

DIGITAL MANUFACTURING

AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE

⊕ Industrie 5.0 | Internet der Dinge

Bild: © Grist/stock.adobe.com

VOM WARENEINGANG BIS ZUR PRODUKTIONSVERSORGUNG

Durchgängiger Materialfluss dank smarter Produktionslogistik

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!**



Vom KI-Hype zur industriellen Realität

Liebe Leserinnen und Leser,

künstliche Intelligenz (KI) ist in der Praxis angekommen: Immer mehr Unternehmen der Fertigungsindustrie setzen KI heute produktiv ein – nicht mehr nur in Pilotprojekten, sondern entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

In einer VDMA-Umfrage vom Frühjahr 2026 hat sich gezeigt, dass mehr als 80 Prozent der Maschinenbauunternehmen KI inzwischen eine hohe strategische Bedeutung beimessen; rund ein Drittel nutzt entsprechende Lösungen bereits im produktiven Betrieb.

Aber die Voraussetzungen für einen erfolgreichen KI-Einsatz müssen stimmen. Guido Reimann, stellvertretender Geschäftsführer des VDMA Software und Digitalisierung, bringt es im Interview (Seite 8 und 9) auf den Punkt: Eine breitflächige, nachhaltige Digitalisierung ist Grundvoraussetzung für den Einsatz von KI und anderen Digitaltechnologien. Hürden sind jedoch oft Change-Management, geringe Umsetzungsgeschwindigkeit und fehlende Personalressourcen. Oft scheitern Vorhaben weniger an Technik als an Organisation, Entscheidungsstrukturen, mangelnder Einbindung, Wissen über Anwendungen

und Grenzen sowie weiteren nichttechnischen Faktoren.

Wer also KI erfolgreich einsetzen möchte, benötigt saubere Daten, klare Prozesse und den Mut, Projekte kritisch zu bewerten – auch mit der Bereitschaft, wenig erfolgversprechende Ansätze rechtzeitig zu beenden.

Künstliche Intelligenz wird auch auf der AMB an vielen Messeständen und im Rahmenprogramm sichtbar sein. Ein Highlight ist sicherlich der KI-Expertentalk von Digital Manufacturing. Unter dem Titel „KI in der Produktion – vom Hype zur Wertschöpfung“ diskutieren am 16. September von 14 bis 15 Uhr KI-Experten aus der Fertigungsindustrie und des VDMA, wie KI heute messbaren Nutzen in der Fertigung schafft – von Predictive Maintenance über KI-gestützte Qualitätskontrolle bis hin zur Produktionsplanung. Im Mittelpunkt stehen praxiserprobte Lösungen, wirtschaftliche Aspekte und Erfahrungen aus der industriellen Umsetzung. Im anschließenden „Meet the Expert“ können Sie sogar die KI-Experten zum fachlichen Austausch treffen. Mehr Informationen dazu finden Sie im Infokasten auf Seite 7.



Rainer Trummer
Chefredakteur



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

SAP EWM ALS ZENTRALE FÜR AMR-FLOTTEN

Im Rahmen ihrer konzernweiten SAP-IT-Strategie setzt die Sick-Gruppe am Standort Kunsziget (Ungarn) auf SAP EWM. In Kombination mit einer Automatisierungslösung von Knapp kommen 27 autonome mobile Roboter sowie ein automatisches Kleinteilelager zum Einsatz. SAP EWM steuert sämtliche Materialbewegungen zentral. Dadurch entstehen vollautomatisierte Ein- und Auslagerungsprozesse, ein durchgängiger Materialfluss sowie hohe Transparenz über alle Abläufe.

Bild: Knapp | Niederwieser



News

Aktuelles aus der Branche

5

Vorschau auf die AMB 2026

Impulse für die gesamte Metallbearbeitungsbranche

6

Künstliche Intelligenz auf der AMB 2026

KI in der Fertigung: Von der Pilotphase in die Praxis

8

Vor- und Nachteile unterschiedlicher Finanzierungsformen

Kredit, Leasing oder Flexen?

12

Pay-per-Use bei Beumer und RHI Magnesita

36 Prozent weniger Capex – ein Jahr früher produktiv

14

Leasingmodelle für mittelständische Betriebe

Robotik auf Raten

16

Die drei Ebenen der Prozessüberwachung verstehen und kombinieren

Ausschuss frühzeitig verhindern

18

Wie Datenwolken zu Informationsquellen werden

Fit für KI

20

Belastbare Datengrundlage

Produktionsplanung wird lernfähig

22

5G-Campusnetze in der Fertigung

Konnektivität als Wettbewerbsvorteil

24

Vorausschauende Wartung

Strategien gegen den Stillstand

26

Digitalisierung der Fertigung

Viele Werkzeuge, ein digitaler CNC-Fertigungsprozess

28

Digitalisierung der Fertigung

Nächster industrieller Wendepunkt: Software-Defined Systems

30

Intralogistik: Automatisiertes Hochregallager mit integrierter Systemsteuerung

Alles perfekt verschaltet

33

Digitale Zwillinge in der Intralogistik

Mit digitalen Methoden zum sicheren Lagerhochlauf

36

Digitalisierung der Intralogistik

Produktionsplanung in der Lebensmittelindustrie

38

Intralogistik: Dematic Command Center

Das KI-Gehirn fürs Lager

40

Smarte Produktionslogistik bei Sick

SAP EWM als Zentrale für AMR-Flotten

42

Werkzeugbau

Automatisierte Analyse von Prozessen mit Process Mining

44

Die smarte Fabrik

Agentic AI als Motor der industriellen Wertschöpfung

46

Digitalisierung im Mittelstand

Digitale Transformation beginnt am Förderband

48

Wettbewerbsfaktor Cloud

Silos aufbrechen: Cloud-Turbo für die Fertigung

50

Industrielle Intelligenz

KI ordnet die Welt der Fertigung neu

52

Zukunft der Autoproduktion mit Physical AI

BMW integriert humanoide Roboter-Generation

54

HMI-Systeme sorgen für Effizienz in der Fertigung

Der Schlüssel zu höherer Produktivität

56

Schleifen mit speziellem wassermischbaren Kühlschmierstoff

Feinstgefiltert und schaumfrei

58

Editorial

Marketplace

3

Vorschau, Impressum

61

62



ZUKUNFT DER AUTOMOBILPRODUKTION MIT PHYSICAL AI

Die BMW Group treibt die Digitalisierung mit dem humanoiden Roboter Figure 03 voran. Dank Physical AI und taktilen Sensoren beherrscht das System komplexe Handlungsabläufe in der Logistik. Die menschenähnliche Maschine entlastet die Belegschaft bei monotonen und ergonomisch schwierigen Aufgaben. Damit beweist BMW, dass Humanoide ein fester Bestandteil moderner Fertigungsprozesse werden.

Bild: BMW Group

REDAKTIONELL ERWÄHNT INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

Amazon Web Services (AWS) S. 50, Axians S. 24, BMW Group S. 54, Cloudflight S. 48, Conrad Electronic S. 26, Delta Electronics S. 16, Dematic S. 40, DMG Mori S. 5, Dualis IT Solution S. 22, Evomecs S. 28, Flexvelop S. 12, German Edge Cloud (GEC) S. 46, IFS S. 7, Infor S. 7, Knapp Industry Solutions S. 42, Knoll Maschinenbau S. 58, Linde Material Handling S. 33, Linxfour S. 14, Messe Stuttgart S. 6, 8, Microsoft S. 52, Qunis S. 18, Rexel Solutions S. 38, Rose Systemtechnik S. 56, Siemens Digital Industries Software S. 30, Simus Systems S. 20, Spanflug S. 5, SSI Schäfer S. 36, Trumpf S. 7, VDMA S. 7, 8, WBA Aachener Werkzeugbau Akademie S. 44

DMG MORI

Ganzheitliche Lösungen

Unter dem Motto „Never Stop Manufacturing the Future“ zeigt DMG Mori auf der AMB vom 15. bis 19. September in Stuttgart, wie das Unternehmen seine Kunden mit produktiven Fertigungslösungen und langfristigen Partnerschaften unterstützt. Der Werkzeugmaschinenhersteller bietet in einem dynamischen Marktumfeld Orientierung und Sicherheit über den gesamten Lebenszyklus einer Investition.



DMG Mori präsentiert die DMV 160 als neue Baugröße im Vertikalfräsen. Mit Celos und Automationsschnittstelle im Standard ermöglicht sie einen wirtschaftlichen und skalierbaren Einstieg in die Machining Transformation (MX).

Bild: DMG Mori

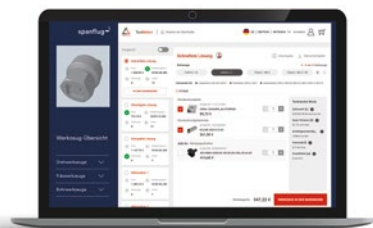
Auf dem über 2.100 qm großen Messestand in Halle 10 (Stand 10E10) können die Besucher 20 größtenteils automatisierte Maschinen live erleben. Mit Produkten für die 5-Achs-Simultanbearbeitung, das 6-seitige Dreh-Fräsen und die additive Fertigung, prägt der Innovationsführer die technologische Entwicklung im Werkzeugmaschinenbau, die konsequent an den Säulen der

Machining Transformation (MX) Prozessintegration, Automation, Digitale Transformation (DX) und Grüne Transformation (GX) ausgerichtet ist. Ergänzend zu diesem Konzept zeigt DMG Mori seine neuen Lösungen im Bereich Best Fit Machines (BX). Das sind Maschinen, die mit geringer Komplexität einen skalierbaren Einstieg in die Machining Transformation (MX) ermöglichen.

SPANFLUG

Durchgängiger KI-gestützter Workflow

Spanflug präsentiert auf der AMB in Stuttgart (Eingang Ost, Stand EO118) neue Funktionen in Spanflug Make: Die Kalkulationssoftware vereint nun alle relevanten Daten – Bauteil, Maschine, Werkzeug und Material – in einem durchgängigen KI-gestützten Workflow und ermittelt damit optimierte Arbeitspläne für Dreh- und Frästeile. Diese sind Grundlage für eine effiziente Angebotserstellung und Arbeitsvorbereitung. Fertigungsunternehmen erhalten so schon in der Angebotsphase wichtige Informationen darüber, ob und wie ein Auftrag wirtschaftlich gefertigt werden kann und die kalkulierte Marge auch in der Umsetzung erreichbar bleibt.



Spanflug Make ist jetzt mit ToolSelect von Ceratizit verknüpft: Aus dem CAD-Modell entsteht so in Sekunden eine vollständige, optimierte Werkzeuglösung.

Bild: Spanflug/Ceratizit



Ja! Wartung beschleunigt. Mit Conrad.

Passende Ersatzteile schnell geliefert



conrad.de/ja-momente

Alle Teile des Erfolgs

CONRAD

Impulse für die gesamte Metallbearbeitungsbranche

Im Rahmen der AMB Preview hat die Messe Stuttgart einen Ausblick auf die AMB 2026 gegeben und zentrale Programmhighlights der internationalen Ausstellung für Metallbearbeitung vorgestellt. Die AMB findet vom 15. bis 19. September 2026 auf dem Gelände der Messe Stuttgart statt.



Freuen sich über das klare Bekenntnis der Metallbearbeitungsbranche zur AMB: Roland Bleinroth, Geschäftsführer der Messe Stuttgart (Bildmitte), und Sebastian Esswein, Mitglied der Geschäftsleitung der Messe Stuttgart (links im Bild).

Das Interesse der Branche ist ungebrochen: Rund 1.150 Aussteller haben ihre AMB-Teilnahme bestätigt, alle zehn Hallen sind belegt. Rund 31 Prozent der ausstellenden Unternehmen kommen aus dem Ausland, insgesamt sind 34 Länder vertreten. Das umfangreiche Rahmenprogramm umfasst über 107 Programmpunkte mit rund 50 Referentinnen und Referenten.

„Die Entscheidung, auf einer Messe auszustellen, ist keine Kleinigkeit. Das ist eine Investition, das ist Aufwand, das ist Haltung. Dass die Unternehmen diese Entscheidung treffen, ist ein sehr klares Bekenntnis zur AMB. Die Messe ist seit über 40 Jahren eines der zentralen Treffen der internationalen Metallzerspanungsbranche – und das hat einen Grund: Sie ist ein Ort, an den die Branche kommen will“,

so Roland Bleinroth, Geschäftsführer der Messe Stuttgart.

Auf 120.000 qm Hallenfläche bildet die AMB die gesamte Prozesskette der Metallzerspanung ab.

Neue Programmpunkte

Erstmals bietet die AMB mit dem Format „Defence & Security Opportunities“ eine Plattform für ein Thema von wachsender Bedeutung. Gemeinsam mit dem VDMA schafft die Messe Stuttgart einen gezielten Rahmen, um die zentrale Frage zu adressieren: Wie kann die Zerspanungsbranche dazu beitragen, Fertigungsprozesse im Defence-Sektor schnell und zuverlässig zu skalieren – vom Einzelteil bis zur Serie? Das Format bringt Defence-OEMs und Zulieferer direkt mit den Ausstellern der AMB zusammen.

Unternehmen geben in Impulsvorträgen Einblicke in skalierbare Fertigungslösungen, anschließend führen zwei geführte Touren durch ausgewählte Hallen der Messe. „Defence & Security Opportunities“ findet am Mittwoch, 16., und Freitag, 18. September, in geschlossenem Rahmen statt. Eine Vorabanmeldung ist notwendig, die Plätze sind begrenzt.

Neu ist auch die Kooperation mit BW_i, Baden-Württemberg International, bei der „International Gallery powered by BW_i“. Zehn internationale Verbände sind am Eingang Ost vor Halle 1 vertreten. Mit dabei sind beispielsweise die Verbände und Organisationen aus Indien (VDMA India), Italien (Italcam), Taiwan (TMBA und TAMI) und Spanien (AFM). Bei länderspezifischen Happy Hours können sich nationale und internationale Gäste in entspannter Atmosphäre über den jeweiligen Markt austauschen und vernetzen. Auch BW_i steuert einen eigenen Programmpunkt bei und unterstreicht damit die internationale Ausrichtung der AMB. Die „Happy Hour“ von BW_i findet am Donnerstag, 17. September, von 15 bis 16 Uhr statt, inklusive einer Präsentation über den Standort Baden-Württemberg.

Roadshow und AMB Night stärken den Austausch innerhalb der Branche

Mit der AMB-Roadshow trägt die AMB 2026 ihren Claim „Where metal comes alive“ bereits vor Messebeginn direkt in die Betriebe: Das Projektteam war im Sommer an über zehn Stopps in der Region unterwegs – im direkten Austausch mit Dreherrinnen und Drehern sowie Fräserinnen und Fräsern. Während der Messe ist der Roadshow-Van im Mesepark präsent und bietet einen zusätzlichen Treffpunkt für die Besucherinnen und Besucher. Neu im Programm ist zudem die „AMB Night“ am

**Ein wichtiger Programm-
punkt auf der AMB
Preview: In Kurzpräsen-
tationen informierten 26
Aussteller über ihre Inno-
vationen, die sie auf der
Messe zeigen werden.**

Bilder: Frank Eppler/Messe
Stuttgart



KI-EXPERTENTALK AUF DER AMB 2026

Künstliche Intelligenz entwickelt sich zunehmend zu einer Schlüsseltechnologie für die industrielle Fertigung. Ob Prozessoptimierung, Qualitätskontrolle, Predictive Maintenance oder Produktionsplanung – KI eröffnet Unternehmen vielfältige Möglichkeiten. Gleichzeitig stehen insbesondere kleine und mittlere Unternehmen vor der Herausforderung, den wirtschaftlichen Nutzen von KI zu bewerten und geeignete Einsatzszenarien zu identifizieren.

Vor diesem Hintergrund veranstaltet **Digital Manufacturing** auf der AMB 2026 einen hochkarätig besetzten **KI-Expertentalk (AMB-Stage im Atrium, Eingang Ost)**. Unter dem Motto „**KI in der Produktion – vom Hype zur Wertschöpfung**“ diskutieren am **16. September, 14:00 Uhr**, führende Experten, unter anderem von IFS, Infor, Trumpf und dem VDMA, Themen wie KI in der Prozessoptimierung, Predictive Maintenance, KI-gestützte Qualitätskontrolle sowie die Wirtschaftlichkeit von KI-Projekten.

Im Mittelpunkt stehen konkrete Anwendungsfelder sowie die Frage, wie Unternehmen bereits heute messbaren Mehrwert durch den Einsatz von KI erzielen können.

Im Anschluss an die Podiumsdiskussion können Besucherinnen und Besucher im Rahmen von „**Meet the Expert**“ in der VIP-Lounge direkt mit den Referentinnen und Referenten ins Gespräch kommen.

Mehr Informationen:

www.digital-manufacturing-magazin.de/amb

Freitagnachmittag. Das Format richtet sich insbesondere an Facharbeiterinnen und Facharbeiter, die nach dem Feierabend die neuesten Innovationen und Trends der Metallzerspanung live erleben möchten. Ein vergünstigtes Ticket ermöglicht den Zugang zur Messe und zur anschließenden „AMB Night“, bei der auch Content Creators aus der Branche für ein Meet & Greet dabei sein werden.

AM MITTWOCH, 16. SEPTEMBER, LIEGT DER SCHWERPUNKT AUF KI IN DER FERTIGUNG.

Programm für gesamte Metallzerspanungsbranche

Die AMB 2026 bietet ein umfangreiches Rahmenprogramm, das bewusst unterschiedliche Perspektiven und Bedarfe adressiert. „Where metal comes alive“ – genau das wird auf der AMB erlebbar, wenn die gesamte Branche der Metallzerspanung in ihrer Vielfalt zusammenkommt. Das VDMA-Technologieforum in Halle 1 bietet praxisnahe Fachbeiträge, unter anderem zum Thema Kreislaufwirtschaft und kosteneffiziente Fertigung. Die „AMB Stage“ setzt tagesweise wechselnde Schwerpunkte – am Dienstag mit dem Fokus Luft- und Raumfahrt, am Freitag mit dem Thema Instandhaltung. Am Mittwoch, 16. September, liegt der Schwerpunkt auf KI in der Fertigung – beginnend

um 12 Uhr mit dem Programm des VDMA Software und Digitalisierung. Um 14 Uhr erwartet Besucherinnen und Besucher auf der AMB Stage die Podiumsdiskussion „KI in der Produktion – vom Hype zur Wertschöpfung“, veranstaltet vom WIN-Verlag (siehe nebenstehenden Infokasten).

Weitere Programmpunkte: Von Innovation bis Nachwuchs

Die „Start-up Area“ im Eingang Ost gibt einen kompakten Überblick über neue Ansätze und Technologien, der „AMB Award“ zeichnet herausragende Neu- und Weiterentwicklungen aus. Die „Sonderschau Bildung“ der Nachwuchsstiftung Maschinenbau im Atrium am Eingang Ost macht Technik erlebbar: CNC, Automatisierung und digitale Produktionsprozesse können live ausprobiert werden.

Das „Business Breakfast“ in der Region-Stuttgart-Lounge widmet sich am Mittwoch dem Thema Robotik, am Donnerstag stehen Quantentechnologie und -sensorik im Fokus. Das Seminar „India Opportunities“ richtet sich gezielt an Unternehmen, die den indischen Markt im Blick haben. Auch der Wettbewerb „Kunst trifft Technik“ kehrt 2026 zurück – diesmal unter dem neuen Claim „Where metal comes alive“. Die drei Fokusthemen der AMB – Automatisierung, künstliche Intelligenz und Kreislaufwirtschaft – ziehen sich als Querschnitt durch das gesamte Programm und spiegeln sich in den Lösungen der ausstellenden Unternehmen wider. **RT**

KI in der Fertigung: Von der Pilotphase in die Praxis

Auf der AMB in Stuttgart ist – neben Automatisierung und Kreislaufwirtschaft – künstliche Intelligenz (KI) eines der drei Fokusthemen. Wie weit die Branche tatsächlich ist und welche Impulse Entscheiderinnen und Entscheider für die AMB 2026 mitnehmen können, erläutert uns Guido Reimann. Er ist stellvertretender Geschäftsführer des VDMA Software und Digitalisierung sowie Koordinator des VDMA-Kompetenznetzwerks Künstliche Intelligenz.

Digital Manufacturing (DM): Herr Reimann, KI war bereits auf der AMB 2024 ein viel diskutiertes Thema. Wo steht die Branche Metallzerspanung heute, im Jahr 2026? Ist KI in der industriellen Praxis angekommen oder dominieren noch Pilotprojekte?

GUIDO REIMANN: Für den Maschinen- und Anlagenbau allgemein sowie die Hersteller von Präzisionswerkzeugen und Werkzeugmaschinen hat das Thema künstliche Intelligenz weiter an Bedeutung gewonnen. In einer VDMA-Umfrage vom Frühjahr 2026 hat sich gezeigt, dass über 80 Prozent der Maschinenbauunternehmen den KI-Technologien eine größere Bedeutung zuschreiben. Etwa ein Drittel der Unternehmen setzt KI-Lösungen sogar schon produktiv ein. Das heißt, die Zeit der reinen Pilotprojekte ist vorbei. Zunehmend erleben wir KI im Praxiseinsatz. Darüber hinaus gibt es weiterhin viele Pilotprojekte in den Unternehmen, um sich weiter mit der Technologie vertraut zu machen und neue Anwendungsmöglichkeiten auszuprobieren.

Der Schwerpunkt bei den aktuellen produktiven betrieblichen Anwendungsbereichen liegt in der Softwareentwicklung, Entwicklung und Konstruktion, Unternehmensführung, IT, im Marketing sowie in der Kommunikation. Aber auch im Vertrieb und bei produktbegleitenden Dienstleistungen für die Kundenbranchen des Maschinenbaus kommen KI-Lösungen immer mehr zum Einsatz. Um weitere Potenziale nutzen zu können, müssen Unternehmen ihre eigene Digitalisierung im Blick haben und diese strategisch voranbringen.

DM: Der Maschinen- und Anlagenbau verspricht sich durch KI messbare Effizienzgewinne. Welche konkreten Zahlen und Erfolgsbeispiele kennen Sie aus der Metallzerspanung?

REIMANN: KI-Lösungen und Ansätze versprechen nicht nur Effizienzgewinne, sondern sie erbringen Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Das zeigt sich etwa durch Kostenreduktionen bei der Erstellung von technischen Doku-

mentationen und Bedienungsanleitungen, Aufwands- und Kostenersparnis im Einkauf, um die Anzahl von Gleichteilen zu erhöhen und damit Einkaufskonditionen zu verbessern, oder durch die Verringerung von ungeplanten Stillständen, zum Beispiel an Werkzeugmaschinen – wobei durchaus Kostenreduktionen in Höhe von 10 bis 20 Prozent möglich sind. Darüber hinaus können KI-Lösungen an vielen Stellen Prozesse deutlich beschleunigen: in der Entwicklung, in der Produktion oder im Vertrieb und Kundendienst.

“

KI-Lösungen und Ansätze versprechen nicht nur Effizienzgewinne, sondern sie erbringen Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette.“

DM: Wo liegen nach wie vor die größten Hürden bei der Umsetzung?

REIMANN: Eine breitflächige, nachhaltige Digitalisierung ist Grundvoraussetzung für den Einsatz von KI und anderen Digitaltechnologien. Hürden sind jedoch oft Changemanagement, geringe Umsetzungsgeschwindigkeit und fehlende Personalressourcen. Oft scheitern Vorhaben weniger an Technik als an Organisation, Entscheidungsstrukturen, mangelnder Einbindung, Wissen über Anwendungen und Grenzen sowie weiteren nichttechnischen Faktoren. Bei KI gilt zudem: nicht jedes Pilotprojekt gelingt. Entscheidend ist, rechtzeitig zu stoppen, um knappe Mittel auf wirkungsvollere Digitalisierungsaktivitäten zu lenken.



GUIDO REIMANN

ist stellvertretender Geschäftsführer VDMA Software und Digitalisierung sowie Koordinator des VDMA-Kompetenznetzwerks Künstliche Intelligenz.

Bild: Messe Stuttgart



Digital Manufacturing veranstaltet wieder auf der „AMB Stage“ (16. September 2026, 14:00 Uhr) seinen KI-Expertentalk: Praktiker aus Industrie, Forschung und Anwendung diskutieren den KI-Einsatz in der Fertigung.

Bild: Valentin Marquardt/
Messe Stuttgart

DM: Welche KI-Technologien und Anwendungsfelder werden aus Ihrer Sicht auf der AMB 2026 das Bild prägen – und was macht den Besuch der AMB 2026 für Fachbesucherinnen und Fachbesucher aus der Metallzerspanung in Sachen KI unverzichtbar?

REIMANN: In der klassischen Produktentwicklung und Konstruktion sowie in der Softwareentwicklung sehen wir mittlerweile viele KI-Lösungsangebote vonseiten der Softwareindustrie und gleichzeitig gibt es viele Unternehmen aus dem Maschinenbau, die KI-Technologien in ihre Produkte oder in produktbegleitende Dienstleistungen integriert haben, und diese für die Metallzerspanung zur Verfügung stellen. Auf der AMB findet das Fachpublikum nicht nur die Maschinenausrüster und Zulieferer für die Produktion, sondern auch Software- und Dienstleistungsunternehmen, die bei einer durchgängigen Umsetzung entlang der Wertschöpfungskette unterstützen.

DM: Industrial AI, EU AI Act, humanoide Robotik, Quantencomputing – die Agenda wird voller. Welche Entwicklungen sollten Entscheiderinnen und Entscheider aus der Metallzerspanung in den nächsten fünf Jahren unbedingt im Blick behalten?

REIMANN: Es stimmt, die Bandbreite an relevanten Technologien, Einsatzmöglichkeiten und regulatorischen Vorgaben im Digitalbereich wird immer größer. Das

bedeutet für Ausrüster und Anwendungsindustrien ebenfalls, diesen Wandel mitzugehen. Denn digitale Technologien werden nicht nur für interne Prozesse in den Unternehmen relevanter, sondern auch mit Blick auf die Geschäftsmodelle der Unternehmen gewinnen sie deutlich an Einfluss. Wer sich also frühzeitig mit neuen digitalen Technologien, den Anwendungsmöglich-

„Eine breitflächige, nachhaltige Digitalisierung ist Grundvoraussetzung für den Einsatz von KI und anderen Digitaltechnologien.“

keiten im eigenen Unternehmen und in den Kundenbranchen auseinandersetzt, kann die Weichen für den zukünftigen Erfolg rechtzeitig stellen. Aus einer VDMA-Erhebung vom Frühjahr 2026 wissen wir auch, dass sich die Unternehmen des Maschinenbaus aktuell sehr intensiv mit den drei folgenden Technologien auseinandersetzen und den Einsatz ausbauen wollen: künstliche Intelligenz, digitale Zwillinge und Open Source Software.

DM: Herr Reimann, vielen Dank für das Gespräch.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ WIRD IM AMB-PROGRAMM SICHTBAR

Wer das Thema KI auf der AMB 2026 nicht nur an den Messeständen, sondern auch im direkten Expertenaustausch erleben möchte, dem bietet die „AMB Stage“ am Mittwoch, **16. September**, dem **KI-Thementag**, gleich zwei besondere Gelegenheiten:

Der **VDMA Software und Digitalisierung** gestaltet gemeinsam mit Mitgliedsunternehmen ein **Vortragsprogramm (12:00 bis 13:30 Uhr)** rund um KI-Lösungen in Fertigung und Produktion – vom intelligenten Werkzeugmanagement über KI-gestütztes Engineering und MES bis hin zu digitalen Zwillingen und datengetriebenen Produktionsprozessen.

Um **14:00 Uhr** startet dann der **Expertentalk „KI in der Produktion – vom Hype zur Wertschöpfung“** von **Digital Manufacturing**. In 60 Minuten diskutieren Experten aus Industrie, Forschung und Anwendung aktuelle Entwicklungen, konkrete Einsatzbeispiele und offene Fragen rund um den KI-Einsatz in der Fertigungsindustrie (mehr Informationen dazu im Infokasten auf Seite 7).

Die AMB Stage befindet sich im Atrium am Eingang Ost.

Industrielle KI endlich erfolgreich in die Produktion überführen

KI-Pilotprojekte sprießen derzeit wie Pilze aus dem Boden. Ein Blick in die Praxis zeigt allerdings, dass erstaunlich viele von ihnen nie den Live-Betrieb erreichen. Um die Lücke zwischen Experiment und Produktion zu überwinden, kommt es auf eine nahtlose Integration der KI-Piloten an.



Entscheidend für den KI-Erfolg ist die Integration in die operative Systemarchitektur – nicht der isolierte Einsatz.

Bild: IFS
(KI-generiert)

Arbeiten ohne Systembrüche

Ein weiterer Vorteil liegt in der direkten Einbettung in die Benutzerumgebung. Anwender arbeiten ohne Systembrüche und erhalten KI-Unterstützung unmittelbar im Prozess, von kontextbezogenen Informationen über priorisierte Handlungsempfehlungen bis hin zur Vorbereitung von Entscheidungen. Besonders in Produktion, Service und Asset-Management zeigt sich der Nutzen, wenn sich komplexe Abläufe stabiler steuern, Ressourcen gezielter einsetzen und unvorhergesehene Ereignisse schneller abfangen lassen.

So entstehen aus einzelnen KI-Pilotprojekten skalierbare Lösungen. Entscheidend ist dabei weniger die Anzahl der Anwendungen als ihre strukturelle Verankerung im Unternehmen. Industrielle KI entfaltet ihren Wert dort, wo sie nicht neben den Prozessen steht, sondern vollständig in sie integriert ist.

Für produzierende Unternehmen ist die Grundsatzfrage längst geklärt: KI gehört im großen Maßstab zum neuen digitalen Werkzeugkasten. Mindestens genauso klar zeigt sich dabei aber auch das nächste praktische Problem. Am Engagement und angestoßenen Projekten mangelt es nicht, der Engpass liegt vielmehr an ganz anderer Stelle – nicht im „Ob“, sondern im „Wie“ der Skalierung. Aus einzelnen Use Cases verlässliche, produktive KI-Anwendungen zu formen, gelingt immer noch zu selten, selbst wenn die technischen Voraussetzungen erfüllt sind.

Im operativen Umfeld zeigt sich schnell der Grund für diese Schieflage: Industrieunternehmen bewegen sich in dicht verzahnten Systemen, in denen Produktion, Instandhaltung, Logistik, Verwaltung und Service permanent ineinandergreifen. Entscheidungen entstehen nicht in isolierten Anwendungen, sondern im Zusammenspiel dynamischer Abläufe. Wird KI nur selektiv eingesetzt, bleibt sie außerhalb der Steuerungsebene: Sie liefert Auswertungen, verändert aber keine Prozesslogik. Der Effekt bleibt punktuell. Einzelne, begrenzte Optimierungen entstehen vielleicht dennoch, aber die angestrebte und notwendige durchgängige Prozessintelligenz wird auf diese Weise nicht erreicht.

Integrierter Ansatz mit der Cloud-Plattform IFS.ai

Um diese Lücke zu schließen, setzt IFS mit der Cloud-Plattform IFS.ai auf einen integrierten Ansatz. Ziel ist es, KI-Funktionen nicht als separate Anwendungen bereitzustellen, sondern direkt in geschäftskritische Systeme einzubetten. So werden sie nicht nachträglich angeschlossen, sondern von Beginn an als Teil der Architektur konzipiert.

Dieser Ansatz verschiebt die Rolle der KI grundlegend: weg von isolierten Anwendungen hin zu einer kontinuierlich verfügbaren Funktion innerhalb der Kernprozesse. KI wird dort bereitgestellt, wo operative Entscheidungen ohnehin entstehen – in ERP-, Service- und Asset-nahen Abläufen. Dadurch entsteht eine Verbindung von Daten, Prozessen und Entscheidungen, die über einzelne Use Cases hinausgeht.

Statt isolierter Optimierungen werden Informationen aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen kontextualisiert zusammengeführt und in unmittelbar nutzbare Erkenntnisse überführt. Das ermöglicht nicht nur Effizienzgewinne, sondern auch eine frühere Erkennung operativer Risiken sowie schnellere Reaktionsmöglichkeiten im Betrieb.

IFS auf der AMB 2026

IFS nimmt am 16. September im Rahmen der AMB Stuttgart am „KI-Expertentalk“ teil, den der WIN-Verlag mit seinem Fachmagazin Digital Manufacturing veranstaltet. Los geht es um 14:00 Uhr, in der „AMB Stage“ im Atrium am Eingang Ost.

IFS Deutschland GmbH



Bahnhofstraße 2,
90402 Nürnberg, Deutschland

E-MAIL: ifsde@ifs.com

ifs.ai

KI in der Industrie

Warum generische Modelle scheitern und wie der Sprung in die Produktion gelingt

Die Metall- und Zulieferindustrie steht vor einer doppelten Herausforderung: Einerseits haben die Unternehmen angesichts der wirtschaftlichen Lage in Deutschland und weltweit alle Hände voll zu tun, ihr Tagesgeschäft zu sichern. Andererseits müssen sie die digitale Transformation meistern. Wer zögert, verliert den Anschluss. Industriespezifische ERP-Systeme mit integrierter KI können hier den entscheidenden Unterschied machen.

Der Kostendruck bleibt hoch, und viele Metallverarbeiter stehen zwischen zwei Fronten: Volatile Beschaffungs- und Liefersituationen stören die Planung, neue Anforderungen an CO₂-Berichterstattung und Datenaustausch sorgen für mehr Verwaltungsaufwand. Gleichzeitig erhöhen Debatten um die Datenhoheit zwischen Original Equipment Manufacturers (OEMs) und Zulieferern sowie neue Standards die Anforderungen an die Zuverlässigkeit des Informationsflusses entlang der Wertschöpfungskette.

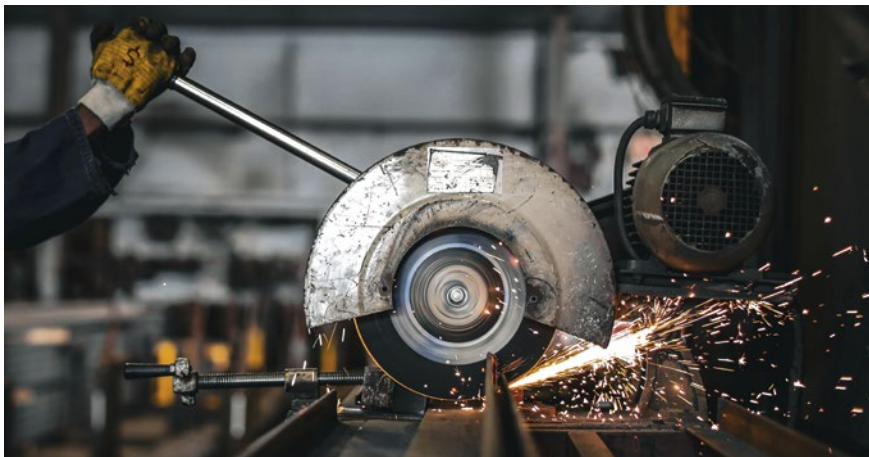
Genau hier kann KI unterstützen, indem sie zu besseren Prognosen und Produktionsplanung mit Echtzeitsignalen beiträgt sowie Extraktion, Validierung und Aufbereitung von Compliance- und Austauschdaten automatisiert. So bremst das Reporting den Betrieb nicht aus.

ERP und KI: Vom Werkzeug zur Steuerungsintelligenz

Moderne ERP-Systeme werden damit zur Basis intelligenter Produktionssteuerung. Um den Nutzen zu heben, verlagern Unternehmen Prozesse und Partner in die Cloud, standardisieren Abläufe und etablieren Veränderungsstrategien, die die Umsetzung nachhaltig verankern. Denn Technologie allein reicht nicht: Wirksames Change-Management bleibt der Schlüssel, damit neue KI-gestützte Arbeitsweisen in der Organisation akzeptiert und genutzt werden.

Infor: Branchenwissen statt Baukastensystem

Infor adressiert diese Anforderungen mit branchenspezifischen Standardlösungen, die tief in Kernprozesse der Metall- und Fertigungsindustrie integriert sind. Statt langwieriger Individualentwicklungen setzt Infor auf vordefinierte Anwendungsfälle, die direkt auf der Plattform laufen.



Effizientes Schrott-Recycling: die Infor Velocity Suite steuert komplexe Prozesse mit Process Mining und künstlicher Intelligenz.

Bild: Petri Oeschger/Getty Images

Ein Beispiel ist die KI-gestützte Fehlererkennung in der Produktion. Gemeinsam mit Kunden identifiziert Infor kritische Problemfelder, leitet daraus Use Cases ab und trainiert die KI mit echtem Prozesswissen aus der Industrie. Das Ziel: Fehler früher erkennen, Stillstände reduzieren und Effizienz steigern – ohne monatelange Implementierungsphasen.

Ein weiteres Praxisbeispiel ist Oberg Industries: Nach der Umstellung auf Infor CloudSuite Industrial Enterprise zur Vereinheitlichung von Planung und Betrieb erreichte der globale Auftragsfertiger für präzisionsgestanzte und bearbeitete Metallteile eine Termintreue von rund 90 Prozent, unterstützt durch Advanced Planning, standardisierte Prozesse und Automatisierung (unter anderem RPA und Process Intelligence) zur Produktivitätssteigerung.

Diese Funktionen sind keine Zusatzmodule, sondern Teil der Cloud-ERP-Plattform Infor Velocity Suite, die agentische KI-Szenarien unterstützt. In der Praxis hilft diese KI dabei, Prozesse zu analysieren und vordefinierte Maßnahmen zu empfehlen oder anzustoßen, sodass Teams Abläufe schneller optimieren können, und dabei das richtige Maß an Kontrolle behalten.

Wer jetzt die richtigen ERP- und KI-Grundlagen schafft, sichert nicht nur das Tagesgeschäft, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit für die bevorstehende Transformation.

Infor auf der AMB 2026

Infor nimmt am 16. September im Rahmen der AMB Stuttgart am „KI-Expertentalk“ teil, den der WIN-Verlag mit seinem Fachmagazin Digital Manufacturing veranstaltet. Los geht es um 14:00 Uhr, in der „AMB Stage“ im Atrium am Eingang Ost.

Infor (Deutschland) GmbH

infor

Einsteinring 30
85609 Aschheim bei München

TEL: +49 892 62058444

www.infor.com/de-de

Kredit, Leasing oder Flexen?

Kürzere Technologiezyklen und ein wachsender Automatisierungsbedarf treiben die Investitionen in der Produktion. Gleichzeitig sitzt das Kapital bei zurückhaltenden Banken und im eigenen Umlaufvermögen fest. Welche Finanzierungsform zu welchem Asset passt und warum am Ende der richtige Mix entscheidet. **VON DR. HANS-CHRISTIAN STOCKFISCH**



Ein neuer Cobot soll an der Montagelinie die Lücke schließen, die durch unbesetzte Stellen entstanden ist. Zugleich wartet die Qualitätssicherung seit Wochen auf neue Messtechnik, ohne die eine Serienfreigabe nicht durchläuft. Zwei Investitionsentscheidungen in kurzer Zeit, während das Working Capital in Material und Außenständen gebunden ist. Situationen wie diese gehören in Fertigungsbetrieben längst zum Alltag.

Mehr Zurückhaltung bei den Hausbanken

Für viele Betriebe ist 2026 nicht mehr die Auftragslage das Nadelöhr, sondern die Finanzierung der Ausstattung, mit der sich Aufträge überhaupt abwickeln lassen. Die Automatisierung gegen den Fachkräfte-

mangel rechnet sich schnell. In der Praxis scheitert sie selten an der Technik, sondern an der Finanzierung. Die Hausbank ist zurückhaltender geworden, seit die Regeln für Banken selbst strenger sind. Und die Technologiezyklen werden kürzer: Manche Anlage ist heute schneller technisch überholt, als die Abschreibungstabelle es vorsieht.

FÜR VIELE BETRIEBE IST 2026 NICHT MEHR DIE AUFTRAGSLAGE DAS NADELÖHR, SONDERN DIE FINANZIERUNG DER AUSSTATTUNG, MIT DER SICH AUFTRÄGE ÜBERHAUPT ABWICKELN LASSEN.

Hinzu kommt ein Faktor, der inzwischen zur Dauerlage geworden ist: Unsicherheit. Zölle, geopolitische Verwerfungen und volatile Lieferketten machen es schwerer denn je, den Kapazitätsbedarf über Jahre verlässlich zu planen. Wer heute investiert, weiß selten, ob die Auslastung in zwei Jahren noch trägt. Das hat Einfluss auf die Finanzierungslösung.

Kredit: planbar, aber bilanzwirksam

Der klassische Bankkredit bleibt bei Großinvestitionen mit langer Nutzungsdauer, zum Beispiel bei Bearbeitungszentren, Pressen oder Hallenerweiterungen, eine bewährte Lösung. Feste Raten schaffen Planbarkeit, das Eigentum verbleibt im Unternehmen, und über Förderprogramme lassen sich die Konditionen verbessern.

Der Preis: Bonitätsprüfung und Sicherheiten kosten Wochen. Vor allem aber belastet jeder Kredit die Bilanz und reduziert die freie Kreditlinie bei der Hausbank. Wer konsequent fremdfinanziert, erlebt häufig, dass die Bank beim nächsten Vorhaben zurückhaltend wird. Gerade in der Fertigung mit ihrem hohen Working-Capital-Bedarf ist eine freie Kreditlinie strategisches Kapital.



Die Hausbank ist zurückhaltender geworden, seit die Regeln für Banken selbst strenger sind.

Bild: © sebra/stock.adobe.com



Wer heute investiert, weiß selten, ob die Auslastung in zwei Jahren noch trägt. Das hat Einfluss auf die Finanzierungslösung.

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

Leasing: bewährt, aber häufig wenig flexibel

Für den Maschinenpark ist Leasing seit Jahrzehnten der Standard. Die Kosten verteilen sich über die Nutzungsdauer, die Liquidität bleibt entlastet, die Raten sind kalkulierbar. Die Grenzen zeigen sich an zwei Stellen. Erstens: Verträge laufen meist fünf Jahre oder länger und bieten wenig Spielraum. Wer früher aussteigen oder auf ein besseres Modell wechseln will, zahlt bis zum Vertragsende. Zweitens: Kleinere einzelne Anschaffungen unter rund 5.000 Euro sind bei vielen Leasinggesellschaften kaum leasingfähig. Genau dort liegt aber ein wachsender Teil des Investitionsbedarfs der digitalen Fabrik – von der Hardware am Shopfloor bis zur Sensorik.

WER HEUTE INVESTIERT, WEISS SELTEN, OB DIE AUSLASTUNG IN ZWEI JAHREN NOCH TRÄGT. DAS HAT EINFLUSS AUF DIE FINANZIERUNGSLÖSUNG.

Mieten oder Flexen: Flexibilität als eingebaute Sicherheit

In dieser Lücke ist eine dritte Kategorie entstanden. Manche sprechen von „Equipment-as-a-Service“, andere von Miete, in jüngerer Zeit auch von „Flexen“. Gegen eine monatliche Gebühr nutzt der Betrieb das Equipment und kann es flexibel zurückgeben oder jederzeit übernehmen.

Lange galt diese Form vor allem als Lösung für Fälle mit absehbarer Rückgabe:

Pilotprojekte, kurzlebige Technik, Bedarfsspitzen. Das greift zu kurz. Mieten und Flexen eignen sich genauso zur Finanzierung von Equipment, das der Betrieb behalten will. Der entscheidende Unterschied zu Kredit und Leasing ist nicht der Preis, sondern eine mitfinanzierte Option: die Möglichkeit, das Gerät zurückzugeben, falls es nötig wird.

Diese Option wirkt wie ein doppelter Boden – und der ist in der aktuellen Lage mehr wert als früher. Erstens kann sich ein Gerät als schlechtere Wahl erweisen als erwartet. Zweitens – und das ist der gewichtigere Fall – kann es schlicht unternehmerisch nötig werden, Kosten und Kapazität wieder herunterzufahren, ganz unabhängig vom Gerät. Bricht ein Auftrag weg oder dreht die Konjunktur, lässt sich die Verpflichtung beenden, statt sie über Jahre weiterzutragen. Wer mit Kredit oder Leasing finanziert, sitzt die Laufzeit ab; wer flexibel finanziert, behält Handlungsspielraum.

Natürlich ist diese Rückgabeoption nicht umsonst, sondern in der Rate indirekt eingepreist. Bei kleineren Anschaffungen fällt dieser Aufschlag in absoluten Euro-Beträgen jedoch kaum ins Gewicht, während der Wert der gewonnenen Sicherheit gerade in unsicheren Zeiten hoch ist. Genau diese Rechnung macht das Modell zu einem nahezu universellen Werkzeug für die Finanzierung kleinerer Geräte, unabhängig davon, ob am Ende Rückgabe oder Übernahme steht.

Hinzu kommen praktische Vorteile. Der Abschluss ist bei digitalen Anbietern in wenigen Minuten erledigt – online, direkt

beim Händler oder Hersteller –, während Kredit- und Leasinganträge durch Gremien laufen. Wartet eine Linie auf das fehlende Teil, ist diese Geschwindigkeit bares Geld. Die Raten sind voll absetzbar, das Equipment bleibt außerhalb der Bilanz, und die Kreditlinie bleibt frei für die Vorfinanzierung des nächsten Auftrags.

Drei Fragen für die Zuordnung

Die Zuordnung lässt sich an drei Fragen festmachen. Erstens, die Größenordnung: Große, langlebige Anlagen mit hohen Anschaffungspreisen gehören wegen der Gesamtkosten typischerweise in Kredit oder Leasing. Zweitens, die Planbarkeit: Je sicherer Auslastung und Nutzungsdauer über Jahre feststehen, desto eher trägt eine feste Finanzierung über die volle Laufzeit; je unsicherer Konjunktur, Auftragslage oder die Eignung des Geräts, desto wertvoller ist eine Option zum Ausstieg. Drittens, die

DIE FRAGE IST NICHT KREDIT ODER LEASING ODER MIETE, SONDERN: WELCHE INVESTITION FOLGT WELCHER LOGIK?

Geschwindigkeit: Was kurzfristig verfügbar sein muss, passt selten zu mehrwöchigen Antragswegen. Wer sie je Investition ehrlich beantwortet, landet fast automatisch bei einem differenzierten Portfolio statt bei einer Einheitslösung.

Fazit: Jede Investition folgt einer anderen Logik

Die Frage ist nicht, „Kredit oder Leasing oder Miete“, sondern: Welche Investition folgt welcher Logik? Die große Anlage, die fünfzehn Jahre verlässlich ausgelastet in der Halle steht, gehört in den Kredit oder ins Leasing. Bei kleineren Anschaffungen dagegen – zunehmend unabhängig davon, ob man sie behalten oder zurückgeben will – spricht in einem volatilen Umfeld vieles für Miete oder Flexen: Der eingebaute Ausstieg kostet wenig und sichert viel. Wer je Asset differenziert, gewinnt doppelt: Handlungsspielraum für die nächste Technologieentscheidung und eine freie Kreditlinie für das nächste große Projekt.

KF

DR. HANS-CHRISTIAN STOCKFISCH

ist Gründer und CEO von Flexvelop in Hamburg.



RHI Magnesita, Hersteller von Feuerfestprodukten, modernisierte an einem Produktionsstandort in Österreich seine Materialfluss- und Absacklinie.

36 Prozent weniger Capex – ein Jahr früher produktiv

Knappe Capex-Budgets und volatile Auslastung setzen Maschinenbetreiber unter Druck. Ein Projekt von Beumer Group und RHI Magnesita zeigt, wie nutzungsbasierte Finanzierung – Pay-per-Use – aus einer Millioneninvestition eine planbare, variable Größe macht.

VON JULIAN BAIER

Investitionen in neue Produktions- und Verpackungslinien sind kapitalintensiv und treffen heute auf ein schwieriges Umfeld: harte Capex-Limits, lange Amortisationszeiträume und eine kaum prognostizierbare Nachfrage. Wer eine Linie für die maximale Auslastung dimensioniert, bindet Kapital, das bei Unterauslastung als Fixkosten das Betriebsergebnis belastet. Wer zu klein plant, riskiert Engpässe möglicherweise an Stellen, die über die gesamte Standortleistung entscheiden.

Genau hier setzt Pay-per-Use an. Statt eine Maschine klassisch über Kredit oder Leasing mit fixen Raten zu finanzieren, zahlt der Betreiber nutzungsbabhängig – pro produzierte Einheit, pro Maschinenstunde oder, wie im folgenden Projekt, pro beladene Palette. Die Finanzierungskosten folgen damit den Erlösen, die mit der Maschine erwirtschaftet werden – ein Hebel für Risikoteilung, Bilanzstruktur und Investitionsgeschwindigkeit zugleich.

Das Projekt: 1,5 Millionen Euro, fünf Maschinen, die kritische Produktionslinie

RHI Magnesita, ein global agierender Hersteller von Feuerfestprodukten, modernisierte an einem Produktionsstandort in Österreich seine Materialfluss- und Absacklinie. Den Maschinenpark lieferte die

PAY-PER-USE: STATT EINE MASCHINE KLASSISCH ÜBER KREDIT ODER LEASING MIT FIXEN RATEN ZU FINANZIEREN, ZAHLT DER BETREIBER NUTZUNGSABHÄNGIG.

Beumer Group, das Finanzierungsvolumen lag bei rund 1,5 Millionen Euro, verteilt auf fünf modulare Maschinen.

Die Linie ist keine Nebenanlage: Rund 110.000 Tonnen Feuerfestprodukt werden hier pro Jahr in 20-Kilogramm-Papiersäcke und 250- bis 2.000-Kilogramm Bigpacks ab-

gefüllt, palettiert und per Stretchhood für Lagerung und Transport in Folie verpackt. Sie bildet das Nadelöhr, durch den 100 Prozent des Standortausstoßes laufen – wahrlich eine „mission-critical“ Anlage. Wird sie zum limitierenden Faktor, betrifft es die Wertschöpfung des gesamten Standorts.

Eine solche Investition in einem Jahr mit hartem Capex-Limit klassisch zu stemmen, hätte bedeutet: warten. Stattdessen entschied sich RHI Magnesita für Pay-per-Pallet – die palettenbasierte Variante von Pay-per-Use. Das Ergebnis:

- Capex-Reduktion um 36 Prozent durch Pay-per-Pallet bei niedriger Flexibilität – wodurch sich das Projekt ein Jahr früher realisieren ließ und in das globale Investitionsbudget passte. Dieser Wert ist eine projektspezifische Schätzung, die RHI Magnesita Accounting im Detail ermittelt hat.
- Umwandlung von 25 Prozent der fixen Finanzierungskosten in variable Kosten,

die sich an den Erlösen aus dem Materialverkauf orientieren.

- Eine außerbilanzielle Behandlung (off-balance-sheet financing) nach den einschlägigen Rechnungslegungsstandards, für den variablen Teil der Finanzierung.

Aus einer einmaligen Millioneninvestition wird so eine Kostenposition die mitatmet: Läuft die Linie auf Hochtouren, zahlt sie sich aus eigener Kraft; läuft sie langsamer, sinken die Kosten entsprechend.

Warum das Modell für beide Seiten funktioniert

Nutzungsbasierte Finanzierung entlastet nicht nur den Betreiber, sie nützt auch dem Maschinenhersteller. Für RHI Magnesita als Leasingnehmer liegt der Kern im Risikotransfer: Ein erheblicher Teil des Nutzungsrisikos – bis zu 75 Prozent – überträgt der Betreiber an Linxfour, und zwar ohne Strafzahlungen oder automatische Vertragsverlängerung bei Unterauslastung. Bleibt die Nachfrage hinter den Erwartungen zurück, schlägt das nicht voll auf die Investitionsrechnung durch. Hinzu kommen die außerbilanzielle Betrachtung nach IFRS 16, die Verlagerung von Capex zu Opex und – gerade bei Unterauslastung – eine optimierte Total Cost of Ownership. Zeitweise ungenutzte Kapazität wird nicht zur teuren Hypothek, weil dafür schlicht keine Kosten anfallen.

Für die Beumer Group als Maschinenhersteller zahlt sich das Modell anders, aber nicht weniger deutlich aus. Klare Vorteile

auf Kundenseite senken die Abschlusshürde und erhöhen die Maschinenverkäufe. Der Hersteller erhält Maschinenpreis und Verkaufsprovision sofort ausgezahlt und vermeidet das Kreditrisiko. Und über den verpflichtenden Wartungsvertrag entsteht planbarer After-Sales-Umsatz über die gesamte Laufzeit.

PAY-PER-USE VERSCHIEBT DIE FRAGE VON „KÖNNEN WIR UNS DIESIE MASCHINE LEISTEN?“ HIN ZU „WIE VIEL PRODUZIERT DIESIE MASCHINE FÜR UNS?“ DAS IST EIN ANDERES DENKEN ÜBER INVESTITIONEN.

Diese Symmetrie – beide Seiten gewinnen – ist der Grund, warum Pay-per-Use im Maschinen- und Anlagenbau vom Nischenmodell zum strategischen Instrument wird. Für RHI Magnesita ist das Vorhaben ausdrücklich ein Pilotprojekt: Die Erkenntnisse können jedoch auf Nachfolgeprojekte übertragen werden. Auch die Nachhaltigkeit spielt mit: energieeffiziente Anlagentechnik und optimierte Logistik sollen die CO₂-Emissionen senken.

Transparenz vor der Anfrage: der entscheidende Unterschied

So überzeugend die Logik klingt, in der Praxis scheitert die Auseinandersetzung mit Pay-per-Use oft an einer simplen Hürde: Wie sehen die Zahlen konkret aus? Wer

IN ZWEI MINUTEN DURCHGERECHNET

Mit dem Finanzierungsrechner von Linxfour lässt sich eine nutzungsbasierte Finanzierung in zwei Minuten durchspielen – ob am Laptop oder am Smartphone, ohne vorherige Anfrage.

Vier Parameter genügen:

- Finanzierungsbetrag – das Investitionsvolumen der Maschine bzw. Linie
- Laufzeit – die geplante Vertragsdauer in Jahren
- Abrechnungseinheit – etwa Maschinenstunden oder Paletten
- Geplante Auslastung – die erwartete Nutzung pro Periode

Das Ergebnis zeigt ein Zahlenbeispiel, wie sich die nutzungsbasierte Rate zusammensetzt und macht greifbar, wie Finanzierungskosten und tatsächlicher Output zusammenhängen.

ernsthaft über nutzungsbasierte Finanzierung nachdenkt, möchte das Zahlenwerk verstehen, bevor er sich auf ein konkretes Angebot einlässt. Dieser niedrighschwellige erste Schritt zum Kennenlernen fehlte bislang im Markt.

Linxfour ist der erste Anbieter im Pay-per-Use-Bereich, der diese Zahlen transparent und bereits vor einer konkreten Anfrage zur Verfügung stellt. Jeder kann spielend einfach ein Gefühl für die Zahlen bekommen, ohne zuerst einen Vertriebsprozess durchlaufen zu müssen. Wer zuerst nachrechnen kann, trifft fundiertere Entscheidungen.

Investitionsblock zur atmenden Kostengröße

Das Projekt von Beumer Group und RHI Magnesita zeigt exemplarisch, was nutzungsbasierte Finanzierung im realen Produktionsumfeld leisten kann: eine kritische Investition ein Jahr früher realisieren, das Capex-Budget deutlich entlasten, das Nutzungsrisiko teilen und die Kosten an den tatsächlichen Output koppeln – während der Maschinenhersteller schneller verkauft und langfristige Servicebeziehungen aufbaut.

Pay-per-Use verschiebt die Frage von „Können wir uns diese Maschine leisten?“ hin zu „Wie viel produziert diese Maschine für uns?“. Das ist ein anderes Denken über Investitionen – und mit transparenten Werkzeugen wie dem Finanzierungsrechner beginnt der Einstieg in zwei Minuten. **KF** ➤

JULIAN BAIER

ist Sales & Marketing Manager bei Linxfour.



Rund 110.000 Tonnen Feuerfestprodukt werden hier pro Jahr in 20-Kilogramm-Papiersäcke und 250- bis 2000-Kilogramm Bigpacks abgefüllt...



... palettiert und per Stretchhood für Lagerung und Transport in Folie verpackt.
Bilder: Linxfour

Robotik auf Raten

Der Auftragseingang steigt, Fachkräfte fehlen, die Produktion stößt an ihre Grenzen. Eigentlich wäre jetzt der richtige Zeitpunkt für Automatisierung. Doch wenn für eine Roboterzelle schnell sechsstellige Beträge investiert werden müssen, wird aus einer technischen Entscheidung oft eine Finanzierungsfrage. Leasingmodelle sollen diesen Zielkonflikt auflösen und Robotik auch für mittelständische Betriebe leichter zugänglich machen. **VON MICHAEL MAYER-ROSA**

Der Druck auf produzierende Unternehmen wächst. Kleinere Losgrößen, steigende Lohnkosten und der anhaltende Fachkräftemangel erhöhen die Anforderungen an die Fertigung. Gleichzeitig erwarten Kunden kurze Lieferzeiten und eine gleichbleibend hohe Qualität. Automatisierung gilt deshalb längst nicht mehr nur als Mittel zur Kostensenkung, sondern zunehmend als Voraussetzung für Wettbewerbsfähigkeit. Dennoch scheitern viele Projekte nicht an der Technik, sondern an den Investitionshürden.

Gerade mittelständische Unternehmen müssen Investitionen sehr genau abwägen. Meist reicht ein Roboterarm allein nicht aus, es braucht auch Greifer, Steuerung, Software, Safety-Konzept, Integration, Wartung und Schulung. Dadurch wird aus einer technischen Lösung schnell ein größeres Investitionsprojekt. Gleichzeitig

bleibt vor dem Start oft unklar, wie schnell sich die erste Anwendung im laufenden Betrieb rechnet.

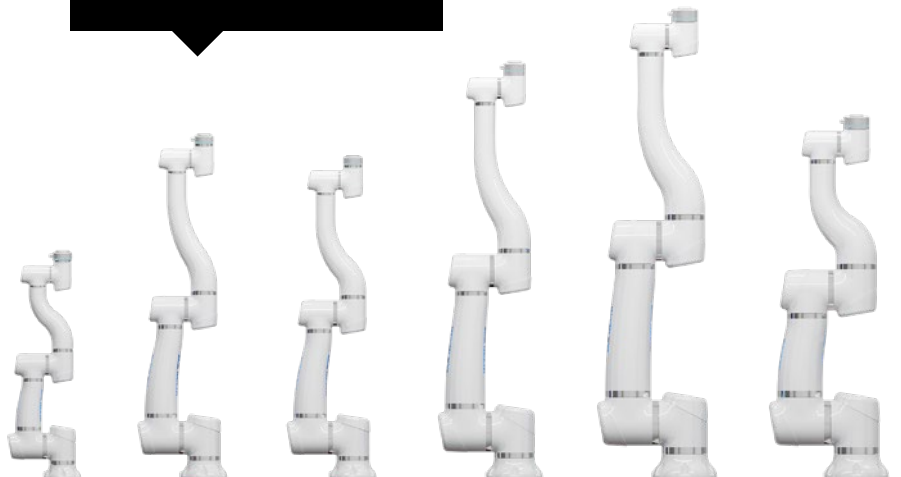
An dieser Stelle verändert Leasing die Perspektive. Der Roboter wird vom Anlagegut zum Teil eines nutzungsorientierten Modells, das sich besser planen lässt. Für Unternehmen kann das den Unterschied machen, ob ein Projekt verschoben oder umgesetzt wird.

Leasing verändert die Beschaffung

Beim klassischen Kauf entscheidet sich ein Unternehmen früh für eine bestimmte Ausstattung. Diese Entscheidung bindet Kapital und prägt die Produktion über Jahre. Ändert sich später der Bedarf, entstehen neue Aufwände, weil Erweiterungen, Umbauten oder Ersatzbeschaffungen erneut freigegeben werden müssen.

Statt hoher Einmalinvestitionen entstehen kalkulierbare monatliche Kosten. Dadurch bleiben Budgets flexibel und Investitionsentscheidungen lassen sich häufig schneller umsetzen. Zudem werden bestehende Kreditlinien häufig weniger belastet als bei einer klassischen Fremd-

Für Unternehmen, die den Einstieg in die Robotik planen, bietet Delta Electronics ein Leasingmodell an.
Bilder: Delta Electronics



Delta Electronics bietet mit der D-Bot-Serie hochflexible, kollaborative Industrieroboter (Cobots).

finanzierung, wodurch finanzieller Spielraum für weitere Investitionen erhalten bleiben kann.

Leasing ist jedoch nicht für jede Anwendung die wirtschaftlichste Lösung. Bei sehr langer Nutzungsdauer kann ein Kauf günstiger sein. Unternehmen sollten deshalb neben der monatlichen Rate auch Gesamtkosten, Restwertregelungen und geplante Einsatzzeiten berücksichtigen.

Der Weg zum geleasteten Cobot

Für Unternehmen, die den Einstieg in die Robotik planen, bietet Delta Electronics ein Leasingmodell für seine Cobots an. Der Ablauf ist dabei bewusst einfach gehalten: Zunächst wird die passende Anwendung definiert. Anschließend wird ein technisches Angebot erstellt, das auf Wunsch um eine Leasingoption ergänzt werden kann. Entscheidet sich das Unternehmen für dieses Modell, übernimmt der Finanzierungspartner die weitere Vertragsabwicklung. Die Genehmigung dauert bei guter Bonität meist nur zwei bis drei Werktage. Nach der Unterzeichnung folgen Bestellung, Lieferung und Einbindung in die Produktionsumgebung.

LEASING VERÄNDERT DIE PERSPEKTIVE. DER ROBOTER WIRD VOM ANLAGEGUT ZUM TEIL EINES NUTZUNGSORIENTIERTEN MODELLS, DAS SICH BESSER PLANEN LÄSST.



Zum Laufzeitende hat das Unternehmen mehrere Optionen: Je nach Vertragsmodell kann es die Ausrüstung zurückgeben, weiter nutzen oder erwerben. Entscheidet sich der Betrieb für die Rückgabe, entfällt zudem der Aufwand für eine fachgerechte

**LEASING IST JEDOCH NICHT
FÜR JEDE ANWENDUNG
DIE WIRTSCHAFTLICHSTE
LÖSUNG. BEI SEHR LANGER
NUTZUNGSDAUER KANN
EIN KAUF GÜNSTIGER SEIN.**

Entsorgung, da das Eigentum beim Leasinggeber bleibt. Das bietet genau den Spielraum, den Betriebe bei wechselnden Aufträgen brauchen, um sich nicht zu früh technisch festlegen zu müssen.

Besonders interessant ist das für Unternehmen, die erste Automatisierungsschritte gehen möchten. In der Elektronikfertigung übernehmen Cobots beispielsweise Pick-and-Place-Aufgaben, das Be- und Entladen von Testsystemen oder die Zuführung von Baugruppen an Montage- und Prüfstationen. Solche Anwendungen lassen sich oft bereits mit einem einzelnen Cobot realisieren. Leasing ermöglicht es, die Automatisierung früher einzuführen und Erfahrungen im laufenden Betrieb zu sammeln.

Technik für den industriellen Alltag

Die D-Bot-Serie von Delta deckt Anwendungen von Montage und Maschinenbeschickung bis hin zur Palettierung ab. Traglasten bis 30 Kilogramm und Reichweiten bis 1.800 Millimeter ermöglichen den Einsatz in unterschiedlichsten Handhabungs- und Logistikprozessen. Für die Integration in bestehende Anlagen stehen industrielle Schnittstellen zur Verfügung. Da Cobots häufig im direkten Umfeld von Mitarbeitern arbeiten, spielen Sicherheit und Zuverlässigkeit eine zentrale Rolle. Die D-Bot-Serie erfüllt Sicherheitsanforderungen bis PLd Cat. 3/SIL 3 und verfügt über Funktionen zur Überwachung von Positionen, Geschwindigkeiten und Kräften. Mit Schutzart IP66 eignet sie sich zudem für anspruchsvolle Industrieumgebungen.

Robotik Schritt für Schritt ausbauen

Viele Betriebe suchen Lösungen, die mit ihren Anforderungen wachsen. Robotik wird deshalb zunehmend modular gedacht:

Anwendungen werden zunächst für eine konkrete Aufgabe eingeführt und später erweitert. Neben stationären Anwendungen gewinnen dabei auch mobile Robotiklösungen an Bedeutung. Die Plattform D-Bot MAR ist für Produktions- und Intralogistik-anwendungen ausgelegt und kann Nutzlasten bis 500 Kilogramm bewegen. In Kombination mit einem D-Bot Cobot entsteht daraus das sogenannte Dynamic Duo, das Transport- und Handhabungsaufgaben miteinander verbindet.

Damit erweitert sich der Nutzen von Robotik über einzelne Arbeitsplätze hinaus. Systeme lassen sich flexibel in Produktion, Montage, Verpackung oder Intralogistik einsetzen und bei Bedarf schrittweise ausbauen.

Planbarer Einstieg, flexible Perspektive

Für viele mittelständische Unternehmen ist heute nicht mehr die Frage, ob automatisiert wird, sondern wie schnell. Leasingmodelle können dabei helfen, Robotik früher in die Produktion zu bringen und Investitionsrisiken besser zu verteilen. Entscheidend bleibt jedoch, dass Technologie, Anwendung und Geschäftsmodell zusammenpassen. Erst dann wird aus einer Finanzierungsoption ein Werkzeug, das die Wettbewerbsfähigkeit langfristig stärken kann.

KF

MICHAEL MAYER-ROSA ist Senior Director der Industrial Automation Business Group EMEA und Head of Intelligent Robot Systems (IRS) bei Delta Electronics.



**Ihr Weg zum privaten 5G-Netz –
jetzt individuelle Beratung anfragen:
ve.link/fppw**

Ausschuss frühzeitig verhindern

Trotz umfangreicher Investitionen in Digitalisierung und Datenerfassung bleiben unerklärliche Ausschussspitzen in vielen Fertigungsunternehmen ein hartnäckiges Problem. Der Grund liegt häufig nicht in fehlenden Daten oder Technologien, sondern darin, dass statistische Prozessregelung, Maschinelles Lernen und GenAI unterschiedliche Fragestellungen beantworten und ihr volles Potenzial erst im Zusammenspiel entfalten. **VON JESKO REHBERG**

Viele Fertigungsunternehmen haben erheblich in Digitalisierung investiert (MES-Systeme, Echtzeit-Sensorik, Qualitätsdatenbanken etc.). Und doch bleiben unerklärliche Ausschussspitzen eine permanente Begleiterscheinung des Produktionsalltags. Die Regelkarten laufen innerhalb der Eingriffsgrenzen, und trotzdem landet ein höherer Anteil als erwartet in der Nacharbeit.

Drei Werkzeuge, ein Ziel

Das eigentliche Problem liegt selten in fehlender Methodik oder Technologie. Es liegt im fehlenden Verständnis, welches Werkzeug welche Frage beantwortet. Statistische Prozessregelung (SPC), Maschinelles Lernen (ML) und Artificial Intelligence (AI) werden in der Praxis oft in einen Topf geworfen oder als konkurrierende Ansätze wahrgenommen. Dabei sind es komplementäre Instrumente, die auf drei verschiedenen Ebenen arbeiten und unterschiedliche Fragen beantworten.

Ebene 1 – SPC: statistisch, regelbasiert und überraschend vorausschauend

Statistische Prozessregelung ist das älteste und zugleich am häufigsten unterschätzte Instrument in diesem Trio. Shewhart-

Regelkarten überwachen bekannte, numerische Prozessparameter kontinuierlich. Die Kontrollgrenzen basieren dabei auf der natürlichen Prozessstreuung. Eingegriffen wird erst, wenn eine besondere Ursache erkennbar wird. Etwa eine Verschiebung der Prozesslage oder eine Veränderung der Streuung, also nicht bei zufälligem Rauschen. Das macht SPC normkonform und auditierbar (beispielsweise nach ISO 9001, IFS Food oder IATF 16949).

Viele Anwender übersehen, dass SPC mehr als nur grobe Ausreißer erkennen kann. CUSUM- und EWMA-Regelkarten wurden beispielsweise explizit für die Früherkennung kleiner, schleichender Prozessverschiebungen entwickelt. Sie registrieren eine Lageveränderung, bevor die klassische Kontrollgrenze verletzt wird, und ermöglichen damit einen Eingriff, bevor Ausschuss entsteht. Prozessfähigkeitsindizes wie Cp und Cpk ergänzen diese Überwachung, indem sie zeigen, wie gut ein Prozess die Spezifikationsanforderungen erfüllt und wie groß der Abstand zu den Spezifikationsgrenzen ist. Dadurch lässt sich das Risiko zukünftiger Fehler oder Ausschussproduktion besser beurteilen.

SPC setzt jedoch strukturierte, numerische Messdaten voraus und überwacht

ausschließlich Parameter, die vorab als relevant definiert wurden. Wechselwirkungen zwischen Dutzenden von Parametern oder unbekannte Einflussgrößen bleiben außerhalb des Blickfelds.

Ebene 2 – Maschinelles Lernen: der systematische Mustersucher

Moderne Produktionsanlagen erzeugen Dutzende bis Hunderte von Parametern gleichzeitig: Temperaturen, Drücke, Vorschübe, Taktzeiten, Werkzeugstandzeiten, Materialchargen etc. SPC analysiert diese univariat oder in begrenzten multivariaten Modellen. Wechselwirkungen, die erst im Zusammenspiel mehrerer Variablen sichtbar werden, und neue, nicht vordefinierte Fehlerbilder, bleiben dabei unsichtbar.

Genau hier liegt die Stärke von Maschinellem Lernen (ML). ML braucht keine vordefinierte Hypothese darüber, welche Parameter relevant sind. Es sucht in großen, heterogenen Datensätzen systematisch nach Mustern, die Menschen nicht vorhergesehen haben.

So können beispielsweise Clustering-Verfahren Produktionsläufe automatisch in Gruppen ähnlicher Prozesskonfigurationen aufteilen. Häufig zeigt sich dabei: Ausschuss konzentriert sich in bestimmten Clustern, die nie als Risikogruppe identifiziert wurden. Korrelations- und Feature-Importance-Analysen können Hunderte von Prozessparametern durchsuchen und identifizieren, welche Parameterkombinationen konsistent vor einem Qualitätsproblem auftreten. Process-Mining-Verfahren rekonstruieren aus Event-Logs und MES-Daten den tatsächlichen Prozessablauf und machen Abweichungen vom Soll-Prozess sichtbar, wie übersprungene Rüstschritte, veränderte Sequenzen, ungewöhnliche Maschinenzustände etc.

Ebene 1: SPC-Regelkarten erkennen Prozessverschiebungen frühzeitig: CUSUM- und EWMA-Karten lösen Alarm aus, bevor die klassische Kontrollgrenze verletzt wird.

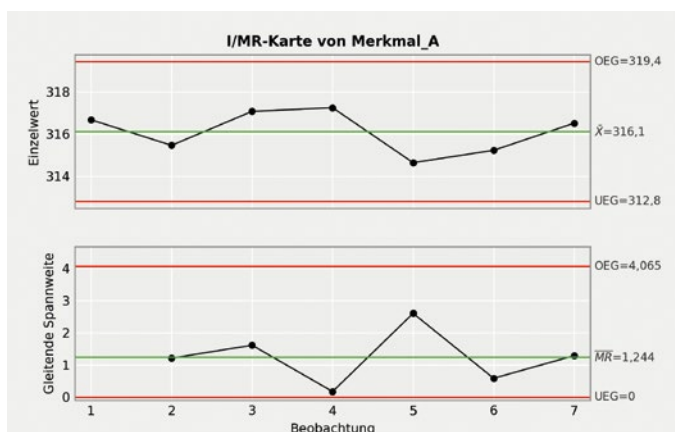
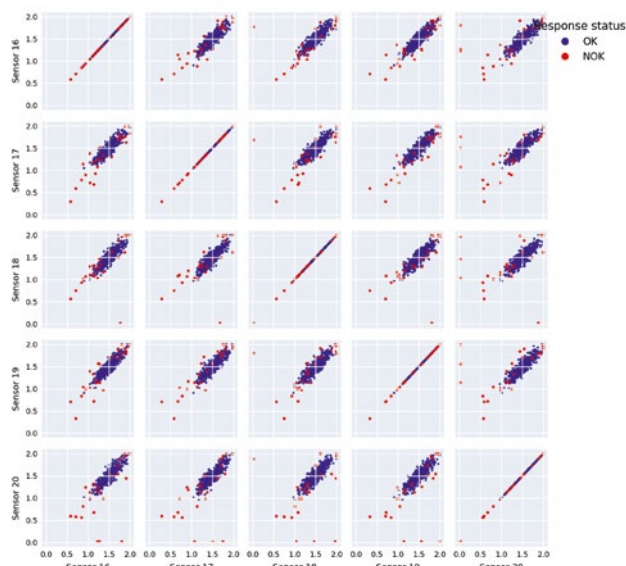




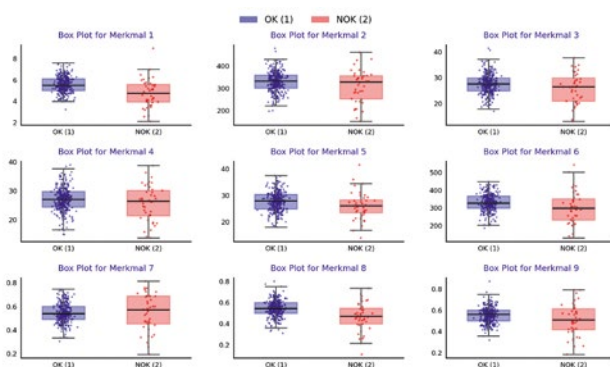
Bild: © AD/stock.adobe.com



Ebene 2: Machine Learning gruppiert Produktionsläufe nach Prozesskonfigurationen; Risikogruppen werden sichtbar, ohne dass eine Hypothese vorab formuliert werden muss.

Ebene 3: KI-basierte Sprachanalyse überführt unstrukturierte Maschinenkommentare in auswertbare Informationen (implizites Bedienerwissen wird messbar).

Bilder: QUNIS



Der entscheidende Unterschied zu SPC ist, dass ML unbekannte Einflussfaktoren auffindbar macht. Es erweitert den analytischen Horizont von dem, was man bereits vermutet, auf das, was die Daten selbst nahelegen.

Ebene 3 – GenAI : Wenn Daten sprechen können

In jedem Produktionsbetrieb entsteht täglich eine (unterschätzte) Menge an Textdaten: Maschinenkommentare, Schichtberichte, Fehlerprotokolle, Wartungsnotizen etc. Diese unstrukturierten Daten landen beispielsweise in Freitextfeldern von MES-Systemen oder in handschriftlichen Protokollen. Klassische Datenbankabfragen und SPC können sie nicht auswerten.

AI-Systeme auf Basis von Natural Language Processing (NLP) erschließen genau diese Datenquelle. Semantische Analysen kategorisieren Kommentarspalten inhaltlich. Die gewonnenen Kategorien lassen sich anschließend mit Qualitätsdaten korrelieren. Entscheidend dabei ist das Kontextverständnis moderner Sprachmodelle: „Werkzeug hat gerieben“ und „erhöhte Reibung am Schneidkopf beobachtet“ un-

terscheiden sich in Wortwahl und Detailgrad erheblich. Ein Sprachmodell erkennt dennoch, dass beide Einträge auf dasselbe Phänomen verweisen, und ordnet sie derselben Kategorie zu.

Wiederkehrende Kommentarmuster vor Qualitätseignissen lassen sich dadurch automatisch identifizieren. Implizites Wissen erfahrener Maschinenbediener – das sogenannte tacit knowledge – wird zu strukturierter, analysierbarer Information. Muster, die ein Mensch über Tausende von Schichtberichten nicht erkennen würde, werden für automatisierte Frühwarnsysteme nutzbar. Dadurch können etwa gezielt Wartungsaufträge ausgelöst oder Bediener in Echtzeit proaktiv auf kritische Prozesszustände hingewiesen werden.

Praxisbeispiel: Alle drei Ebenen im Einsatz

Eine Serienfertigung kämpft mit schwankenden Ausschussquoten. SPC-Regelkarten sind aktiv, MES-Daten werden erfasst. Aber die manuelle Ursachenanalyse nach jedem Qualitätseignis ist zeitintensiv und liefert keine reproduzierbaren Erkenntnisse. Die entscheidende Frage lautet nicht: Haben

wir Daten? Sondern: Nutzen wir sie auf allen drei Ebenen?

SPC überwacht kontinuierlich die kritischen Prozessparameter über CUSUM-Karten. Sobald sich das Signal verschiebt, entsteht der Alarm nicht mehr erst während der Ausschussproduktion, sondern bereits zu Beginn eines Prozessdrifts. Und damit rechtzeitig für einen korrigierenden Eingriff.

Ein ML-Modell analysiert anschließend die historischen Produktionsdaten. Data Mining über Hunderte von Parameterkombinationen identifiziert Wechselwirkungen, für die es bis dato noch keine „SPC-Hypothesen“ gab. Bestimmte Parameterkombinationen gelten fortan als Risikoindikator in der Prozesssteuerung.

Ein GenAI-Modell analysiert schließlich die Maschinenkommentare der letzten Jahre. Ein konkretes Ergebnis könnte wie folgt lauten: Ein bestimmtes Muster in den Bedienerkommentaren taucht konsistent ein bis zwei Schichten vor einem Qualitätseignis auf. Diese Information war bisher in keiner strukturierten Datenbank erfasst, da der Erkenntnisgewinn aus den im Betrieb vorhandenen einzelnen Erfahrungswissen bisher noch nicht gesamthaft erfasst werden konnte.

Das Resultat ist ein dreistufiges Frühwarnsystem aus SPC-Basislayer, ML-Risikomodell und GenAI-Alert mit messbarem Output: weniger ungeplante Nacharbeit, schnellere Ursacheneingrenzung, sinkende Ausschusskosten.

Fazit: Alle Ebene kombinieren

SPC, ML und AI sind keine konkurrierenden Ansätze, sondern sie beantworten unterschiedliche Fragestellungen. SPC erkennt, wann ein bekannter Prozessparameter seine statistische Lage wechselt. ML findet Muster in Daten, die zu komplex oder zu zahlreich für menschliche Hypothesen sind. GenAI erschließt schließlich das informelle Wissen, das in unstrukturierter Textform vorliegt, und wertet es systematisch und ganzheitlich aus. Wer alle drei Ebenen kombiniert, überwacht nicht mehr nur seinen Prozess, sondern beginnt, ihn wirklich zu verstehen. Denn „altbewährtes“ statistisches Know-how ist immer noch - und gerade aufgrund von KI - mehr denn je gefragt: Denn wer Statistik nicht versteht, der wird sich von KI nur allzu leicht in die Irre führen lassen.

KF

JESKO REHBERG ist Consultant Data Engineering, Artificial Intelligence, Machine Learning bei QUNIS.

Fit für KI

Der erfolgreiche Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Industrie hängt entscheidend von der Qualität der Datenbasis ab. Simus Systems bietet mit „Fit for AI“ Datendienstleistungen, die KI-Projekte in Produktentwicklung, Automatisierung, vorausschauender Wartung, Qualitätssicherung oder Kundendienst wesentlich erleichtern.

VON DR. THOMAS TOSSE



Simus Systems schafft die optimale Datenbasis für KI-Anwendungen in der Industrie.

Bild: Simus Systems

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) nimmt in Fertigungsunternehmen mit rasanter Geschwindigkeit zu. So nutzen laut der von Sapio Research für TeamViewer erstellten Studie „The AI Opportunity in Manufacturing“ 78 Prozent der Führungskräfte wöchentlich, fast ein Drittel sogar täglich KI, während im vergangenen Jahr 46 Prozent wöchentlich und acht Prozent täglich damit gearbeitet haben. Nach der Studie von 2025 wollen:

- 28 Prozent der befragten Unternehmen damit den Kundensupport automatisieren
 - 19 Prozent Prozesse automatisieren
 - 19 Prozent die Lieferkette optimieren
- Daneben wird KI zur Inspiration und Ideenfindung eingesetzt. Das Vertrauen der Manager in KI wächst, auch wenn es darum geht, künftige Geschäftsszenarien zu prognostizieren (41 Prozent), auf dieser Basis Entscheidungen zu treffen (36 Prozent) und dies sogar ohne menschliche Aufsicht (29 Prozent). Experten prognostizieren, dass der zunehmende Einsatz von KI in der Fer-

tigung den größten Produktivitätsanstieg seit einem Jahrhundert auslösen könnte.

Produktivitätsgewinne treiben KI-Investitionen

Einiges vom Erfolg werden die Unternehmen mit fortschrittlicher Standardsoftware erreichen, die zunehmend mit aufgabenspezifischen KI-Funktionen und Assistenten erweitert wird. Die Tendenz zur KI-Integration zeigt sich in ERP-Systemen ebenso, wie in der Konstruktions- und Simulationssoftware. Doch um entscheidende Produktivitätsfortschritte zu erreichen, müssen Unternehmen den KI-Einsatz bis zu den Wurzeln ihrer individuellen Prozesse in Fertigung oder Montage ausdehnen. Unternehmensspezifische KI-Projekte der Automatisierung, Datenanalyse, Qualitätsüberwachung und Prozesssteuerung sollen Analysten zufolge die größten Potenziale

heben. Entsprechend erwarten 81 Prozent der Entscheider in den nächsten sechs bis zwölf Monaten höhere KI-Investitionen in ihren Unternehmen.

Herausforderungen individueller KI-Projekte

Die heutigen Large Language Models der künstlichen Intelligenz, wie wir sie aus alltäglichen Anwendungen kennen, werden in einem ausführlichen Pre-Training mit riesigen, öffentlich verfügbaren Datenmengen im Internet angelernet, damit sie treffsichere Ergebnisse liefern. Diese Methode lässt sich aus zwei Gründen nicht auf den individuellen, industriellen Einsatz übertragen:

- In Unternehmen stehen meist nur begrenzte, domänenspezifische Daten zur Verfügung, die für ein vollständiges Pre-Training nicht ausreichen.
- Allerdings würden die für diese Datenmengen notwendigen, umfangreichen Anlern- und Optimierungsphasen die Wirtschaftlichkeit der meisten Projekte auch stark gefährden.

Als erste Herausforderung müssen die Unternehmen also für jeden individuellen Anwendungsfall geeignete Datenquellen und -bestände identifizieren. Mit den extrahierten Daten können sie anschließend ihre KI-Modelle trainieren. Weil die Datenmengen um Dimensionen geringer sind und der Aufwand für das Anlernen begrenzt werden muss, rückt die Qualität der Daten in den Fokus.

In den meisten Unternehmen sind die Daten lückenhaft, unvollständig, in unterschiedlichen Terminologien, Formaten, Kategorien und Einheiten abgelegt sowie mit Dubletten und Altbeständen durchsetzt. Wenn sie aus verschiedenen Quellen stammen, müssen sie angeglichen werden. Unter diesen Voraussetzungen potenziert sich der Aufwand für KI-Projekte bis zur Unmöglichkeit. Deshalb müssen Unternehmen ihre Daten für den Einsatz von KI professionell vorbereiten, um die erforderliche Qualität zu erreichen. Dies bildet die zweite große Herausforderung individueller KI-Projekte.

Datenquellen dauerhaft erschließen

Bei der Suche nach geeigneten Datenquellen und Beständen unterstützt die Software Simus Classmate von Simus Systems, einem Spezialisten für die Bereinigung, Strukturierung und effiziente Nutzung von technischen Datenbeständen. Sie enthält verschiedene Werkzeuge, die Datenbestände jeder Größe aus den relevanten firmeninternen

Quellen wie Datenbanken, Tabellen oder CAD-, ERP- und PDM-Systemen analysieren und strukturiert in einem Ergebnisspeicher ablegen. Dies ist wichtig, weil viele industrielle KI-Projekte Informationen aus verschiedenen Datenquellen verwenden. Zum Beispiel müssen häufig Daten aus Software-Lösungen mit Prozessdaten aus OPC-Servern, Maschinensteuerungen oder SPS von Anlagen verknüpft werden. Simus

UNTERNEHMEN MÜSSEN IHRE DATEN FÜR DEN EINSATZ VON KI PROFESSIONELL VORBEREITEN, UM DIE ERFORDERLICHE QUALITÄT ZU ERREICHEN.

Classmate kann diese Daten regelmäßig bearbeiten und die gewünschten Datensätze an die KI übergeben.

Wer auf Geometrie- oder Product Manufacturing Information (PMI) von CAD-Modellen zugreifen will, findet in Simus Classmate ebenfalls das richtige Werkzeug. Die Software sucht, vergleicht und findet

Geometrie- und andere Merkmale, was sich zum Beispiel in Qualitätsprojekten als sehr hilfreich erwiesen hat.

Regelbasiert zur Datenqualität für KI-Anwendungen

Mit den Werkzeugen seiner Software- und vielfach bewährter Projektmethodik hilft Simus Systems Herstellern, „Fit for AI“ zu werden. Zunächst wird in einem Vorprojekt eine Stichprobe des Datenbestandes analysiert. So lassen sich Ziel und Aufwand abgleichen und das Projekt klar definieren.

Nun wird das Projekt auf den gesamten relevanten Datenbestand ausgedehnt. Automatisch werden große Datenbestände nach Regeln bereinigt, ergänzt, sortiert, strukturiert und abgelegt. In Workshops mit den Projektbeteiligten lassen sich die Resultate weiter verfeinern. Mit einer speziellen Suchmaschine kann man Daten filtern und betrachten, um eventuelle Fehler, Dubletten oder Ungenauigkeiten zu erkennen. Schließlich wird der optimierte Datenbestand zur weiteren Verwendung freigegeben. Abschließend wird die Datenqualität für die Zukunft gesichert.

Die definierten Formate, Regeln und Konventionen werden mit Simus Classmate für alle neu entstehenden Daten implementiert.

Größte Hürde ausgeräumt

Nach der eingangs zitierten TeamViewer-Studie wird die Technologie noch nicht von allen Herstellern in großem Umfang genutzt, obwohl die Vorteile der KI augenscheinlich auf der Hand liegen. Als größtes Hindernis für ihre Einführung nannten 76 Prozent der Umfrageteilnehmer Sicherheitsrisiken im Zusammenhang mit der Datenverwaltung durch KI. Wenn die Daten und die KI nicht in einer Cloud arbeiten, bleiben die Risiken durch lückenhafte, willkürlich veränderte oder korruptierte Daten. Diese lassen sich mit Simus Classmate ausräumen.

Darüber hinaus unterstützen Software und Dienstleistungen nicht nur den Einsatz von KI. Sie erleichtern Herstellern viele weitere Vorhaben wie Manufacturing X, digitaler Zwilling oder die Datenbereinigung vor ERP- und PDM-Migrationen. **RT** 

DR. THOMAS TOSSE

ist Inhaber der Agentur Hightech Marketing.

Datengetriebene Produktion braucht verlässliche Daten

ANZEIGE

In Automatisierung oder KI zu investieren, steht für die meisten Produktionsunternehmen außer Frage. Das Ziel dabei ist klar: Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sowie der Effizienz. Der Erfolg dieser Projekte hängt dabei von einer entscheidenden Voraussetzung ab: verlässliche Produktionsdaten. Nur wer

weiß, was tatsächlich auf dem Shopfloor passiert, kann Prozesse gezielt optimieren, Ressourcen effizient einsetzen und fundierte Entscheidungen treffen.

Die Grundlage dafür bildet ein Manufacturing-Execution-System (MES). Als Schaltstelle zwischen ERP und Produktion erfasst, verknüpft und kontextualisiert es Daten aus Maschinen, Anlagen, Aufträgen, Qualitätsprüfung und Mitarbeiterereignissen. Dadurch entsteht ein konsistentes Echtzeitbild der Fertigung.

Fundament für datengestützte Produktionssteuerung

Erst durch die Zuordnung von Daten zu Maschinen, Materialien, Aufträgen oder Zeitangaben sind Zusammenhänge erkennbar. Dadurch können Unternehmen Kennzahlen wie OEE, Ausschussquoten, Stillstand- oder Durchlaufzeiten analysieren und Verbesserungspotenziale gezielt identifizieren.



Ein MES wie HYDRA X von MPDV erfasst, verknüpft und kontextualisiert Daten, zum Beispiel aus Maschinen oder Anlagen. Dies ist die Basis für eine datengestützte Produktionssteuerung.

Bild: © Panuwat/adobe.stock.com/MPDV

Damit schafft das MES das Fundament für eine datengestützte Produktionssteuerung. Nur so lassen sich Abweichungen früh erkennen, Qualitätsrisiken reduzieren und Prozesse verbessern. Zudem entsteht eine belastbare Datenbasis für die Darstellung in aussagekräftigen Dashboards in der Smart Factory.

Wer seine Produktion zukunftssicher aufstellen möchte, braucht mehr als reine Daten – er muss sie in einen aussagekräftigen Kontext setzen können. Das MES ist der entscheidende Baustein dafür.

MPDV Mikrolab GmbH



Römering 1
74821 Mosbach, Deutschland

TEL: +49 6261 9209-0

E-MAIL: info@mpdv.com

www.mpdv.com

Produktionsplanung wird lernfähig

Die Produktionsplanung muss immer mehr leisten. Variantenvielfalt, Materialengpässe, volatile Lieferketten und kurzfristige Aufträge nehmen zu. Pläne, die unter stabilen Annahmen schlüssig sind, halten der Realität im Alltag oft nicht mehr stand. Produktionsplanung muss daher stärker aus der realen Ausführung lernen. Dualis IT Solution zeigt, warum belastbare Daten und die Fähigkeit, Planung und Realität systematisch miteinander abzugleichen, entscheidend sind. **VON ULRIKE PETER**

Die Produktionsplanung verändert sich grundlegend. Lange Zeit lag der Fokus darauf, Aufträge möglichst effizient auf Ressourcen und Zeitfenster zu verteilen. Heute rückt zusätzlich eine andere Frage in den Fokus: Wie kann Planung aus der Praxis lernen, anstatt bei jeder Neuplanung wieder nur vom aktuellen Zustand auszugehen?

„Für Dualis ist genau das der nächste Reifegrad moderner Produktionsplanung. Planung darf nicht nur den aktuellen Zustand berechnen, sondern muss aus der realen Ausführung lernen. Ein Plan ist nur dann gut, wenn er sich schnell anpassen lässt und unter den tatsächlichen Bedingungen funktioniert“, erklärt Dr. Kirsten Hoffmann, Produktmanagerin bei Dualis IT Solution.

Datenbasis ist oft ein limitierender Faktor

Die Produktionsplanung steht unter zahlreichen Restriktionen – von Material und Maschinen bis zu Schichtmodellen, Qualifikationen und technologischen Abhängigkeiten. Hinzu kommen Zielkonflikte zwischen Durchlaufzeit, Auslastung, Kosten und Termintreue. An diesem Punkt zeigt sich eine zentrale Schwachstelle vieler Planungssysteme: die Datenbasis. Realistische Produktionsplanung funktio-

niert nur so gut wie die Daten, auf denen sie aufsetzt. Dazu zählen Stammdaten wie Artikel, Stücklisten, Arbeitspläne, Rüstmatrizen, Kapazitäten und Vorgabezeiten ebenso wie Bewegungs- und Rückmelde-daten aus der Fertigung.

Alle Ebenen beeinflussen die Planungsqualität. Kleine Fehler in den Stammdaten können dabei große Wirkung entfalten. Eine ungenaue Vorgabezeit, ein unvollständig gepflegter Arbeitsplan oder ein falsch modellierter Rüstzustand können erhebliche Folgen haben. Ein Plan mag plausibel erscheinen, erweist sich in der Praxis jedoch oft als zu optimistisch, zu instabil oder nicht umsetzbar.

Historisierung ist der entscheidende Hebel

Wenn Produktionsplanung lernfähig werden soll, reicht es nicht aus, den aktuellen Zustand zu berechnen. Entscheidend ist die Fähigkeit, Planung und tatsächliche

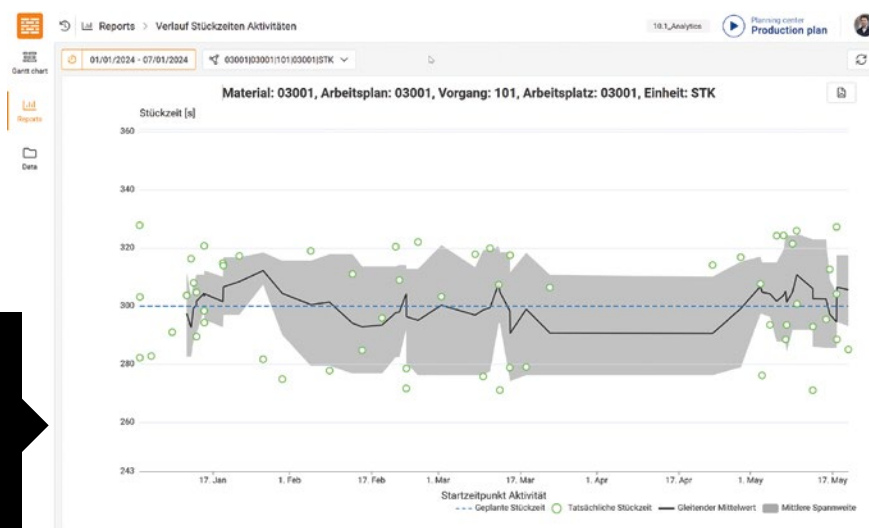


Ausführung über die Zeit hinweg systematisch zu vergleichen. Unternehmen müssen nachvollziehen können, wie ein Plan zu einem bestimmten Zeitpunkt aussah, wann und warum er verändert wurde und wie die Fertigung tatsächlich gelaufen ist. Erst dieser zeitliche Kontext macht Abweichungen erklärbar – und nutzbar.

„Produktionsplanung ist immer auch eine Hypothese darüber, wie sich die Fertigung unter den aktuellen Annahmen

Ganttplan Analytics zeigt den Verlauf der Stückzeiten mit folgenden Parametern: geplant, tatsächliche Stückzeit, gleitender Mittelwert und mittlere Spannweite.

Bild: Dualis IT Solution





Die Dashboards von Ganttplan Analytics und Confirmation bieten einen Überblick über Kennzahlen und Reports.

Bild: © Gorodenkoff/stock.adobe.com, Dualis IT Solution

entwickeln wird. Deshalb reicht es nicht, einmalig gute Daten zu haben. Die Planung muss kontinuierlich mit der Realität abgeglichen und angepasst werden“, erläutert Dr. Kirsten Hoffmann.

Eine versionierte Speicherung von Planständen und deren Veränderungen macht Muster und systematische Abweichungen sichtbar. In Kombination mit Ist-Rückmeldungen lässt sich beantworten, wo die Produktion vom Plan abweicht, welche Vorgänge länger dauern, wie häufig umgeplant wird und wo Engpässe entstehen.

Die Lücke zwischen Planung und Realität schließen

Mit Ganttplan Analytics verfolgt Dualis einen bewusst pragmatischen Ansatz. Das Tool verbindet systematisch Planung mit realer Ausführung. Es analysiert und visualisiert das Verhältnis zwischen Planung und tatsächlicher Umsetzung. Damit entsteht eine belastbare Datengrundlage, auf der sich Planungsverläufe, Abweichungen und Trends auswerten lassen. Der Mehrwert liegt in der Perspektive: Planung wird nicht mehr nur als momentaner Soll-Zustand betrachtet, sondern als Prozess, dessen Qualität sich

über die Zeit bewerten lässt. Unternehmen erkennen, wie stabil die Planung war, wie häufig umgeplant wurde und wo Annahmen von der Realität abweichen.

„Es reicht nicht, einmalig gute Daten zu haben. Die Planung muss kontinuierlich mit der Realität abgeglichen und angepasst werden.“

DR. KIRSTEN HOFFMANN, DUALIS IT SOLUTION

Der Nutzen von Ganttplan Analytics zeigt sich auf verschiedenen Ebenen. Kennzahlen, Reports und Dashboards schaffen Transparenz über Durchlaufzeiten, Bestände, Termintreue und Engpässe. Auf Basis historischer Daten lassen sich realistischere Prognosen für die Vorgangsdauer, Liefertermine oder Risiken entwickeln.

Mittelfristiges Zielbild: ein lernender Planungs-Workflow

Das mittelfristige Zielbild ist kein radikaler Bruch mit bestehenden Ansätzen, sondern

ein lernender Workflow. Am Anfang stehen belastbare Daten und eine konsistente Historisierung. Darauf aufbauend entsteht Transparenz über Abweichungen zwischen Planung und Realität. Im nächsten Schritt werden daraus Prognosen und Risikoeinschätzungen. Anschließend unterstützen Assistenzsysteme bei der Ableitung von Handlungsoptionen.

Der Mensch bleibt dabei bewusst im Zentrum: Er bewertet, priorisiert und entscheidet. Erst dieser kontinuierliche Feedback-Loop macht Produktionsplanung wirklich lernfähig. Erfahrungen aus der Umsetzung fließen systematisch zurück und verbessern zukünftige Planungen.

„Für Industrieunternehmen zählen künftig belastbarere Pläne, stabilere Abläufe, realistischere Termine und schnellere Reaktionsfähigkeit. Diese Fähigkeiten entstehen durch die konsequente Verknüpfung von Planung und Realität“, ist Dr. Kirsten Hoffmann überzeugt. **SG**

ULRIKE PETER

ist Geschäftsführerin der PR-Agentur Punctum.

Konnektivität als Wettbewerbsvorteil

Weitläufige Produktionsgelände, tausende vernetzte Geräte, Prozesse, die keine Verzögerung tolerieren: Industrie 4.0 stellt wachsende Anforderungen an industrielle Konnektivität. Gleichzeitig steigt der Bedarf an Echtzeitdaten, automatisierten Abläufen und einer sicheren Vernetzung von Maschinen, Sensoren und Fahrzeugen. Die digitale Infrastruktur wird damit zunehmend zum strategischen Produktionsfaktor.

VON JENS HENSCHEL

Viele Unternehmen setzen dafür bislang auf WLAN, ergänzt durch kabelgebundene Verbindungen. Für zahlreiche Anwendungen ist das weiterhin eine sinnvolle Lösung. Mit zunehmender Automatisierung stoßen klassische Netzarchitekturen jedoch an Grenzen – insbesondere dort, wo große Flächen, hohe Mobilität und eine zuverlässige Echtzeitkommunikation gefragt

sind. Hier rücken private 5G-Campusnetze in den Fokus. Sie versprechen nicht nur mehr Leistung, sondern vor allem mehr Kontrolle über die eigene Kommunikationsinfrastruktur.

Exklusive Frequenzen, volle Kontrolle

Ein 5G-Campusnetze ist ein lokal betriebenes, nicht-öffentliches Mobilfunknetz, das ausschließlich einem Unternehmen oder

an einem Standort zur Verfügung steht. In Deutschland vergibt die Bundesnetzagentur dafür Frequenzen im Bereich von 3,7 bis 3,8 GHz. Der entscheidende Unterschied zu öffentlichen Mobilfunknetzen liegt in der Kontrolle: Unternehmen betreiben ihr Netz auf dem eigenen Gelände und bestimmen selbst über Kapazitäten, Prioritäten und Sicherheitsrichtlinien. Produktionskritische Anwendungen müssen sich ihre Ressourcen nicht mit externen Nutzern teilen. Gleichzeitig bleiben sensible Betriebs- und Produktionsdaten innerhalb der eigenen Infrastruktur. Besonders für Branchen mit hohen Datenschutz- und Compliance-Anforderungen ist das ein entscheidender Vorteil.

In diesen Bereichen spielt 5G seine Stärken aus

WLAN ist keineswegs eine veraltete Technologie. Für Büroarbeitsplätze, Verwaltungsgebäude oder viele Standardanwendungen erfüllt es weiterhin zuverlässig seinen Zweck. In industriellen Umgebun-

Industrie-4.0-Konzepte stellen wachsende Anforderungen an die industrielle Konnektivität.

Bild: Getty Images



gen ergeben sich jedoch zusätzliche Anforderungen: Produktionshallen, Außenflächen und Logistikbereiche stellen hohe Ansprüche an die Netzabdeckung und Stabilität. Hinzu kommen mobile Anwendungen wie fahrerlose Transportsysteme, autonome Fahrzeuge oder flexible Robotikzellen, die sich permanent durch das Werksgelände bewegen. Entscheidend ist nicht allein die verfügbare Bandbreite, sondern eine stabile und vorhersehbare Kommunikation.

5G-Campusnetze wurden genau für solche Szenarien entwickelt. Sie ermöglichen eine flächendeckende Versorgung großer Areale und erlauben es, unterschiedliche Anwendungen gezielt voneinander zu trennen. So können beispielsweise Maschinensteuerung, Sensorik und betriebliche Kommunikation in eigenen Netzsegmenten mit jeweils definierten Leistungsparametern betrieben werden. Die Integration von Edge-Computing ermöglicht zudem die lokale Verarbeitung kritischer Anwendungen in Echtzeit, vollständig unabhängig von externen Netzen. Eine einzelne 5G-Zelle kann bis zu eine Million Geräte steuern.

Campus-Netze: Use Cases aus der industriellen Praxis

Intralogistik: Wenn der Warenfluss sich selbst steuert. Vollautomatisierte Logistikbereiche setzen auf autonome Transportsysteme, die Routen eigenständig planen und den Warenfluss ohne manuellen Eingriff steuern. In Containerhäfen und Rangierbahnhöfen lassen sich Kräne, Transportmittel und Steuerungssysteme zentral koordinieren, um Lade- und Entladevorgänge reibungslos abzuwickeln.

Roboterassistierte Fertigung: Mehr Effizienz, weniger Stillstand. Roboterarme in modernen Produktionslinien sind hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Werden sie über ein 5G-Netz angesteuert, entfällt die störanfällige Verkabelung von Sensoren und Steuerungssystemen. Die kontinuierlich erfassten Betriebsdaten lassen sich für Predictive Maintenance nutzen: Verschleiß wird erkannt, bevor er zum Ausfall führt, ungeplante Stillstände werden seltener.

Brandschutz in Industrieanlagen: Sicherheit, die sich einfach vernetzen lässt. Großflächige Industrieanlagen und -parks unterliegen hohen Brandschutzanforderungen, die bislang eine aufwändige Verkabelung von Rauchmeldern, Wärmesensoren und



5G-Campusnetze versorgen größere Areale flächendeckend und dienen als Basis für automatisierte Prozesse und digitale Souveränität.

Bild: Axians Deutschland

Flammdetektoren mit Meldezentralen erforderten. Werden diese Melder mit batteriebetriebenen Sensoren ausgestattet, die über ein 5G-Campusnetz kommunizieren, entfällt diese Verkabelung vollständig. Geeignete Energiezellen halten die Detektoren mehrere Jahre betriebsbereit.

IM UNTERSCHIED ZU ÖFFENTLICHEN MOBILFUNKNETZEN BETREIBEN UNTERNEHMEN EIN 5G-CAMPUSNETZ AUF DEM EIGENEN GELÄNDE UND BESTIMMEN SELBST ÜBER KAPAZITÄTEN UND PRIORITÄTEN.

Praxisbeispiel: Industriepark mit 242 Hektar, drei Masten und ein Netz

Das Potenzial zeigt ein Chemie- und Industriepark mit rund 242 Hektar Fläche und mehreren Dutzenden ansässigen Unternehmen. Ziel war es, die bisherige Kommunikationsinfrastruktur aus WLAN- und Kabelverbindungen durch ein privates Mobilfunknetz zu ergänzen. Da das Gelände historisch industriell genutzt wurde und der Untergrund teilweise kontaminiert war, kamen modulare Leichtbau-Funkmasten zum Einsatz, die ohne aufwendige Fundamentarbeiten errichtet werden konnten.

Mit drei Funkmasten ließ sich das Areal flächendeckend mit 5G versorgen. Für die ansässigen Unternehmen entstand eine

gemeinsame Kommunikationsplattform für Maschinen, Anlagen und digitale Anwendungen. Als positiver Nebeneffekt verbesserte sich auch die öffentliche Mobilfunkversorgung im Umkreis. Gleichzeitig schafft die Infrastruktur die Grundlage für zukünftige Automatisierungsprojekte, etwa den Einsatz autonomer Fahrzeuge auf dem Werksgelände.

Infrastruktur für die Smart Factory von morgen

5G-Campusnetze sind kein Selbstzweck. Ihr Wert entsteht dort, wo Unternehmen Produktionsprozesse stärker digitalisieren, mobile Anwendungen integrieren oder Echtzeitdaten für Automatisierung und KI-gestützte Analysen nutzen wollen. Ob ein eigenes Netz wirtschaftlich sinnvoll ist, hängt dabei vom jeweiligen Anwendungsfall ab. Besonders interessant sind Campusnetze für große Werksgelände, hochautomatisierte Produktionsumgebungen oder Unternehmen mit hohen Anforderungen an Verfügbarkeit und Datensouveränität.

WLAN hat für bestimmte Anwendungen noch nicht ausgedient, doch 5G ist bei der Umsetzung von Industrie 4.0 die fortschrittlichere Technologie. Letztlich geht es um die Frage, welche Infrastruktur die Anforderungen der jeweiligen Produktion am zuverlässigsten unterstützt. Für viele Industrieunternehmen wird das private 5G-Netz gerade im Hinblick auf den KI-Einsatz zunehmend zu einem Baustein der Smart Factory.

SG

JENS HENSCHEL ist Business Unit Leiter Axians Sonderprojekte bei Axians Deutschland.



Professioneller Umgang mit ungeplanten Bedarfen infolge von Maschinenausfällen ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor.
Bild: Conrad Electronic

Strategien gegen den Stillstand

In der modernen industriellen Fertigung ist der plötzliche Maschinenstillstand das Schreckensszenario schlechthin. Während Konzerne oft über weitreichende Redundanzen verfügen, treffen ungeplante Ausfälle KMU besonders hart. Im dynamischen Umfeld der Industrie 4.0 ist die Fähigkeit, schnell auf unvorhersehbare Ereignisse zu reagieren, längst zu einem Wettbewerbsfaktor geworden. Wie produzierende Unternehmen ungeplante Bedarfe und Instandhaltungsrisiken beherrschen. **VON MICHAEL SCHLAGENHAUFER**

Jeder ungeplante Ausfall kostet Geld wie verschiedene Untersuchungen, beispielsweise der „Value of Reliability Report“, zeigen: 67 Prozent aller Industriebetriebe erleben mindestens einen ungeplanter Maschinenausfall pro Monat. Die wirtschaftlichen Folgen sind immens: Zieht sich ein solcher Stillstand über drei Tage, bedeutet dies im Durchschnitt einen Gewinnverlust von brutto 70.000 Euro für das betroffene Unternehmen.

Rechnet man hoch, was ein Maschinenstillstand die deutsche Wirtschaft insgesamt kostet, ergibt sich ein stolzes Minus von 147.000 Euro pro Stunde Ausfall. Zu den offensichtlichen Kosten wie entgangenen Deckungsbeiträgen und weiterlaufenden Fixkosten gesellen sich häufig unterschätzte Faktoren, wie Regressforderungen

bei Lieferverzug, anfallende Überstunden zur Nacharbeit, Strafzahlungen bei Nichteinhaltung von Lieferverträgen und eine langfristige Rufschädigung beim Kunden.

Proaktive Strategie statt Feuerwehr-Taktik

Lange Zeit dominierten zwei Strategien die Praxis. Doch beide stoßen an Grenzen. Die reaktive Wartung (Reactive Maintenance) bietet keinerlei Planbarkeit und ist in hochkomplexen, vernetzten Anlagen kaum noch tragbar. Die präventive Wartung (Preventive Maintenance) nach festen Intervallen wiederum führt oft dazu, dass Teile zu früh ausgetauscht werden, was die Wartungskosten unnötig aufbläht. Vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) kann den Unterschied machen:

Auf Basis von Echtzeitdaten, Sensoren und Algorithmen wird der optimale Wartungszeitpunkt präzise bestimmt. Stillstandzeiten verkürzen sich dadurch um 25 bis 30 Prozent.

In der Praxis haben sich drei Analysefelder als besonders effektiv erwiesen: Bei der Vibrationsanalyse überwachen Sensoren rotierende Bauteile wie Motoren oder Getriebe auf kleinste Unwuchten, um Lager Schäden vorzubeugen, bevor diese zum Ausfall führen. Bei der Infrarotanalyse identifizieren Wärmebildkameras Hotspots an Gelenken oder elektrischen Komponenten, die auf erhöhte Reibung oder Überlastung hindeuten. Und bei der Stromkreisüberwachung erkennen kommunikationsfähige Schutzschaltgeräte Überlastungen und ermöglichen volle Transparenz bis in den

Endstromkreis. Besonders für KMU mit älterem Maschinenpark bietet das „Retrofitting“, also das Nachrüsten bestehender Anlagen mit moderner Sensorik, einen kosteneffizienten Einstieg in die digitale Instandhaltung.

Die unsichtbare Gefahr im Einkauf

Trotz optimaler Wartungsstrategie kann ein Restrisiko nicht vollständig eliminiert werden: Ungeplante Bedarfe sind und bleiben nicht die Ausnahme, sondern die Regel. Die Ursachen sind vielfältig und oft systemisch: elektrisches Materialversagen, kurzfristige Konstruktionsänderungen durch geänderte Kundenanforderungen oder umweltbedingte Einflüsse wie Feuchtigkeit und Staub. Insbesondere KMU fehlt es in diesem Zusammenhang oft an organisatorischen Puffern oder flexiblen Beschaffungswegen. Verantwortliche agieren in Momenten des Stillstands unter extremem Stress. Wer dann keinen strategischen Plan für die Ad-hoc-Beschaffung in der Schublade hat, zahlt doppelt, nämlich für den Stillstand und für eine überhastete, unkoordinierte Materialbeschaffung. Ganzheitlich agierende Beschaffungspartner wie die Conrad Sourcing Plattform minimieren den Zeit- und Kostenstress bei unvorhergesehenen Maschinenstillständen durch schnelle und zuverlässige Lösungen.

TROTZ OPTIMALER WARTUNGS- STRATEGIE KANN EIN RESTRISIKO NICHT VOLLSTÄNDIG ELIMINIERT WERDEN: UNGEPLANTE BEDARFE SIND UND BLEIBEN DIE REGEL.

Strategischer Einkauf als Schutzschild

Moderner B2B-Einkauf muss Geschwindigkeit vor reine Kostenoptimierung stellen, wenn die Produktion steht. Um die Resilienz zu erhöhen, sind folgende Hebel entscheidend:

1. Gezielte Sicherheitsbestände: Mittels ABC-/XYZ-Analysen sollten kritische Komponenten mit langer Wiederbeschaffungszeit identifiziert werden. Eine Break-Even-Analyse hilft dabei, die jährlichen Lagerkosten gegen das Risiko eines Stillstands abzuwägen. Ist der potenzielle Schaden eines Ausfalls höher als die Lagerkosten, ist die Bevorratung wirtschaftlich zwingend.



Das Conrad-Whitepaper „Ungeplante Bedarfe“ steht kostenfrei zum Download unter www.conrad.de/schnell-reagieren-bereit.

Bild: © Success Media/stock.adobe.com, Illustration mit KI generiert

2. Second Sourcing: Die Abhängigkeit von einem einzigen Lieferanten („Single Sourcing“) stellt ein hohes Risiko dar. Unternehmen benötigen aktiv getestete Backup-Lieferanten und Partner mit weltweiter Verfügbarkeit, bei denen Konditionen und Eilprozesse bereits im Vorfeld geklärt sind.

3. Differenzierte Lieferstrategie: Während Rahmenverträge für planbare Bedarfe Kostenvorteile und Prozessentlastung bieten, sind Expresslieferungen das notwendige Werkzeug für den Ernstfall. Zwar liegen die Kosten für Eilbestellungen oft 30 bis 50 Prozent über dem Basispreis, doch im Vergleich zu fünfstelligen Stillstandskosten pro Stunde ist dies oft die wirtschaftlichere Wahl.

Der Notfallplan für den Ernstfall

Tritt der Ernstfall ein, entscheidet die Reaktionsgeschwindigkeit über das Ausmaß des Schadens. Ein strukturierter Fünf-Schritte-Plan sorgt für klare Abläufe:

Schritt 1 – Bedarfsanalyse: Welches Teil fehlt exakt? Welche Maschinen stehen still und welche Kundenaufträge sind gefährdet?

Schritt 2 – Interne Prüfung: Sind Bestände an anderen Lagerorten oder in Reserveprojekten verfügbar, die temporär umgewidmet werden können?

Schritt 3 – Expressbeschaffung: Sofortige Auslösung der Bestellung über vorab definierte Eilpfade und Lieferanten mit garantierter 24h-Lieferfähigkeit.

Schritt 4 – Kommunikation: Frühzeitige Information an Vertrieb und Kunden,

um Lieferverzögerungen transparent zu managen.

Schritt 5 – Ursachenanalyse: Warum versagte die Planung? Wie muss der Sicherheitsbestand oder die Wartung angepasst werden?

Gezielte Investition in Resilienz

Wer heute in die Transparenz seiner Anlagen und in belastbare Partnerschaften mit Beschaffungsplattformen investiert, gewinnt genau die Reaktionsgeschwindigkeit, die im Ernstfall den Unterschied zwischen einem kurzen Stopp und einer existenziellen Krise macht. Am Ende geht es nicht darum, jeden Ausfall zu verhindern, sondern im entscheidenden Moment schneller, klarer und gezielter handeln zu können als der Wettbewerb. **SG**

MICHAEL SCHLAGENHAUFER

ist Senior Director Product & Procurement, Core Electronics bei Conrad Electronic.



Viele Werkzeuge, ein digitaler CNC-Fertigungsprozess

Ob Aluminium, Werkzeugstahl, Messing oder Plexiglas: Die Palette der verarbeiteten Materialien ist bei Henkel Modellbau ebenso breit wie das Portfolio an individuell CNC-gefertigten Produkten. Diese Vielfalt bewältigt der mittelständische Hersteller mit Spezialisten und den neuesten technischen Möglichkeiten. Zuletzt hat das Unternehmen mit der Software-Plattform von Evomecs einen digitalen CNC-Fertigungsprozess implementiert. **VON BENJAMIN NEUBAUER**

Von der Lohnfertigung unterschiedlicher Teile bis hin zur Konstruktion und Fertigung komplexer Werkzeuge und ganzer Baugruppen: Henkel Modellbau im hessischen Biedenkopf deckt branchenübergreifend ein breites Leistungsspektrum ab. Damit steht das 1959 gegründete Unternehmen beispielhaft für die Stärken spezialisierter Mittelständler – und auch für die charakteristischen Herausforderungen, vor denen sie heute stehen.

Auf die Frage nach seinem Erfolgsrezept antwortet Geschäftsführer Christoph Henkel: „Wir setzen konsequent auf ein hochqualifiziertes Team und modernste Technologien.“ Das bedeutet, dass der Hersteller auch alle Möglichkeiten der Digitalisierung ausschöpft – nicht um Mitarbeiter an den Maschinen zu ersetzen, sondern um sie zu entlasten und dennoch die am Markt geforderten hohen Qualitätsstandards effizient und nachhaltig sicherzustellen. Schon 1988 führte Henkel ein CAD-System ein. Heute sind in der Fertigung eine übergeordnete ERP-Software sowie CNC-, CAD- und CAM-Systeme implementiert.

Neue Potenziale bei der Digitalisierung von Fertigungsprozessen

Auf der Suche nach weiteren Potenzialen bei der Digitalisierung von Fertigungsprozessen rückte zuletzt das Management der Bearbeitungswerkzeuge in den Fokus. Das Thema ist für Henkel besonders relevant, denn zentrale Säulen im Portfolio sind zum einen die Herstellung unterschiedlichster Modelleinrichtungen für den Stahl-, Alu- und Grauguss sowie Polymerbeton und zum anderen die Bearbeitung von Kontur- und Maschinenbauteilen. „Wir haben es also mit einem riesigen Mix an unter-

schiedlichen Materialien und Produkten zu tun“, bringt der Geschäftsführer die Situation auf den Punkt. „Das heißt, wir benötigen auch sehr viele unterschiedliche Werkzeuge inklusive der jeweiligen Prozessparameter.“

Im Betriebsalltag war diese Vielfalt nicht immer einfach zu handhaben. Denn auch bei größter manueller Sorgfalt ließ sich nicht immer genau bestimmen, wo gerade welches Werkzeug im Einsatz ist und wo es als Nächstes gebraucht wird. Deshalb führte Henkel schon vor einigen Jahren ein Tool-Management-System ein, das heißt ein digital unterstütztes Schranksystem zur Werkzeugverwaltung. Trotzdem ging immer wieder Produktionszeit verloren, und Werkzeuge mussten teils doppelt vorgehalten werden. Ein weiterer Ansatzpunkt für mögliche Verbesserungen im Fertigungsprozess waren darüber hinaus die Fehlerpotenziale durch manuelle Eingaben, die sich bei einer so stark ausdifferenzierten Produktpalette naturgemäß ergeben.

Prozessoptimierung durch Business Intelligence

Geschäftsführer Christoph Henkel kommentiert die damalige Situation so: „Zu viel Such-, Rüst- und Einrichtaufwand.“ Sein Ziel bestand daher darin, den Fertigungsprozess bei Henkel insgesamt transparenter und schlanker zu gestalten. Konkret erhoffte sich der Unternehmensleiter dadurch Antworten auf Fragen wie: Welche Aufträge verursachen besonders viel Aufwand – und warum? Wo entstehen Leerlaufzeiten – und wie lassen sie sich vermeiden? Wie nutzen wir unsere Werkzeuge tatsächlich – und wo verschwenden wir Ressourcen? Wie lassen sich Rüstzeiten optimieren? Wie können wir besser planen?

Das Management der Bearbeitungswerkzeuge unterstützt die Digitalisierung des Fertigungsprozesses.





Bei Henkel Modellbau entsteht ein breites Spektrum CNC-gefertigter Produkte.
Bilder: Evomecs

Eine geeignete Software beantwortet solche Fragen durch Business Intelligence, indem sie Rohdaten aus der Produktion automatisiert in Echtzeit zusammenführt, strukturiert, vernetzt und verständlich aufbereitet. Aus Maschinendaten, Werkzeugverbräuchen, Auftragszeiten und CAM-Informationen wird so ein transparentes Lagebild. Damit entsteht eine objektive Basis für belastbare Entscheidungen. Das bedeutet im Einzelnen zum Beispiel: mehr Transparenz in der Planung, ein besseres Verständnis für den eigenen Betrieb und neue Ansatzpunkte für gezielte Prozessoptimierungen.

Entscheidung für die Softwareplattform von Evomecs

Auf der Suche nach der besten Lösung hatten Christoph Henkel und seine Kollegen von Anfang an auch den Anbieter Evomecs im Auge. Ein Mitarbeiter kannte den in München ansässigen Software-Anbieter bereits von früher und hatte gute Erfahrungen gemacht. „Das war natürlich ein Vertrauensvorschuss“, räumt Christoph Henkel ein. Die Entscheidung für die Softwareplattform von Evomecs fiel trotzdem erst nach einem detaillierten Auswahlprozess.

Die Software ist eine modular aufgebaute Suite. Sie verbindet dabei alle entscheidenden Bereiche der CNC-Fertigung – vom Auftrag über NC-Daten, Werkzeuge und Lagerbestände bis hin zu Maschinen, Robotik, Qualitätssicherung und Montage – auf einer übergreifenden Plattform und macht sie als durchgängigen Prozess nutzbar. So entsteht eine digitale Umgebung, die Wissen im Prozess transparent erschließt, Routinetätigkeiten reduziert und den Shopfloor spürbar entlastet. Insbesondere kleinere und mittelständische Unternehmen können damit ihre Prozessstabilität und Wirtschaftlichkeit verbessern und so den branchenspezifischen Herausforderungen in der Zerspaltung wirkungsvoll und zukunftsicher begegnen.

Konkrete Anwendung bei Henkel

Drei Merkmale bei der Auswahl waren für Henkel Modellbau besonders relevant: die Schnittdatenverwaltung für viele verschiedene Werkstoffe, die Such- und Rüstzeitverkürzung (um damit Laufzeiten der NC-Maschinen zu optimieren und die parallele Bedienung mehrerer Maschinen zu ermöglichen) sowie die Schnittstelle zum ERP-System. Diese erlaubt die effiziente Übergabe der Stücklisteninformationen und der Auftragsstruktur zwischen dem



Die Softwareplattform von Evomecs verbindet alle wichtigen Bereiche der CNC-Fertigung und ermöglicht einen durchgängigen Prozess.

weiterhin führenden ERP-System und der Softwareplattform. Alle Fertigungsschritte sind damit ohne Medienbrüche miteinander vernetzt. Das Ergebnis ist ein garantiert geschlossener digitaler CNC-Prozess mit einem durchgängigen Datenfluss.

Gleichzeitig steht auch eine einheitliche Werkzeug-Bibliothek zur Verfügung, die die Datenbanken aus den beiden CAM-Systemen zusammenführt und synchronisiert. Damit ist das jeweils benötigte Werkzeug immer sofort verfügbar. Die entsprechenden Werkzeugdaten können – wie auch die Messtemplates und die Programme – direkt in die Steuerung übernommen werden. Außerdem profitieren die Mitarbeiter nun von übersichtlich vorstrukturierten Arbeitsschritten.

Angesichts dieser Vorteile war auch die anfängliche Skepsis der Mitarbeiter gegenüber der neuen Softwareplattform schnell verflogen. Dabei zahlte sich auch aus, dass die Implementierung bewusst schrittweise erfolgte. „So konnten wir bei Bedarf gemeinsam schnell nachjustieren“, lobt Christoph Henkel die Zusammenarbeit mit Evomecs. Und nicht zuletzt bietet diese Herangehensweise auch Potenzial für künftige Anpassungen und Skalierungen. So wollen Henkel Modellbau und Evomecs als nächstes die Themen Rückmeldewesen und Maschinenzeiterfassung angehen.



BENJAMIN NEUBAUER

ist Geschäftsführer von Evomecs.

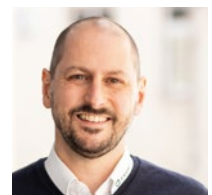
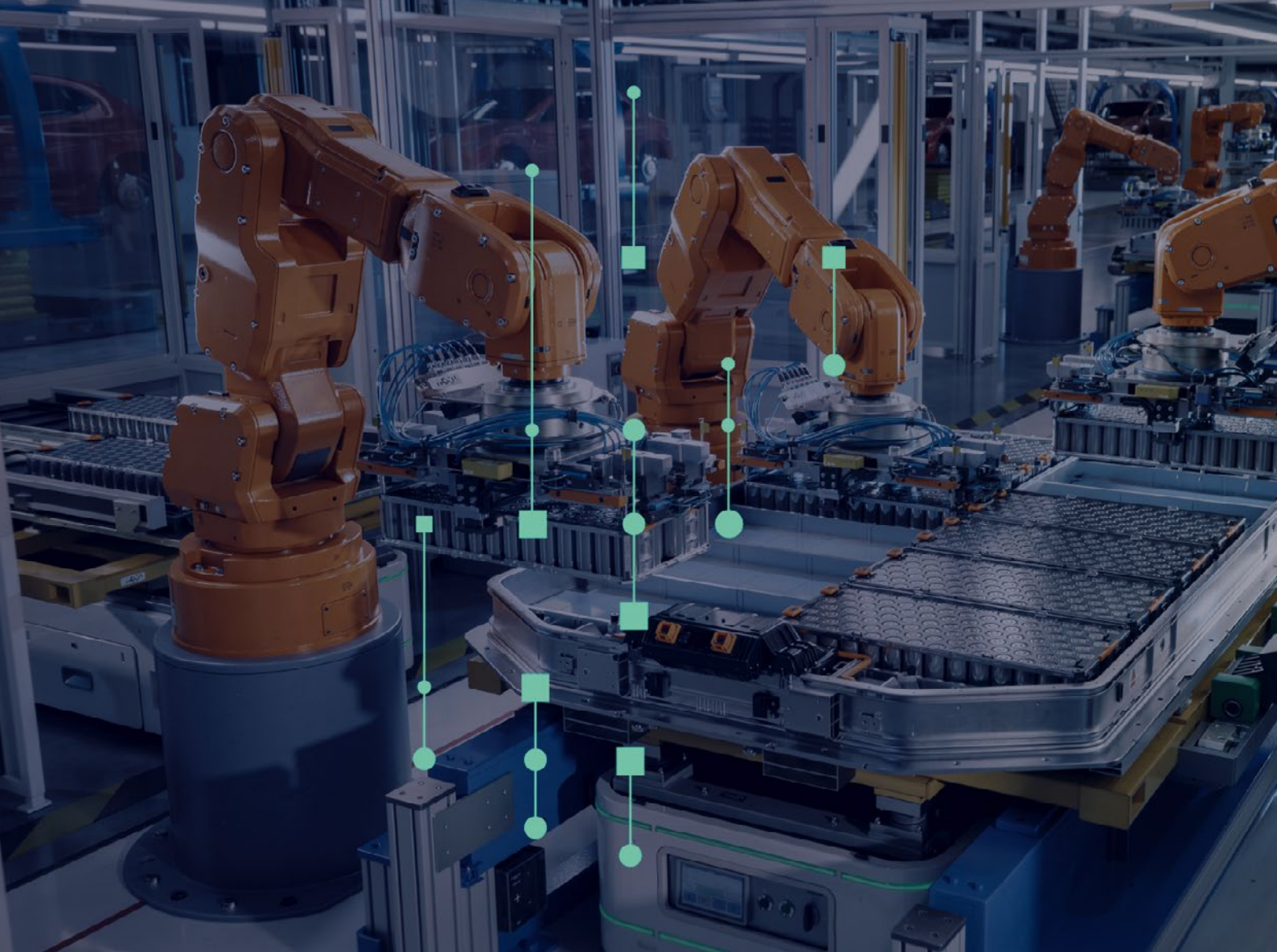


Bild: Evomecs



Der nächste industrielle Wendepunkt: Software-Defined Systems

Fabriken werden künftig softwaredefiniert. Ähnlich wie moderne Fahrzeuge lassen sich auch Produktionsanlagen kontinuierlich per Software weiterentwickeln. Software-Defined Systems verbinden hierfür Operations Software, Automatisierung, Daten und industrielle KI zu einer Produktionsumgebung, die sich flexibel an neue Anforderungen anpassen kann.

VON MARK HINDSBO

Software-Defined Systems verbindet Software, Automatisierung, Daten und industrielle KI für eine vernetzte und flexible Produktion.

Bilder: Siemens

Die Zielsetzungen: Veränderungen lassen sich schneller umsetzen, Prozesse kontinuierlich optimieren und Innovationen deutlich einfacher in die Fertigung integrieren und Innovationen schneller in die Produktion überführen.

Zwei Bausteine einer softwaredefinierten Produktion

Software-Defined Systems beruhen auf zwei eng miteinander verzahnten Bausteinen. Software-Defined Automation macht Produktionsanlagen flexibler und anpassungsfähiger. Funktionen und Abläufe werden von der Hardware entkoppelt und lassen sich per Software aktualisieren und optimieren, sodass neue Produkte oder Varianten schneller in die Fertigung integriert werden können. Software-Defined Products übertragen dieses Prinzip auf die Produkte selbst. Sie bleiben über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg erweiterbar und können durch Software kontinuierlich um neue Funktionen ergänzt werden.

INDUSTRIELLE KI LIEFERT DIE INTELLIGENZ, UM DIE OPERATIVEN DATEN ZU ANALYSIEREN UND DARAUS UMSETZBARE ERKENNTNISSE ZU GEWINNEN.

Operations Software – das digitale Rückgrat der Produktion

Ähnlich wie beim modernen Fahrzeug entfalten neue Softwarefunktionen erst im Zusammenspiel aller Systeme ihren Nutzen, was auch für Software-Defined Systems gilt. Erst wenn Engineering, Automatisierung und Produktion nahtlos zusammenarbeiten, entsteht eine durchgängig softwaredefinierte Fertigung. Genau diese Verbindung schafft die Operations Software.

**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

DIGITALMANUFACTURING

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

Ein Auto erhält Wochen nach der Auslieferung per Software-Update neue Funktionen – ganz ohne Werkstattbesuch. Was bei modernen Fahrzeugen längst selbstverständlich ist, hält nun auch Einzug in die industrielle Fertigung. So werden Produktionsanlagen zunehmend softwaredefiniert: Sie lassen sich flexibel an neue Produkte, Prozesse und Marktanforderungen anpassen, ohne dass dafür jedes Mal aufwendige Umbauten erforderlich sind.

Diese Fähigkeit zur schnellen Anpassung von Produktionsanlagen wird für die Industrie immer wichtiger. Kürzere Produktlebenszyklen, volatile Märkte und geopolitische Unsicherheiten erhöhen den Anpassungsdruck. Produktionssysteme müssen heute schneller auf Veränderungen reagieren, neue Produkte zügig einführen und auch kleinere Losgrößen wirtschaftlich fertigen können.

Möglich wird dieser Wandel durch Software-Defined Systems (SDS). Dahinter steht ein ganzheitlicher Ansatz, der Produktion und Produkte enger miteinander vernetzt.

Die industrielle KI bietet Zuverlässigkeit, Sicherheit und Präzision, die in der Fertigungsumgebung erforderlich sind.

Industrielle Konnektivität – bereit für KI



Sie bildet die gemeinsame Informations- und Datenbasis für Engineering, Automatisierung und Produktion. Informationen stehen über den gesamten Lebenszyklus hinweg in Echtzeit zur Verfügung und ermöglichen durchgängige Prozesse – von der Planung bis in den laufenden Betrieb.

Statt isolierter Einzellösungen entsteht ein durchgängiger Informationsfluss, der alle Bereiche miteinander verbindet. Änderungen an Produkten oder Prozessen lassen sich dadurch schneller umsetzen und flexibel in die Fertigung integrieren. Wird ein Produkt geändert oder eine neue Variante eingeführt, ermöglicht es die Operations Software, dass die Anpassung automatisch bis in die Fertigung durchgereicht wird – von den Arbeitsplänen über die Maschinenparameter bis zur Qualitätsprüfung. Gemeinsam mit dem digitalen Zwilling

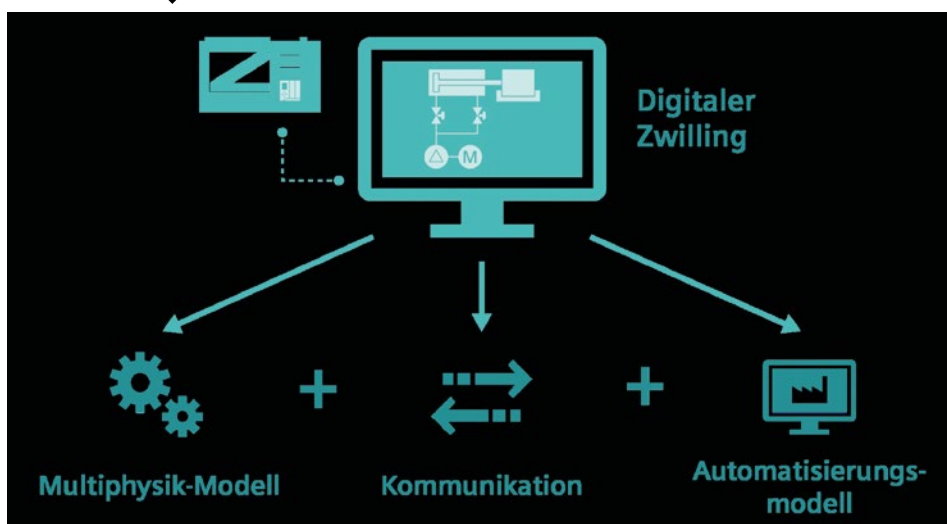
und industrieller KI bildet die Operations Software die Grundlage für eine vernetzte Produktion, in der Prozesse kontinuierlich optimiert und neue Anforderungen schneller umgesetzt werden können.

Digitaler Zwilling im Zusammenspiel mit industrieller KI

Der digitale Zwilling erweitert die Operations Software um eine virtuelle Ebene. Produkte, Anlagen und Prozesse lassen sich realitätsnah simulieren, testen und optimieren, bevor Änderungen in der Produktion umgesetzt werden. Simulationsergebnisse fließen direkt in den Betrieb ein, während Produktionsdaten den digitalen Zwilling kontinuierlich aktualisieren. So entsteht ein durchgängiger Informationsfluss zwischen virtueller und realer Welt, der Optimierungspotenziale frühzeitig sichtbar macht.

Auf dieser Datenbasis setzt die industrielle KI auf. Sie analysiert Zusammenhänge, erkennt Optimierungspotenziale und unterstützt fundierte Entscheidungen – von der Produktionsplanung bis zur laufenden Optimierung. Anders als generative KI basiert sie auf realen Betriebsdaten und

Digital-Twin-Simulationen werden in die Betriebssoftware zurückgeführt, um eine geschlossene Rückkopplungsschleife zwischen der digitalen und der physischen Welt zu schaffen.



SOFTWARE-DEFINED SYSTEMS (SDS): INDUSTRIE WIRD SOFTWAREDEFINIERT

Mit Software-Defined Systems (SDS) überträgt Siemens bewährte Prinzipien aus der IT auf die industrielle Welt. Funktionen werden dabei zunehmend von der zugrunde liegenden Hardware entkoppelt und können flexibel per Software erweitert, aktualisiert und verwaltet werden. Ziel ist es, Produkte und Produktionssysteme schneller an neue Anforderungen anzupassen und kontinuierlich weiterzuentwickeln. SDS verbindet IT- und OT-Welten, nutzt digitale Zwillinge und künstliche Intelligenz und schafft die Basis für eine agile, datengetriebene Fertigung.

arbeitet innerhalb klar definierter technischer und sicherheitsrelevanter Rahmenbedingungen. Was bei modernen Fahrzeugen längst selbstverständlich ist – neue Funktionen und Verbesserungen per Software zu erhalten –, wird damit auch in der Industrie Realität. Fabriken entwickeln sich über ihren gesamten Lebenszyklus weiter und können sich schneller an neue Anforderungen anpassen. Genau das macht Software-Defined Systems zum nächsten Entwicklungsschritt der industriellen Fertigung. **SG**

MARK HINDSBO ist Leiter Operations Software bei Siemens Digital Industries.



Bild: Siemens

Alles perfekt verschaltet

Wo sich mehr Logistikfläche nicht herzaubern lässt, sind andere Künste gefragt – so auch bei der HIK GmbH aus Oberzent. Gemeinsam projiziert durch Linde Material Handling und seinem Netzwerkpartner entstand am hessischen Hauptstandort nicht nur das derzeit höchste per mobiler Automatisierung bediente Hochregallager Europas; dank modernster FTS-Lösungen und intelligent verzahnter Softwaresysteme profitiert der Spezialist für Kabelkonfektion, Baugruppenfertigung & Schaltschrankbau außerdem von maximaler Prozesssicherheit. **VON LOUIS VIEIRA**

In Lösungen denken, nicht in Einzelteilen. Dieses Mindset zieht sich wie ein roter Faden (oder in diesem Fall besser „ein rotes Kabel“) durch das Leistungsportfolio der HIK GmbH. Denn das Industrieunternehmen mit Hauptsitz in Oberzent fertigt und verkauft seit über 40 Jahren Lösungen aus den Bereichen Elektronik und Mechatronik. Hier, zirka eine Autostunde östlich von Mannheim, entstehen maßgefertigte Schaltschränke, steckfertige Baugruppen und vor allem individuell konfektionierte, teils hochkomplexe Kabelbäume. Ein klassischer Hidden Champion also, dessen Produkte man eher selten zu

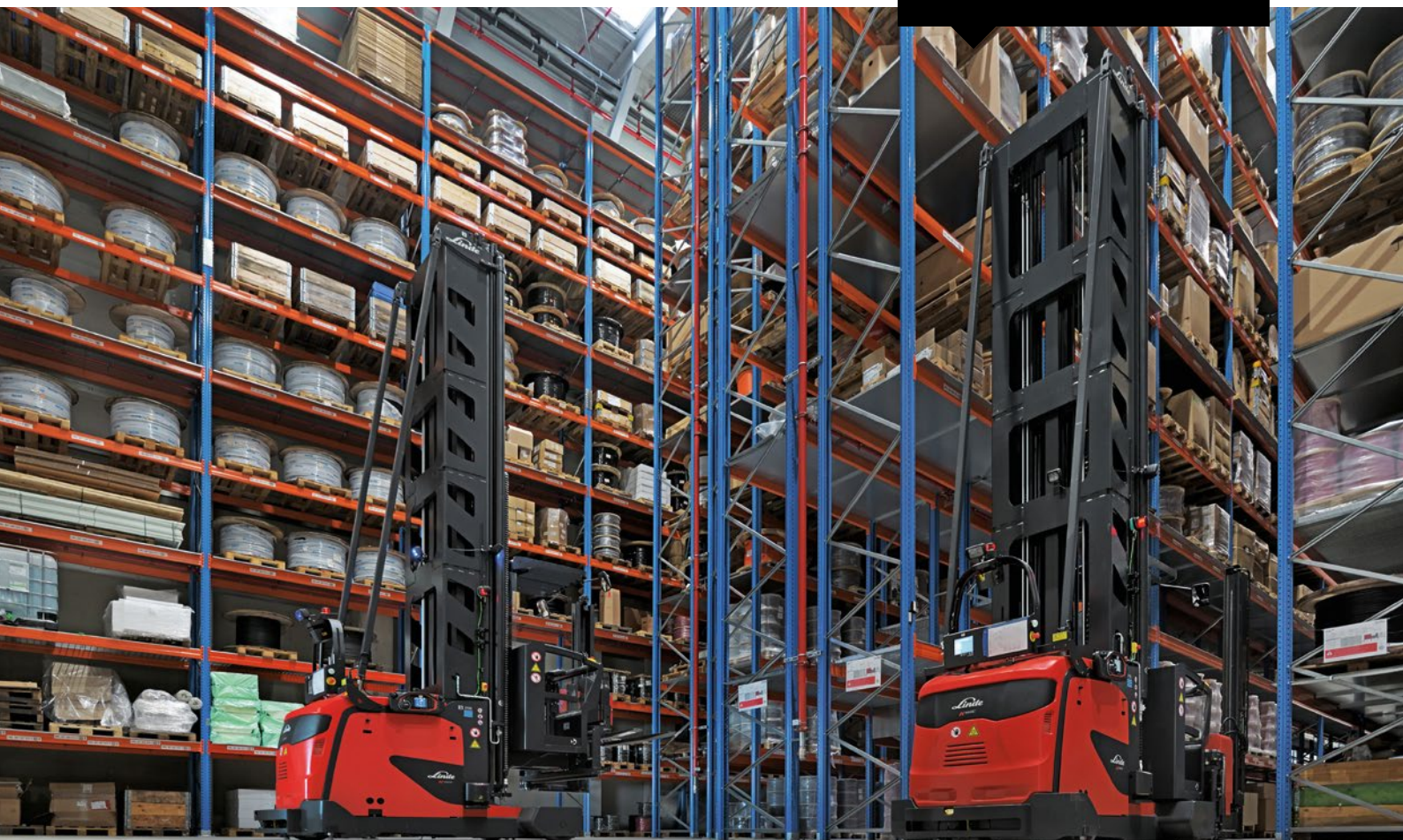
Gesicht bekommt – ohne die aber in Branchen wie der Autoindustrie über Medizintechnik bis hin zum Maschinenbau ziemlich wenig „fließen“ würde. „Wir liefern unsere Produkte und Systemlösungen inzwischen an rund 250 Kunden in 15 Ländern“, sagt Berthold Brentrup, Gesellschafter des international gefragten Technologiepartners.

Allround-Kompetenz als Kernanforderung

In Lösungen denken, nicht in Einzelteilen: Als es bei HIK um die Reorganisation der Intralogistik ging, stand für die Verantwortlichen von vornherein fest, dass dieses

Leitmotto auch in diesem Bereich greifen sollte. „Unser Schmerzpunkt war, mit dem vorhandenen Platzangebot auszukommen. Wir konnten am Standort keine weiteren Freiflächen erwerben. Also blieb uns nur der Weg nach oben“, berichtet HIK-Logistikchef Marvin Adolf. Das anvisierte Hochregallager war aber nur ein Teil des Projekts. „In unserem Lastenheft standen zudem die komplette Automatisierung inklusive passender Geräte sowie die nahtlose Software-Anbindung an unser hauseige-

Die Bedienung des Hochregals übernehmen zwei automatisierte Kombi-Schlangstapler vom Typ Linde K-Matic.





Das Linde Warehouse-Management-System ist stets über die Lagerplatzsituation im Hochregal im Bilde.

nes ERP-System.“ Mit anderen Worten: Man suchte bei HIK nach einem Partner, der ein Gesamtprojekt mit einem ganzheitlichen Ansatz umsetzen kann. „Linde MH lieferte im Auswahlprozess die besten Argumente – somit war die Investitionsentscheidung am Ende eindeutig“, erzählt Marvin Adolf im Gespräch.

Höchstleistung bis in die kleinsten Details

Auf dem Weg nach Oberzent fällt schon von Weitem der rechteckige Bau ins Auge, der sich am südlichen Rand des Stadtteils Beerfelden 17 Meter in den Himmel reckt. „Wir haben für unseren Kunden am Standort das derzeit höchste Hochregallager Europas realisiert, das durch mobile Automatisierungstechnologie bedient wird – mit allem Drum und Dran“, sagt Nick Sittinger, Projektmanager beim Linde MH-Netzwerkpartner, stolz. „Von Bodenarbeiten über Leitdrahtverlegung bis hin zum Regalaufbau.“ Eine besondere Herausforderung hätten dabei die Brandschutzanforderungen des Sachschuttsversicherers gespielt: „Dafür entwickelten wir zum Beispiel spezielle Wärmestableche für die Regalkonstruktion. Außerdem mussten wir uns eng mit dem Sprinkleranlagenbauer abstimmen, um die verschiedenen Gewerke optimal zu verbinden“, berichtet Sittinger – und

ergänzt: „Alles in allem stehen hier und in den angebundenen kleineren Hallen rund 3.000 Palettenstellplätze zur Verfügung. Aus dem gegebenen Platz wurde das Maximum für HIK herausgeholt.“ Heute erfolgt in der Hauptlagerhalle die vollautomatisierte Ein- und Auslagerung von Produktionsmaterial und Fertigprodukten.

Hardware als Basis, Software als Enabler

Die Bedienung des Hochregals übernehmen zwei automatisierte Kombi-Schmalgangstapler vom Typ Linde K-Matic, die in Regalebene bis 14 Metern Höhe Paletten zuverlässig ein- und auslagern. Außerdem vor Ort: ein automatisierter Hochhubwagen Linde L-Matic HD in der Verladehalle sowie ein weiterer Linde L-Matic für die Ver- und Entsorgung der Produktion – allesamt ausgerüstet mit modernsten und redundanten Sicherheitsassistenzsystemen.



Wir konnten am Standort keine weiteren Freiflächen erwerben. Also blieb uns nur der Weg nach oben.“

MARVIN ADOLF

Damit diese vier Hardware-Komponenten perfekt orchestriert zusammenspielen und das maximale Potenzial ausschöpfen können, war natürlich auch softwareseitig eine intelligente Strategie gefragt. „Wir hatten bereits ein hauseigenes ERP-System, benötigten aber für die Automatisierung noch eine Warehouse-Management-Lösung. Uns war es besonders wichtig, dass beide Systeme optimal miteinander interagieren und sämtliche Warenbewegungen in beiden Applikationen abgebildet werden“, unterstreicht Hermann Nachtigal, Director IT & Processes bei HIK. In der Folge entwickelte man gemeinsam mit Linde MH und seinem Netzwerkpartner eine maßgeschneiderte Schnittstelle zwischen der proprietären HIK-Lösung und dem neu implementierten Linde Warehouse-Management-System. „Die Zusammenarbeit mit dem Projektteam hat auch hier hervorragend geklappt – man spürt einfach, dass da viel Erfahrung und Prozesswissen im Spiel ist“, berichtet der HIK IT-Chef.

Ein Rädchen greift ins andere

Seit dem finalen Go-live im September 2025 sind die intralogistischen Prozesse bei HIK nun wortwörtlich zum Selbstläufer geworden, was der Blick auf die Details der Materialflüsse bestätigt. Beispiel Wareneingang: Kommt palettiertes Material per

LKW an, wird es zunächst händisch entladen und durch die Beschäftigten im ERP-System vereinnahmt. Die Informationen – Art der Ware, Menge, Dimensionen des Ladungsträgers etc. – fließen dann an das Linde Warehouse-Management-System, welches über den Linde Robot Manager wiederum den Fahrauftrag für die automatisierten Geräte initiiert. Nun tritt der Linde L-Matic HD auf den Plan. Er transportiert die Güter vom Übergabepunkt zum Hochregallager, wo dann die Einlagerung durch die Linde K-Matic in einem automatisch zugewiesenen Regalfach erfolgt.

Wie die Versorgung der Produktion funktioniert, erläutert HIK IT-Leiter Hermann Nachtigal: „Wir übertragen an das Linde Warehouse-Management-System täglich eine auftragsbezogene Liste an Produktionsmaterial, das wir tags darauf in der Fertigung benötigen. Die Komponenten werden dann von den Linde K-Matic priorisiert ausgelagert und durch den zweiten Linde L-Matic zur Produktion transportiert. Natürlich gibt es auch Fälle, in denen Ware direkt vom Wareneingang in die Fertigung muss. Das ist dank der vernetzten Systeme ebenfalls möglich.“

Das Ergebnis kann sich sehen und messen lassen

Für HIK bringt die ganzheitliche Intralogistik-Lösung gleich mehrere Vorteile: Dank einer Verfügbarkeit der automatisierten

Geräte von nahezu 100 Prozent kann das Unternehmen kontinuierlich produzieren, ohne Beschäftigte mit wiederkehrenden Transportaufgaben zu belasten; da der zwischen Hochregallager und Produktion verkehrende Linde L-Matic auch fertige Ware abtransportiert, lassen sich außerdem Leerfahrten vermeiden. Ein weiterer Pluspunkt liegt darin, dass der aktuelle

”

Wir haben für unseren Kunden am Standort das derzeit höchste Hochregallager Europas realisiert, das durch mobile Automatisierungstechnologie bedient wird.“

NICK SITTINGER

Warenbestand über den gesamten automatisierten Prozess mitgeführt wird. Ab dem Zeitpunkt der Einbuchung weiß HIK, wo sich welche Güter in welcher Menge befinden. „Die Kollegen in der Produktion können zum Beispiel einzelne Materialeinheiten von einer ausgelagerten Palette entnehmen und das per Terminal im ERP-System quittieren. Diese Info landet dann immer parallel auch im Linde Warehouse-Management-System,

welches stets über die Lagerplatzsituation im Hochregal im Bilde ist und die Plätze entsprechend zuweist“, bringt es IT-Chef Hermann Nachtigal auf den Punkt. Heißt: Dank der intelligent verzahnten Systeme ist ein kontinuierlicher Informationsfluss gegeben – ganz ohne aufwendiges Labeling von Waren oder Paletten.

Wenn's passt, dann passt's

Stand Januar 2026 arbeitet HIK in Oberzent im überschneidenden Zweischichtbetrieb von 6 bis 22 Uhr. Durch die neue Automatisierungslösung habe man, so Logistikleiter Marvin Adolf, die perfekten Voraussetzungen für die Erweiterung des Schichtmodells geschaffen. Das liege nicht nur daran, dass die Beschäftigten umfassender durch das Projektteam geschult worden seien und bestens mit dem automatisierten Logistikkonzept zurechtkämen. Auch geräteseitig sei alles im grünen Bereich: „Die Linde K-Matic würden locker länger mit einer Ladung durchhalten – und die Linde L-Matic steuern ihre Ladestation selbstständig an, wenn sie gerade nicht gebraucht werden.“ Gesellschafter Berthold Brentrup resümiert zufrieden: „Wenn Auftraggeber und Logistikdienstleister in Lösungen denken statt in Einzelteilen, passt das einfach.“ **KF** 

LOUIS VIEIRA ist Head of Sales Automation & Intralogistics bei Linde MH.



Ein Hochhubwagen Linde L-Matic HD ist für die Ver- und Entsorgung der Produktion zuständig.

Bilder: Linde MH

Mit digitalen Methoden zum sicheren Lagerhochlauf

Simulation ist ein Schlüsselement der Planungsphase für die frühe Konzeptbewertung und detaillierte Layoutanalysen. In der Realisierungsphase ermöglicht Emulation zudem frühzeitige End-to-End-Tests der Warenprozesse unter realitätsnahen Bedingungen. Das WAMAS Emulation Center dient dabei als leistungsstarkes Testsystem: Kunden können Lagervorgänge flexibel variieren und optimieren, ohne in den laufenden Betrieb einzugreifen – für höchste Sicherheit.

VON PETER KANONIR UND BASTIAN SCHUMACHER

Simulation und Emulation sind unverzichtbare digitale Methoden einer zukunftsfähigen Intralogistik. Sie schaffen Planungssicherheit und verkürzen Projektlaufzeiten erheblich. Denn Erfahrungswerte oder einfache Berechnungen reichen oft nicht aus, um komplexe Lagerlösungen wirtschaftlich zu gestalten. Darüber hinaus sind Anpassungen beim Aufbau eines Warenlagers häufig mit Kosten und insbesondere mit Verzögerungen verbunden.

Deshalb leisten Simulations- und Emulationsmodelle von Warenlagern einen effektiven Lösungsbeitrag: Sie ermöglichen es, unterschiedliche Lagerkonzepte, Prozesse und Szenarien in kurzer Zeit virtuell zu testen und miteinander zu vergleichen. So können Lagerbetreiber fundiert entscheiden, welche Lagerlösung und Lagerstrategie die beste ist, und eine rasche Inbetriebnahme erreichen.

Simulation: Mit präzisen Analysen zur optimalen Lagerstrategie

Die Simulation ist ein zentrales Werkzeug in der Planungsphase. Materialflusssimulationen kommen sowohl in Form generischer Modelle für frühzeitige Konzeptvalidierungen als auch als detaillierte Modelle für präzise Layoutanalysen zum Einsatz. Der Fokus liegt auf Peak-Tagen und kritischen Szenarien, um Engpässe bereits während der Planung zu erkennen und Layout beziehungsweise Softwarestrategien entsprechend auslegen zu können.

SIMULATION IST EIN WICHTIGES SCHLÜSSELEMENT IN DER PLANUNGSPHASE UND DIENT DER FRÜHEN KONZEPTEBewERTUNG EBENSO WIE DER DETAILLIERTEN LAYOUTANALYSE.

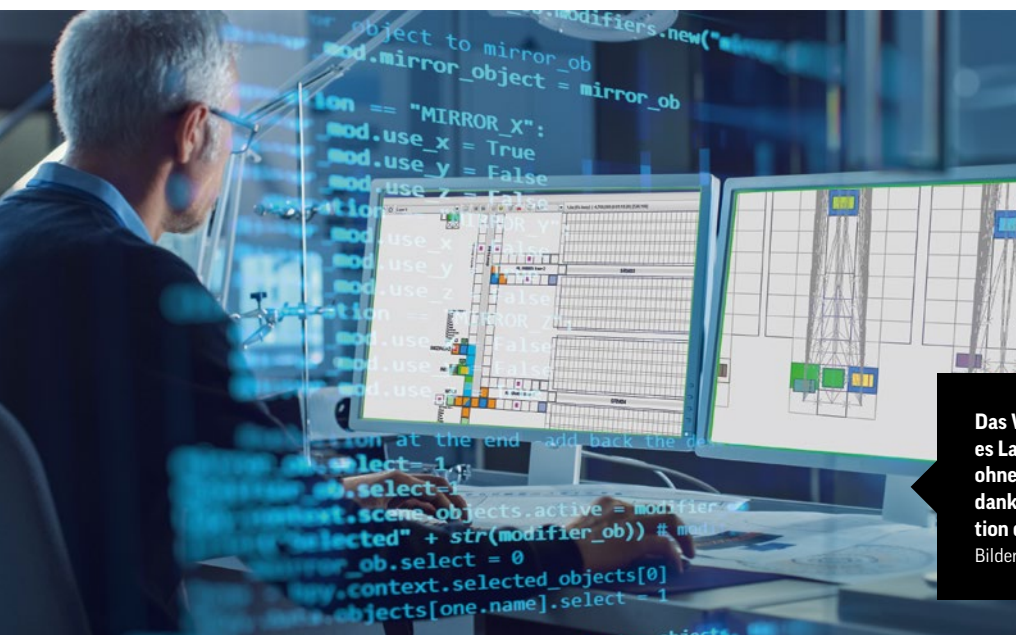
WAMAS EMULATION CENTER IST EIN TESTSYSTEM, DAS KUNDEN ERLAUBT, LAGERVORGÄNGE ZU VARIIEREN UND ZU TESTEN, OHNE IN DEN LAUFENDEN BETRIEB EINZUGREIFEN.

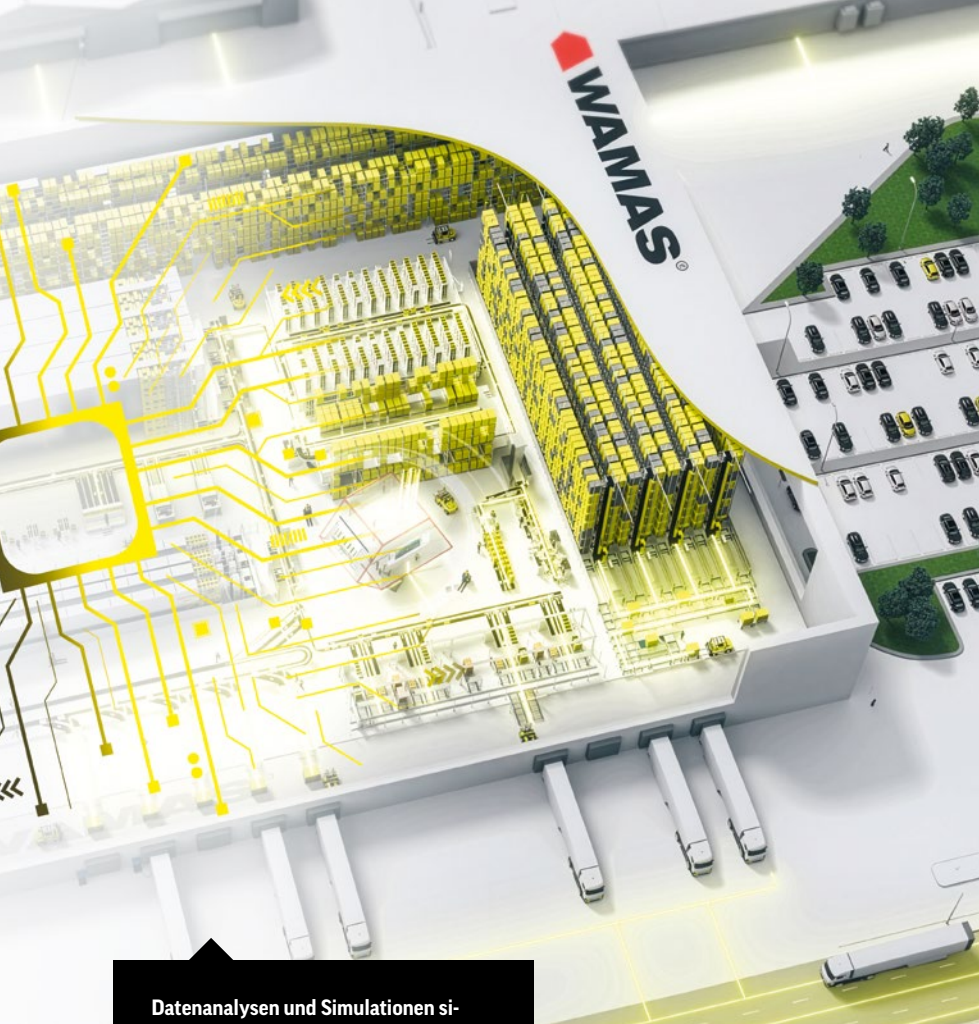
Voraussetzung für eine solide Planung ist, dass die logistischen Anforderungen der Kunden exakt verstanden werden. Der Einstieg in ein Projekt erfolgt daher mit einer fundierten Datenanalyse. Artikelstamm- und Auftragsdaten werden geprüft und Kennzahlen für den Materialfluss und die Auslegung der Lagerbereiche berechnet. Die prognostizierte Geschäftsentwicklung der Kunden fließt in diese Analyse ein. Artikel- und Auftragsstrukturen sowie auch Simulationsergebnisse werden über die grafische Plattform „LogiVision“ interaktiv visualisiert. Dies gewährleistet einen einheitlichen Informationsstand und ermöglicht es transparente Entscheidungen gemeinsam mit dem Kunden zu treffen.

Simulation trifft Emulation: Sicher in die Praxis

Diese Erkenntnisse aus der Datenanalyse werden in ein Layout überführt. Aufbauend darauf werden Simulationsmodelle erstellt:

Das WAMAS Emulation Center ermöglicht es Lagerbetreibern, Szenarien beliebig oft ohne Einfluss auf den Betrieb zu testen – dank Testserver-Infrastruktur und Emulation der realen SPS absolut realitätsnah.
Bilder: SSI Schäfer





Datenanalysen und Simulationen sichern die vollständige Erfüllung der Lageranforderungen, während Emulationen eine schnelle und ressourcenschonende Anlagenumsetzung ermöglichen.

generische für schnelle Konzeptprüfungen oder detaillierte für exakte Analysen. Mittels der von SSI Schäfer entwickelten Concept Simulation Lösung werden Wechselwirkungen zwischen Lagerbereichen über einen Zeitraum von mehreren Monaten beobachtet. Damit wird sehr frühzeitig im Projekt die Bewertung der Dimensionierung von Lagerbereichen unter Berücksichtigung konkreter Nachschubstrategien ermöglicht.

Simulationen schaffen Planungssicherheit und machen Abläufe nachvollziehbar. Durch datenbasierte Analysen und simulationsgestützte Erkenntnisse wird gewährleistet, dass die gewählte logistische Lösung die zukünftigen Anforderungen des Betreibers erfüllt.

Sichere Inbetriebnahme dank Emulation

Die Emulation kommt hingegen in der Realisierungsphase des Warenlagers zum Einsatz. Dabei werden die reale WAMAS Warehouse Management System (WMS) und WAMAS Material Flow System (MFS)

SIMULATION UND EMULATION SIND UNVERZICHTBARE DIGITALE METHODEN EINER ZUKUNFTSFÄHIGEN INTRALOGISTIK. SIE SCHAFFEN PLANUNGSSICHERHEIT UND VERKÜRZEN PROJEKTLAUFZEITEN ERHEBLICH.

Software gegen eine emulierte Anlage – also gegen noch nicht physisch im Lager laufende Gewerke – getestet. Da die Simulation bereits WAMAS Strategien berücksichtigt, gestaltet sich der Übergang von der Simulation zur Emulation entsprechend reibungslos. Zusätzlich werden Artikelstamm-, Auftrags- und initiale Lagerbestandsdaten aus der Simulation in die Emulation übernommen.

So wird die Planungsdatenbasis also direkt in die Realisierung überführt, um die WAMAS Strategien gezielt auf die Kundenanforderungen auszurichten. Beim späteren Hochlauf der Anlage werden dann rollierend neue Kundendaten aus dem ERP-System des Kunden übernommen.

All das ermöglicht frühzeitige Software-End-to-End-Tests – vom Wareneingang bis zum Warenausgang: Integrationsrisiken werden deutlich reduziert, die Anlagenfunktionalität zuverlässig abgesichert und eine schnelle Inbetriebnahme mit möglichst wenigen Iterationsschleifen ermöglicht – für höchste Projektqualität und verlässliche Termintreue.

WAMAS Emulation Center: Sicher & unabhängig

Die Entwicklung dieser Lösung wurde durch Rückmeldungen aus Kundengesprächen angestoßen, in denen ein stetig wachsender Bedarf an eigenständigen und unabhängigen Softwaretests im Lagerlebenszyklus deutlich wurde. Hintergrund ist die zunehmende Flexibilität, die Unternehmen benötigen, um auf neue Herausforderungen reagieren zu können. Mit dem WAMAS Emulation Center können unterschiedlichste Lagerszenarien jederzeit, beliebig oft und ohne Auswirkungen auf den laufenden Betrieb analysiert und getestet werden. **TB**

INFOCHECK: SIMULATION UND EMULATION IM ÜBERBLICK

Simulation Analyse und Planungsphase	Emulation Realisierungsphase des Warenlagers
Arbeitet mit Analysedaten, Modellen sowie prognostizierten Geschäftsentwicklungen	Übernimmt Strategien und Daten aus der Planungsphase
Dient der frühen Konzeptbewertung und Erstellung des Lagerlayouts	Dient der Optimierung und Absicherung im Rahmen der Inbetriebnahme
Nutzt LogiVision als grafische Plattform zur interaktiven Darstellung der Simulationsergebnisse	Testet reale WAMAS-Software (WMS/MFS) gegen eine (noch) virtuelle Anlage
Fokus auf Szenarien, Peaks und Engpassanalyse	Fokus auf End-to-End-Tests unter realitätsnahen Bedingungen
Ergebnis: fundierte Entscheidungsbasis für die Anlagenplanung	Ergebnis: reduzierte Integrationsrisiken und stabile Inbetriebnahme

BASTIAN SCHUMACHER ist Gruppenleiter für Datenanalyse & Simulation bei SSI Schäfer.

PETER KANONIR ist Produktmanager für die Software zur Materialflusssteuerung bei SSI Schäfer.



Planer modellieren Szenarien in einer integrierten Umgebung und analysieren, wie sich Verzögerungen oder Promotions auf den Kapazitätsbedarf auswirken.

Bild: Jeffbergen/iStock

Produktionsplanung in der Lebensmittelindustrie

Die Lebensmittelproduktion lässt sich heute nicht mehr mit isolierten Planungsschritten und groben Wochenwerten steuern. Probleme werden häufig erst erkannt, wenn es schon zu spät ist. Laut einer aktuellen Studie von Relx ist für 44 Prozent der befragten Supply-Chain-Verantwortlichen die Nachfragevolatilität die größte Herausforderung der nächsten drei Jahre. Und 57 Prozent nennen die Rohstoffbeschaffung als den am stärksten gestörten Bereich bei der Lieferkette. Um Verschwendung und Engpässe zu vermeiden, müssen Unternehmen ihre Planung integriert und in Echtzeit steuern. Die Basis stellen Machine Learning und KI dar. **VON ROHIT TRIPATHI**

Die Planung in der Lebensmittelindustrie wird immer anspruchsvoller. Veränderte Kaufgewohnheiten, geopolitische Störungen, kurze Haltbarkeiten, saisonale Ausschläge und Promotioneffekte engen den Handlungsspielraum ein. Klassische Produktionsplanungssysteme stoßen hier an ihre Grenzen: Langfristige Prognosen und hohe Lagerbestände reichen nicht, um agil und wirtschaftlich auf Marktveränderungen zu reagieren.

Damit eine Planungsplattform ihr Potenzial entfaltet, muss sie als durchgängige Systemarchitektur mit einheitlichem Datenmodell aufgebaut sein. Bedarfsprognose, Master Planning, Disposition, Allokation und Produktionsplanung greifen auf dieselbe, laufend aktualisierte Datenbasis zu. Statt isolierter Prognosen liefert die Plattform einen einheitlichen Plan,

der Nachfrage, Bestände, Materialverfügbarkeiten, Kapazitäten und Restriktionen integriert. Strategische und operative Planungsebenen werden zusammengeführt, sodass Änderungen sofort sichtbar sind und alle Beteiligten dieselbe Entscheidungsgrundlage haben.

Absatzplanung und Supply Chain verbinden

Viele Produktionsunternehmen führen Absatzplanung und operative Supply-Chain-Planung noch immer getrennt voneinander durch. Moderne Planungsplattformen heben diese Trennung auf. Geplante Vertriebsaktionen und Promotions fließen frühzeitig in die Supply-Chain-Planung ein, sodass die Produktionsplanung entstehende Nachfragespitzen von Anfang an berücksichtigen kann. Eine gemeinsame Datenbasis verbessert die Zusammenar-

beit zwischen Vertrieb, Supply Chain und Produktion, weil alle Beteiligten mit denselben Annahmen und Zielgrößen arbeiten.

Über alle Planungsebenen hinweg

Der Mehrwert einer Planungsplattform zeigt sich auch in der Verknüpfung von Grob- und Feinplanung. Die Grobplanung gleicht Bedarfsprognosen mit Kapazitäten, Materialverfügbarkeiten und Restriktionen ab, um einen belastbaren Produktionsrahmen zu erzeugen. Die Feinplanung übersetzt diesen Rahmen in konkrete Produktionsabläufe: Linien, Reihenfolgen, Schichtmodelle, Wartungsfenster und Rüstzeiten. Eine integrierte Lösung optimiert nicht nur beide Ebenen, sondern vor allem ihr Zusammenspiel. Änderungen in Nachfrage, Versorgung oder Kapazität fließen ohne manuelle Übergaben in die Produktionsplanung ein – das erhöht die

Stabilität und reduziert den Abstimmungsaufwand.

KI-Agenten in der integrierten Produktionsplanung

Innerhalb der Planungsplattform übernimmt Machine Learning eine Schlüsselrolle in der Nachfrageprognose. ML-Modelle analysieren historische Absatzdaten, saisonale Muster, Promotioneffekte und weitere nachfragerrelevante Einflussgrößen. In ausgereiften Implementierungen lassen sich bis zu 95 Prozent der Prognosen vollautomatisch erstellen, ohne manuellen Eingriff der Verantwortlichen. Demand Sensing berücksichtigt zusätzlich kurzfristige Signale wie Point-of-Sale-Daten, Wetter-schwankungen oder regionale Ereignisse und ermöglicht so schnellere Reaktionen auf Nachfrageschwankungen. So kombiniert der finnische Fleischverarbeiter Atria ML-basierte Prognosen mit kollaborativer Bedarfsplanung großer Handelspartner und erzielt seit 2014 eine Abfallreduktion von über 60 Prozent.

Laut Bestellprojektionen von M&S Food konnte der britische Hersteller Samworth Brothers seine Prognosegenauigkeit sogar von 84 auf über 91 Prozent steigern. Über die Prognose hinaus analysieren moderne Systeme wie von Relx Ursachen für Engpässe, Überschüsse und Kapazitätsprobleme und führen diese auf Planungs-, Bestands- oder Versorgungsparameter zurück. Schon heute erweitern KI-Agenten diese Diagnosefähigkeit, indem sie Probleme automatisch analysieren und innerhalb definierter Grenzen Korrekturmaßnahmen anstoßen, etwa durch Anpassung von Sicherheitsbeständen oder Vorlaufzeiten. Dadurch verkürzen sich Prozesse wie Stresstests von mehreren Tagen auf Minuten oder gar Sekunden.



Planungsleiter stellen von reaktiver Problemlösung auf strategische Entscheidungsfindung um.

Bild: © Kritdanai/stock.adobe.com

Praxisbeispiel: Blount Fine Foods

Der US-amerikanische Familienbetrieb Blount Fine Foods, Hersteller frischer Fertigsuppen und Hauptgerichte, stand vor Herausforderungen, die viele Lebensmittelproduzenten kennen: tabellenbasierte Planung, eingeschränkte standortübergreifende Transparenz und Schwierigkeiten bei der Folgenabschätzung einzelner Entscheidungen. Mit 1.500 SKUs über mehrere Produktionsstandorte und Distributionszentren sowie Frischprodukten, die eine tagesgenaue Prognose erfordern, war der Spielraum für Planungsfehler eng.

Nach der Implementierung der Plattform von Relx fließen tagesgenaue ML-Prognosen direkt in die Produktionsplanung ein. Planer modellieren Szenarien in einer einheitlichen Umgebung und können analysieren, wie eine verzögerte Zulieferung die Linienreihenfolge beeinflusst oder wie eine kurzfristige Handelsaktion die Kapazitätsanforderungen verschiebt.

Das Ergebnis nach zwei Jahren sind 50 Prozent weniger Prognoseabweichung, mehr als 35 Prozent weniger Fertigwarenabfall, zwei Prozent höhere Produktionseffizienz und fünf Prozent mehr Jahresausstoß. Die Planungsverantwortlichen verwandelten sich vom reaktiven Problemlöser zum strategischen Entscheider.

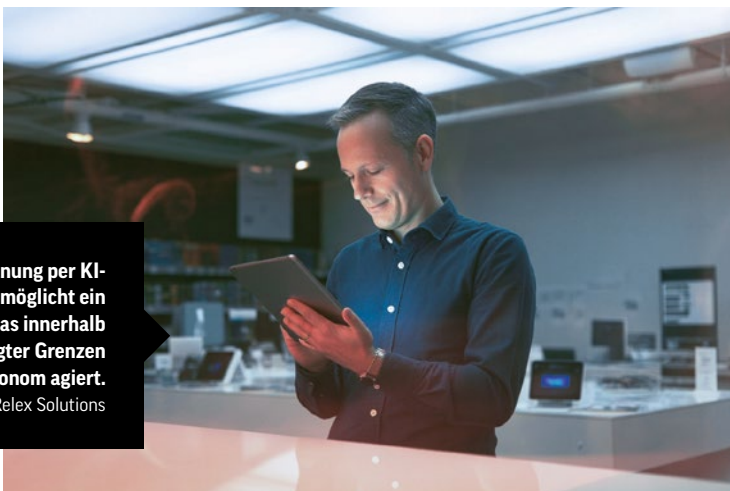
Auf dem Weg zur kontinuierlichen und KI-gestützten Planung

Die aktuelle Entwicklung vollzieht sich in drei Stufen:

- **Integrierte Planung** führt Nachfrage, Versorgung und Produktion auf einem gemeinsamen Datenmodell zusammen.
- **KI-gestützte Planung** bettet ML-basierte Prognosen, Demand Sensing und Diagnose fest in die täglichen Arbeitsabläufe ein.
- **Agentengestützte Planung** schafft schließlich ein System, das kontinuierlich lernt, Probleme diagnostiziert, Korrekturszenarien bewertet und innerhalb menschlich definierter Grenzen selbstständig handelt.

Für Lebensmittelhersteller mit kurzen Haltbarkeitszeiten und engen Margen bedeutet jede dieser Stufen weniger Verschwendung, höhere Verfügbarkeit und eine effizientere Nutzung der Produktionskapazitäten.

SG ◀



Die Planung per KI-Agenten ermöglicht ein System, das innerhalb festgelegter Grenzen autonom agiert.

Bild: Relx Solutions

ROHIT TRIPATHI

ist Vice President of Industry Strategy and Manufacturing bei Relx Solutions.



Das KI-Gehirn fürs Lager

Automatisierte Lager liefern Unmengen an Daten zu Beständen und Technik, doch oft fehlen die Zusammenhänge zwischen den Systemen. Das Umdenken in der Intralogistik ist daher in vollem Gange: Die Herausforderung liegt heute nicht mehr im bloßen Erfassen, sondern im intelligenten Vernetzen der Informationen. Erst im richtigen Kontext werden Daten zur Basis für fundierte operative Entscheidungen. **VON BRETT WEBSTER**

In vielen Intralogistikprojekten wurde Digitalisierung lange Zeit vor allem als Einführung einzelner Systeme verstanden. Unternehmen investierten in Automatisierungstechnik, führten Warehouse Management Systeme ein und digitalisierten zunächst einzelne, isolierte Prozessbereiche. Diese Systeme bilden auch weiterhin das Rückgrat moderner Intralogistikprozesse.

Mit einer zunehmenden Systemvielfalt entsteht jedoch auch eine fragmentierte Datenlandschaft. Informationen aus Lagerverwaltung, Automatisierung und Materialflussteuerung liegen häufig in getrennten Systemen vor. Dadurch fehlt der durchgängige Kontext für operative Entscheidungen. Entscheidend ist daher nichtmehr die reine Verfügbarkeit von Daten, sondern ihre Integration und kontextbezogene Nutzung. Daten entwickeln sich damit zu dem zentralen Steuerungsfaktor in der Intralogistik.

Datentransparenz als Grundlage für fundierte Entscheidungen

Isolierte Datenstrukturen erschweren Abstimmungen und verlangsamen und Entscheidungsprozesse. Gleichzeitig werden Engpässe oder Leistungsabweichungen oft erst dann sichtbar, wenn sie bereits Auswirkungen auf den laufenden Betrieb haben.

Um Prozesse effizient steuern zu können, benötigen Unternehmen daher eine

FRÜHER HIESS ES: FOKUS AUF EINZELNE, ISOLIERTE AUTOMATISIERUNGS- UND IT-PROJEKTE. DA DATEN IN GETRENNTEN SYSTEMEN LIEGEN, ERFOLGEN ENTSCHEIDUNGEN ÜBERWIEGEND REAKTIV - UND PROBLEME WERDEN OFT ERST IM LAUFENDEN BETRIEB SICHTBAR.



Bestände, Materialflüsse und Anlagenzustände werden in Echtzeit visualisiert und ermöglichen fundierte operative Entscheidungen.

durchgängige Sicht auf alle relevanten Daten. Erst die Verknüpfung dieser Informationen ermöglicht ein vollständiges Bild des aktuellen Betriebsgeschehens. Verantwortliche können Entwicklungen dann früher erkennen, Zusammenhänge besser verstehen und Entscheidungen auf Basis einer belastbaren Datengrundlage treffen. Diese Transparenz wird zur zentralen Voraussetzung für eine reaktionsfähige und kontinuierliche optimierbare Lagersteuerung.

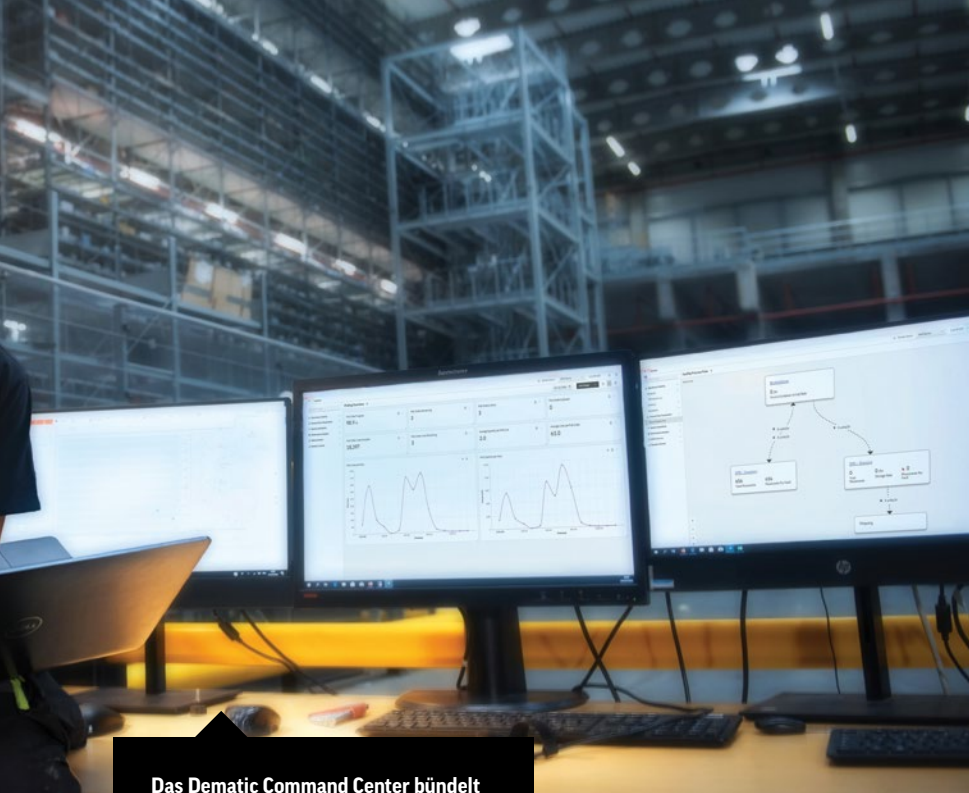
Digitale Plattformen verbinden Informationen

Moderne Softwareplattformen ermöglichen es mittlerweile, operative Daten aus unterschiedlichen Bereichen der Intralogistik zu bündeln und zentral bereitzustellen. So entsteht eine Informationsbasis, in der Daten aus Lagerverwaltungssystemen, Automatisierungslösungen und weiteren operativen Anwendungen zusammengeführt werden.

Auf dieser Grundlage entstehen integrierte Steuerungs- und Visualisierungssysteme, die den Gesamtüberblick über komplexe Logistikprozesse ermöglichen. Ein Beispiel für einen solchen Ansatz ist das Dematic Command Center. Die cloudbasierte Anwendung führt relevante Informationen in einer zentralen Benutzeroberfläche zusammen. Dadurch entsteht eine durchgängige Sicht auf Bestände, Aufträge, Materialflüsse und Anlagenzustände, unabhängig von der Systemlandschaft oder dem Automatisierungsgrad einer Anlage.

Schneller reagieren durch volle Datentransparenz

Im operativen Alltag ermöglicht dies eine genaue, kontextbezogene Bewertung des aktuellen Betriebsgeschehens. Abweichungen und potenzielle Störungen werden schneller erkennbar und können auf Basis aktueller Informationen adressiert werden. Ergänzend visualisiert die Plattform Materialflüsse zwischen unterschiedlichen Lager- und Prozessbereichen. Auf diese Weise lassen sich Zusammenhänge im Gesamtsystem nachvollziehen und die Auswirkungen von Engpässen oder Verzögerungen auf nachgelagerte Prozesse besser bewerten.



Das Dematic Command Center bündelt Daten aus unterschiedlichen Systemen und schafft eine durchgängige Sicht auf Lagerprozesse.

Zusätzlich ermöglicht das Dematic Command Center Echtzeit-Einblicke in den Zustand automatisierter Anlagen und technischer Systeme. Betriebs- und Wartungsinformationen werden zentral bereitgestellt, sodass operative Bereiche und Instandhaltung enger abgestimmt arbeiten können. Dies trägt dazu bei, potenzielle Ausfallzeiten frühzeitig zu erkennen und gezielt zu reduzieren. Durch die kontinuierliche Überwachung definierter Kennzahlen können Abweichungen im laufenden Betrieb zudem frühzeitig identifiziert werden. Werden die Schwellenwerte über- oder unterschritten, können Mitarbeitende schnell reagieren. Dadurch lassen sich Leistungsabweichungen frühzeitig erkennen und Gegenmaßnahmen einleiten, bevor sie den laufenden Betrieb beeinträchtigen.

KI-gestützte Analysen, Prognosen und Simulationen

Auch Künstliche Intelligenz spielt in modernen Intralogistiksystemen eine zunehmend wichtigere Rolle. Die im Dematic Command Center zusammengeführten und visualisierten Informationen bilden hierbei die Grundlage für weiterführende analytische und KI-gestützte Funktionen. Auf Basis dieser Daten lassen sich nicht nur aktuelle Zustände bewerten, sondern auch Entwicklungen und Zusammenhänge im Betrieb systematisch analysieren.

Ein nächster Entwicklungsschritt sind KI-basierte Anwendungen, die im Dematic Command Center ihre Anwendung finden

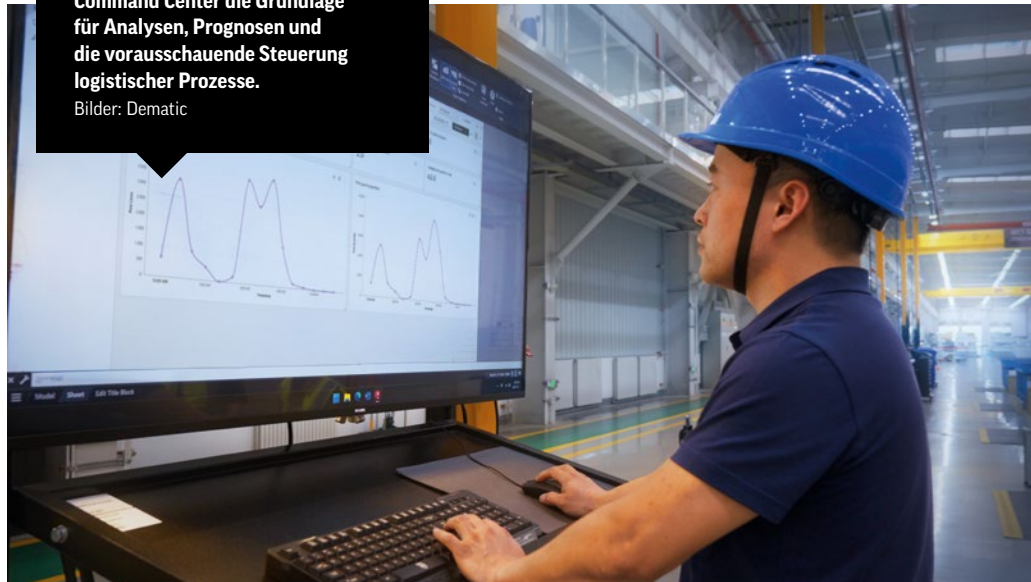
und operative Prozesse nicht nur analysieren, sondern aktiv beeinflussen. Ziel ist es, Materialflüsse dynamisch zu steuern und Bestände so zu positionieren, dass Engpässe vermieden und vorhandene Ressourcen bestmöglich genutzt werden. Ergänzend dazu ermöglichen digitale Zwillinge die Simulation komplexer logistischer Systeme auf Basis der vorhandenen Datenmodelle. So können beispielsweise Nachfrageschwankungen, Personalveränderungen oder Anlagenstillstände virtuell abgebildet und deren Auswirkungen auf den Gesamtprozess im Voraus bewertet werden. **TB**

BRETT WEBSTER

ist Leiter Produktmanagement bei Dematic.

Vernetzte Daten bilden im Dematic Command Center die Grundlage für Analysen, Prognosen und die vorausschauende Steuerung logistischer Prozesse.

Bilder: Dematic



CHECKLISTE: REIFEGRAD DER DIGITALEN INTRALOGISTIK

Unternehmen können ihren digitalen Reifegrad entlang der folgenden Stufen bewerten. Je weiter Unternehmen diese Stufen umgesetzt haben, desto höher ist ihr digitaler Reifegrad in der Intralogistik.

1. Datentransparenz

- Sind relevante Betriebsdaten aus Lager, Automatisierung und Materialfluss zentral verfügbar?
- Werden Informationen aus unterschiedlichen Systemen konsolidiert?

2. Operative Sichtbarkeit

- Besteht ein durchgängiger Überblick über Bestände, Aufträge und Anlagenzustände?
- Werden Leistungskennzahlen kontinuierlich überwacht und analysiert?

3. Datenbasierte

Entscheidungsunterstützung

- Werden Abweichungen und Trends im laufenden Betrieb frühzeitig erkannt?
- Unterstützen Daten aktiv operative Entscheidungen?

4. KI-gestützte Prozessoptimierung

- Werden Materialflüsse und Ressourcen auf Basis datenbasierter Analysen optimiert?
- Erfolgt eine dynamische Anpassung von Beständen und Prozessen?

5. Simulation und Szenarioplanung

- Können Auswirkungen von Störungen, Nachfrageschwankungen oder Kapazitätsänderungen vorab simuliert werden?
- Wird eine digitale Abbildung des Systems für Planungsentscheidungen genutzt?



Die neue Automatisierungslösung – bestehend aus Open Shuttles und automatischem Kleinteilelager – sorgt für einen nahtlosen und automatisierten Materialfluss in allen Produktionshallen.

SAP EWM als Zentrale für AMR-Flotten

Im Rahmen ihrer konzernweiten SAP-IT-Strategie setzt die Sick-Gruppe am Standort Kunsziget (Ungarn) auf SAP EWM. In Kombination mit einer Automatisierungslösung von Knapp kommen 27 autonome mobile Roboter sowie ein automatisches Kleinteilelager zum Einsatz. SAP EWM steuert sämtliche Materialbewegungen zentral. Dadurch entstehen vollautomatisierte Ein- und Auslagerungsprozesse, ein durchgängiger Materialfluss sowie hohe Transparenz über alle Abläufe. **VON VERA MÜLLNER UND STEFANIE TERLER**

Der Sick-Standort Kunsziget hat sich mit rund 800 Mitarbeitenden zu einem zentralen Werk im internationalen Produktionsverbund des Sensorherstellers entwickelt. Um weiteres Wachstum zu ermöglichen, wurde die Infrastruktur gezielt ausgebaut: Eine neue Wareneingangshalle, die Erweiterung von drei auf vier Produktionshallen sowie ein zusätzliches Gebäude für das automatische Kleinteilelager mit angebundener Kommissionierung schaffen die Grundlage für die effiziente Abwicklung steigender Auftragsvolumina. Im Fokus stand dabei nicht nur

der infrastrukturelle Ausbau, sondern die durchgängige digitale Verbindung aller Bereiche. Ziel war es, Wareneingang, Lager, Kommissionierung und Produktionsversorgung zu einem integrierten Gesamtsystem zu verknüpfen und den Materialfluss über mehrere Hallen hinweg durchgängig zu digitalisieren.

SAP EWM als zentrales Nervensystem

Mit SAP EWM inkl. MFS auf S/4HANA bildet Knapp die gesamte Intralogistik in einer einheitlichen Systemlandschaft ab. Die Software fungiert als Warehouse Ma-

nagement System (WMS) und dank der eingebetteten Materialflusssteuerung (MFS) auch als Warehouse Control System (WCS). Eine zusätzliche Middleware oder externe Lagersteuerungsrechner sind somit nicht erforderlich. Das reduziert Schnittstellen, erhöht die Prozessstabilität und schafft eine konsistente Datenbasis.

Alle Materialbewegungen – vom Wareneingang bis zur Produktionsversorgung – werden somit zentral gesteuert und priorisiert. Ebenso sind unterschiedliche Versorgungsstrategien flexibel abbildbar und ausführbar. Dazu gehören sowohl die Planung komplexer Routenzugkonzepte als auch individuelle Eilaufträge zur direkten Versorgung einzelner Produktionsplätze. Auch die Automatisierungstechnik, einschließlich der autonomen mobilen Roboter, ist vollständig in dieser durchgängigen end-to-end SAP-Systemlandschaft integriert.

Automatisierte Lagertechnik und vernetzte Roboterflotte

Das Rückgrat der neuen Intralogistik bildet ein automatisches Kleinteilelager mit 52.000 Stellplätzen. Dort werden Roh- und Halbfertigfabrikate in drei unterschiedlichen Behältertypen zwei- und vierfach tief gelagert. Die SAP EWM-Lösung sorgt hier für die optimale Beauftragung und Steuerung der



Benutzerfreundliche Bedienoberflächen in SAP Fiori wie jene an den ergonomischen Arbeitsplätzen führen sicher durch den Kommissionierprozess.

bis zu vierfachtiefen Lastaufnahmemittel. Für die Kommissionierung kommen zwei ergonomische Pick-it-Easy-Arbeitsplätze nach dem Ware-zur-Person-Prinzip zum Einsatz. Die Bedienoberflächen an den Arbeitsplätzen sind benutzerfreundlich und intuitiv gestaltet. Sie basieren auf SAP Fiori und unterstützen eine effiziente wie fehlerarme Abwicklung der Kommissionierungsprozesse. Auf diese Weise wird eine hohe Produktivität bei gleichzeitig ergonomischem Arbeiten sichergestellt.

Ergänzt wird das System durch eine Deckenfördertechnik, die den Wareneingang direkt mit dem Lager verbindet und einen geschlossenen Materialkreislauf sicherstellt. Den Transport zwischen Lager und Produktion übernehmen 27 Open Shuttles.

Das KiSoft Fleet Control System (FCS) der Open Shuttles ist über ein REST-Interface direkt in SAP EWM MFS integriert.

Bilder: Knapp | Niederwieser



Ebenfalls nahtlos in die SAP EWM-Landschaft integriert, verbinden die autonomen mobilen Roboter das Kleinteilelager direkt mit den Produktionshallen und ermöglichen eine flexible, bedarfsgerechte Versorgung der Arbeitsplätze.

Sicher optimieren mit dem digitalen Zwilling

Das KiSoft Fleet Control System (FCS) der Open Shuttles ist über ein REST-Interface mit SAP EWM MFS verbunden und ermöglicht die zentrale Steuerung sämtlicher Transportaufträge. Aufträge, Prioritäten und Routen werden systemübergreifend koordiniert, sodass Materialien bedarfsgerecht und just-in-time an die jeweiligen Verbrauchsorte gelangen. Gleichzeitig bietet das System vollständige Transparenz über alle Fahrzeuge und Transportprozesse. Ein zusätzlicher Mehrwert ergibt sich durch den Einsatz eines digitalen Zwillings: Prozessanpassungen, neue Priorisierungen oder die Erweiterung der Flotte lassen sich vorab simulieren und bewerten, bevor sie im Live-Betrieb umgesetzt werden. Das reduziert Risiken und erleichtert die kontinuierliche Optimierung.

Skalierbarkeit als strategischer Erfolgsfaktor

Ein wesentliches Ziel des Projekts war die Zukunftssicherheit der Lösung. Sowohl die

DAS RÜCKGRAT DER NEUEN INTRALOGISTIK BILDET EIN AUTOMATISCHES KLEINTEILELAGER MIT 52.000 STELLPLÄTZEN. DORT WERDEN ROH- UND HALBFERTIGFABRIKATE IN DREI UNTERSCHIEDLICHEN BEHÄLTERTYPEN ZWEI- UND VIERFACHTIEF GELAGERT.

Automatisierungstechnik als auch die Softwarearchitektur sind skalierbar ausgelegt. Die SAP EWM-Lösung schafft somit für Sick eine stabile Basis für langfristiges Wachstum. Zukünftige Automatisierungserweiterungen, wie beispielsweise eine Aufstockung der Open-Shuttle-Flotte, können über SAP EWM MFS oder auch über eine eigene Knapp App in der SAP Business AI Platform, vormals SAP BTP, erfolgen. Die Lösung wächst somit flexibel mit den Anforderungen des Unternehmens ohne grundlegende Systemumbrüche. Gerade in Zeiten volatiler Märkte wird diese Flexibilität zum Wettbewerbsvorteil. Unternehmen können schneller auf Nachfrageschwankungen reagieren und ihre Produktionslogistik kontinuierlich weiterentwickeln. **TB**

EFFIZIENZ UND TRANSPARENZ AUF EINEN BLICK

- durchgängiger Materialfluss vom Wareneingang bis in die Produktion
- automatisierte Ein- und Auslagerungen, Kommissionierung und Produktionsversorgung
- zentrale Steuerung aller Logistikprozesse und Automatisierung über SAP EWM mit MFS auf S/4HANA
- keine zusätzliche Middleware notwendig
- hohe Transparenz über Materialbewegungen und Transportaufträge
- simulationsbasierte Optimierung durch digitalen Zwilling
- skalierbare Lösung für weiteres Wachstum und künftige Erweiterungen

VERA MÜLLNER arbeitet im Sales Support & Marketing und **STEFANIE TERLER** im Marketing bei Knapp Industry Solutions.

Automatisierte Analyse von Prozessen mit Process Mining

In der Produktion entstehen täglich enorme Datenmengen, die jedoch selten genutzt werden. Process Mining kann aus diesen Ereignisdaten Transparenz schaffen, indem dieser Ansatz reale Prozessabläufe rekonstruiert sowie Engpässe und Abweichungen in den Prozessen aufdeckt – die Grundlage für eine kontinuierliche und datenbasierte Prozessverbesserung.

VON PROF. DR.-ING. WOLFGANG BOOS, DR.-ING. DAVID WELLING, THOMAS EBERIUS, LEONHARD KLISCH UND MICHAEL BORUTTA

Die Produktion wird in ihren einzelnen Prozessschritten seit Jahrzehnten hinsichtlich ihrer Effizienz optimiert. Verluste entstehen heute weniger innerhalb der einzelnen Stationen als an ihren Übergängen während der abteilungs- und systemübergreifenden Abläufe, die häufig kein Beteiligten vollständig überblickt. Zugleich bleiben einfache, wirkungsvolle Optimierungsmaßnahmen in der Regel ungenutzt, weil es an Transparenz über die tatsächlichen Abläufe fehlt. Dabei sind die Voraussetzungen für datenbasierte Prozessanaly-

sen längst gegeben. Produktionssysteme generieren kontinuierlich Daten, Prozesse sind zunehmend automatisiert, und die Kosten für Rechenleistung und Speicher sinken stetig. Was in vielen Unternehmen fehlt, ist das methodische Wissen, diese Daten systematisch auszuwerten. Genau hier setzt Process Mining an.

Vom Eventlog zum Prozessmodell

Process Mining bezeichnet eine Familie von Verfahren zur Analyse, Optimierung und Überwachung von Geschäftsprozessen auf Basis digitaler Ereignisdaten. Aus

den in IT-Systemen ohnehin anfallenden Ereignisdaten wird der reale Prozessablauf automatisiert rekonstruiert und visualisiert. Die Datengrundlage bilden sogenannte Eventlogs (siehe Abbildung 1). Jeder Eintrag besteht aus mindestens drei Elementen:

- Die Case-ID identifiziert den einzelnen Prozessdurchlauf, etwa einen Fertigungsauftrag.
- Die Activity bezeichnet die ausgeführte Operation.
- Der Timestamp dokumentiert den Zeitpunkt des Ereignisses.

Datenauswahl und Aufbereitung

Ob das Process Mining belastbare Ergebnisse liefert, entscheidet sich vor der eigentlichen Analyse. Denn die Auswahl und die Qualität der Daten bestimmen maßgeblich die Aussagekraft, da fehlende oder inkonsistente Einträge zu falschen Schlüssen führen können. Ereignisdaten können aus unterschiedlichsten Quellen stammen: von CAD-Daten der Produktentwicklung über Maschinenlaufzeiten bis zum Materialverbrauch der mechanischen Fertigung. In der Vorbereitungsphase gilt es zu klären, welche Systeme bereits Ereignisdaten erfassen und welche Daten für die Fragestellung geeignet sind. Zudem werden der Pro-

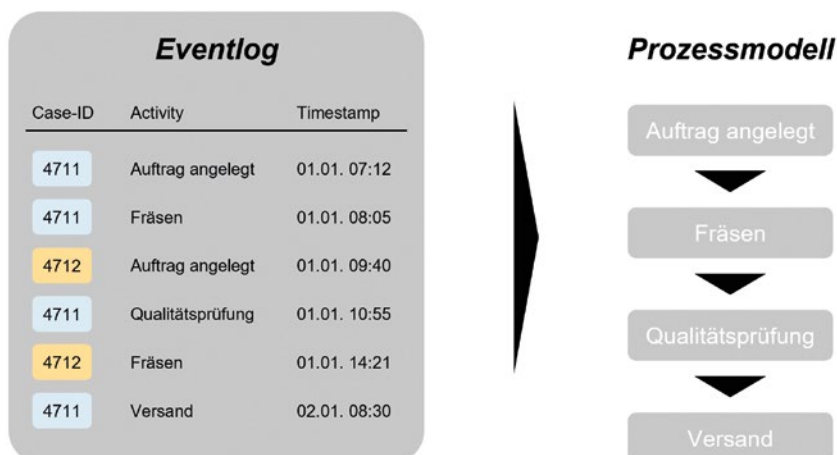


Abb. 1: Der Weg vom Eventlog zum Prozessmodell.

Bilder: WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH



Abb. 2: Das Vorgehensmodell bei einem Process-Mining-Projekt reicht von der Vorbereitung bis zur Analyse und Umsetzung.

zessumfang definiert und die Datenlage kritisch bewertet. Da Rohdaten häufig in unterschiedlichen Strukturen und Detaillierungsgraden vorliegen, müssen sie vor der Analyse zusammengeführt, bereinigt und in ein einheitliches Format überführt werden. Erst dann kann die eigentliche Process-Mining-Analyse beginnen (siehe Abbildung 2).

Discovery, Conformance Checking und Enhancement

Methodisch lassen sich drei Typen des Process Mining unterscheiden, die je nach Zielsetzung aufeinander aufbauen oder einzeln eingesetzt werden:

- Die Discovery konstruiert allein auf Basis der Eventlogs ein Prozessmodell, das die chronologische Abfolge der durchlaufenen Ereignisse abbildet. Dies geschieht ohne Rückgriff auf vorhandene Modelle oder Vorwissen.
- Das Conformance Checking vergleicht anschließend das bestehende Soll-Modell mit dem aus den Eventlogs rekonstruierten Ist-Modell und macht Übereinstimmungen sowie Abweichungen sichtbar. Diese Abweichungen sind der Ausgangspunkt für Optimierungspotenziale, denn dort, wo das Ist-Modell

systematisch vom Soll abweicht, wiederkehrende Schleifen auftreten oder einzelne Schritte überdurchschnittlich viel Zeit beanspruchen, liegt ein konkreter Verbesserungsansatz.

- Das Enhancement erweitert und verbessert schließlich das Modell gezielt auf dieser Basis. Anders als die beiden ersten Typen ist das Enhancement keine einmalige Aktivität, sondern eine kontinuierliche Überwachung und Verbesserung, bei der das Modell schrittweise mit neuen Informationen angereichert wird (siehe Abbildung 3).

Von der Theorie in die Praxis

Wie die Erzeugung neuer Eventlogs funktioniert, zeigt ein typisches Szenario: Bestellungen werden verspätet ausgeliefert, weil die Transparenz über den Produktionsprozess zwischen Systemen und Abteilungen fehlt. Discovery und Conformance Checking rekonstruieren den realen Ablauf und decken die Abweichungen vom Soll-Prozess auf. Im Enhancement wird das Modell um Durchlaufzeiten ergänzt, so dass sich verzögerte Aufträge gezielt priorisieren lassen. Bis hierhin beruht die Analyse auf historischen Eventlogs. Wird das validierte Modell anschließend an die laufenden Datenströme der operativen Systeme angebunden, lässt sich derselbe Abgleich kontinuierlich auf neue Aufträge anwenden und eine mitlaufende Überwachung wird möglich.

Dass dieser Ansatz messbare Effekte erzielt, belegt das Beispiel des finnisch-schwedischen Forstunternehmens Stora Enso. Durch den Einsatz von Process Mining stieg die OTIF-Leistung (OTIF, On Time In Full) in der Auftragsabwicklung um 20 Prozent. Auf dieser Grundlage lassen sich proaktive Warnungen bei drohenden Lieferverzögerungen auslösen und automatisierte Handlungsempfehlungen ableiten.

Vielfältige Anwendungsfälle in der Produktion

Je nach Fragestellung und verfügbarer Datenbasis lassen sich weitere Anwendungsfälle erschließen. Die Analyse von Zeiterfassungsdaten deckt wiederkehrende, nicht-wertschöpfende Prozessschritte

und Tätigkeiten auf und macht beispielsweise Engpässe in der Personalverfügbarkeit durch wiederkehrende Liegezeiten zwischen zwei Bearbeitungsschritten sichtbar. Der Abgleich von BDE- und Maschinendaten ermöglicht den Vergleich von Soll- und Ist-Prozessen und legt offen, wo die reale Fertigung von der Planung abweicht. ERP-Daten erlauben es, ähnliche Projekte und Prozessmuster zu gruppieren und so fehleranfällige Auftragstypen zu identifizieren, während Liefer- und Bestelldaten Verzögerungen entlang der Wertschöpfungskette nachvollziehbar machen.

Produktionssysteme erzeugen kontinuierlich Daten als Eventlogs, ERP-, Maschinen- oder Betriebsdaten. Diese Informationen, die Einblicke in die bestehenden

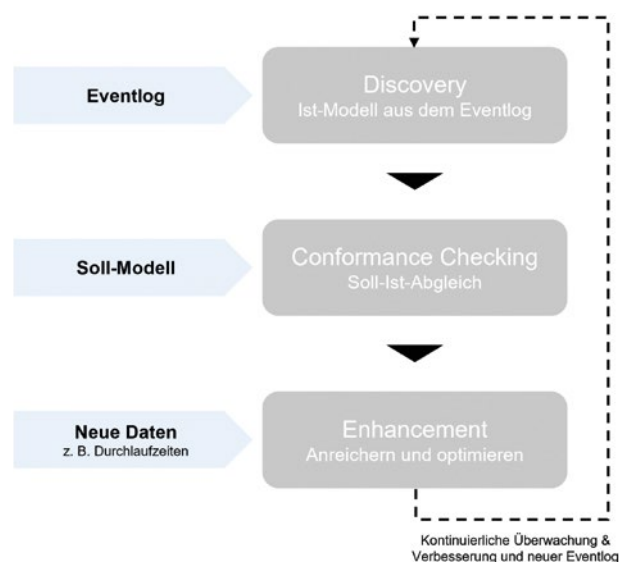


Abb.3: Die drei Typen des Process Mining im Zusammenspiel: Discovery, Conformance Checking und Enhancement.

Prozesse bieten, bleiben bislang jedoch häufig ungenutzt. Process Mining wertet sie automatisiert aus, visualisiert den realen Produktionsprozess und deckt Engpässe, Ineffizienzen sowie Fehlerquellen systematisch auf. Unternehmen erhalten damit ein Werkzeug, um vorhandene Datenpotenziale zu erschließen, Prozesse kontinuierlich zu verbessern und ihre Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu stärken. **SG**

PROF. DR.-ING. WOLFGANG BOOS ist geschäftsführender Gesellschafter, **DR.-ING. DAVID WELLING** ist Geschäftsführer; **THOMAS EBERIUS** ist Leiter Industrieberatung; **LEONHARD KLISCH** ist Senior Berater; **MICHAEL BORUTTA** ist Berater, alle bei der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie.

Agentic AI als Motor der industriellen Wertschöpfung

Industrial AI wandelt sich von isolierten Tools zu kooperierenden KI-Agenten. Diese vernetzten Systeme erkennen Zusammenhänge und unterstützen Fachkräfte. Damit Agentic AI produktiv wird, braucht es mehr als Sprachmodelle: Erst das Zusammenspiel aus strukturierter Datenbasis, gemeinsamer Plattform und souveräner Edge-to-Cloud-Infrastruktur macht KI industriell skalierbar und wertschöpfend. **VON ULRIKE PETER**

Viele Unternehmen haben bereits erste KI-Anwendungen in der Produktion eingeführt. Diese lösen jedoch meist nur einzelne Aufgaben und greifen häufig auf unterschiedliche Datenquellen zurück.

Mit wachsender Komplexität stoßen diese Insellösungen an ihre Grenzen. Produktionsprozesse sind eng miteinander verknüpft. Entscheidungen hängen selten von einer einzelnen Information ab, sondern vom Zusammenspiel zahlreicher Daten aus Entwicklung, Fertigung, Qualitätssicherung und Instandhaltung. Hinzu kommt wertvolles Erfahrungswissen, das häufig nur in den Köpfen einzelner Mitarbeiter gespeichert ist.

Die nächste Evolutionsstufe industrieller KI besteht daher darin, Informationen intelligent miteinander zu verknüpfen. Spezialisierte KI-Agenten greifen auf eine

gemeinsame Datenbasis zu, stellen Zusammenhänge her und unterstützen Fachkräfte kontextbezogen bei ihrer täglichen Arbeit. Sie ersetzen den Menschen nicht, sondern liefern schneller genau die Informationen, die für fundierte Entscheidungen benötigt werden. Mit Oncite-X zeigt German Edge Cloud bereits heute, wie ein solcher dialogfähiger KI-Agent funktioniert.

Eine Plattform als gemeinsames Fundament

Kooperierende KI-Agenten können jedoch nur dann sinnvoll zusammenarbeiten, wenn sie auf dieselbe Datenbasis zugreifen. Dafür braucht es eine gemeinsame technologische Grundlage. Entscheidend ist eine Plattform, die Produktionsdaten aus unterschiedlichen Quellen zusammenführt, strukturiert und in einen einheitlichen Kontext bringt.

Diese Basis liefert die Industrial-AI-Plattform Oncite von German Edge Cloud. Sie verbindet Produktionsdaten, Anwendungen und industrielles Wissen in einer integrierten Edge-to-Cloud-Architektur. Maschinen-, Prozess- und Qualitätsdaten werden harmonisiert und für KI-Anwendungen nutzbar gemacht. Gleichzeitig lassen sich bestehende Systeme und neue Anwendungen schrittweise integrieren, ohne gewachsene Produktionslandschaften grundlegend verändern zu müssen.

Auf dieser gemeinsamen Daten- und Wissensbasis entstehen die Voraussetzungen für die nächste Generation industrieller KI: spezialisierte Agenten, die Informationen intelligent miteinander verknüpfen

und Unternehmen entlang ihrer gesamten Wertschöpfung unterstützen.

Der Digital Industrial Engineer zeigt, wie Agentic AI entsteht

Wie sich dieser Ansatz in der Praxis umsetzen lässt, zeigt der Digital Industrial Engineer von German Edge Cloud. Die Anwendung unterstützt Unternehmen dabei, komplexe Produktänderungen schneller und transparenter umzusetzen. Sie analysiert die Auswirkungen auf Stücklisten, Prozesse, Rollen und Dokumentationen, stellt relevantes Wissen kontextbezogen bereit und unterstützt Fachkräfte bei fundierten Entscheidungen.

DAMIT AGENTENBASIERTE ANWENDUNGEN SCHLIESSLICH IHRE FÄHIGKEITEN AUCH IN KOMPLEXEN PRODUKTIONSNETZWERKEN AUSSPIELEN KÖNNEN, ERFORDERT ES EINE NAHTLOSE INTEGRATION IN BE-STEHENDE INDUSTRIE- UND DATENÖKOSYSTEME.

Gerade in produzierenden Unternehmen steckt ein erheblicher Teil des Wissens in unterschiedlichen IT-Systemen oder in den Köpfen erfahrener Mitarbeitender. Der Digital Industrial Engineer führt diese Informationen zusammen und macht sie dort verfügbar, wo sie benötigt werden. Das reduziert manuelle Abstimmungsaufwände, beschleunigt Änderungsprozesse und trägt dazu bei, wertvolles Erfahrungswissen langfristig im Unternehmen zu sichern. Perspektivisch entwickelt sich dieser Ansatz weiter. Einzelne KI-Funktionen werden zu spezialisierten Agenten, die unterschied-



DIETER MEUSER, GERMAN EDGE CLOUD:
„Die Entwicklung hin zu Agentic AI wird die industrielle Digitalisierung in den kommenden Jahren maßgeblich prägen.“



Vom isolierten Werkzeug zum intelligenten Partner: Agentic AI verknüpft Informationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und unterstützt Fachkräfte kontextbezogen bei komplexen Entscheidungen.

Bilder: German Edge Cloud

liche Aufgaben übernehmen und miteinander kooperieren. So entsteht Schritt für Schritt ein agentenbasiertes System, das Zusammenhänge erkennt und Prozesse entlang der Wertschöpfungskette unterstützt.

Warum Agentic AI die Edge und Cloud gleichermaßen benötigt

Kooperierende KI-Agenten stellen hohe Anforderungen an die zugrunde liegende Infrastruktur. Produktionsnahe Aufgaben erfordern kurze Reaktionszeiten und müssen direkt dort verarbeitet werden, wo die Daten entstehen. Gleichzeitig benötigen rechenintensive KI-Modelle die Skalierbarkeit der Cloud. Eine leistungsfähige Industrial-AI-Architektur muss deshalb beide Welten miteinander verbinden.

German Edge Cloud verfolgt dafür einen konsequenten Edge-to-Cloud-Ansatz. Unternehmen können Daten und Anwendungen flexibel am Edge, On-Premises oder in der Cloud betreiben – passend zu ihren technischen, regulatorischen oder wirtschaftlichen Anforderungen. Dadurch bleiben Produktionsdaten unter Kontrolle, während sich KI-Anwendungen standortübergreifend skalieren lassen.

Ein weiterer Baustein sind souveräne Cloud-Infrastrukturen. Sie schaffen die Grundlage, Industrial AI auch in sensiblen Produktionsumgebungen sicher und compliant zu betreiben. Gleichzeitig ermöglichen sie den Aufbau leistungsfähiger KI-Services, ohne die Datensouveränität der Unternehmen einzuschränken.

Agentic AI entsteht im Ökosystem

Eine leistungsfähige Agentic-AI-Architektur lässt sich nicht durch einen einzelnen Baustein realisieren. Sie entsteht im Zusammenspiel spezialisierter Plattformen und Partner, die Aufgaben von der Orchestrierung der KI-Agenten über souveräne Cloud-Infrastrukturen bis hin zur Integration in industrielle IT-Landschaften übernehmen.

German Edge Cloud (GEC) verfolgt daher einen offenen Plattformansatz. Gemeinsam mit PHOENIQS arbeitet das Unternehmen an der nächsten Generation industrieller KI. Die PHOENIQS AI Plattform liefert die Grundlage, um spezialisierte KI-Agenten zu entwickeln und zu betreiben. Darauf aufbauend entwickelt GEC den Digital Industrial Engineer konsequent zu einem agentenbasierten System weiter.

Für den produktiven Einsatz spielt die zugrunde liegende Cloud-Infrastruktur eine entscheidende Rolle. Gerade bei sen-

siblen Daten gewinnen Datensouveränität und regulatorische Anforderungen an Bedeutung. Gemeinsam mit Schwarz Digits setzt GEC auf eine souveräne europäische Cloud-Architektur. Sie schafft die Voraussetzung, Industrial AI sicher, skalierbar und unter voller Kontrolle über sensible Produktionsdaten zu betreiben.

Damit KI-Agenten ihre Fähigkeiten in komplexen Netzwerken ausspielen können, bedarf es zudem einer nahtlosen Integration in bestehende Datenökosysteme. Hier bündelt GEC ihre Kompetenzen mit T-Systems. Während GEC die Industrial-AI-Plattform und das Datenmanagement bereitstellt, bringt T-Systems ihre Integrations- und Konnektivitätsexpertise für industrielle Datenräume ein. So entstehen skalierbare Lösungen, die sich in bestehenden Fertigungslandschaften integrieren und schrittweise erweitern lassen.

Dieter Meuser, CEO von German Edge Cloud gibt einen Ausblick: „Die Entwicklung hin zu Agentic AI wird die industrielle Digitalisierung in den kommenden Jahren maßgeblich prägen. Der Wettbewerb entscheidet sich dann nicht mehr allein über die Qualität einzelner KI-Modelle, sondern über die Fähigkeit, Daten, Wissen und KI-Agenten in einer souveränen, skalierbaren Architektur zusammenzuführen. Genau darin liegt die nächste Stufe der industriellen Wertschöpfung.“

TB 

KÜNFTIG WERDEN NICHT MEHR ISOLIERTE KI-FUNKTIONEN IM MITTELPUNKT STEHEN, SONDERN SPEZIALISIERTE SYSTEME, DIE INFORMATIONEN AUSTAUSCHEN, ZUSAMMENHÄNGE ERKENNEN UND FACHKRÄFTE ENTLANG INDUSTRIELLER PROZESSE UNTERSTÜTZEN.

ULRIKE PETER ist Geschäftsführerin der PR-Agentur Punctum.

Digitale Transformation beginnt am Förderband

Software allein löst keine Probleme. Der Großhändler Groka zeigt mit Cloudflight, wie man gewachsene Prozesse erst verstehen muss, bevor man sie digitalisiert. Durch direktes Mitwirken in der Produktion wurden informelle Abläufe sichtbar gemacht. Das Ergebnis ist eine cloudbasierte Plattform, die den Betrieb schrittweise modernisiert – ohne die laufende Fertigung zu unterbrechen. **VON MANJA KUCHEL**

Morgens um sechs Uhr beginnt bei Groka Groß-Kartoffelvertrieb Dollbergen die Schicht: Aufgaben werden verteilt, Kartoffeln und Zwiebeln laufen über die Förderbänder zur Sortierung und Verpackung. Mitten in diesen rotierenden Schichten standen vor einiger Zeit auch zwei Cloudflight-Mitarbeitende, nicht um den Betrieb zu beobachten, sondern um selbst mitzuarbeiten. Ein Mitarbeiter von Cloudflight beschreibt die Erfahrung so: „Das Mitwirken in der Produktion hat dabei geholfen, die Feinheiten der täglichen Arbeit besser nachvollziehen zu können.“

Diese Mitarbeit war Teil eines Digitalisierungsprojekts, in dem Groka gewachsene Prozesse erst sichtbar machen musste, bevor sie sich überhaupt digitalisieren ließen. Viele Fertigungsunternehmen kennen dieses Problem, auch ohne eigene Kartof-

felproduktion. Über Jahre gewachsene Prozesse lassen sich nicht einfach digitalisieren, solange niemand genau weiß, wo welches Wissen liegt. Häufig fehlt nicht die passende Technik, sondern Transparenz über Prozesse, Zuständigkeiten und Informationsflüsse.

Dieses Muster zeigt sich besonders in Unternehmen, die über viele Jahre organisch gewachsen sind. Jede neue Abteilung, jeder zusätzliche Standort und jede neue Software-Insel hat zur damaligen Zeit ein konkretes Problem gelöst. In der Summe entsteht daraus aber eine Struktur, in der niemand mehr den vollständigen Überblick hat. Digitalisierungsprojekte beginnen genau hier.

50 Jahre Wachstum, viele blinde Flecken

Groka ist ein 1970 gegründeter Großhändler aus Niedersachsen. Das Unternehmen lagert, sortiert, poliert und verpackt Speisekartoffeln und Speisezwiebeln für den Lebensmitteleinzelhandel. Rund 130 landwirtschaftliche Erzeuger liefern dafür ihre Ernte.

Effizientes Bestandsmanagement durch Cloud-Technologie: Statt lokaler Dateninseln sorgt eine zentrale Plattform dafür, dass Informationen zu Sortierung und Versand standortübergreifend und in Echtzeit für die Prozesssteuerung verfügbar sind.

Mit dem Wachstum von Groka wurden auch die internen Strukturen komplexer. Kommunikationswege wurden unübersichtlich und ein bevorstehender Generationenwechsel erhöht den Druck, über Jahre aufgebautes Erfahrungswissen rechtzeitig sichtbar und nutzbar zu machen.

Groka ist damit kein Einzelfall. Laut Institut für Mittelstandsforschung Bonn stehen in Deutschland zwischen 2026 und 2030 rund 186.000 Unternehmen vor einer Übergabe, weil ihre Eigentümerinnen und Eigentümer aus Alters- oder persönlichen Gründen aus der Geschäftsführung ausscheiden.

Wissen, das über Jahrzehnte in den Köpfen einzelner, langjähriger Mitarbeitender entstanden ist, lässt sich nicht von einem Tag auf den anderen übergeben und auch nicht so einfach digitalisieren. Es muss vorher in einer Form festgehalten werden, die auch ohne die ursprüngliche Person nutzbar bleibt. Eine Aufgabe, die deutlich mehr mit Prozessdokumentation als mit Software-Auswahl zu tun hat.



CHECKLISTE: WAS UNTERNEHMEN VOR DER DIGITALISIERUNG BEACHTEN SOLLTEN

- Bestehende Prozesse auf Robustheit prüfen, statt sie unverändert in neue Software zu übertragen!
- Informationsflüsse sichtbar machen, bevor Automatisierung geplant wird!
- Wissen erfahrener Mitarbeitender dokumentieren, besonders vor anstehenden Generationswechseln!
- Digitalisierung in einzelne, im laufenden Betrieb umsetzbare Arbeitspakete unterteilen!
- Skalierbarkeit von Anfang an mitdenken, etwa durch cloudbasierte statt lokal gebundene Plattformen!

Vom Förderband zur Faktenlage

Digitalisierung scheitert in gewachsenen Unternehmen deshalb selten an der Technik allein. Sie scheitert daran, dass niemand einen vollständigen Überblick über bestehende Abläufe hat. Bei Groka ging die Prozessaufnahme einen Schritt über den klassischen Workshop hinaus: Die Mitarbeit in der Produktion ergänzte, was Workshops allein nicht zeigen konnten.

Was im Workshop als Prozessschritt beschrieben wird, sieht am Förderband oft anders aus: Workarounds, informelle Absprachen, Ausnahmen, die in keiner Dokumentation auftauchen. Genau diese Lücke schließt der direkte Einblick in den Arbeitsalltag. Wer nur fragt, wie ein Prozess funktionieren soll, bekommt die offizielle Antwort. Wer mitarbeitet, sieht auch die Umwege und ungeschriebenen Regeln.

Cloudflight prüfte so gemeinsam mit Groka die bestehenden Prozesse auf ihre Robustheit und passte sie an veränderte Rahmenbedingungen an. Aus dieser Analyse entstand eine Roadmap mit konkreten Maßnahmen zur Modernisierung, Digitalisierung und Automatisierung.

Eine digitale Plattform statt vieler Insellösungen

An dieser Stelle kommen digitale Plattformen ins Spiel, die zunehmend cloudbasiert ausgelegt sind. Anders als historisch gewachsene Insellösungen bündeln sie Informationen an einem zentralen, von überall zugänglichen Ort. Für Unternehmen mit verteilten Arbeitsbereichen, wechselnden Partnern und saisonal schwankendem Personalbedarf, wie es im Agrar- und Lebensmittelhandel üblich ist, ist das ein praktischer Vorteil: Eine cloudbasierte Lösung muss nicht an jedem Standort einzeln betrieben und gepflegt werden, sie wächst mit dem Geschäft mit, statt bei jeder Erweiterung neu aufgesetzt werden zu müssen.

Auf dieser Basis führte Cloudflight bei Groka eine umfassende, transparente Softwarelösung ein, die den Verpackungsbetrieb digital abbildet. Begleitende Schulungen zu neuen Arbeitsweisen sorgen dafür, dass aus der technischen Lösung auch eine gelebte Praxis wird, denn Software allein verändert noch keine Arbeitsgewohnheiten.

Schrittweise statt auf einen Schlag

Eine vollständige Systemablösung im laufenden Betrieb ist für die meisten Ferti-

gungsunternehmen keine Option. Produktion und Verpackung dürfen nicht stillstehen, während neue Software eingeführt wird.

Deshalb übersetzte Cloudflight die Vision bei Groka in einzelne Arbeitspakete, die sich parallel zum laufenden Geschäft umsetzen lassen. Digitalisierung wird damit nicht zu einem einmaligen Großprojekt, sondern zu einem fortlaufenden Prozess, der sich an die tatsächliche Belastbarkeit des Betriebs anpasst. Dieses Vorgehen lässt sich auf viele gewachsene Fertigungsbetriebe übertragen: Transparenz zuerst, Priorisierung danach, Umsetzung in überschaubaren Schritten.

”

Digitalisierung beginnt nicht mit der Auswahl eines Anbieters oder der Frage nach der passenden Software, sondern mit einer ehrlichen Bestandsaufnahme der eigenen Prozesse.“

ANDRÉ HOLHOZINSKYJ

Ehrliche Bestandsaufnahme der eigenen Prozesse

Gemeinsam mit Groka treiben wir die digitale Transformation kontinuierlich voran. Während bereits wichtige Meilensteine erfolgreich umgesetzt wurden, entwickeln wir die Lösung im laufenden Betrieb stetig weiter und passen sie an neue Anforderungen an.

Der Fall liefert trotzdem schon jetzt eine klare Antwort, schlussfolgert André Holhozinskyj, CEO von Cloudflight: „Digitalisierung beginnt nicht mit der Auswahl eines Anbieters oder der Frage nach der passenden Software, sondern mit einer ehrlichen Bestandsaufnahme der eigenen Prozesse. Dafür muss man tief im Gedächtnis der Firma graben und die bereits vorhandenen Daten erfassen. Wer diesen Schritt überspringt, läuft Gefahr, bestehende Unübersichtlichkeit lediglich in ein neues System zu übertragen, statt sie tatsächlich aufzulösen.“

TB ➤

MANJA KUCHEL

ist Vice President Marketing bei Cloudflight.

Bevor Prozesse digitalisiert werden können, müssen sie verstanden werden: Bei Groka wurden Arbeitsabläufe direkt in der Produktion analysiert und dokumentiert.

Bilder: © Shutterstock



Reallabor für die vernetzte Produktion:
In Amazons Fulfillment-Centern agieren autonome Roboter wie Proteus (im Bild) nicht mehr in abgegrenzten Zonen, sondern bewegen sich frei und bedarfsorientiert durch den gesamten Betrieb.

Silos aufbrechen: Cloud-Turbo für die Fertigung

Unternehmen in der Fertigung stehen aktuell unter hohem Druck. Die Märkte bewegen sich schneller als die internen Entwicklungszyklen und Innovationen werden immer schneller auf den Markt gebracht. Hinzu kommt, dass erfahrene Mitarbeiter in den Ruhestand gehen und jahrzehntelang aufgebautes Prozesswissen mitnehmen. Beides zusammen – Geschwindigkeit und Wissensverlust – erhöht den Druck auf Unternehmen, ihre Prozesse grundlegend zu überdenken. **VON JAN METZNER**

Laut der Accenture Industrial Speed-to-Market Study haben Industrieunternehmen ihre Time-to-Market daher in den vergangenen Jahren im Schnitt von 56 auf 42 Wochen reduziert. Das Ziel liegt laut Studie allerdings bei 29 Wochen, und viele Unternehmen nähern sich dieser Zahl langsamer als ihre Wettbewerber. Die entscheidende Frage ist an dieser Stelle, warum der Fortschritt trotz vorhandener Technologien so schleppend verläuft. Was bremst die Unternehmen aus?

Lange Entwicklungswege bremsen den Markterfolg

Ein Blick auf ein konkretes Produkt macht das deutlich: Ein Saugroboter beispielsweise besitzt ein komplexes und vernetztes System aus Kameras, LiDAR-Sensoren, KI-Modellen zur Hinderniserkennung,

App-Anbindung und OTA-Updates (Over-the-Air). Konzeption, Prototypenbau und Software-Engineering nehmen typischerweise sechs bis neun Monate in Anspruch. Insgesamt kommt ein vernetztes Konsumprodukt dieser Komplexität in der Regel erst nach rund drei Jahren auf den Markt. Das ist heutzutage allerdings fast eine kleine Ewigkeit.

UNTERNEHMEN IN DER FERTIGUNG STEHEN AKTUELL UNTER HOHEM DRUCK. DIE MÄRKTE BEWEGEN SICH SCHNELLER ALS DIE INTERNEN ENTWICKLUNGSZYKLEN UND INNOVATIONEN WERDEN IMMER SCHNELLER AUF DEN MARKT GEBRACHT.

Märkte entwickeln sich mittlerweile schneller. Neue Trends entstehen und vergehen, bevor ein Produkt überhaupt verfügbar ist. Das Ziel muss daher sein, diesen Zyklus zu verkürzen. Dabei helfen etwa Over-the-Air-Updates. Sie erlauben es, ein Produkt mit stabiler Basisfunktionalität früher zu launchen und nach dem Verkauf per Software-Update weiterzuentwickeln. Doch das allein reicht nicht.

Datentransfer als Herausforderung

Was für den Saugroboter gilt, lässt sich auch auf komplexere Industrieprodukte von der Fertigungsanlage zum Roboter übertragen. Wer sich anschaut, wo dabei Zeit verloren geht, stößt immer wieder auf ein ähnliches Muster: Die einzelnen Systeme funktionieren zwar isoliert betrachtet. Es hakt allerdings an den Übergabestellen,

denn Produktdesign, Planung und Logistik arbeiten in getrennten Datenwelten. Informationen werden manuell exportiert, aufbereitet und ins nächste System eingespielt. Jede dieser Übergaben ist eine potenzielle Quelle für Fehler und verloren gegangene Informationen.

Laut dem Protolabs Innovation in Manufacturing Report 2026 melden 97 Prozent aller Unternehmen Verzögerungen beim Übergang vom Design zur Massenproduktion. Die Ursache liegt oft im unzureichend verknüpften Prozess. Hinzu kommt ein strukturelles Problem: Erfahrene Fachkräfte, die manuelles Prozesswissen über Jahrzehnte aufgebaut haben, gehen in Rente. Das implizite Wissen, das heute noch in einzelnen Köpfen steckt, muss in automatisierbare Abläufe überführt werden, bevor es verloren geht.

Vom Datensilo zur durchgängigen Pipeline

Die Dienste von Amazon Web Services (AWS) setzen genau an diesen Bruchstellen an. Die Cloud fungiert hier als verbindendes System, das die gesamte Fertigung zusammenführt. Drei Ansätze stehen dabei im Mittelpunkt.

Der erste Ansatz ist die Simulation von Controller-Applikationen in der Cloud. Fertigungslinien werden heute noch weitgehend vor Ort programmiert und getestet. AWS ermöglicht es, bestehende Controller-Applikationen 1:1 in der Cloud abzubilden,

sodass Ingenieure Änderungen testen können, ohne die laufende Produktion zu beeinträchtigen. Im Automotive-Bereich, wo die Programmierung einer neuen Fertigungslinie typischerweise zwei Jahre in Anspruch nimmt, liegt das angestrebte Ziel von AWS zur Umsetzung bei acht bis zehn Monaten.

Die Beschleunigung der Entwicklungszyklen lässt sich durch einen KI-angereicherten Data Lake weiter unterstützen. Daten haben nur dann Wert, wenn sie strukturiert und auswertbar sind. AWS baut dafür eine Datenbasis auf, in der Informationen aus Entwicklung, Produktion und Betrieb zusammenfließen und durch KI-Modelle kontinuierlich angereichert und ausgewertet werden. Das schafft die Grundlage für vorausschauende Analysen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Ein weiterer Ansatz sind Large Language Models für automatisierte Datenübergaben und zur Erfassung von Anforderungen. Business-Nutzer wissen, was sie brauchen, können es aber selten direkt in technische Spezifikationen überführen. KI-gestützte Systeme helfen Nutzern durch einen strukturierten Prozess und bereiten ihre Anforderungen so auf, dass sie direkt für die Automatisierung nutzbar sind.

Die nächste Stufe der industriellen Orchestrierung

Die Technologien für eine reibungslose digital unterstützte Produktion sind vorhanden. Die Herausforderung der kommenden Jahre liegt in der Orchestrierung und darin, Mitarbeiter so weiterzubilden, dass sie diese Systeme auch wirklich nutzen

DREI HEBEL FÜR SCHNELLERES MANUFACTURING

- Simulation in der Cloud: Controller-Applikationen werden digital abgebildet und können ohne Zugang zur laufenden Fertigungslinie getestet und angepasst werden.
- KI-angereicherter Data Lake: Produktionsdaten aus Entwicklung, Fertigung und Betrieb fließen zentral zusammen und werden durch KI-Modelle strukturiert und auswertbar gemacht.
- LLM-gestützte Anforderungsaufnahme: Sprachmodelle übersetzen Anforderungen von Business-Nutzern in technische Spezifikationen und automatisieren damit eine der zeitaufwendigsten manuellen Schnittstellen im Fertigungsprozess.

können. Software, die sich nicht für den Zugriff durch automatisierte Systeme und KI-Agenten öffnet, verliert an Relevanz. Das Ziel ist ein Manufacturing Operating System. Es sollte eine Ebene sein, die durch KI koordiniert wird und auf der alle produktionsrelevanten Systeme miteinander kommunizieren. Der Weg führt vom reaktiven zum vorausschauenden Fertigungsprozess, der Engpässe erkennt und behebt, bevor sie entstehen.

Wie das in der Praxis aussieht, lässt sich an Amazons eigenen Fulfillment-Centern sehen – einem der größten realen Testfelder für genau dieses Prinzip. Anders als die Vorgängergeneration, die ausschließlich in Dock-Bereichen operierte, ist die neueste Generation des autonomen Roboters Proteus nicht mehr auf bestimmte Zonen beschränkt. Sie lässt sich überall dort einsetzen, wo Waren bewegt werden müssen. Das kollaborative System Stark – ein von Amazon entwickeltes Robotersystem – hebt schwere Behälter direkt neben Mitarbeitern von Förderbändern. Vulcan, der erste Amazon-Roboter mit Tastsinn, kombiniert visuelle und taktile Wahrnehmung für präzises Greifen in dicht gepackten Umgebungen. All das läuft im Regelbetrieb. Das Prinzip ist dasselbe, unabhängig davon, ob Saugroboter, Automotive-Teile oder Industriemaschinen produziert werden. **TB** 

Die Technologie ist da, jetzt folgt die Orchestrierung: Für Jan Metzner liegt der Schlüssel zum Erfolg darin, implizites Fachwissen in automatisierbare, digitale Prozesse zu überführen.

Bilder: Amazon Web Services

JAN METZNER ist Principal Solutions Architect Manufacturing bei Amazon Web Services (AWS).



Moderne Produktionsumgebungen setzen zunehmend auf vernetzte Technologien, um Abläufe transparent, flexibel und skalierbar zu gestalten.

KI ordnet die Welt der Fertigung neu

Cloud-Lösungen, KI-Agenten und digitale Zwillinge verändern die Fertigung nicht isoliert. Ihr größter Wert entsteht im Zusammenspiel: durch die Verbindung von Entwicklung, Produktion, Lieferketten und Service. Solche Fabriken der Zukunft heben Produktivitätspotenziale und verändern sogar Standortentscheidungen. **VON GABRIELE EDER**

In vielen Industriebetrieben beginnt der Weg in die Zukunft erstaunlich nüchtern: Eine Maschine sendet Sensordaten oder eine Servicefachkraft dokumentiert Wartungseinsätze auf ihrem Rechner. Ein KI-System strukturiert Anforderungen aus einem Lastenheft und eine Produktionslinie liefert Telemetrie-Daten in Echtzeit. Für sich genommen sind diese Vorgänge bekannt. Neu ist, was passiert, wenn ihre Daten nicht in Einzelsystemen bleiben, sondern einen Kontext für die ganze Firma bilden, der neue und bessere Entscheidungen ermöglicht. Dann führen einzelne Automatisierungsschritte im Ganzen zu industrieller Intelligenz.

An diesem Punkt steht die Fertigungsindustrie heute. Unternehmen haben in vernetzte Anlagen, Automatisierung und digitale Kernsysteme investiert, von ERP und MES bis zu PLM, IoT-Sensorik und Datenanalyse. Doch das Wissen über Produkte, Anlagen, Prozesse und Kunden steckt oft noch in Silos – und ist dadurch kaum bereit für die Nutzung durch künstliche Intelligenz. Die nächste Digitalisierungsstufe hängt deshalb weniger davon ab, weitere Systeme einzuführen. Entscheidend ist

vielmehr, Daten, Prozesse und Fachwissen zu verbinden.

Heimspiel für die Industrie: KI stoppt Abwanderung

Das zeigt auch eine neue Analyse der Boston Consulting Group (BCG): KI gestützte Produktionsanlagen steigern die Produktivität um bis zu 60 Prozent und verändern die Standortlogik. In manchen Sektoren könne so eine „Fabrik der Zukunft“ in einem Hochkostenland rentabler sein als die Verlagerung ins Ausland. Für ein deutsches Lebensmittelunternehmen berechnete BCG beispielsweise einen Kostenvorteil von 14 Prozentpunkten gegenüber dem Umzug nach China.

INDUSTRIELLE KI IST KEINE ABSTRAKTE ZUKUNFTSTECHNOLOGIE MEHR. WENN FERTIGUNGSUNTERNEHMEN DURCH KI AUS IHREN DATEN LERNEN, KÖNNEN SIE SICH SCHNELLER AN NEUE MARKTBEDINGUNGEN ANPASSEN.

Drei Entwicklungen seien dafür verantwortlich: Agentische KI-Systeme können komplexe Produktionsabläufe nun auf eine Weise orchestrieren, die bisher unerreicht war. Physische und virtuelle KI haben die Trainingszeit von Robotern um 70 Prozent verkürzt und den Umfang der automatisierbaren Arbeiten um 50 Prozent erweitert. Außerdem hat sich die Rechenleistung in den vergangenen zehn Jahren vertausendfacht, wodurch nun Simulationen ganzer Fabrikabläufe möglich sind. Rund eine Billion US-Dollar Wertschöpfung in der Fertigung sind laut BCG von einer Verlagerung aus Westeuropa bedroht. Dadurch werden Cloud, KI und Datenplattformen zu wichtigen Standortfaktoren.

Wie Cloud und Edge die Fabrik verbinden

Die Cloud entfaltet ihren Wert, indem sie Fähigkeiten erweitert. Sie verbindet produktionsnahe Systeme, Edge-Umgebungen und OT mit einer skalierbaren Daten- und KI-Infrastruktur. Wo kurze Reaktionszeiten, hohe Verfügbarkeit oder Datenlokalität entscheidend sind, werden Informationen auch direkt im Werk verarbeitet. Entscheidend

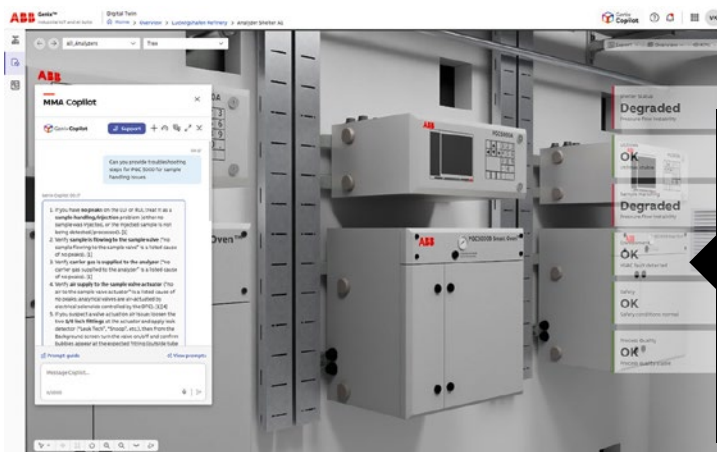
ist, dass daraus ein gemeinsamer Kontext entsteht, wie ihn unsere neue Intelligenzebene Microsoft IQ liefert: Work IQ zeigt, wie Menschen zusammenarbeiten und Entscheidungen treffen. Fabric IQ bündelt Echtzeitdaten zu Assets, Produktion und Lieferketten. Foundry IQ erschließt institutionelles Wissen wie Betriebsverfahren, technische Standards, Historie und Erfahrungswissen. Dadurch kann KI betriebliche Zusammenhänge besser verstehen und Abläufe, Anlagenhistorien, Qualitätsabweichungen oder Servicekontexte einordnen.

Wie Kontext bessere Entscheidungen ermöglicht

Microsoft hat bereits auf der Hannover Messe gezeigt, wie Unternehmen aus verteilten Daten handlungsfähige Intelligenz schaffen. Die „Factory of the Future“-Demo verband Adaptive Cloud, Edge-Intelligenz

CHECKLISTE: WAS ENTSCHEIDER JETZT PRÜFEN SOLLTEN

- **Datenkontext:** Sind Maschinen-, Engineering-, Qualitäts-, Service- und Lieferkettendaten fachlich verbunden oder nur gesammelt?
- **Standort und Technologie:** Werden Entscheidungen über Fertigungsstandorte gemeinsam mit Cloud-, Edge- und KI-Fähigkeiten bewertet?
- **Menschliche Kontrolle:** Sind Governance, Nachvollziehbarkeit und menschliche Freigaben für KI-Agenten geregelt?
- **Skalierung:** Lassen sich erfolgreiche Use Cases über Werke, Linien, Produktbereiche oder Servicenetze ausrollen?
- **Resilienz:** Helfen Datenplattformen und KI dabei, Störungen früher zu erkennen und schneller zu reagieren?



Digitale Zwillinge ermöglichen eine virtuelle Abbildung industrieller Anlagen und unterstützen effizientere Planungs- und Optimierungsprozesse.
Bilder: Microsoft

und physische KI in einer realen Fertigungsumgebung: Azure IoT Operations verarbeitet Signale an der Maschine und Microsoft Fabric führt sie mit weiteren Daten zusammen, damit KI-Agenten die nächsten Entscheidungen vorbereiten können. So fließen Daten nicht nur in Dashboards, sie werden bewertet und als Erkenntnisse in die Arbeitsabläufe zurückgeführt.

Der erste Ansatzpunkt liegt oft schon in der Entwicklung: Beim Automobilzulieferer Aumovio können dabei bis zu 30.000 Anforderungen für neue Produkte entstehen, die früher manuell gesichtet und bewertet wurden. Gemeinsam mit Microsoft und NTT DATA hat Aumovio deshalb ein KI-basiertes Anforderungsmanagement entwickelt, das solche Dokumente automatisch analysiert und zuordnet. So starten Entwicklung und Mustererstellung schneller, Risiken werden früher sichtbar und es bleibt mehr Zeit für die eigentlichen Ingenieurleistungen.

So machen digitale Zwillinge Tempo

Der Abfüllanlagenhersteller Krones hat digitale Zwillinge zu operativen Werkzeugen gemacht: Der Gesamtsieger des Microsoft Intelligent Manufacturing Award 2026 nutzt sie für KI-basierte Flüssigkeitssimulationen, die bei Umstellungen an den Ma-

schinen nötig sind. Sie erforderten bisher stundenlange manuelle Arbeit und Vor-Ort-Versuche. Doch mit Unterstützung von Microsoft, Ansys, CADFEM, SoftServe und NVIDIA Omniverse konnte Krones die Simulationszeit von vier Stunden auf unter fünf Minuten verkürzen. Ein Multi-Agentensystem analysiert die Simulationsergebnisse und empfiehlt optimale Konfigurationen für eine schnellere Inbetriebnahme.

Derweil nutzt ABB, ein Technologieunternehmen für Elektrifizierung und Automatisierung, seine auf Microsoft Azure laufende Plattform Genix Industrial AI, um Anlagen- und Sensordaten kontinuierlich auszuwerten und daraus Echtzeit-Empfehlungen für Betrieb und Management abzuleiten. So lassen sich Energieeffizienz und Anlagenleistung verbessern sowie ungeplante Ausfallzeiten reduzieren. Dabei gilt immer das Prinzip „Human in the loop“: Die künstliche Intelligenz schlägt vor und der Mensch entscheidet.

Agenten nutzen Echtzeitwissen für Betrieb und Service

Der Aufzug-Hersteller und -Servicedienstleister TK Elevator hat diese Logik auch in den Service übertragen: Durch spezialisierte KI-Agenten verbindet das Unternehmen seine Betriebsdaten mit Service-, ERP-, CRM- und Lieferantendaten. Vor einem Service-Einsatz erstellen sie kontextbezogene Briefings und danach erfassen sie die Erkenntnisse, um das neue Wissen der Service-Teams in unternehmensweites Know-how zu überführen. So wird der Service schneller und besser, und das Design der nächsten Aufzugsgeneration kann diese Erkenntnisse berücksichtigen. **TB**

GABRIELE EDER ist General Manager Manufacturing von Microsoft Deutschland.



Präzise Fertigungsprozesse in der Industrie: Automatisierung und Digitalisierung schaffen die Grundlage für höhere Effizienz und Qualität.

BMW integriert humanoide Roboter-Generation

Die BMW Group treibt die Digitalisierung mit dem humanoiden Roboter Figure 03 voran. Dank Physical AI und taktilen Sensoren beherrscht das System komplexe Handlungsabläufe in der Logistik. Die menschenähnliche Maschine entlastet die Belegschaft bei monotonen und ergonomisch schwierigen Aufgaben. Damit beweist BMW, dass Humanoide ein fester Bestandteil moderner Fertigungsprozesse werden. **VON BENEDIKT TORKA**

Die BMW Group intensiviert den Einsatz von Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz in der Produktion. Mit der sogenannten „Physical AI“, die digitale KI mit realen Maschinen und Robotern verbindet, können intelligente Systeme wie humanoide Roboter in reale Produktionsprozesse eingebunden werden. Nach einem erfolgreichen Einsatz des humanoiden Roboters Figure 02 im BMW Group Werk Spartanburg, USA, wird nun der weiterentwickelte Nachfolger Figure 03 in Spartanburg an den Start gehen und komplexe Sequenzierungs-Anwendungen in der Logistik durchführen.

„Ein wertvoller Bestandteil der Fertigungsbelegschaft“

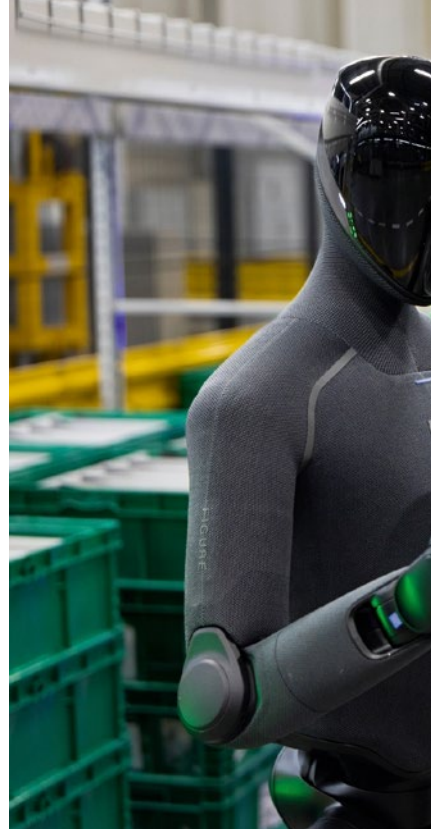
„Das Werk Spartanburg ist die Wiege der humanoiden Robotik im operativen Tages-

geschäft der BMW Group. Nachdem wir bereits einen Piloten mit dem Figure 02 in unserem Karosseriebau erfolgreich abgeschlossen haben, freuen wir uns nun darauf, den Figure 03 für einen Sequenzierungs-Anwendungsfall in der Logistik einzusetzen“, sagt Ulrich Wieland, Vice President of Production Control and Logistics, BMW Manufacturing.

„Unser elfmonatiger Einsatz von Figure 02 hat bewiesen, dass Humanoide längst keine Laborexperimente mehr sind – sie können ein wertvoller Bestandteil beim Aufbau einer flexiblen, zuverlässigen Fertigungsbelegschaft sein“, sagt Brett Adcock, Gründer und CEO von Figure AI: „Wir freuen uns darauf, unsere Arbeit in Spartanburg fortzusetzen, während Figure die Komplexität der Montage- und Logistikhalle bewältigt.“

Über 30.000 BMW X3 mit humanoider Hilfe gefertigt

Die BMW Group sammelte bereits 2025 im Werk Spartanburg wichtige Erfahrungen mit humanoider Robotik. In Zusammenarbeit mit dem Technologieunternehmen Figure AI unterstützte der Roboter Figure 02 über einen Zeitraum von zehn Monaten die Produktion von mehr als 30.000 BMW X3-Fahrzeugen. Im Karosseriebau positionierte der Roboter Blechteile für den Schweißprozess – eine Aufgabe, die hohe Anforderungen an Geschwindigkeit sowie Genauigkeit stellt und körperlich belastend sein kann. Die Zusammenarbeit zeigte, dass humanoide Roboter präzise und wiederholbare Arbeitsschritte unter



BMW NUTZT PHYSICAL AI, UM DIGITALE INTELLIGENZ MIT REALEN MASCHINEN ZU VERNETZEN. DANK VIRTUELLER 3D-SIMULATIONEN WIRD DIE PRODUKTION FEHLERFREI GEPLANT UND DIE ERGONOMIE NACHHALTIG VERBESSERT.

Autonome Logistik in der Praxis: Im BMW Group Werk Spartanburg übernimmt der humanoide Roboter Figure 03 das Greifen und Einordnen unsortierter Komponenten – eine Aufgabe, die höchste Wiederholgenauigkeit und Geschicklichkeit erfordert.



Der neue humanoide Roboter Figure 03 im BMW Group Werk Spartanburg: Dank taktiler Sensoren und verbesserter Hände sortiert er Bauteile in der Logistik hochpräzise und entlastet so das Team bei monotonen Aufgaben.

realen Produktionsbedingungen sicher ausführen können.

Physical AI als Strategie: Ergonomie und Entlastung im Fokus

Die aus diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse bilden nun die Grundlage für den nächsten Schritt mit dem Nachfolgemodell Figure 03. „Der Roboter verfügt über mehrere neue Funktionen für erweiterte Anwendungsmöglichkeiten. Dazu zählen weiche Komponenten zur Erhöhung der Sicherheit, kabelloses Laden für eine höhere Verfügbarkeit, Audiofunktionen für Speech-to-Speech-Kommunikation sowie verbesserte Hände mit taktilen Sensoren und Kameras in den Handflächen für mehr Präzision und Geschicklichkeit“, erklärt Adcock.

Im neuen Sequenzierungs-Anwendungsfall treffen angelieferte Komponenten zunächst unsortiert in größeren Behältern ein. Figure 03 nimmt diese auf und sortiert sie in einen Sequenzierungswagen ein. Der Wagen wird danach zu einer definierten Sammelpunkt für die Weiterbeförderung gebracht. Ein automatisierter Routenzug oder ein Smart Transport Robot transportiert die Teile dann zum Einbauort, wo sie den Mitarbeitenden in der Montage „Just in Sequence“ bereitgestellt werden. Dieser Anwendungsfall kommt in der Logistik

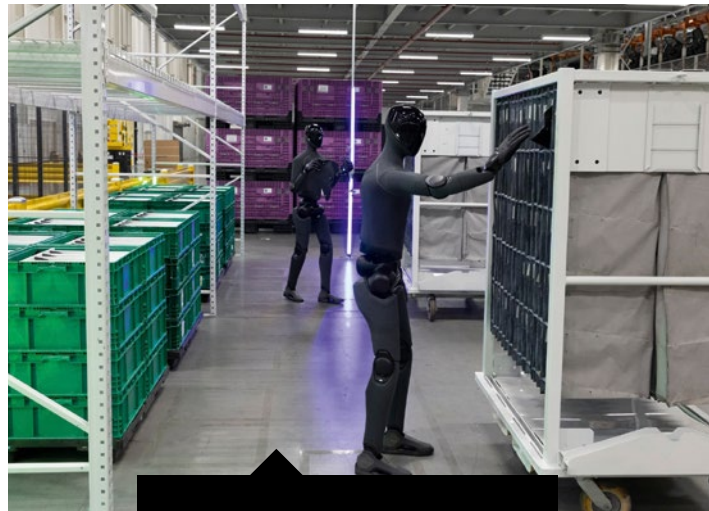
in der Automobilproduktion vielfach vor und bietet Potenzial für Weiterentwicklung und Skalierbarkeit.

Der Einsatz humanoider Roboter ist Teil der umfassenden Strategie der BMW Group, ihr Automatisierungsportfolio mit Physical AI zu erweitern. Humanoide Robotik wird dabei als wertschöpfende Ergänzung bestehender Automatisierung verstanden. Ihr Potenzial liegt insbesondere in monotonen, ergonomisch anspruchsvollen oder sicherheitskritischen Tätigkeiten. Ziel ist es, Mitarbeitende zu schützen und optimal einzusetzen sowie gleichzeitig die Arbeitsplätze weiter zu verbessern.

BMW iFactory: Digitale Transformation und virtuelle Planung in Halle 52

Das neue Projekt ist eng mit der digitalen Transformation der Produktion im Werk Spartanburg verbunden. Die Halle 52, in der Antriebsvarianten des BMW X3 und künftig des elektrifizierten BMW iX5 gebaut werden, wurde umfassend erweitert und umgebaut. Digitale Anwendungen kamen bereits in der Planung zum Einsatz und werden im Rahmen des BMW iFactory Ansatzes auch im täglichen Produktionsbetrieb weiter implementiert. Noch bevor Komponenten an der Produktionslinie eintreffen, helfen virtuelle 3D-Simulationen dabei, Prozesse zu optimieren und von Beginn an eine fehlerfreie Umsetzung zu ermöglichen. Die BMW Virtual Factory macht Komplexität beherrschbar und unterstützt Mitarbeitende, indem menschliche Bewe-

IN DER QUALITÄTSSICHERUNG SETZT BMW AUF DEN KI-STANDARD AIQX. KAMERAS UND SENSOREN PRÜFEN BAUTEILE VISUELL SOWIE AKUSTISCH UND GEBEN DEN MITARBEITERN DIREKTES FEEDBACK ÜBER MODERNE SMART DEVICES.



Die Fabrik der Zukunft: Durch den Einsatz mehrerer humanoider Einheiten macht BMW den iFactory-Ansatz greifbar. Die Roboter übernehmen die Sortierung und Bestückung autonom und sorgen so für einen flüssigen, fehlerfreien Materialnachschub „Just in Sequence“.

Bilder: BMW Group

gungsabläufe simuliert werden. Damit werden manuelle Prozesse von der Planung bis zur Produktionslinie verfeinert. Ein zentrales Ziel ist die Optimierung der Ergonomie für Mitarbeitende.

Auch in der Qualitätssicherung kommt künstliche Intelligenz bereits zum Einsatz. Mit AIQX (Artificial Intelligence Quality Next) nutzt das Werk Spartanburg KI für visuelle und akustische Qualitätsprüfung, um gleichbleibende Qualität in einem dynamischen Produktionsumfeld sicherzustellen. BMW hat AIQX als Standard etabliert und prüft Möglichkeiten, das System auch Zulieferern zur Verfügung zu stellen. Es nutzt im Bandablauf Kamerasysteme sowie Sensoren und gibt Mitarbeitenden am Band unmittelbar Feedback über Smart Devices.

TB 

BENEDIKT TORKA ist Pressesprecher beim Produktionsnetzwerk BMW Group.

Der Schlüssel zu höherer Produktivität

Durch eine konsequente Digitalisierung kann die Industrie ihre Kosten senken und die Produktqualität steigern. Tools wie Maschinen- oder Betriebsdatenerfassungssysteme ermöglichen eine gezielte Prozessoptimierung und tragen so zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit bei. Rose Systemtechnik produziert mit seinen kundenspezifisch konfigurierten HMI-Lösungen nicht nur die Hardware für die Programme – das Unternehmen berät seine Kunden auch umfassend zu dem Thema. **VON KATHARINA LANGE**

Lange Zeit war Industrie 4.0 nicht viel mehr als ein Schlagwort, unter dem jeder etwas Anderes verstand. In den vergangenen Jahren wurde aber immer deutlicher, welches Potenzial die Digitalisierung von Fertigungs- und Logistikprozessen birgt. Die Smart Factory schafft eine Produktionsumgebung, in der Daten nahtlos fließen und als Grundlage für Entscheidungen dienen. So können Produktionsverfahren in Echtzeit verfolgt und optimiert werden. Das Ergebnis sind effizientere Abläufe, geringere Betriebskosten und präzisere Qualitätskontrollen.

Die Grundlage der digitalen Fabrik bilden Softwarelösungen wie Manufacturing-Execution-Systeme (MES), Maschinen- und Betriebsdatenerfassungssysteme (MDE/BDE) sowie Werkerassistenzsysteme. Alle diese Programme haben eines gemeinsam: Sie benötigen eine leistungsfähige Hardware als Basis. Diese sollte genau auf die Anforderungen des jeweiligen MDE, BDE beziehungsweise MES abgestimmt sein.

Hardware und Software aus einem Guss

Rose Systemtechnik hat sich auf die Fertigung dieser Hardware spezialisiert: Das Unternehmen produziert Industrie-Panel-PCs und Steuergehäuse sowie die dazu passenden Geräteträgersysteme.

Sämtliche Geräte werden aus hochwertigen, langzeitverfügbaren Komponenten gefertigt und zusammen mit den Produkten der Partner Setago.io und Phoenix Mecano Solutions zu einer kundenspezifischen Systemlösung vereint.

Die drei Firmen sind Teil der international agierenden Phoenix Mecano AG und verfügen jeweils über ganz spezifisches

Know-how: Während Rose individuell konfigurierte Hardware für die Automatisierungstechnik fertigt, entwickeln Setago.io und Phoenix Mecano Solutions Software für die Digitalisierung von Montagearbeitsplätzen und Shopfloor-Prozessen. Durch die enge Kooperation sind Hard- und Software optimal aufeinander abgestimmt, sodass der Kunde ein exakt an seine Anwendung angepasstes BDE, MDE oder MES erhält.

Ganzheitliches Konzept statt Einzelprodukt

Von anderen Anbietern am Markt unterscheidet sich Rose in mehrfacher Hinsicht. Zum einen sind die Panel-PCs und Indus-

triemonitore mit der passgenauen Software ausgestattet und werden auf Wunsch inklusive Tragarmsystem und Abhängungen geliefert. „Das macht außer uns keiner“, berichtet Nils Stello, Geschäftsbereichsleiter HMI bei Rose. Zum anderen bietet das Unternehmen seinen Kunden eine umfassende Beratung. „Wir sehen uns beim Kunden vor Ort alles genau an, nehmen das Aufmaß und suchen sogar die richtigen Dübel raus oder spielen die passende Firmware für den RFID-Reader auf“, so Stello. Wenn nötig, finden er und seine Kollegen auch unkonventionelle Lösungen für die Installation: „In einem Fall mussten wir an einem Doppel-T-Träger mehrere Metallplatten montieren, damit wir unsere Panel-PCs sicher anbringen konnten.“

Ergonomie ist ein wichtiges Kriterium

Im Produktprogramm von Rose finden sich neben Industrie-PCs und Steuergehäusen auch Höhenverstellungssysteme. Mit ihrer Hilfe

**„IM PRINZIP IST JEDE
UNSERER HMI-LÖSUNGEN
EIN UNIKAT.“**

PETER SCHILLER, ROSE SYSTEMTECHNIK



Der neue Panel-PC S-Line Gen.5 lässt sich standardmäßig um kundenspezifische Meldesysteme, RFID-Module und WLAN-Antennen erweitern.



Neben Panel-PCs fertigt Rose auch Steuergelände in verschiedenen Ausführungen. Das SL 5000 bietet eine hohe Flexibilität und Modularität.

ZUM SERVICE VON ROSE GEHÖRT AUCH DIE OPTIMALE INTEGRATION DER KOMPLETTSYSTEME IN DIE FERTIGUNGsumgebung.

dieneinheit. Dank des modularen Prinzips ist das relativ kostengünstig realisierbar.“

Darüber hinaus unterstützt der Hersteller die Anwender bei der Entscheidungsfindung durch Online-Meetings und Seminare und übernimmt auf Wunsch die Montage der Geräte vor Ort. Jedes Produkt wird aus einem großen Programm an Komponenten individuell konfiguriert – dazu zählen unter anderem eine große Bandbreite an Display-Größen, verschiedene CPU-Ausführungen (bis Intel Core i7) und Schnittstellen, RFID-Lesegeräte, Barcode-Scanner, konventionelle Tasten sowie eine unterbrechungs-freie Stromversorgung (USV).

Software wird individualisiert

Auf den Panel-PCs und Industriemonitoren von Rose laufen Betriebsdatenerfassungs-beziehungsweise Werkerassistenzsysteme von Setago.io, die genau an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Das Betriebsdatenerfassungssystem stellt den Werkern beispielsweise alle relevanten Betriebsdaten im gesamten Produktionsprozess zur Verfügung. Sie können an ihren Arbeitsplätzen jederzeit den aktuellen Bearbeitungsstatus, Stückzahlen, Termine sowie Zeichnungen zu den Aufträgen abrufen. Über eine Kachel- und Listenansicht lassen sich die Projekte übersichtlich darstellen und priorisieren.

Das Werkerassistenzsystem von Setago.io wiederum ermöglicht es Unternehmen, eigene digitale Arbeitsanweisungen in Form von Bildern oder Videos zu erstellen. So können Mitarbeiter ohne zusätzliches Personal schnell in neue Arbeitsprozesse eingearbeitet werden. Alle von Setago.io entwickelten Softwarelösungen lassen sich leicht in bestehende Systeme integrieren und ermöglichen eine unkomplizierte Anbindung von zusätzlichen Hilfsmitteln – neben Panel-PCs und Industriemonitoren können das zum Beispiel Roboter, Elektroschrauber, Scanner oder Zuführsysteme sein.

Mobile Lösung für Werkzeugmaschinenhersteller

Rose passt aber nicht nur die Hard- und Software seiner Panel-PCs und Industriemonitore exakt an die Anwendung an. Zum Service gehört auch die optimale Integration der Komplettsysteme in die Fertigungsumgebung. Dafür findet das Team von Rose HMI Solutions auch kreative Lösungen: So wurde für einen Werkzeugmaschinenhersteller eine Einheit aus Panel-PC, Transportwagen und Drucker realisiert. Das Besondere daran: Ein Akku versorgt den PC mit Strom – und das eine ganze Woche am Stück. „Wir haben zusammen mit dem Wagenproduzenten ein intelligentes Lastmanagement entwickelt, das eine optimale Ausnutzung der Akkuleistung ermöglicht“, so Nils Stello, Geschäftsbereichsleiter HMI bei Rose. **RT**

KATHARINA LANGE

ist Marketingleiterin bei Rose Systemtechnik.

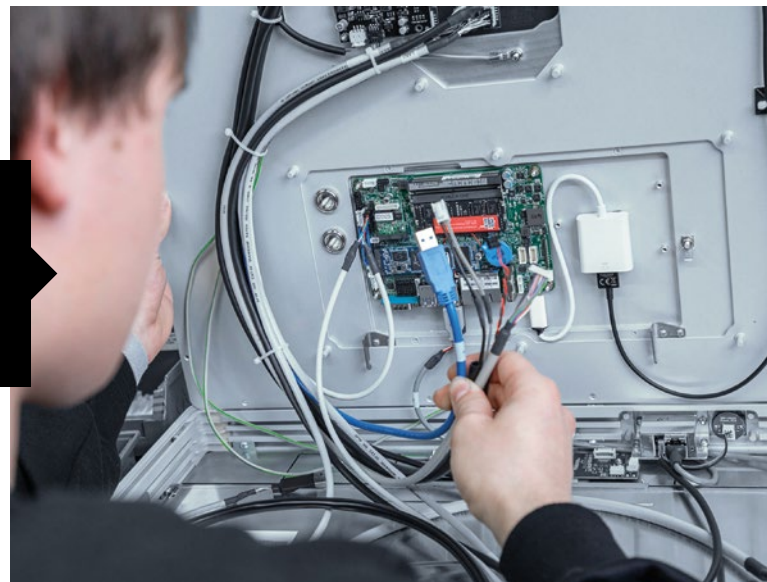
lässt sich die Position einer Bedieneinheit genau an die Körpergröße des jeweiligen Werkers anpassen. Die körperliche Belastung wird reduziert, sodass die Ausfallzeiten sinken und die Produktivität steigt.

Für die Anbindung der Panel-PCs an die Höhenverstell- und Tragarmsysteme stehen unter anderem der modulare Flat-Panel-Adapter und die Schnellwechselkupplung QuickLock zur Verfügung. Der Adapter hat einen Neigungsbereich von ± 20 Grad und wird von Rose auf Wunsch individuell bearbeitet, zum Beispiel mit Bohrungen für Kabelverschraubungen. Mit der patentierten Schnellwechselvorrichtung lassen sich Panel-PCs von einer einzigen Person ohne Werkzeug innerhalb von nur 30 Sekunden austauschen. Maschinenbauer können die Panel-PCs von Rose alternativ aber auch über eine Vesa-Befestigung mit ihrer Anlage verbinden.

Rose konzipiert seine HMI-Lösungen in enger Zusammenarbeit mit den Kunden. „Im Prinzip ist jede unserer HMI-Lösungen ein Unikat“, erzählt Peter Schiller, Vertriebsleiter HMI Solutions. „Der Anwender bekommt bei uns kein vorgefertigtes, standardisiertes Produkt, sondern eine exakt auf seine Anforderungen zugeschnittene Be-

So gut wie jeder Panel-PC wird bei Rose nach den Wünschen des Anwenders konfiguriert.

Bilder: Rose Systemtechnik



Feinstgefiltert und schaumfrei

SHW Brake Systems hat mit der Serienfertigung von hartstoffbeschichteten Bremscheiben begonnen. Zur perfekten Qualität der geschliffenen Oberflächen tragen unter anderem ein wassermischbarer Kühlschmierstoff (KSS) von Bantleon und eine zentrale MicroPur-Filteranlage von Knoll Maschinenbau bei. **VON WOLFGANG KLINGAUF**



Siegmund Tonn (links) und Boris Memel von SHW Brake Systems mit einer hartstoffbeschichteten Bremscheibe.

Die Euro-7-Abgasnorm, die ab dem 29. November 2026 für die Typgenehmigung neuer Pkw-Modelle und ein Jahr später für alle Neuzulassungen in der EU eingeführt wird, verschärft nicht nur das zulässige Limit für Motor-emissionen. Erstmals werden auch Grenzwerte für Bremsstaubpartikel eingeführt – eine Herausforderung für die Hersteller von Bremssystemen. Sie reagieren darauf mit der Entwicklung beschichteter Bremscheiben, die deutlich weniger Korrosion und Verschleiß aufweisen.

So auch SHW Brake Systems, Technologieführer im Bereich Bremscheiben für Fahrzeuge der Oberklasse, für Sportwagen und Motorsportfahrzeuge. Der Premiumhersteller setzt sich schon seit Jahren mit den neuen Anforderungen auseinander und steht derzeit auf der Schwelle zur Serienfertigung von Bremscheiben, die mit Titan-Karbid beschichtet sind.

Boris Memel, seit 30 Jahren bei SHW, derzeit Leiter „New Business Development Brake Discs“, ist seit 2022 für das Projekt Low Emission Brake (LEB) zuständig. Er berichtet: „Unser Standort Neuhausen ob Eck ist das Kompetenzzentrum für einbaufertige Grauguss- und Verbundbremscheiben. Hier haben wir im letzten Jahr eine Halle eingerichtet, in der wir ausschließlich hartstoffbeschichtete Bremscheiben produzieren.“ Anfang 2026 ist die Produktion bereits angelaufen und vier Monate später im Übergang in Ausbaustufe zwei. Ein Jahr darauf soll der Endausbau abgeschlossen sein, sodass dann eine Produktionskapazität von rund einer Million LEBs pro Jahr zur Verfügung steht.

Hohe Fertigungstiefe – vom Grundkörper bis zur Beschichtung
Ein Alleinstellungsmerkmal von SHW Brake Systems ist die hohe Fertigungstiefe. In

Tuttlingen werden die Bremscheibenrohlinge gegossen, im Werk Neuhausen fertig bearbeitet. Selbst die superleichten Verbundbremscheiben stellt SHW einbaufertig her – inklusive Aluminiumguss.

Auf diesen Produkten basieren auch die neuen emissionsarmen Bremscheiben. Sie erhalten allerdings noch eine Veredelung on top. In automatisierten ADCS-Anlagen (Advanced Disc Coating System) werden auf beiden Seiten mittels Laserauftragschweißen jeweils zwei Schichten aufgebracht, die erste aus Edelstahl und nachfolgend eine aus einer Titan-Karbid-Mischung. So entsteht beidseitig eine etwa 400 µm dicke Schicht, die anschließend – ebenfalls vollautomatisiert – im Doppelplanschleifverfahren finalisiert wird.

Das sind anspruchsvolle Verfahren, die bei SHW Brake Systems eine mehrjährige Entwicklungsarbeit erforderlich machten. Zumal im Unternehmen bis dahin kaum Erfahrung in der Schleifbearbeitung bestand. Gesamtprojektleiter Boris Memel erklärt: „Unsere Integral- und Verbundbremscheiben werden seit vielen Jahren auf Dreh-Fräszentren feingedreht – in Trockenbearbeitung beziehungsweise mit

EIN ALLEINSTELLUNGSMERKMAL VON SHW BRAKE SYSTEMS IST DIE HOHE FERTIGUNGSTIEFE.

Minimalmengenschmierung. Damit erreichen wir die benötigten engen Toleranzen und erzielen sehr feine Oberflächengüten. Für die harten Oberflächen der LEB-Scheiben ist jedoch eine Schleifbearbeitung unerlässlich.“

Schleifbearbeitung – eine zentrale Aufgabe

Um die kümmerte sich federführend Siegmund Tonn, ein erfahrener Fertigungsmitarbeiter, bereits seit 24 Jahren bei SHW

Für ein optimales Schleifergebnis sind bei SHW neben der Doppelplanschleifmaschine auch der Bantleon-KSS und die zentrale Filteranlage von Knoll verantwortlich.



tätig. Vor drei Jahren übernahm er die Verantwortung für die Prozessentwicklung Schleifen. „Wir haben zunächst eine Testanlage angeschafft, um Erfahrungen zu sammeln“, berichtet Tonn. Diese für Kleinserienfertigung ausgelegte Schleifmaschine war von Herstellerseite aus mit einem Standardschmierstoff (synthetische Lösung) befüllt und mit einer Knoll-Filteranlage mit Verbrauchsvlies ausgestattet.

Bei den ersten Schleifversuchen traten jedoch Probleme mit Schaumbildung im wassermischbaren Kühlschmierstoff (KSS) auf. Um diese in den Griff zu bekommen, wandte sich Tonn an Knoll Maschinenbau in Bad Saulgau. Ralph Knobelspies, der für SHW zuständige Knoll-Außendienstmitarbeiter half bei den Optimierungsmaßnahmen: „Unsere Empfehlung war, zunächst mit dem Kühlschmierstoffspezialisten Bantleon Kontakt aufzunehmen, mit dem uns eine jahrelange Partnerschaft verbindet. Er hat spezielle synthetische Lösungen im Programm, die schon so manches Schaumproblem lösen konnten.“

Gesagt, getan. Siegmund Tonn setzte sich mit Leonard Knaus, technischer Berater bei Bantleon, zusammen, der eine Befüllung mit Avilub Metacool ETA vorschlug: „Mit Wasser gemischt bildet dieser synthetische

– also nicht mineralöhlhaltige – Kühlschmierstoff eine klarsichtige Lösung von hoher Stabilität, selbst bei hoher Salzbelastung. Ihn zeichnen seine gute Spülwirkung und lange Standzeit aus. Außerdem enthält der Avilub Metacool ETA spezielle Zusätze, die es ermöglichen, dass die Schaumbildung schnell zerstört wird.“

„UNSERE INTEGRAL- UND VERBUND-BREMSSCHEIBEN WERDEN SEIT VIELEN JAHREN AUF DREHFRÄSZENTREN FEINGEDREHT.“

BORIS MEMEL, SHW BRAKE SYSTEMS

Der gewünschte Effekt trat ein, die Schaumbildung ging zurück. Doch der Verschmutzungsgrad des KSS nach der Filtrierung ließ noch zu wünschen übrig. Das Problem: Bei der Beschichtung werden Titan-Karbide aufgebracht, die beim Schleifen einen sehr feinen Schlamm ergeben. Diese Partikel lassen sich mit normalen Bandfiltersystemen nicht vollständig entfernen. Sie reichern sich an, schaden der Maschine und verhindern zunehmend die gewünschten Oberflächen der Bremsscheiben.



Sechs MicroPur-Filtermodule versorgen drei Doppelplanschleifmaschinen mit bis zu 1.440 Litern pro Minute gereinigtem KSS.

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/abonnament

DIGITAL MANUFACTURING

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

MicroPur – ein Feinstfilter für wassermischbaren KSS

Hier verspricht Filterspezialist Knoll unmittelbar Abhilfe. „Wir haben den Vliesfilter gegen unseren Feinstfilter MicroPur getauscht – erst im Bypass, dann im Vollstrom“, berichtet Ralph Knobelspies und erklärt: „Der MicroPur ist ein Rückspülfilter zum Abscheiden feinsten Verunreinigungen aus Kühlschmierstoffen. Mit ihm sind wir in der Lage, Verschmutzungen bis zu einer Partikelgröße von ein bis drei µm aus der synthetischen Lösung herauszufiltern. So hat sich die Verunreinigung des Kühlschmiermediums auf nahezu null verbessert.“

MIT DEM RÜCKSPÜLFILTER MICROPUR LASSEN SICH VERSCHMUTZUNGEN BIS ZU EINER PARTIKELGRÖSSE VON EIN BIS DREI MIKROMETER AUS DER SYNTHETISCHEN LÖSUNG HERAUSFILTERN.

Das Knoll-Feinstfiltersystem MicroPur besteht aus einzelnen Modulkästen, die mit Filterpatronen bestückt sind. Diese Elemente erreichen durch eine sternförmige Faltung eine besonders große Filterfläche. Für den Einsatz bei synthetischen Lösungen erhält das Filtermedium eine spezielle Beschichtung, die das Eindringen des Wassers ins Gewebe verhindert.

Eine weitere zentrale Eigenschaft des MicroPur: Die Filterpatronen lassen sich einzeln mit der Lösung rückspülen, ohne den Filterprozess zu unterbrechen. Um eine möglichst große Rückspül-Effektivität zu erreichen, setzt Knoll eine eigene Spülpumpe ein, die mit gereinigtem KSS zurückspült,

anstatt mit teurer Druckluft. Das schlägt sich in einer längeren Standzeit der Filterpatronen und geringeren Wartungskosten nieder. Der Rückspülvorgang dauert pro Filterpatrone weniger als vier Sekunden, fällt dadurch in der Gesamtleistung nicht ins Gewicht und erzeugt ein sehr geringes Rückspülvolumen.

Getestet und für gut befunden

Nach einem Jahr Betriebszeit der Testanlage waren sich die Fertigungsverantwortlichen um Siegmund Tonn bei SHW Brake Systems sicher: „Der Bantleon Schmierstoff ETA und der Knoll MicroPur-Filter eignen sich optimal für die Schleifbearbeitung der hartstoffbeschichteten Bremsscheiben. Damit starten wir in die Serienfertigung.“

Tonn, seit 2025 als Projektleiter für die gesamte LEB-Industrialisierung zuständig, ging mit Daniel Kujundzic, dem zuständigen Knoll-Vertriebsingenieur, in die Planung einer Zentralanlage für die KSS-Reinigung aller drei in der Endausbaustufe vorgesehenen Schleifanlagen. Kernelement sind sechs MicroPur-Module mit jeweils vier Filtereinheiten.

Das größte Element der Filteranlage ist der Schlammräumer, ein Becken, das rund 32 m³ Flüssigkeit fasst. In ihm setzen sich die schweren Partikel ab und werden über einen Kratzbandförderer entfernt. Das mit leichteren Fraktionen verschmutzte Kühlmedium wird vom Schmutztank durch die Filterelemente gepumpt, und dann in gereinigtem Zustand durch den Plattenwärmetauscher in den Reintank und weiter zu den Maschinen gefördert. Der beim Rückspülen der MicroPur-Elemente abgeschiedene Schlamm landet zunächst in einem Automatikonzentrator, in dem wiederum schwere Partikel zu Boden sinken. Die Flüssigkeit mit Schwebeteilchen wird über ein zusätzliches MicroPur-Element gereinigt und dem Reintank wieder zurückgeführt.

Zuverlässig und wartungsarm

„Mit Knoll und Bantleon ist es uns gelungen, auch den Serienfertigungsprozess optimal zu gestalten“, resümiert Siegmund Tonn. „Wir haben nur minimale Schaumbildung, die sich spätestens auf dem Weg zu den MicroPur-Filtern auflöst. Zusätzlich profitieren wir vom Korrosionsschutz des Bantleon-ETA-KSS und der guten Hautverträglichkeit.“

Auch für die zentrale Kühlschmierstoff-Reinigung findet er lobende Worte: „Sie arbeitet hervorragend und ist absolut wartungsarm.“ Zudem installierte Knoll eine



Aus den roten Fässern wird der mineralölfreie, wassermischbare Bantleon-KSS Avilub Metacool ETA automatisch nachdosiert.

automatische Nachdosierung. Die Messeinheit kann die bestehende Konzentration ermitteln und die benötigte Menge festlegen, die beim Nachfüllen für eine Gesamtkonzentration von vier Prozent benötigt wird. „Die automatische Messung und Nachdosierung funktionieren perfekt“, bestätigt Siegmund Tonn, und Leonard Knaus stimmt ihm zu. Im 4-Wochen-Rhythmus nimmt er eine Probe

MIT KNOLL UND BANTLEON IST ES UNS GELUNGEN, AUCH DEN SERIENFERTIGUNGSPROZESS OPTIMAL ZU GESTALTEN.“

SIEGMUND TONN, SHW BRAKE SYSTEMS

und führt ein strenges Monitoring durch. In diesem Rahmen werden neben pH-Wert, Nitrit und Konzentration weitere Parameter im Bantleon-Labor ausgewertet, um die Prozesssicherheit dauerhaft sicherzustellen. „Die Werte stimmen mit den Ergebnissen der Knoll-Sonde fast 1:1 überein“, berichtet der Bantleon-Berater.

Boris Memel und Siegmund Tonn sind sich einig, was die Zusammenarbeit mit Knoll und Bantleon bei der Installation, Planung und Projektierung angeht: „Hinsichtlich der Technik und des Engagements war das eine vorbildliche Leistung. Auch während des Betriebs erhalten wir sehr zuverlässigen Support.“

RT

WOLFGANG KLINGAUF

ist freier Fachjournalist in Augsburg.



Links hinten im Bild sind die beiden Schmutzwasserabgänge für die Filtermodule zu sehen. Rechts befinden sich die zwei Reinmediums-abgänge, die in Redundanz die Maschinen mit gereinigtem Medium versorgen.

Bilder: Knoll Maschinenbau



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
Römering 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
Dirksenstraße 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.



T.CON GmbH & Co. KG
Straubinger Straße 2
94447 Plattling
+49 9931 981 100
info@tcon.com
www.tcon.com

T.CON ist Digitalisierungspartner der produzierenden Industrie und SAP Gold Partner. Über 450 Expertinnen und Experten unterstützen Unternehmen dabei, Technologien, Menschen, Innovationen und Prozesse intelligent zu verbinden – für mehr Effizienz, Zukunftssicherheit und nachhaltigen Erfolg. Das Leistungsportfolio umfasst SAP-Projekte, Services, Softwarelösungen und strategische Beratung rund um digitale Transformation.

T.CON – Empower your potential.



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

Mit vernetzten Werkzeugmaschinen zur Smart Factory
Werkzeugmaschinen entwickeln sich zu intelligenten, vernetzten Produktionssystemen. Sie liefern Echtzeitdaten, kommunizieren mit MES- und ERP-Systemen und schaffen die Grundlage für mehr Transparenz, Produktivität und Prozesssicherheit. Passend zur AMB 2026 in Stuttgart beleuchten wir in der nächsten Ausgabe aktuelle Entwicklungen, Vernetzungskonzepte sowie Praxisbeispiele für den Einsatz moderner Werkzeugmaschinen in der Smart Factory.

Bild: Uli Regenscheit/Messe Stuttgart

Künstliche Intelligenz in der Industrie

Künstliche Intelligenz hält zunehmend Einzug in die industrielle Praxis. Ob Qualitätskontrolle, Predictive Maintenance, Produktionsplanung oder Prozessoptimierung – KI eröffnet neue Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung und unterstützt Unternehmen dabei, datenbasierte Entscheidungen schneller zu treffen. Wir zeigen aktuelle Anwendungen, erfolgreiche Praxisprojekte und geben Orientierung für den wirtschaftlichen Einsatz von KI in der Fertigung. Abgerundet wird der Schwerpunkt von einer großen Expertenumfrage.

Bild: © greenbutterfly/stock.adobe.com



MES-Lösungen

Manufacturing-Execution-Systeme sind das Herz moderner Fertigungsbetriebe. Sie verknüpfen Maschinen, Mitarbeitende und Unternehmens-IT, schaffen Transparenz über laufende Prozesse und ermöglichen eine durchgängige Produktionssteuerung. In der nächsten Ausgabe zeigen wir Ihnen, wie aktuelle MES-Lösungen Unternehmen bei der Optimierung ihrer Produktion unterstützen.

Bild: © Murrstock/stock.adobe.com

Mit Sonderheft
SAP IN DER PRODUKTION

WEITERE THEMEN IN DER KOMMENDEN AUSGABE:

- 🔗 Cobots in der Fertigungsindustrie
- 🔗 Retrofit: Digitalisierung älterer Werkzeugmaschinen
- 🔗 Qualitätskontrolle mit KI und 3D-Vision
- 🔗 Montage- und Handlingsysteme

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 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: Julian Baier, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos, Michael Borutta, Thomas Eberius, Gabriele Eder, Jens Henschel, Mark Hindsbo, Peter Kanonir, Wolfgang Klingauf, Leonhard Klisch, Manja Kuchel, Katharina Lange, Michael Mayer-Rosa, Jan Metzner, Vera Müller, Benjamin Neubauer, Ulrike Peter, Jesko Rehberg, Michael Schlagenhauer, Bastian Schumacher, Dr. Hans-Christian Stockfisch, Stefanie Terler, Benedikt Torka, Dr. Thomas Tosse, Rohit Tripathi, Louis Vieira, Brett Webster, Dr.-Ing. David Welling

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 abovetrib@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: © Grispb/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
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 2026-04
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 DIGITALMANUFACTURING SONDERHEFTE?

INDUSTRIEROBOTIK

SAP IN DER PRODUKTION

KI IN DER FERTIGUNGSINDUSTRIE





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