mitarbeiter ein Roboter. Die Automatisierung hat auch die Rollen verändert: Dank Schulungen, die gemeinsam mit Kuka organisiert wurden, sind die Bediener zu Spezialisten für den Betrieb und die Wartung von Robotern geworden.

Partnerschaftliche Beziehung für gemeinsame Träume


Für GSI war die Entscheidung für Kuka daher nicht nur eine technische, sondern eine strategische. Es ging nicht nur um die Installation von Robotern, sondern um den Aufbau einer Beziehung, die auf Vertrauen und der Fähigkeit basiert, echte Probleme gemeinsam zu lösen. „Was ich schätzte, war, dass wir uns an einen Tisch setzen und Probleme lösen konnten. Mit Kuka haben wir dazu den richtigen Partner gefunden.“ Ein Punkt, den Ceccarelli besonders hervorhebt, ist die individuelle Gestaltung der Schulungen. Die Partnerschaft mit Kuka hat es GSI



Der Roboter reinigt auch Stellen, die der Kunde niemals sehen wird. Bild: Kuka

ermöglicht, noch weiter voranzukommen und in einem Sektor innovativ zu sein, in dem Robotik fast nicht vorhanden war. Das erforderte Mut und gegenseitiges Vertrauen. „Mit Kuka haben wir den idealen Wegbegleiter gefunden – jemanden, der genauso an unsere Träume glaubt wie wir.“

Mehr Leistung und Logistikautomatisierung für die Zukunft von „Made in Italy“

Und diese Träume sind längst nicht vorbei. Das Unternehmen hat mit einem dritten Brennofen die Produktion gesteigert und will weiterwachsen. Die nächste Herausforderung ist daher nun die automatisierte Logistik. Autonome mobile Roboter (AMRs) spielen in dieser Vision eine zentrale Rolle, ebenso wie neue Handlings- und Verpackungslösungen. Eine Schlüsselrolle hat dabei in Zukunft auch das Betriebssystem iiQKA.OS2. Bei all der Automatisierung bleibt die Philosophie jedoch dieselbe: in Technologie investieren, um das Arbeitsleben der Menschen zu verbessern, den Output zu steigern und den Wert von „Made in Italy“ zu verteidigen. **KF** 

MARCO ASTORE ist Marketing Specialist bei Kuka.

Weniger Schnittstellen-Komplexität durch SAP BTP

Unternehmen müssen zunehmend komplexe Automatisierungslandschaften effizient mit ihrer SAP-Umgebung verbinden. Die SAP Business Technology Platform (BTP) ermöglicht dafür einen neuen Ansatz: Integrationen werden zentral, standardisiert und Cloud-ready orchestriert, statt individuell in einzelnen SAP-Systemen umgesetzt. Das senkt Betriebskosten, erhöht die Flexibilität und schafft die Basis für skalierbare Automatisierung, Clean-Core-Strategien und KI-Anwendungen. **VON DETLEF HELMS UND JOSCHUA REICHERT**

Unternehmen, die in ihrer Lager- und Produktionslogistik auf SAP-Lösungen setzen, stehen bei der Automatisierung ihrer Prozesse vor den gleichen Herausforderungen: Die Vielzahl an eingesetzten Automatisierungsanlagen, Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) und Robotern muss verzögerungsfrei mit der SAP-Landschaft kommunizieren. Jede Schnittstelle erforderte bislang spezifische Anpassungen im SAP-System selbst – ein Ansatz, der das System verkompliziert, die Upgrade-Fähigkeit erschwert und technische Schulden aufbaut. Im Zeitalter der Cloud bietet die SAP Business Technology Platform (BTP) einen grundlegend neuen Ansatz: eine standardisierte Integrationslösung, die die Komplexität aus den einzelnen SAP-Komponenten in die SAP-Cloud-Plattform zentralisiert und damit Implementie-

rungs- und Betriebskosten der unternehmensspezifischen Schnittstellen optimiert.

Schnittstellen zentral statt dezentral verwalten

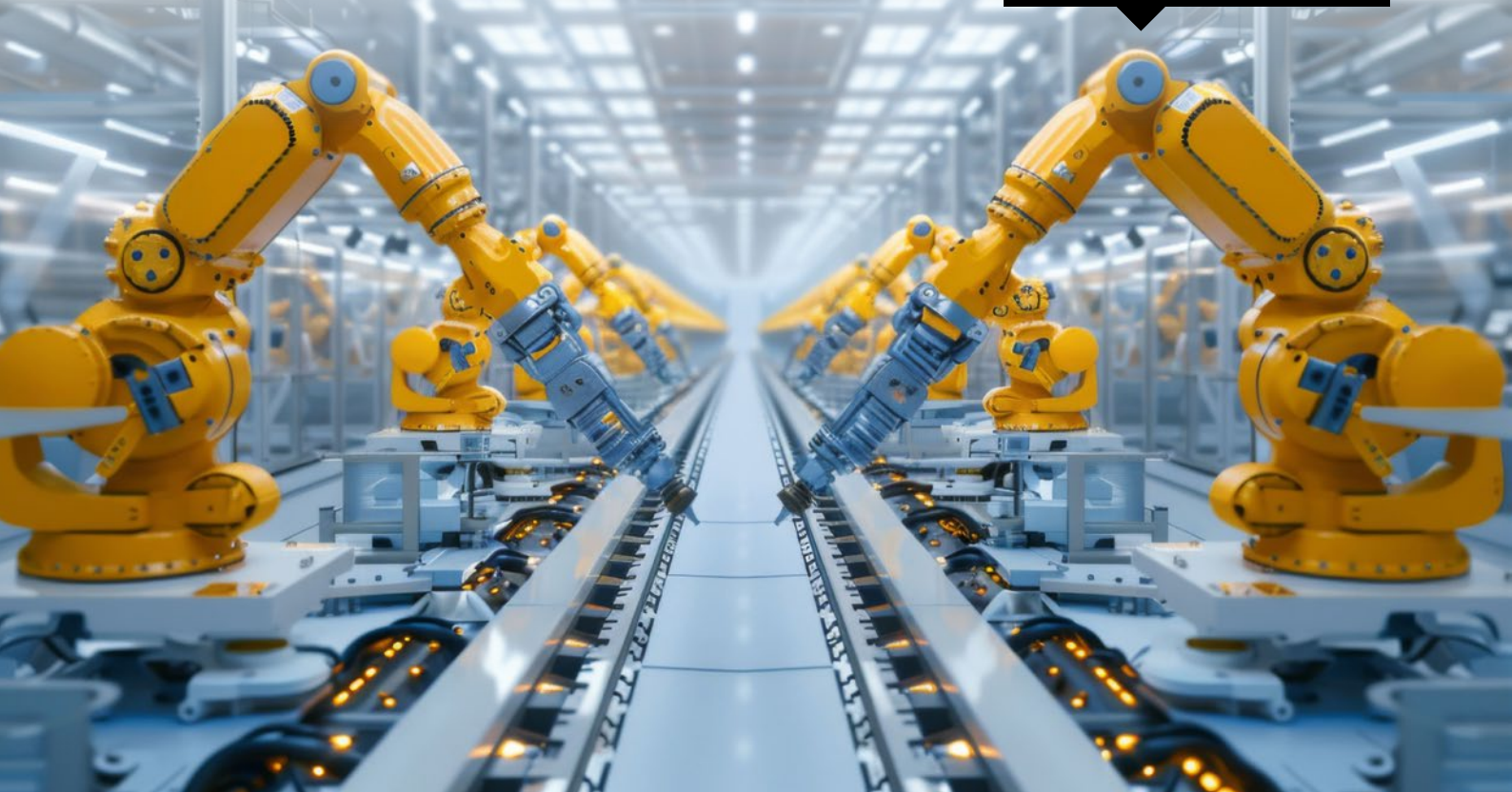
Das Kernprinzip ist einfach: Die Schnittstellenlogik wird nicht mehr im SAP-System (zum Beispiel SAP Extended Warehouse Management, SAP Digital Manufacturing oder im jeweiligen SAP ERP) selbst implementiert, sondern in die SAP BTP als zentrale Integrationsplattform ausgelagert. Das bedeutet konkret: Änderungen an Schnittstellen, neue Anforderungen von Maschinenherstellern oder die Anbindung zusätzlicher Automatisierungsgeräte erfordern lediglich Anpassungen in der BTP – nicht im produktiven SAP-System.

Besonders relevant ist dies für Unternehmen, die mit heterogenen Automatisie-

rungstechnologien arbeiten. Ob externe Materialflusssteuerungssysteme (MFS), integrierte Automatanlagen oder Flottencontroller für AMR/AGV-Systeme – jede Technologie kann über standardisierte REST-APIs in der BTP angebunden werden. Dies ist möglich im Zuge einer Neuimplementierung oder schrittweise im Rahmen von Optimierungs- bzw. Retrofitprojekten. Nimmt man den VDA 5050-Standard als Beispiel, so hat sich dieser als Defacto-Standard für die Kommunikation mit Fahrerlosen Transportsystemen etabliert und lässt sich in der SAP BTP plattformunabhängig implementieren. Das reduziert nicht nur die

Roboter müssen verzögerungsfrei mit der SAP-Landschaft kommunizieren.

Bild: © KDesign /stock.adobe.com
(generiert mit KI)



Entwicklungszeit pro Integration erheblich, sondern schafft auch Herstellerunabhängigkeit – Wechsel zwischen Anbietern werden deutlich vereinfacht.

Cloud-Readiness und Clean Core als strategische Fundamente

Durch die Auslagerung der Schnittstellenlogik in die SAP Business Technology Platform entstehen zwei zentrale Vorteile:

Cloud-Readiness: Die eingesetzten SAP-Systeme bleiben unverändert – unabhängig davon, ob sie On-Premise, in der Private Cloud oder in der Public Cloud betrieben werden. Die Schnittstellen funktionieren über standardisierte APIs, die Cloud-native Architekturen unterstützen. Ein späterer Umzug von SAP-Komponenten in die Cloud wird dadurch erheblich erleichtert. Sie investieren heute in eine nachhaltige Lösung, die morgen nicht wieder kosten- und zeitintensiv umgebaut werden muss.

Clean Core Konformität: Clean Core bedeutet, auf standardnahe SAP-Funktionalität zu setzen und ergänzende Eigenentwicklungen innerhalb der SAP-Komponenten, zum Beispiel im altbekannten z-Namensraum, zu minimieren. Durch die zentrale Integrationslösung in der SAP BTP vermeiden Unternehmen extensives Customizing im SAP-Code. Dies reduziert Wartungsaufwände, verkürzt Upgrade-Zyklen und senkt die Total Cost of Ownership erheblich. Statt zahlreicher individueller Schnittstellen-Codes an beliebig vielen Stellen in beliebigen SAP-Komponenten entsteht ein zentraler, wartbarer und standardkonformer Cloud-Bereich innerhalb der SAP BTP. Dies ermöglicht auch bessere Sicherheitsstandards und einheitliche Audit-Trails für Compliance-Anforderungen. Ganz nebenbei profitieren Kunden von der Weiterentwicklung der SAP im Bereich der vorkonfigurierten Schnittstellen und leichter Integration von SAP-Partner-Apps aus dem SAP-Store.

Vom Lager in die Produktion: Integration von SAP EWM und SAP DM

Besonders relevant wird eine zentrale Schnittstellenverwaltung, wenn die Lagerlogistik mit der Produktionslogistik verbunden werden soll. Während SAP Extended Warehouse Management (SAP EWM) die Materialflusssteuerung im Lager und Produktion orchestriert, sorgt SAP Digital Manufacturing (SAP DM) für durchgängige Echtzeit-Daten aus der Fertigung und die zeitgerechten Abrufe zur Bereitstellung

oder Entsorgung von Material aus und in das Lager. Auch eine Steuerung von WIP-Material zwischen Produktionsvorgängen ist so transparent und just in time möglich. Über die BTP können beide Module nahtlos kommunizieren. Fertigungsaufträge werden basierend auf verfügbarem Material automatisch geplant und vorgangsspezifisch durch die Produktion gesteuert, wobei Produktionslogistik und Lagerlogistik ihre Daten nicht mehr abgleichen müssen, da es sich um einen durchgängigen Prozess von Shopfloor und Warehouse handelt.

Skalierbarkeit für Multiple SAP-Systeme – Wachstum ohne proportionale IT-Kosten

Viele große Unternehmen arbeiten mit mehreren SAP-Systemen – möglicherweise neben SAP ERP mit SAP EWM und/oder SAP DM (beziehungsweise 3rd-Party MES-Lösungen) mit unterschiedlichen Infrastruktur-Modellen: beispielsweise ein SAP ERP mit (embedded) EWM On-Premise in der Private-Cloud und SAP DM in der Public-Cloud. Die SAP BTP fungiert als zentraler Hub, der alle diese Systeme verbindet und ihnen eine einheitliche Schnittstellenbasis zu Automatisierungsanlagen bietet. Kommen neue Systeme oder

DAS KERNPRINZIP: DIE SCHNITTSTELLENLOGIK WIRD NICHT MEHR IM SAP-SYSTEM SELBST IMPLEMENTIERT, SONDERN IN DIE SAP BTP ALS ZENTRALE INTEGRATIONSPLATTFORM AUSGELAGERT.

Standorte hinzu, müssen die Automatisierungssysteme nicht in Gänze neu konfiguriert werden. Die Schnittstellen bleiben konstant, ein Re-Use ist deutlich einfacher und die Logik passt sich flexibel an. Dies ist besonders wertvoll für Unternehmensgruppen mit dezentraler Struktur oder kleinen IT-Abteilungen: Sie können wachsen, ohne die IT-Komplexität – und damit die IT-Kosten – proportional zu erhöhen.

Auch bestehende Schnittstellen lassen sich schrittweise in die BTP-Architektur migrieren, ohne den Betrieb zu unterbrechen. Das bedeutet: Sie müssen nicht alles auf einmal umstellen, sondern können evolutionär modernisieren.

KI und erweiterte Analytik: Von Daten zu Intelligenz

Die Auslagerung in die Cloud-Plattform öffnet zudem die Tür zu den modernen


KI-Fähigkeiten der SAP-Cloud. SAP Data Business Cloud oder SAP Analytics Cloud ermöglichen es, Echtzeit-Daten von Automatisierungsanlagen auszuwerten – etwa um Engpässe vorherzusagen, Wartungsintervalle zu optimieren und Ausfallzeiten zu reduzieren, oder Ressourceneinsätze dynamisch anzupassen. Der KI-Copilot SAP Joule kann Betriebsteams dabei unterstützen, automatisch Optimierungsvorschläge zu generieren oder Anomalien in der Maschinenperformance zu erkennen.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor: Die KI-Funktionalitäten setzen saubere, strukturierte Daten voraus. Gerade das ist ein großer Vorteil der BTP-Architektur – durch zentrale Datenstandardisierung entstehen hochwertige Datenquellen für KI-Anwendungen. Im Gegensatz zu dezentralen Lösungen mit vielen individuellen Schnittstellen gibt es weniger Bruchstellen und Datenverluste. Das bedeutet auch: KI läuft schneller an und liefert schneller Ergebnisse. Sie schlagen damit zwei Fliegen mit einer Klappe.

Fazit: Architektur für die Zukunft

Unternehmen, die heute Automatisierungsprojekte umsetzen, sollten ihre Schnittstellenarchitektur nachhaltig denken. Die SAP Business Technology Platform ermöglicht es, Automatisierung modular, skalierbar und Cloud-ready zu gestalten – ohne technische Schulden zu erzeugen.

Die Vorteile auf den Punkt gebracht: Sie senken die TCOs für Anpassungen und Integration, können schneller auf Marktveränderungen sowie neue Automatisierungstechnologien reagieren, und bauen ihre Automatisierungsfähigkeit zukunftssicher auf. Der Aufwand für jeden weiteren Automatisierungsschritt sinkt, die Flexibilität steigt, und der Weg zu modernen Cloud-Strategien wird geebnet.

Das Wichtigste: Die IT-Integration ist heute nicht mehr der Flaschenhals. Vielmehr geht es darum, Prozesse automatisierungsgerecht auf Basis der aktuellen Technologie auch in der IT neu zu denken und mit einer zukunftsfähigen technologischen Basis zu unterstützen. SAP BTP bietet genau diese Basis. **KF** 

DETLEF HELMS ist Business Development Manager SAP Supply Chain bei Swan.

JOSCHUA REICHERT ist Teamlead Products, Innovation & Technology bei Swan.

Wie KI und Robotik die Produktion verändern

Kaum ein Technologiefeld prägt die industrielle Entwicklung derzeit so stark wie die Robotik. Welche Rolle automatisierte Systeme künftig in der Produktion spielen und wie sich Forschungserkenntnisse in die industrielle Anwendung übertragen lassen, beleuchten Prof. Dr. Katharina Hölzle, Institutsleiterin IAT der Universität Stuttgart, geschäftsführende Institutsleiterin Fraunhofer IAQ sowie Technologiebeauftragte der Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg, und Hubertus Breier, Vorstand Technologie und Innovation bei Lapp.

Digital Manufacturing (DM): Frau Prof. Hölzle, wie lässt sich der Begriff Robotik präzise einordnen und was verstehen wir heute konkret unter einem Roboter?

KATHARINA HÖLZLE: Ein Roboter bezeichnet ein programmierbares technisches System, das elektronische, elektrische und mechanische Elemente miteinander verbindet. Die Robotik geht jedoch weit über die reine Entwicklung und Steuerung solcher Systeme hinaus. Sie umfasst ebenso deren Einbindung in komplette Anwendungsumgebungen, einschließlich der erforderlichen Infrastruktur und ergänzender Technologien. An Bedeutung gewinnt dabei insbesondere die direkte Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Kollaborative Lösungen wie Cobots, humanoide Roboter oder vergleichbare Assistenzsysteme prägen bereits heute zahlreiche Anwendungen und werden künftig eine noch zentralere Rolle einnehmen.

DM: Wie hat sich das Verständnis von Robotik und Robotern im Laufe der vergangenen Jahrzehnte verändert?

KATHARINA HÖLZLE: Die grundlegende Definition ist im Kern über die letzten 50 Jahre unverändert geblieben, da die wesentlichen Bestandteile eines Roboters stabil sind. Was sich allerdings deutlich verändert hat, ist die Art und Weise, wie Mensch und Roboter interagieren. Nach einer längeren Phase des Stillstands erleben wir aktuell durch große Fortschritte in Künstlicher Intelligenz und moderner Sensorik einen dynamischen Aufschwung in der kollaborativen Robotik.

DM: Robotik zählt zu den zentralen Technologien der Industrie 4.0. Wie schätzen Sie den heutigen Entwicklungsstand und die industrielle Reife robotischer Systeme ein?

KATHARINA HÖLZLE: Wie gerade gesagt, befinden uns auf einem Aufschwung nach

einer Plateauphase. Die Digitalisierung und der Einsatz von KI treiben die Integration robotischer Systeme voran. Wichtig dabei ist, dass wir zukünftig eine gemeinsame Plattform schaffen, auf der Sensorik, Aktuatorik und Algorithmen zusammenarbeiten. Dazu brauchen wir offene Datenräume und interoperable Systeme, um den nächsten Produktivitätssprung zu erreichen.

DM: Herr Breier, welche Bedeutung hat Robotik konkret für Lapp und wo kommen Produkte von Lapp in robotischen Systemen bereits heute zum Einsatz?

HUBERTUS BREIER: Robotik ist eines der anspruchsvollsten Anwendungsfelder für unsere Verbindungslösungen. Durch die dreidimensionale freie Raumbewegung wirken auf die verbauten Kabel gleichzeitig Biege- und Torsionskräfte, die eine extreme Belastung darstellen. Das erfordert hochentwickelte Kabelkonstruktionen, etwa bei der Art der Verseilung der einzelnen Adern und deren Abschirmung. Für diese Herausforderungen haben wir spezielle Kabel, Steckverbindungen und Schleppketten entwickelt. Unser gesamtes Portfolio und alle unsere acht Produktmarken finden Anwendung – von Datenkabeln über Steuerleitungen bis zu Kennzeichnungslösungen. Namhafte Roboterhersteller wie Stäubli, Comau oder Dürr gehören zu unseren Kunden. Besonders bei Cobots sehen wir



**PROF. DR. KATHARINA HÖLZLE
UND LAPP CTO HUBERTUS BREIER**

beleuchten die aktuelle Bedeutung und Zukunft der Robotik in der Industrie und gehen dabei auf das Zusammenspiel – und die Spannungen – zwischen Spitzenforschung und praktischen Anwendungen in der Wirtschaft ein.

Bilder: Lapp

Herausgeber und Geschäftsführer:
Matthias Bauer, Dennis Hirthammer

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

So erreichen Sie die Redaktion:

Chefredaktion: Rainer Trummer (v.i.S.d.P.),
(089-3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)
Redaktion: Karin Faulstich (karin.faulstich@win-verlag.de),
Tino M. Böhrer (tino.boehrer@win-verlag.de),
Stefan Girschner (stefan.girschner@win-verlag.de),
Kirsten Seegmüller (externe Mitarbeiterin,
kirsten.seegmueller@extern.win-verlag.de)
Mitarbeiter dieser Ausgabe: Marco Astore, Holger Häring,
Sepp Hautzinger, Detlef Helms, Sven Kaluza, Jens Klärner,
Robert Löbach, Margot Johanna Pompe, Joschua Reichert

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer (089-3866617-31,
martina.summer@win-verlag.de), Anzeigen verantwortlich
Mediaberatung:
Michael Nerke (Anzeigenverkaufsleiter,
Tel.: 089-3866617-20, michael.nerke@win-verlag.de),
Maximilian Schröck (Tel.: 089-3866617-34,
maximilian.schroeck@win-verlag.de)
Anzeigendisposition:
Auftragsmanagement@win-verlag.de
Chris Kerler (089/3866617-32, chris.kerler@win-verlag.de)

Abonnentenservice und Vertrieb:

Tel: +49 89 3866617 46
www.digital-manufacturing-magazin.de/hilfe
oder eMail an abovetrieb@win-verlag.de
mit Betreff „DIGITAL MANUFACTURING“
Gerne mit Angabe Ihrer Kundennummer vom Adressetikett

Artredaktion und Titelgestaltung: Saskia Kölliker Grafik, München
Bildnachweis/Fotos: falls nicht gekennzeichnet: Werkfotos,
AdobeStock, shutterstock.com, fotolia.de
Titelbild: Zimmer Group

Druck: Vogel Druck und Medienservice GmbH
Leibnizstraße 5, 97204 Höchberg

Produktion und Herstellung:
Jens Einloft (089/3866617-36, jens.einloft@vogel.de)

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:



WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Chiemgaustr. 148
81549 München, Tel.: 089-3866617-0

Verlagsleitung:

Martina Summer (089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de)

Objektleitung:

Rainer Trummer (089/3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit:

Martina Summer (martina.summer@win-verlag.de, 089/3866617-31)

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.

18. Jahrgang

Erscheinungsweise:

Sonderheft „Industrierobotik“: einmal jährlich

Einsendungen: Redaktionelle Beiträge werden gerne von der Redaktion entgegen genommen. Die Zustimmung zum Abdruck und zur Vervielfältigung wird vorausgesetzt. Gleichzeitig versichert der Verfasser, dass die Einsendungen frei von Rechten Dritter sind und nicht bereits an anderer Stelle zur Veröffentlichung oder gewerblicher Nutzung angeboten wurden. Honorare nach Vereinbarung. Mit der Erfüllung der Honorarvereinbarung ist die gesamte, technisch mögliche Verwertung der umfassenden Nutzungsrechte durch den Verlag – auch wiederholt und in Zusammenfassungen – abgegolten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

Copyright © 2026 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
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben

Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:

AUTOCAD Magazin, BAUEN AKTUELL, DIGITAL ENGINEERING
Magazin, DIGITAL BUSINESS, e-commerce Magazin, PlastXnow,
Plastverarbeiter, r.energy, KKG Rubberpoint



Wir erleben, dass Menschen zunehmend eine emotionale Bindung zu KI aufbauen, die sie als „besseres Teammitglied“ wahrnehmen. Diese Akzeptanz möchten wir auch in der Robotik erreichen.“

PROF. DR. KATHARINA HÖLZLE,
LEITERIN DES IAT-INSTITUTS AN DER UNIVERSITÄT STUTTGART,
GESCHÄFTSFÜHRERIN DES FRAUNHOFER IA0 UND
TECHNOLOGIEBEAUFTRAGTE.

eine wachsende Nachfrage nach miniaturisierten, flexiblen Verbindungslösungen und Retrofit-Produkten, um zusätzliche Sensorik oder Greifer am Roboterarm mit Energie und Daten zu versorgen.

DM: Wie ist Lapp im Bereich Robotik derzeit positioniert und welche strategischen Entwicklungsziele verfolgt das Unternehmen in diesem Umfeld?

HUBERTUS BREIER: Durch den Zukauf von Muller et Landais (heute Lapp Muller), einem Unternehmen, welches sich auf Kabel für Industrieroboter spezialisiert hat, reagierte Lapp bereits Anfang der 2000er Jahre auf den Trend Robotik. Aktuell sehen wir jedoch eher ein moderates Wachstum im Bereich der klassischen Industrieroboter, ein starkes Wachstum hingegen bei Servicerobotern, etwa in der Pflege oder Logistik. Der asiatische Markt wächst rasant, weshalb wir dort unsere Produktion und Präsenz deutlich ausbauen. Zudem investieren wir gezielt in die Bereiche Industrial Communications und Harnessing Solutions – also z.B. bereits konfektionierte Dresspacks, die für Robotik-Verkabelungen entscheidend sind. Ein Beispiel aus der Praxis: Wir entwickeln Kabel, die auf einem Meter Länge bis zu zwei Drehungen um deren eigene Achse aushalten und davon zehn Millionen Zyklen überstehen. Außerdem arbeiten wir global mit unseren Landesgesellschaften an verschiedenen Spezialprojekten, wie Kabel für Tauchroboter, wie sie beispielsweise bei der Erforschung des Titanic-Wracks zum Einsatz kamen.

DM: Welche Auswirkungen hat die wachsende Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter auf die Arbeitswelt und bestehende Tätigkeitsprofile?

KATHARINA HÖLZLE: Die Vorstellung, dass ein Roboter einfach alle Arbeit übernimmt und der Mensch nur noch einen

Knopf drücken muss, ist falsch. Vielmehr ist es ein permanentes Aushandeln: Wo kann der Roboter sinnvoll unterstützen, wo bleibt der Mensch in der führenden Position? Besonders im Bereich der Servicerobotik, zum Beispiel in der Pflege oder Forschung, entstehen aktuell spannende Anwendungsfelder. Hier ist auch das Thema Mensch-Roboter-Interaktion entscheidend – wie nehmen Menschen Roboter wahr, wie reagieren sie emotional auf deren Bewegungen? Standardisierung und Sicherheitsaspekte sind dabei wichtig, etwa die Frage, wie ein Roboter dem Menschen signalisiert, dass er ihn „gesehen“ hat. Zugleich erleben wir, dass Menschen zunehmend eine emotionale Bindung zu KI aufbauen, die sie als „besseres Teammitglied“ wahrnehmen. Diese Akzeptanz möchten wir auch in der Robotik erreichen.

DM: In welchen Branchen entfaltet die Servicerobotik derzeit das größte Potenzial?

KATHARINA HÖLZLE: Naheliegend sind Gesundheitsbranche und Pflege, trotz hoher Anforderungen an Datenschutz und Privatsphäre. Hier besteht jedoch große Offenheit gegenüber Robotik, da die Technik Entlastung bietet. Auch Bereiche wie Industrie, Forschung, sowie extreme Umgebungen – etwa heiße Regionen für Photovoltaik-Installationen oder Unterwasseranwendungen – bieten großes Potenzial. Serviceroboter können dort Tätigkeiten übernehmen, die für Menschen schwierig oder gefährlich sind oder in Bereichen ausgeführt werden müssen, die für Menschen nicht ohne Weiteres zugänglich sind.

Hubertus Breier: Für uns bei Lapp ergibt sich daraus zum Beispiel ein ganz klarer Arbeitsauftrag: Verbindungslösungen zu entwickeln, die auch unter extremen Bedingungen zuverlässig funktionieren – etwa bei hohen Temperaturen oder für extrem widrige Umgebungen.

DM: Wie berücksichtigt Lapp diese wachsenden Anforderungen bei der Weiterentwicklung seines Produktportfolios?

HUBERTUS BREIER: Wir setzen auf leichte, torsionsfähige und robuste Kabel. Wichtig ist uns dabei auch eine möglichst realistische Prüfung der Produkte. Neben den typischen und geforderten standardisierten Tests für Kabel führen wir eigene zusätzliche Testmethoden durch. Im medizinischen Bereich sind Hygiene und einfache Reinigung wichtig, in der Lebensmittelindustrie die Eignung für saubere Umgebungen. Im Gegensatz zu Industrierobotern sind die Kabel bei vielen Servicerobotern heute noch meist weniger komplex, dennoch stellen sie spezielle Anforderungen. Wichtig ist für uns, das Feld Robotik gezielt zu fokussieren und eng mit Forschungseinrichtungen zusammenzuarbeiten, um die Anforderungen von Morgen zu identifizieren.

DM: Frau Prof. Hölzle, welche Erwartungen richten Sie aus Sicht der anwendungsnahen Forschung an Industrieunternehmen

KATHARINA HÖLZLE: Wir schätzen eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie, die uns Impulse gibt, welche Fragestellungen gerade relevant sind und wo Forschungsbedarf besteht. Ebenso wichtig ist, dass Unternehmen auf unsere Erkenntnisse reagieren und wir gemeinsam Lösungen entwickeln. Nur so können wir zusammen die richtigen Fragen stellen und Antworten finden.

DM: Herr Breier, welche Voraussetzungen muss Lapp schaffen, um diesen Anforderungen gerecht zu werden, und welchen Beitrag sollten Politik und Wissenschaft aus Ihrer Sicht dabei leisten?

HUBERTUS BREIER: Der Zugang zu geförderten Forschungsprojekten muss einfacher und weniger bürokratisch werden, besonders für mittelständische Unternehmen wie Lapp. Zwar unterstützt uns unser wissenschaftlich besetzter Technologiebeirat tatkräftig bei der Identifikation von förderfähigen Projekten, dennoch ist die Antragstellung und das Berichtswesen oft aufwendig. Wir wünschen uns hier mehr Entbürokratisierung, damit wir mehr Ressourcen in Forschung und Entwicklung investieren können.

DM: An welchen konkreten Innovationen und technologischen Entwicklungen arbeitet Lapp derzeit im Bereich Robotik?

HUBERTUS BREIER: Innovationen im Produktbereich umfassen unter anderem die

Entwicklung torsionsoptimierter Kabel mit neuen Schirmungstechnologien. Des Weiteren bauen wir auf Hybridkabel. Von Hybridkabeln spricht man, wenn man beispielsweise Anschluss- und Steuerleitungen mit Datenkabeln in einem Kabel realisiert. Dies bringt eine massive Platzeinsparung mit sich, was für alle Arten von Robotern von großer Bedeutung ist. Speziell bei Cobots, wenn Kabel vorzugsweise im Inneren geführt werden, ist dieser Schritt von gro-



ßer Bedeutung. Durch den Austausch mit unseren Kunden, wie dem Hersteller eines Exoskeletts, exoIQ, erhalten wir Einblicke in deren Anwendungen und Herausforderungen und können so schnell und agil Innovationen vorantreiben. Außerdem bauen wir die Eigenständigkeit unserer Standorte in APAC aus, um dort schneller auf Marktbedürfnisse zu reagieren. Zudem prüfen wir Partnerschaften im Bereich humanoider Robotik, um frühzeitig Teil dieser zukunftsweisenden Entwicklung zu sein.

DM: Mit Blick auf die kommenden zehn Jahre: Wie könnte ein typischer Produktionsstandort künftig aussehen und welche Rolle wird Robotik dabei übernehmen?

KATHARINA HÖLZLE: In diesem Technologiefeld sind zehn Jahre ein enorm langer Zeitraum. Ich wage dennoch einen Ausblick und konzentriere mich dabei bewusst auf Deutschland: Hier ist es gelungen, eine Fertigung aufzubauen, die sich durch hohe Qualität und starke Individualisierung auszeichnet. Gleichzeitig bleibt auch in Europa die Massenproduktion relevant. Produkte werden zunehmend so entwickelt und gefertigt, dass sie sich anschließend schnell und flexibel für unterschiedliche Use Cases anpassen lassen. Dafür benötigen wir allerdings ein Produktionsverständnis, das heute noch nicht existiert. In zehn Jahren werden wir in Deutschland hochqualitati-

ve, individualisierbare Produktionssysteme sehen, die sich dynamisch an verschiedene Anforderungen anpassen können. Diese ‚atmenden‘ Fabriken werden durch KI und Robotik gesteuert. Parallel dazu wird die Massenfertigung stärker regional organisiert und umfassender automatisiert.


HUBERTUS BREIER: Während die Globalisierung an Dynamik verliert, bleibt Spezialisierung ein entscheidender Faktor. Dadurch gewinnt lokale Wertschöpfung wieder

“

Der Zugang zu geförderten Forschungsprojekten muss einfacher und weniger bürokratisch werden, besonders für mittelständische Unternehmen wie Lapp.“

HUBERTUS BREIER,
CHIEF TECHNOLOGY AND INNOVATION
OFFICER (CTO) BEI LAPP

deutlich an Bedeutung. Gleichzeitig wird die Servicerobotik massiv an Relevanz gewinnen. Fahrerlose Transportsysteme übernehmen zunehmend repetitive Tätigkeiten, die bislang von Menschen ausgeführt wurden. Humanoide Roboter werden künftig verstärkt Montageaufgaben übernehmen, während Exoskelette bereits heute zeigen, wie körperlich belastende Arbeiten erleichtert werden können. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels ist diese Entwicklung entscheidend, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Entscheidend ist dabei die Frage, wie Menschen dauerhaft sinnvoll in Wertschöpfungsprozesse eingebunden werden können. Schließlich wird nicht jeder künftig als Data Scientist oder Programmierer arbeiten.

KATHARINA HÖLZLE: Wertschöpfung wird auch künftig eng mit Dienstleistungen oder beispielsweise der Baubranche verbunden bleiben. Allerdings werden sich die Rollen innerhalb dieser Systeme neu definieren müssen. Gleichzeitig steht fest: Niemand möchte in einer Gesellschaft leben, in der Menschen keinen sinnvollen Platz mehr haben. Deshalb braucht es gesellschaftspolitische Debatten und einen systemischen Blick auf die Zukunft. Wir müssen klären, welche Aufgaben Menschen künftig übernehmen, welche Kompetenzen dafür erforderlich sind und wie Verantwortung verteilt wird. **KF** 

Bausteine für eine einfache Programmierung

In einer weltweiten Umfrage von ABB nannten 34 Prozent der Befragten fehlendes Know-how als Hindernis für den Einsatz von Robotern. ABB Robotics begegnet diesen Bedenken mit intuitiver, KI-gestützter Software und passenden Schulungsangeboten. Ziel ist es, Einstiegshürden zu senken und moderne Robotik so einfach bedienbar zu machen wie ein Smartphone. **VON ROBERT LÖBACH**

Der größte Hebel für eine schnelle Produktivität liegt in der Vereinfachung der Programmierung. Hier zeigt ABB Robotics mit Wizard Easy Programming, wie auch Anwender ohne Programmiererfahrung in kurzer Zeit Ergebnisse erzielen können. Anstatt kryptische Code-Zeilen zu schreiben, nutzen sie eine grafische Drag-and-Drop-Oberfläche. Diese blockbasierte Methode ermöglicht es selbst Neulingen, innerhalb von Minuten funktionierende Programme für Aufgaben wie Lichtbogenschweißen oder Maschinenbeschickung zu erstellen, für die früher Wochen an Schulung und Entwicklungszeit nötig waren.

Diese einfache No-Code-Programmierung stellt ABB Robotics nicht nur für ihre kollaborativen Robotern (Cobots) wie GoFa zur Verfügung. Kunden können die Software mittlerweile auch bei allen Sechssachs-Industrierobotern einsetzen, die von OmniCore-Steuerungsplattform angetrieben werden. Damit verschwindet die Trennung zwischen „einfachen“ Cobots und „komplexen“ Industriemaschinen in der Bedienphilosophie zunehmend. Für Experten bietet der sogenannte Skill Creator zudem die Möglichkeit, eigene, hochspezifische Wizard-Blöcke zu erstellen und zu teilen.



Wizard Easy Programming nutzt einen Drag-and-Drop-basierten No-Code-Programmierungsansatz, der darauf ausgelegt ist, die Entwicklung von Roboteranwendungen zu vereinfachen.

In Kombination mit der Lead-Through-Programmierung gelingt das Anlernen besonders einfach: Dabei lässt sich der Cobot dank der grafischen Programmieroberfläche in Wizard und durch das Führen mit der Hand nur wenige Minuten nach der Installation vollumfänglich nutzen – ohne spezielle Schulung oder Programmierkenntnisse.

KI als intelligenter Copilot: der RobotStudio AI Assistant

Neben Wizard Easy Programming gibt es mit dem KI-Assistenten in der Offline-Programmier- und Simulationssoftware RobotStudio ein weiteres Tool von ABB Robotics, welches die Roboterprogrammierung vereinfacht. Der AI Assistant nutzt ein Large Language Modell, um die menschliche Sprache zu interpretieren und wurde mit der vollständigen Bibliothek der ABB-Handbücher und weiterer Dokumentation trainiert. Er beantwortet Fragen, generiert einsatzbereite Codes, optimiert bestehende Routinen und hilft bei der Fehleranalyse. Damit macht er eine robotergestützte Automatisierung insbesondere für kleinere Unternehmen zugänglich, denen das entsprechende Roboter- und Programmier-Know-how bisher gefehlt hat.

AppStudio: Individuelle Oberflächen im Handumdrehen

Die direkte Steuerung ist aber nur Teil der Gesamtprogrammierung eines Roboters. Gerade in Produktionsumgebungen kommt es auch auf klare und gut zu bedienende Benutzeroberflächen an. Hier setzt AppStudio an: Mit diesem No-Code-Tool lassen sich



Intuitive No-Code-Tools und KI-gestützte Software senken die Einstiegshürden in die Robotik und machen sie selbst für Anwender ohne Programmierkenntnisse schnell zugänglich.

Bilder: ABB Robotics



AppStudio vereinfacht die Roboterintegration zusätzlich: Individuelle Benutzeroberflächen entstehen per Drag-and-Drop in Minuten.

grafische Benutzeroberflächen für Roboter, die die OmniCore-Plattform nutzen, in Minuten statt Tagen erstellen.

Nutzer können für typische Anwendungsfälle aus einer cloud-basierten Bibliothek bestehende Templates, Modelle und Bausteine auswählen – verfügbar in zwanzig Sprachen. Per Drag-and-Drop lassen sich Symbole, Dropdown-Menüs und Schaltflächen hinzufügen, während ein Javascript-basierter Baukasten die Entwicklung eigener GUI-Elemente ermöglicht. Die Oberflächen können außerdem gezielt für verschiedene Geräte wie Tablets, Smartphones und das OmniCore-Handgerät FlexPendant optimiert werden.

Eine neue Ära: Autonomous Versatile Robotics (AVR)

Die genannten Werkzeuge erleichtern bereits heute den Zugang zur Robotik, doch sie sind zugleich Teil einer übergeordneten Vision von ABB Robotics, die weit über die klassische Programmierung hinausgeht: Autonomous Versatile Robotics (AVR). Im Mittelpunkt steht die Idee einer neuen Generation von Robotern, die in der Lage sind, nahtlos zwischen verschiedenen Aufgaben zu wechseln – in Echtzeit, ohne zusätzlichen Aufwand und ohne menschliches Eingreifen. Damit entsteht ein Gegenentwurf zu der bislang dominierenden Welt starrer Betriebsabläufe, fest definierter Programme und aufwendiger Umrüstzeiten.

Diese Vision beschreibt eine Robotik, die nicht mehr ausschließlich auf vorgegebenen Schritten basiert, sondern unmittelbar auf das reagiert, was man ihr zeigt oder sagt. Hier sind Roboter in der



Mit der Lern-App RoboMasters entwickeln Einsteiger und Profis flexibel und interaktiv Kompetenzen in der Roboterprogrammierung.

Lage, Anweisungen intuitiv zu interpretieren, Unklarheiten durch Rückfragen zu klären und Aufgaben eigenständig zu planen. Aus diesem Zusammenspiel entsteht eine Form problemlösender Intelligenz, die sich flexibel an wechselnde Bedingungen anpasst und in der Lage ist, Arbeitsprozesse vorausschauend zu unterstützen.

Mit AVR entwickelt ABB Robotics einen Weg hin zu schnelleren, sichereren und intelligenteren Automatisierungslösungen, die sich mühelos in unterschiedlichste Branchen integrieren lassen. Die Vision bildet damit den strategischen Rahmen, auf den die heutigen digitalen Tools und KI-gestützten Lösungen konsequent einzahlen.

Wissen to go: Flexibles Lernen mit RoboMasters

Bis Roboter vollständig autonom lernen können, benötigen Mitarbeiter weiterhin ein gewisses Maß an Know-how. ABB Robotics adressiert dies mit der Schulungs-App RoboMasters. Sie bietet modular aufgebaute Lernpfade, die im individuellen Tempo absolviert werden können.

Gamification, Rankings und Community-Feeds erhöhen die Motivation. Das in über 50 Sprachen verfügbare Material reicht von interaktiven Lektionen bis hin zu Simulationen. Nach Abschluss der Module erhalten Teilnehmende ein offizielles Zertifikat – ein wertvoller Qualifikationsnachweis in Zeiten des Fachkräftemangels. Unternehmen sparen dadurch nicht nur Reisekosten, sondern können ihre Weiterbildungsangebote flexibel und skalierbar gestalten.



Der KI-Assistent – integriert in die der Programmier- und Simulationssoftware RobotStudio – nutzt ein Large Language Modell, um die menschliche Sprache zu interpretieren.

Zeit für den Robotereinsatz

Ob es um das Palettieren von Lebensmitteln, das präzise Schweißen von Metallteilen oder die automatisierte Qualitätskontrolle geht: Mit Robotern lassen sich signifikante Produktivitätssteigerungen erzielen. Die Hürden für den Einstieg in die Robotik sind aktuell so niedrig wie nie zuvor. ABB Robotics hat ein Ökosystem geschaffen, in dem Roboter nicht mehr programmiert, sondern KI-gestützt instruiert werden. Dies macht die Technologie nicht nur effizienter, sondern gibt den Nutzenden die Freiheit zurück, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren: ihre Produktion und ihre Innovationen. **KF**

ROBERT LÖBACH ist Manager Cobot Distribution & Ecosystem DACH bei ABB Robotics.

KENNEN SIE SCHON UNSERE DIGITAL MANUFACTURING SONDERHEFTE?

INDUSTRIEROBOTIK

SAP IN DER PRODUKTION

KI IN DER FERTIGUNGSINDUSTRIE



WIN
VERLAG

SIE FINDEN DIE LETZTEN AUSGABEN UNTER
www.digital-manufacturing-magazin.de/archiv/



Abonnieren Sie den
WIN-verlagsübergreifenden

KI Newsletter!

Bleiben Sie auf dem Laufenden mit den neuesten Entwicklungen und Trends aus der Welt der Künstlichen Intelligenz. Unser kostenfreier Newsletter vom WIN-Verlag wird monatlich versendet und bietet Ihnen spannende Einblicke, exklusive Inhalte und Expertenmeinungen der verschiedenen Branchen.



Melden Sie sich jetzt an und
verpassen Sie keine Ausgabe!