

DIGITAL MANUFACTURING

AUFBAU UND OPTIMIERUNG IT-GESTÜTZTER PRODUKTIONSPROZESSE

Industrie 5.0 | Internet der Dinge

Bild: © Swissdreams/stock.adobe.com (generiert mit AI)



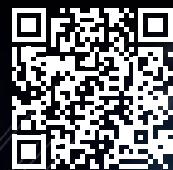
CYBERSECURITY IN DER PRODUKTION

Von der Cyberabwehr zur Cyberresilienz

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!

Sichere und smarte Produktion

Liebe Leserinnen und Leser,

die Fertigungsindustrie befindet sich in einer Phase tiefgreifender Transformation. Vernetzte Anlagen, digitale Wertschöpfungsprozesse und KI-gestützte Assistenzsysteme eröffnen neue Potenziale – doch sie erhöhen zugleich die Anforderungen an Sicherheit, Transparenz und Verantwortlichkeit. Deshalb stehen in dieser Ausgabe von Digital Manufacturing zwei Themen besonders im Fokus: Cybersecurity und künstliche Intelligenz (KI) in der Produktion.

Beide Themen sind eng miteinander verknüpft. Denn: Nur sichere Daten sind vertrauenswürdige Daten. Und nur eine robuste digitale Infrastruktur schafft den Raum, KI-Anwendungen zuverlässig und skalierbar zu betreiben. Durch die zunehmende Vernetzung von Maschinen und Anlagen sowie deren Anbindung an die Cloud werden Produktionsumgebungen verwundbarer für Cyberangriffe.

Laut dem Digitalverband Bitkom haben Angriffe auf die deutsche Wirtschaft in den vergangenen zwölf Monaten weiter zugenommen. 87 Prozent der Unternehmen berichten über Diebstahl von Daten und IT-Geräten, digitaler und analoger Industriespionage oder Sabotage – vor einem Jahr lag der Anteil noch bei 81 Prozent. Der Schaden durch diese Angriffe ist im Vergleich zum Vorjahr um rund acht Prozent auf rund 289 Milliarden Euro gestiegen.

Deshalb ist es für Unternehmen wichtig, Security-Mechanismen wie Netzwerksegmentierung, Zero-Trust-Architekturen oder sichere Remote-Zugänge konsequent umzusetzen. Dabei ist ein gemeinsames Verständnis von IT und OT unabdingbar. Cybersecurity ist längst kein rein technisches, sondern ein organisatorisches Thema.

Mehr zum Thema Cybersecurity in der Produktion lesen Sie ab Seite 14. Im Fachbeitrag auf den Seiten 20 und 21 geht es beispielsweise um die wichtigsten Angriffsszenarien. Außerdem erläutert der Artikel, wie Unternehmen ihre vorhandenen OT-Systeme schützen können und warum Cyberresilienz zur Chefsache werden muss.

Auf den Seiten 32 bis 45 steht dann das Thema KI in der Produktion im Fokus. Lesen Sie zum Beispiel im Interview auf den Seiten 36 und 37, wie künstliche Intelligenz die Produktionsplanung verändert.

Ich wünsche Ihnen eine inspirierende Lektüre.

Viel Spaß beim Lesen!



Rainer Trummer
Chefredakteur



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

10

INDUSTRIE 4.0 MIT SAP DM

Industrielle Produktion wandelt sich rasant. Globale Lieferketten, volatile Märkte und ein spürbarer Fachkräftemangel fordern von Unternehmen mehr Agilität, Transparenz und Effizienz. Wer heute noch mit papierbasierten Prozessen oder isolierten IT-Systemen arbeitet, verliert wertvolle Zeit und Flexibilität. Gleichzeitig wächst der Druck, die Potenziale der Industrie 4.0 konsequent zu nutzen. Mit modernen SAP-Lösungen lässt sich dieser Wandel gezielt steuern und aktiv gestalten.

Bild: SWAN



24

ENERGIEMANAGEMENT FÜR MAXIMALE EFFIZIENZ

Für Hawe Hydraulik ist Nachhaltigkeit Teil der Firmenkultur. Am Standort Kaufbeuren sorgt ein Energiemanagementsystem mit Janitzia-Produkten für Transparenz und hohen Energieeffizienzeinsatz bis hin zur einzelnen Maschine. Zusätzlich überwacht die Messtechnik die Spannungsqualität und warnt vor schleichenden Isolationsfehlern. So erhöht sie die Betriebssicherheit.

Bild: Martin Witzsch



Rückblick auf die SPS 2025 in Nürnberg

Starke Besucherresonanz und Innovationskraft

5

Ludger Martinschledde, Geschäftsführer Schirmer Maschinen, im Gespräch

Per Baukastensystem

zu maßgeschneiderten Lösungen

6

Industrie 4.0 mit SAP DM

Vernetzte Produktion und Logistik – transparent, planbar, effizient

10

Werkzeugstammdaten

Direkte Kommunikation zwischen Hersteller und Anwender

12

Cybersecurity in der Produktion

Schutzkonzepte für vernetzte Systeme

14

Cybersecurity in der Produktion

Ausweitung des Geltungsbereichs von NIS-2

16

Cybersecurity in der Produktion

Sichere Segmentierung für die AdBlue-Produktion

18

Cybersecurity in der Produktion

Cyberangriffe auf Fabriken verhindern

20

Strategischer Erfolgsfaktor Energie Klimaziele erreichen, Wettbewerbsfähigkeit sichern

22

Transparenz bis zur letzten Maschine

Energiemanagement für maximale Effizienz

24

Edge AI in der Produktion

Weit mehr als nur Automatisierung

27

Digitaler Produktionszwillling

Mit Edge Cloud Continuum zur datengestützten Industrie

30

Transparenz statt Black Box

Mehr Nachvollziehbarkeit für KI-Ergebnisse

32

Wie KI Serviceteams in der Produktion stärkt

Weniger Stillstand, mehr Wissen

34

Künstliche Intelligenz in der Produktion

„Die Produktionsplanung wird intuitiver und dialogorientierter“

36

KI in der Produktion: Adaptive KI-Optimierungen

Die neue Dimension der KI-Steuerung

38

Wie KI bei der Einführung von KI-Tools unterstützt

KI als Brückentechnologie nutzen

40

KI-gesteuerte Qualitätskontrolle

Qualitätsmanagement mit KI: mehr Tempo und weniger Aufwand

42

Multikamerasystem mit KI und lückenloser Rückverfolgbarkeit

Lückenlos unter Kontrolle

44

Industrielle Vernetzung

Optimale Konnektivität für Manufacturing-X

46

WLAN für die Industrie

BlitzFunk: Echtzeit-WLAN für die Automobilproduktion

48

Konstruktion gelaserter Spangeometrien

Warum nicht mal im Negativ denken

50

Editorial

3

Marketplace

52

Vorschau, Impressum

54

REDAKTIONELL ERWÄHNTEN INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

BE-terna S. 32, CommScope S. 46, Copo-Data S. 14, Coscom Computer S. 12, Cosmo Consult S. 40, Deutsche Energie-Agentur (dena) S. 22, Fabasoft Approve S. 42, Fraunhofer CCIT S. 30, fünfneinhalb Funksysteme S. 48, Genua S. 18, IDS Imaging Development Systems S. 44, Inform S. 36, Janitza S. 24, Mesago Messe Frankfurt S. 5, Net Group S. 20, Phoenix Contact S. 16, PSI Software S. 38, Ruckus Networks S. 46, Schirmer Maschinen S. 6, Simtek S. 50, Supermicro S. 27, SWAN S. 10, TeamViewer S. 34

Starke Besucherresonanz und Innovationskraft

Nach drei turbulenten Tagen schloss am 27. November die SPS - Smart Production Solutions 2025 in Nürnberg ihre Pforten. Mit 1.175 Ausstellern und rund 56.000 Besuchern verzeichnete die Messe einen Zuwachs gegenüber dem Vorjahr.

Die SPS ist weit mehr als eine reine Präsentationsfläche für Produkte. Das zeigte sich auch in diesem Jahr auf der Expo. Drei Tage lang bot sie Raum für den Austausch von Ideen und für die direkte Begegnung mit innovativen Technologien. Besucher konnten vor Ort erleben, wie sich Theorie und Praxis sinnvoll verbinden – durch anschauliche Live-Demonstrationen, fundierte Fachvorträge und persönliche Gespräche.

„Die SPS bietet der Automatisierungsbranche nicht nur eine Plattform für Innovationen, sondern vor allem für den direkten Dialog. Hier trafen sich auch dieses Jahr wieder Experten, um gemeinsam an Lösungen zu arbeiten, Trends zu diskutieren und Netzwerke zu stärken. Die Expo schaffte erneut einen Rahmen, in dem sich die Community weiterentwickeln kann – praxisnah, fokussiert und auf Augenhöhe“, fasst Sylke Schulz-Metzner, Vice President SPS, nach drei Messestagen zusammen.

Künstliche Intelligenz als treibende Kraft

Ein zentrales Thema der SPS 2025 war die zunehmende Integration von künstlicher Intelligenz in industrielle Prozesse. Zahlreiche Aussteller präsentierten konkrete Anwendungen – von KI-gestützter Qualitätsprüfung über adaptive Steuerungssysteme bis hin zu intelligenten Wartungslösungen, die auf Echtzeitdaten basieren. Besucher konnten erleben, wie KI nicht nur einzelne Prozesse optimiert, sondern ganze Produktionssysteme neu denkt. Vor Ort wurde deutlich, wie wichtig der persönliche Austausch für die Weiterentwicklung von Industrial AI ist.

„KI ist bereits fester Bestandteil vieler Anwendungen und eröffnet zugleich unzählige Möglichkeiten für die Zukunft. Heute sehen wir künstliche Intelligenz in zahlreichen Applikationen, die längst Alltag sind. Gleichzeitig bietet KI enorme Potenziale für neue Konzepte, die aktuell noch in der Proof-of-Concept-Phase stecken – ein spannender Ausblick auf das, was kommt“, unterstreicht Marcus Bliesze, Vice President Marketing for Automation bei Siemens.

Wissensplattform und Networking-Hub

Neben Industrial AI bot das umfangreiche Vortragsprogramm auf den vier Stages, darunter die „Technology Stage powered by VDMA/ZVEI“, tiefgehende Einblicke in weitere aktuelle Themen rund um die Automatisierung. In den „Meet the Speaker“-Zonen hatten Besucher die Möglichkeit, direkt mit Experten ins Gespräch zu kommen und individuelle Fragen zu diskutieren.

Der Gemeinschaftsstand „Automation meets IT“ in Halle 6 erwies sich erneut als Publikumsmagnet. Hier begegneten sich klassische Automatisierung und moderne IT-Lösungen in einem inspirierenden Umfeld für interdisziplinären Austausch. Auch die Start-up Area und der „young Innovators“-Stand mit jungen



Ende November 2025 traf sich die Automatisierungsbranche wieder auf der SPS - Smart Production Solutions in Nürnberg.

Bild: Mesago Messe Frankfurt GmbH/Arturo Rivas

Unternehmen zeigten eindrucksvoll, wie viel kreative Energie und Innovationskraft in der Branche steckt. Besonders großen Zuspruch fanden die Guided Tours der SmartFactory KL, die an allen drei Messestagen stattfanden und Besucher gezielt zu innovativen Technologien und Anwendungen führten. Ergänzt wurde das Angebot durch eine themenspezifische Guided Tour zum Schaltschrankbau am Messe donnerstag, die ebenfalls auf reges Interesse stieß und wertvolle Einblicke in aktuelle Entwicklungen und Best Practices bot.

Die nächste SPS - Smart Production Solutions findet vom 24. bis 26. November 2026 in Nürnberg statt. **RT**

INTERTOOL X SCHWEISSEN

Österreichs stärkste Messen

SAVE THE DATE: 21.–24. APRIL 2026 | MESSE WELS



Per Baukastensystem zu maßgeschneiderten Lösungen

Schirmer Maschinen ist Spezialist für die Profilbearbeitung. Auf Basis eines technologischen Baukastensystems entstehen individuelle Anlagen mit flexiblem Automatisierungsgrad. Vor welchen Herausforderungen der Maschinenbauer steht, wie die Digitalisierung dabei helfen kann und wie sich durch Anlagen von Schirmer die Produktivität und Effizienz steigern lassen, erläuterte uns Geschäftsführer Ludger Martinschledde.

Digital Manufacturing (DM): Herr Martinschledde, bitte stellen Sie unseren Leserinnen und Lesern Schirmer Maschinen kurz vor, und erläutern Sie uns, was die Kompetenzen des Unternehmens sind.

LUDGER MARTINSCHLEDE: Schirmer ist Spezialist für Profilbearbeitungstechnologie. Wir sind Lösungsanbieter und betreiben einen modularen Maschinenbau, das heißt, wir konfigurieren aus weitestgehend standardisierten Prozessmodulen individuelle Maschinen und Anlagen. Wir haben keine Serien- und Katalogmaschinen, sondern konfigurieren für den Kunden entsprechend seiner Anforderungen die optimale Lösung. Der Kunde profitiert insofern, dass wir nicht wie bei einem Sondermaschinenbauer für jede maßgeschneiderte Lösung eine Neu-entwicklung anstoßen müssen.

Schirmer hat sich am Markt als Technologieführer positioniert und fokussiert sich

auf das Premiumsegment. Unsere Maschinen sind insbesondere dann wettbewerbsfähig, wenn die Kunden hohe Anforderungen haben in Bezug auf Qualität und Geschwindigkeit – sprich Ausbringleistung – bei gleichzeitig hoher Flexibilität hinsichtlich unterschiedlicher Profilgeometrien. Wir haben Kunden, die weit über 1.000 Profilgeometrien über unsere Maschinen fahren. Der Wechsel erfolgt dabei vollautomatisch. Manuelles Umrüsten ist bei Schirmer tabu.

DM: Mit welchen Herausforderungen hat Schirmer aktuell zu kämpfen und wie bewältigen Sie diese?

MARTINSCHLEDE: Unsere Kernbranche, der Fenster- und Fassadenbau, ist stark von der heimischen Baukonjunktur abhängig. Aktuell verspüren wir hier ein vorsichtiges Investitionsverhalten. Aufgrund unserer Technologieführerschaft

in diesem Bereich können wir uns aber auch in Zeiten eines schwächeren Markts gut behaupten. Außerdem streben wir eine weitere Internationalisierung an – auch außerhalb Europas. In den USA erschweren aber die hohen Einfuhrzölle den Export.

Darüber hinaus verspüren wir einen zunehmenden globalen Wettbewerb in unserem Segment, zum Beispiel von Anbietern aus China. Aber mit unseren kundenindividuellen Produktionslösungen, gepaart mit unserer Technologieführerschaft, sehen wir uns gut gewappnet.

DM: Welche Rolle spielt Ihr Unternehmen innerhalb der Beckhoff-Gruppe?

MARTINSCHLEDE: Schirmer Maschinen ist seit 2016 Teil der Beckhoff-Automation-Gruppe, aber es gibt eine viel längere Vergeschichte. Schirmer und Beckhoff wurden annähernd zur gleichen Zeit gegründet (1979 und 1980). Wir waren der erste Automatisierungskunde von Hans Beckhoff. Beckhoff liefert heute die komplette Steuerungstechnik an Schirmer Maschinen. Als einziger Maschinenbauer innerhalb der Gruppe haben wir zusätzliche Aufgaben, zum Beispiel zeigen wir Beckhoff Bedarfe aus dem Maschinenbau auf. Beckhoff entwickelt dann entsprechende Automatisierungslösungen für diese Branche. Zudem fungieren wir als Showroom für Beckhoff-Kunden. Es kommen viele Maschinenbauer zu uns und sehen sich an, wie wir Beckhoff-Produkte nutzbringend in unseren Anlagen einsetzen.

DM: Wie sehen typische kundenspezifische Lösungen bei Schirmer aus?

MARTINSCHLEDE: Grundsätzlich arbeiten unsere Maschinenkonzepte immer im Durchlaufverfahren, das heißt, es sind



Transfermaschinen. Ganz vereinfacht gesagt, kann der Kunde vorne Rohstäbe unterschiedlichster Profile auflegen – in der Regel handelt es sich um Rohlängen von sechs bis sieben Metern. Diese werden dann vollautomatisch durch die Maschine gefahren und in unterschiedlichsten Prozessstationen je nach Konfiguration bearbeitet. Am Ende kommen dann die Fertigteile auf Länge geschnitten und bearbeitet heraus und werden je nach gewünschtem Automationsgrad gegebenenfalls auch automatisch in Transportwagen sortiert. Typische Bearbeitungsprozesse sind Bohren, Fräsen und Sägen. Weitere Prozesse können Markieren, Stanzen und Montieren von Anbauteilen sein.

Wir verstehen uns als Spezialist für die Profilbearbeitung. Auf Kundenanfrage entwickeln wir auch exklusive Lösungen und nehmen diese – wenn es sinnvoll erscheint – in unseren modularen Baukasten auf. Viele unserer Kunden fahren Produktionssequenzen, das heißt, sie produzieren unterschiedliche Teilelängen im Mix. Unsere Maschinen arbeiten deshalb immer zuschnittsoptimiert, mit dem Ziel, möglichst wenig Verschnitt zu erzeugen.

DM: Kommen wir zur Digitalisierung. Inwiefern unterstützt Schirmer seine Kunden bei der Umsetzung von Industrie 4.0-Strategien?

MARTINSCHLEDE: Beim Betrieb der Maschinen fallen viele Daten an – sowohl Maschinen- als auch Betriebsdaten –, die wir erheben und systematisch erfassen. Die Ergebnisse stellen wir auf Dashboards dar. Im Falle von Maschinendaten können wir beispielsweise Schwachstellen einer Maschine erkennen und unsere Produkte so kontinuierlich weiterentwickeln. Der Kunde bekommt eine hohe Maschinenverfügbarkeit, aber auch wichtige Informationen für die vorausschauende Wartung – sprich Predictive Maintenance. Mit den gewonnenen Daten lassen sich auch Engpässe der Maschine im Durchlauf erfassen und durch Sequenzoptimierung auflösen. Dies führt zu einer höheren Ausbringleistung.

DM: Wie lassen sich diese Betriebsdaten in der Praxis nutzen?

MARTINSCHLEDE: Bei den Betriebsdaten handelt es sich in der Regel um auftragspezifische Daten, zum Beispiel Produktionszeiten, Materialverbrauch, Restmaterial oder Restlängen. All diese Daten können an übergeordnete Systeme weitergeleitet werden. Wir gehen hier auf Kundenforde-



Kundenbeispiel: Die WIRUS Fenster GmbH & Co. KG in Rietberg nahm im April 2023 in einer neu errichteten Halle dieses Aluminiumprofil-Durchlaufzentrum in Betrieb. Es umfasst ein sechsspindeliges Ringmodul, eine 4-Achs-Schwenksäge von vorn sowie eine mit einem Werkzeugwechsler ausgestattete Kämpferkonturfräse.

Bilder: Schirmer Maschinen

rungen ein. Unsere Kunden haben meist unterschiedliche übergeordnete Systeme mit verschiedenen Schnittstellen im Einsatz, mit denen unsere Maschinen kommunizieren müssen. Wir sind dahingehend sehr flexibel. Ein Beispiel dafür ist die Kommunikation mit einem vorgelagerten Materiallager, zum Beispiel für die Kommissionierung von Rohstäben.

“

Wir haben hochautomatisierte Maschinen für die Stab- und Profilbearbeitung. Alle Bearbeitungs- und Montageschritte lassen sich ohne manuelle Handling-Prozesse abwickeln.“

Im Bereich Maschinen- und Betriebsdatenerfassung setzen wir die Beckhoff-Lösung „TwinCAT Analytics“ ein. Das Tool bietet viele Auswertungs- und Anpassungsmöglichkeiten, zum Beispiel die Darstellung von Energieflüssen und -verbräuchen. Mit den gewonnenen Erkenntnissen können wir dann unsere Maschinen zielgerichtet optimieren.

DM: Wie tragen Maschinen und Anlagen von Schirmer zur Steigerung der Produktivität und Effizienz bei?

MARTINSCHLEDE: Wir haben hochautomatisierte Maschinen für die Stab- und

Profilbearbeitung. Alle Bearbeitungs- und Montageschritte lassen sich ohne manuelle Handling-Prozesse abwickeln. Das reduziert Arbeits- und Ausschusskosten. Beispielsweise entfällt so das manuelle Teile-Handling und damit auch die Gefahr, dass Teile beschädigt werden oder durch Bediener-einfluss Qualitätsmängel auftreten. Wir können aber auch den Automationsgrad anpassen, denn manchmal ist es wirtschaftlicher, manuelle Prozesse zuzulassen.

Unsere Maschinen sind außerdem sehr flexibel, Produkt- und Profilwechsel erfolgen vollautomatisch – ohne jegliches manuelles Umrüsten. Dadurch entfallen potenzielle Fehlerquellen, die zu Qualitätsmängeln oder Fehlproduktionen führen können. Das Umrüsten von einem Profil auf das andere erfolgt on the fly, also im laufenden Betrieb.

Das Laden der Datensätze für die Kundenlose und das Programmieren der jeweiligen Bearbeitung auf Basis dieser Datensätze erfolgt ebenfalls vollautomatisch.

DM: Setzen Sie bereits KI-basierte Technologien in Ihren Lösungen ein – wenn ja, mit welchem Mehrwert für die Kunden?

MARTINSCHLEDE: Wir arbeiten bereits an verschiedenen KI-basierten Lösungen. Auch hier werden wir gut von Beckhoff unterstützt, die eine eigene Abteilung für den Bereich KI und Machine Learning haben.

Eine Beispielanwendung sind modellbasierte Algorithmen für die thermische Achskompensation. Hier geht es um eine

Temperaturkompensation innerhalb der Maschine, um den Bearbeitungsprozess gegenüber äußeren und inneren Temperaturinflüssen zu stabilisieren. Damit lassen sich eine höhere Bearbeitungsgenauigkeit und eine bessere Bauteilqualität erzielen.

Ein anderes Beispiel ist Machine Learning für das bedienergeführte Einlernen von Bildverarbeitungssystemen. Hier wird kein Expertenwissen mehr benötigt. Der Bediener oder die Bedienerin müssen die erkannten Werkstücke lediglich in Gut- oder Schlechtteile klassifizieren. Der Algorithmus wird dann über eine KI-gestützte Logik entwickelt und kann zum Beispiel Oberflächenfehler eines Profils erkennen. Die Machine Learning-Modelle entstehen direkt in der Steuerung, integriert in 'TwinCAT 3' von Beckhoff Automation.

DM: Wie sieht es bei Schirmer Maschinen im Bereich IoT-Anwendungen aus?

MARTINSCHLEDDDE: Hier geht es im Wesentlichen um eine Maschinendatenerfassung auf Basis von 'TwinCAT Analytics'. Das Ziel ist die Erfassung von strukturierten Daten von einer Vielzahl an Maschinen, um sie über 'TwinCAT IoT' in der Cloud zu speichern. Daran arbeiten wir derzeit. Wir wollen über die Cloud eine KI-basierte Auswertung und Optimierung vornehmen, zum Beispiel im Bereich Predictive Maintenance. Der Kunde muss das natürlich zulassen; wir müssen schließlich auf seine Maschinen zugreifen dürfen.

DM: In der Fertigungsindustrie wird eine nachhaltige Produktion immer wichtiger.

Wie positioniert sich Schirmer beim Thema Green Production?

MARTINSCHLEDDDE: Wir legen seit jeher Wert auf Ressourcenschonung. Beispielsweise setzen wir auf grünen Strom aus erneuerbaren Energien und produzieren einen Großteil unseres Strombedarfs mit der eigenen Photovoltaikanlage. Im Rahmen eines geplanten Standort-Neubaus am Hauptsitz in Verl wollen wir unseren CO₂-Fußabdruck noch weiter reduzieren.

Schirmer versteht sich als Spezialist für die Profilbearbeitung. Auf Kundenanfrage entwickeln wir auch exklusive Lösungen.

Bei unseren Maschinen haben wir in den letzten Jahren den Anteil pneumatischer und hydraulischer Antriebe aufgrund schlechter Wirkungsgrade und hoher Energieverbräuche reduziert. Wir setzen jetzt vermehrt auf Antriebe mit Servomotoren, die deutlich energieeffizienter sind und eine Energierückeinspeisung ermöglichen, zum Beispiel bei Bremsvorgängen. Das Schöne daran: Mit dieser Art von Antriebstechnik nimmt auch die Funktio-

nalität zu, und die Ausbringleistung der Maschinen steigt.

Darüber hinaus ist die Materialeinsparung beim Kunden ein wichtiger Punkt für uns, zum Beispiel durch eine Verschnittoptimierung. Im Fensterbau lässt sich so 20 bis 30 Prozent Material einsparen.

DM: Wie kann Schirmer seine Kunden bei der Bewältigung aktueller Herausforderungen unterstützen?

MARTINSCHLEDDDE: Eine große Herausforderung für unsere Kunden ist der Fachkräftemangel. Da hilft es, dass unsere Maschinen hochautomatisiert arbeiten und wenig Personal benötigen. Außerdem lassen sich unsere Maschinen so konfigurieren, dass sie einen hohen Autonomiegrad haben. Die Maschinen können damit zeitweise ohne Maschinenbedienung laufen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Möglichkeit der Mehrmaschinenbedienung, beispielsweise, indem die Maschine zum Schichtende noch vollgeladen wird. Dieses Material wird dann mannlös in einer 'Geisterschicht' abgearbeitet, sodass am nächsten Morgen die fertigen Teile nur noch entnommen werden müssen.

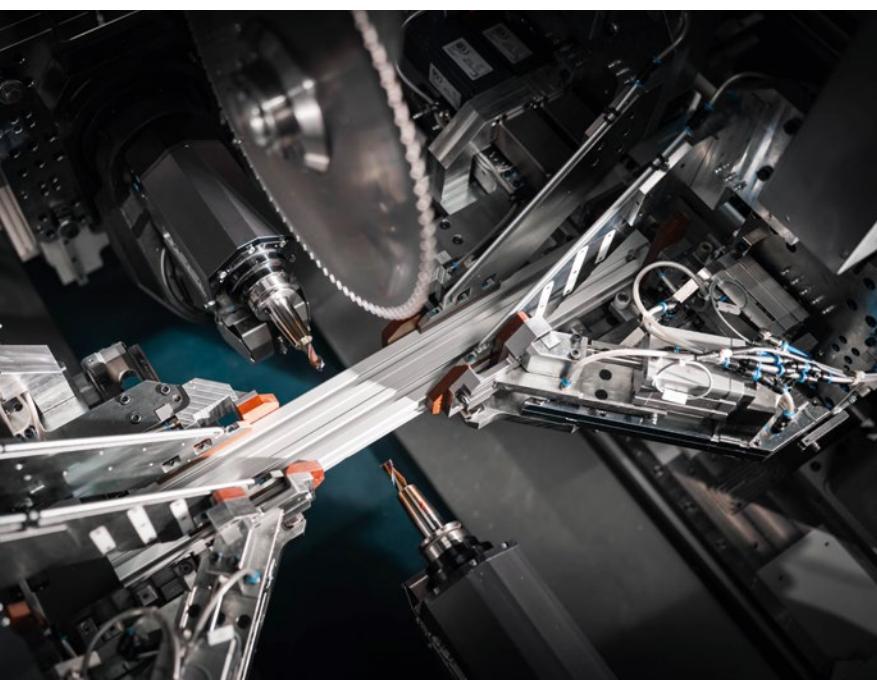
Darüber hinaus wollen unsere Kunden flexibel auf Marktveränderungen reagieren und ihre Produkte entsprechend schnell anpassen können. Dies ermöglichen wir, indem unsere Maschinen universell einsetzbar sind, denn sie können nahezu jede Profilgeometrie verarbeiten.

DM: Wo sehen Sie außerhalb Ihrer Kernbranche Potenziale für die automatisierte Profilbearbeitung und wie geht Schirmer bei der Erschließung neuer Branchen vor?

MARTINSCHLEDDDE: Wir wollen unsere Kundenbasis in Branchen, die Aluminiumprofile verarbeiten, ausbauen. Beispiele dafür sind Automotive, Aerospace und Railway. Aber auch Branchen, die Stahlprofile verarbeiten, stehen in unserem Fokus. Bei der Erschließung dieser Branchen hilft uns unser umfangreiches, branchenübergreifendes Wissen in der Profilverarbeitung. Die in den letzten 40 Jahren gesammelten Erfahrungen können wir so in neue Branchen transferieren – sowohl technologisch als auch im Vertrieb.

DM: Herr Martinschledde, vielen Dank für das Gespräch.

Das Interview führte Rainer Trummer.



Ein in der servomotorischen Aufspannung befindliches Profil. Es lässt sich von den beiden sich gegenüberliegenden 5-Achs-Fräsköpfen gleichzeitig bearbeiten. Oben befindet sich zudem eine Säge.

MES-Integrator und 360-Grad-Partner für optimierte Fertigung

In einer sich ständig wandelnden Fertigungslandschaft stehen Unternehmen vor Fragestellungen und Herausforderungen:

Wie können wir energieeffizienter produzieren und weniger CO₂ ausstoßen? Wie können wir Ausschuss verringern? Wie verbessern wir die Maschinenauslastung? Wie behalten wir den Überblick über komplexe Produktionsabläufe? Oft fehlt es an Echtzeitdaten und vernetzten Systemen, um diese Fragen zufriedenstellend beantworten zu können. Maschinenstillstände oder Materialengpässe sind nur einige der Folgen einer nicht vollständig vernetzten Produktion. Die Lösungen sind greifbar: Durch die Implementierung eines Manufacturing-Execution-Systems (MES) können Unternehmen diese Herausforderungen nicht nur bewältigen, sondern auch ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Mit einer MES-Lösung lassen sich alle entlang der Wertschöpfungskette entstehenden Daten erfassen, analysieren und in Echtzeit anzeigen. So profitieren Unternehmen von transparenten, reaktionsschnellen Prozessen. Als Partner von MPDV und zertifizierter HYDRA-Integrator unterstützt der IT-Dienstleister MEGLA bei der nahtlosen Einführung.

Der Weg zur Smart Factory beginnt jetzt
MEGLA identifiziert den individuellen Bedarf und plant die Integration des MES anhand individueller Anforderungen. Dabei prüft MEGLA, welche Funktionen wichtig sind, und entwickelt einen Projektplan über die Integration unterschiedlicher Features. Durch definierte Aufgaben, Zeitschienen und regelmäßige Abstimmungen erhält der Kunde volle Transparenz.

MEGLA GmbH

MEGLA
digital. personal. reliable.

Standort Dortmund:
Speicherstraße 8
44147 Dortmund

Standort Meschede:
Sophienweg 3, 59872 Meschede

TEL: +49 (0)2 91 / 99 85-0
E-MAIL: info@megla.de

www.megla.de

Mithilfe einer Integrationsplattform lassen sich bestehende Lösungen in die HYDRA-Umgebung überführen, ohne dass neue Entwicklungen notwendig sind. Dennoch wird eine gemeinsame Datenbasis geschaffen.

Aus einer Hand: Betrieb, Wartung und Weiterentwicklung

Nach gelungener Einführung steht der persönliche Ansprechpartner und IT-Verbündete weiterhin zur Verfügung: Bei Fragestellungen, Support-Themen und um den störungsfreien Systembetrieb zu gewährleisten. Bei der Weiterentwicklung unterstützt MEGLA Unternehmen dabei, eigene Lösungen als App nach individuellen technischen Vorgaben auf die Integrationsplattform zu portieren. Individuelle Erweiterungen lassen sich beim Umstieg auf die neueste Version HYDRA X weiterhin nutzen.

Insellösungen und Drittsysteme vernetzen

Drittsysteme und Customized-Anwendungen können mithilfe der Integrationsplattform MIP (Manufacturing Integration Platform) zukunftssicher in das MES integriert werden. So lassen sich Daten unterschiedlicher Softwareanwendungen in verschiedenen Fertigungsbereichen, also Insellösungen mit verschiedenen Technologien (VBA, Excel), zusammenhängend betrachten und nutzen. Entweder wird die Individuallösung portiert oder eine Standardsoftware ausgewählt. Mit den Standard-Schnittstellen der MIP, zum Beispiel ERP, können aktuell fehlende Schnitt-



Ressourcen effizienter einsetzen und zum Beispiel Wasser sparen: möglich mithilfe eines MES.

Bild: Andreas Gruhl/Adobe Stock

stellen einfach ergänzt werden, und man kann zwischen Standardanwendung und Individuallösung auswählen.

Personal schulen

Um Mitarbeitende mit den Systemen vertraut zu machen und sie in die Lage zu versetzen, diese eigenständig anzuwenden, bietet MEGLA Schulungen an. Umfang und Schulungsinhalte können flexibel und den individuellen Bedürfnissen entsprechend angepasst werden.

Der IT-Verbündete und 360-Grad-Partner

MEGLA ist der Rundum-Partner für HYDRA. Dank eigener Softwareentwickler und Data Scientists schafft der IT-Dienstleister auch individuelle Lösungen, um die Fertigung zu optimieren und die Vorteile einer vernetzten Produktion nutzen zu können. Mit Unterstützung durch einen persönlichen Ansprechpartner für individuelle Bedürfnisse und Fragen bietet MEGLA schnelle Reaktions- und vereinbarte Lieferzeiten.

Vernetzte Produktion und Logistik – transparent, planbar, effizient

Industrielle Produktion wandelt sich rasant. Globale Lieferketten, volatile Märkte und ein spürbarer Fachkräftemangel fordern von Unternehmen mehr Agilität, Transparenz und Effizienz. Wer heute noch mit papierbasierten Prozessen oder isolierten IT-Systemen arbeitet, verliert wertvolle Zeit und Flexibilität. Gleichzeitig wächst der Druck, die Potenziale der Industrie 4.0 konsequent zu nutzen. Die gute Nachricht ist: Mit modernen SAP-Lösungen lässt sich dieser Wandel gezielt steuern und aktiv gestalten. **VON MATTHIAS EBERT**

Die digitale Lieferkette ist längst keine Zukunftsvision mehr, sondern gelebte Realität in den Fabriken führender Industrieunternehmen. Daten sind der entscheidende Produktionsfaktor. Wer sie intelligent nutzt, verschafft sich entscheidende Wettbewerbsvorteile. Doch in der Praxis fehlt häufig noch das durchgängige Vernetzen von Fertigung, Lager und Transport. Hier setzt die SAP mit SAP Digital Manufacturing (SAP DM) an.

Das cloudbasierte MES verbindet Maschinen, Mitarbeitende und Prozesse zu einem Echtzeit-Netzwerk. Jede Maschine meldet ihren Status direkt an das System, jeder Materialfluss wird transparent. Der Leitstand sieht auf einen Blick, wo Engpässe drohen oder Ressourcen frei werden. Entscheidungen basieren nicht länger auf Bauchgefühl, sondern auf präzisen Live-Daten. Das verändert den Arbeitsalltag in der Produktion grundlegend: vom reaktiven Handeln zum proaktiven Steuern.

Transparenz in Echtzeit als Schlüssel zur Effizienz

Ein Beispiel aus der Praxis zeigt, wie stark der Effekt ist: In vielen Werken verbringen Mitarbeitende täglich Stunden damit, Produktionsdaten manuell zu erfassen und Materialbewegungen zu dokumentieren. Mit SAP DM entfällt dieser Aufwand. Sensoren und Maschinensteuerungen liefern die Daten automatisch an die Cloud. Das System analysiert sie, erkennt Abweichungen und schlägt bei Bedarf Gegenmaßnahmen vor.

Diese Automatisierung spart Zeit und entlastet Fachkräfte, die sich so auf anspruchsvollere Aufgaben konzentrieren können – besonders in Zeiten knapper Personalressourcen ein entscheidender Vorteil. Fällt eine Maschine aus oder ist

eine Charge fehlerhaft, reagiert das System sofort. Stillstände und Ausschuss sinken, die Produktivität steigt. Digitalisierung wird dadurch zum täglichen Werkzeug im Produktionsalltag.

Nahtloser Datenfluss zwischen Produktion und Logistik

Die Stärke von SAP DM entfaltet sich vor allem in Verbindung mit den Logistiklösungen SAP Extended Warehouse Management (SAP EWM) und SAP Transportation Management (SAP TM). Denn erst wenn Produktion und Logistik digital miteinander kommunizieren, entsteht eine wirklich

intelligente Lieferkette. SAP EWM sorgt dafür, dass das richtige Material zur richtigen Zeit am richtigen Ort ist. Produktionsaufträge in SAP DM stoßen automatisch Materialanforderungen an, die das Lager in Echtzeit umsetzt.

Stapler fahren gezielt zu den richtigen Regalen, weil das System ihnen die Route vorgibt. Gleichzeitig meldet SAP TM, wann der nächste Transport eintrifft oder eine Lieferung bereitsteht. Dieser durchgängige Datenfluss verändert die Zusammenarbeit zwischen Produktion, Lager und Transport radikal. Aus Silos werden vernetzte Prozesse, aus isolierten Entscheidungen



Materialfluss im Takt: Vernetzte Prozesse schaffen Transparenz und Planbarkeit entlang der Lieferkette.

**INDUSTRIE 4.0 IST LÄNGST REALITÄT:
JEDOCH NUR FÜR DIEJENIGEN, DIE IHRE
PROZESSE KONSENT VERNETZEN. WER
SAP DM MIT EWM UND TM KOMBINIERT,
BAUT DIE BASIS FÜR EINE VOLLSTÄNDIG
DIGITALISIERTE LIEFERKETTE.**





Transparenz am Band: Qualitäts- und Leistungsdaten ermöglichen proaktives Eingreifen statt reaktiver Maßnahmen.

wird ein gemeinsamer Takt. Das Ergebnis: mehr Planbarkeit, weniger Stillstand und höhere Lieferzuverlässigkeit.

Fachkräftemangel abfedern mit intelligenten Systemen

Automatisierung schafft Freiräume. Besonders in Zeiten des Fachkräftemangels ist das ein zentraler Punkt. SAP DM reduziert Routinetätigkeiten, die bislang viel Zeit verschlingen, und übernimmt monotone Aufgaben wie das Erfassen von Produktionsdaten und das Nachhalten von Maschinenzuständen. Mitarbeitende gewinnen dadurch Kapazitäten für wertschöpfende Tätigkeiten zurück. Gleichzeitig sorgt die kontinuierliche Datenerfassung dafür, dass wichtige Prozesse unabhängig von Personalverfügbarkeit laufen.

Ob Urlaub, Krankheit oder Schichtwechsel – die Produktion bleibt stabil. Das System ist rund um die Uhr aktiv und meldet automatisch, wenn Handlungsbedarf besteht. Damit der digitale Wandel gelingt, ist jedoch die Akzeptanz der Mitarbeitenden entscheidend. Erfolgreiche Projekte binden Teams frühzeitig ein und zeigen konkret, wie die neuen Systeme ihren Arbeitsalltag erleichtern. Unternehmen, die diesen Kul-

turwandel aktiv begleiten, schaffen neben neuer Effizienz auch neue Motivation.

Proaktiv steuern statt reaktiv Probleme beheben

Ein digitalisiertes Fertigungsumfeld bietet weit mehr als Transparenz. Es ermöglicht proaktives Handeln. Echtzeitdaten zeigen Trends, bevor sie zu Problemen werden. Wenn Ausschussquoten steigen oder Maschinen ungewöhnliche Werte melden, reagiert SAP DM automatisch mit Warnungen oder Handlungsempfehlungen. Produktionsleiter können sofort gegensteuern, bevor Stillstand oder Qualitätsverlust entsteht. Diese Fähigkeit, Ereignisse vorherzusehen und Prozesse zu optimieren, verändert den Charakter der Fertigung.

Unternehmen werden agiler, resilenter und wirtschaftlicher. Sie vermeiden Fehler, statt sie zu korrigieren. Sie planen mit belastbaren Daten statt mit Schätzungen. Und sie steigern die Qualität, ohne mehr Personal zu benötigen. Insbesondere in stark regulierten Branchen wie der Lebensmittel-, Pharma- und der Elektronikindustrie sind solche Funktionen von unschätzbarem Wert. SAP DM erfüllt hier höchste Anforderungen an Nachverfolgbarkeit, Compliance und Dokumentation – automatisiert, sicher und revisionskonform.

Schrittweise digitalisieren mit klarem Nutzen

Die Einführung von SAP DM erfolgt in der Praxis meist schrittweise. Ein Proof-

Greifer und Achsen arbeiten mit hoher Wiederholgenauigkeit, während Zustands- und Leistungskennzahlen permanent überwacht werden. Engpässe werden früh sichtbar, Eingriffe gezielt ausgelöst und Verfügbarkeit der Anlage nachhaltig gesichert.

Bilder: SWAN GmbH

of-Concept bildet zunächst eine einzelne Linie oder Maschine digital ab. So lassen sich Potenziale und Stolpersteine früh erkennen. Anschließend wird das System schrittweise ausgebaut, bis die gesamte Fertigung digital vernetzt ist. Dieser modulare Ansatz reduziert Risiken und fördert die Akzeptanz in der Belegschaft. Erfahrene Implementierungspartner wie SWAN begleiten solche Projekte von Beginn an professionell.

Sie bringen auch ihr Know-how aus den Bereichen SAP Logistics ein und sorgen dafür, dass die Integration reibungslos funktioniert. Gleichzeitig schulen sie Mitarbeitende und schaffen Vertrauen in die neuen Prozesse. Unternehmen profitieren dabei doppelt: Sie erhöhen ihre Effizienz und senken gleichzeitig die Eintrittsbarrieren in die Digitalisierung. Jede Stufe des Projekts bringt messbare Verbesserungen, wie weniger Aufwand, geringere Fehlerquoten und bessere Planbarkeit. **TB** 

MATTHIAS EBERT ist Senior SAP SCM Consultant bei der SWAN GmbH.

BlitzFunk

Echtzeit-WLAN für Control & Safety



Deterministische Performance

Abdeckung großer Flächen durch latenzfreies Roaming

Kompatibel mit allen Industrial Ethernet Protokollen

 fuenfeinhalb.de
 +49 351 89665590
 [fünfeinhalb Funksysteme GmbH](http://fuenfeinhalb.de)
 Chemnitzer Straße 78A
 D-01187 Dresden

Direkte Kommunikation zwischen Hersteller und Anwender

Die Werkzeugstammdaten für die Frä- und Drehmaschinen bilden die Grundlage für ein durchgängiges Werkzeugmanagement. Anwender haben einen hohen Anspruch an die Qualität und Informationsinhalte der DXF- beziehungsweise STEP-Modelle der Werkzeuge sowie Technologiedaten. Schließlich sind sie die Basis für zentrale Digitalisierungsprozesse – von CAD/CAM und Maschinensimulation bis hin zur Steuerung logistischer Abläufe im Fertigungsverfahren. **VON FUMI MACHIDA**

Die Coscom Computer GmbH in Ebersberg bei München unterstützt seit 1978 die Digitalisierungs- und Automatisierungsprozesse in der Zerspanung. Um die Anlage von Werkzeugstammdaten in einem Toolmanagement-System möglichst einfach zu gestalten, entwickelte das Unternehmen eine effiziente Lösung. Am Pilotprojekt beteiligten sich der Fräswerkzeug-Hersteller Aura Tools und das Fertigungsunternehmen Hetec, beide mit Sitz in Breidenbach in Hessen.

Die Geschäftsbeziehung zwischen Hetec und Aura Tools geht bis ins Jahr 2007 zurück. Hetec besitzt verschiedene 5-Achsen-Bearbeitungszentren der Hersteller Grob und Hermle. Dabei stammen mehr als zwei Drittel der eingesetzten Werkzeuge von

Aura Tools, die maßgeblich zur Fertigung der Werkzeug-, Formen- und Maschinenbauteile beitragen. Ab 2016 begann Hetec mit der Automatisierung seiner Bearbeitungszentren. Den Auftrag für das automatisierte Werkzeugmanagement erhielt Coscom Ende 2024.

Manuelle Datenbearbeitung mit hohem Zeitaufwand

In der Toolmanagement-Software ToolDirector VM können alle relevanten Werkzeugdaten zentral gespeichert werden. Über API-Schnittstellen sind zudem Anbindungen an andere Systeme wie CAM, Maschinensimulationen, ERP und PLM möglich. Der Datenimport erfolgte bisher über Standards wie DIN 4000, ISO 13399,

“

Der Data Record Set als natives Format kann für sämtliche Ziel-systeme zum Einsatz kommen, obwohl diese unterschiedliche Formatierungen von Werkzeug-informationen benötigen.“

CHRISTIAN ERLINGER, GESCHÄFTSFÜHRER VON COSCOM COMPUTER

GTC-Package oder den Import von Geometriedaten als STEP-Datensatz. Diese sind grundsätzlich sinnvolle und etablierte Wege für den Austausch von Basisdaten. Sobald jedoch anwenderspezifische oder technologisch erweiterte Informationen – entscheidend für die optimale Fertigung – benötigt werden, stoßen diese Standards an ihre Grenzen oder erfordern komplizierte Erweiterungen und bürokratischen Aufwand zur Abstimmung.

Aura Tools setzt bewusst auf native CAM-Formate mit maximalem Informationsgehalt. Geschäftsführer Markus Künker erläutert: „Standardformate oder reine Geometriedaten können den von uns angestrebten Umfang der komplexen Werkzeug- und Prozessdaten, insbesondere der validierten Schnittdaten-Referenzwerte, systembedingt nicht abbilden. Darum versuchen wir Formate direkt für das Endanwender-System bereitzustellen. Bei Geometriedaten beschränken wir uns auf einfache Formate, wie DXF, die unsere rotationssymmetrischen Werkzeuge vollständig abbilden können.“

„Die DXF-Dateien wurden über den Werkzeugkonfigurator von Aura Tools bezogen, manuell in einen STEP-Rotationskörper umgewandelt und mussten in ToolDirector VM



Hetec verfügt über zehn Bearbeitungszentren, darunter die Modelle Grob G750 und Hermle C60.

Bilder: Hetec GmbH



Finish-Bearbeitung von Freiformkonturen mit Schlichtwerkzeugen von Aura Tools.

bearbeitet, ausgerichtet, parametrisiert und mit Schnittwerten versehen werden“, berichtet Tom Herhaus, Geschäftsführer von Hetec. Dieser Vorgang war zunächst üblich, damit die Datensätze entsprechend den Exportschnittstellen (CAD/CAM-, Simulationssysteme, etc.) im spezifischen Systemformat angepasst werden konnten.

Direkter Datentransfer schnell und fehlerfrei

Die Herausforderung für die Partner lag auf der Hand: Wie können die vollständigen, validierten Daten von Aura Tools direkt und ohne die doppelten Interpretationsfehler generischer Standards in das Toolmanagement-System ToolDirector VM gelangen? Coscom war bewusst, dass Anwender die Werkzeugdaten für unterschiedliche Datenbedürfnisse benötigen. Daher investierte das Unternehmen in die Weiterentwicklung der Schnittstelle Tool Cooperation Interface (TCI). Diese ermöglicht die zentrale Grafikaufbereitung und einheitliche Datenanlage – und ist integraler Bestandteil von ToolDirector VM. „Wir haben es geschafft, dem Data Record Set von Coscom (vom Hersteller bereitgestellte Komplettwerkzeug-Datensätze) eine spezifische Informationsanreicherung zu verpassen. Der Data Record Set ist ein natives Format und kann entsprechend für sämtliche Zielsysteme zum Einsatz kommen, obwohl diese unterschiedliche Formatierungen von Werkzeuginformationen benötigen“, erläutert Christian Erlinger, Geschäftsführer von Coscom.

Ein Beispiel: Aus dem Coscom Data Record Set können schnell entsprechende Daten in das CAM-System fließen, das eine parametrisierte Schneidengeometrie erwartet, da diese Informationen über das Data Record Set ohne manuellen Aufwand im Werkzeugmanagement hinterlegt wurden.



Für die Produktion komplexer Bauteile erfolgt die Simulation vor der Bearbeitung im NC-Simulator.

Gleichzeitig wird das CAM-System, das immer ein grafisches Schneidenelement mit Zentrumschnitt erwartet, automatisch bedient, ohne eine zusätzliche Datenaufbereitung durchzuführen. Bisher wurde dieses Format jedoch nicht von externen Herstellern bedient.

Erzeugung des Data Record Sets

Da Aura Tools gewohnt ist, native Formate direkt zu nutzen, und bewusst auf Drittanbieter zur Datenaufbereitung oder Standardformate verzichtet, um die Aktualität und Korrektheit zu garantieren, hat sich eine direkte Zusammenarbeit angeboten. Zur Frage nach dem Aufwand bei der Generierung des Data Record Sets erläutert Markus Künkler: „Coscom dokumentierte die technische Spezifikation dieses Formats. Der wesentliche Aufwand auf unserer Seite bestand in der Implementierung einer Software zum Mapping unserer internen Datenbasis auf das externe Coscom-Format. Nach wenigen Abstimmungen konnten die vollständigen Werkzeugdaten in den operativen Einsatz überführt werden. Der gro-

ße Vorteil des Data Record Set liegt darin, dass es generische Geometriedaten und alle Coscom-spezifischen Parameter, die zuvor manuell ergänzt werden mussten, in einem Datensatz integriert. Dies ermöglicht eine automatisierte Verarbeitung in ToolDirector VM und die direkte Nutzung für weitere Transformationen.“

Effiziente Datenkommunikation in der Fertigungsindustrie

Auch Tom Herhaus betont die Einfachheit des Prozesses: „Abgesehen von einigen

kleinen Anpassungen der Definitionen und Klassifizierungen erfolgte der Werkzeugstammdaten-Import vollautomatisch und dauerte nur wenige Minuten.“ Sein Fazit: „Der Import sämtlicher Geometriedaten mit korrekten Bereichsdefinitionen und Schnittwerten spart nicht nur Zeit, sondern ermöglicht auch eine unkomplizierte Nutzung durch alle Anwender. Zudem wird eine fehlerfreie Übernahme sämtlicher Daten sichergestellt.“

Sowohl Aura Tools als auch Hetec empfehlen die Nutzung direkter Schnittstellen, wie das Coscom Data Record Set, ausdrücklich weiter. Letztlich liegt die datenstrategische Entscheidung beim Anwender und dessen Anforderungen. Als Brückenbauer plant Coscom, künftig weiteren Werkzeugherstellern diesen Zugang zu ermöglichen – mit dem Ziel, die direkte und effiziente Datenkommunikation in der Fertigungsindustrie nachhaltig zu fördern. SG

FUMI MACHIDA ist Marketingmanagerin bei Coscom Computer.

Schutzkonzepte für vernetzte Systeme

Die industrielle Fertigung wandelt sich: Vernetzte Anlagen, Maschinen und Steuerungen tauschen stetig Daten zwischen Sensoren, Edge-Systemen und Unternehmens-IT.

Das steigert Effizienz, erhöht jedoch das Cyberrisiko. Physische Schutzmaßnahmen reichen nicht mehr; erforderlich sind ganzheitliche, digitale Sicherheitskonzepte, die vernetzte Produktionsumgebungen durchgängig absichern. **VON FALK PLONUS**



Grade in der produzierenden Industrie sowie im Maschinen- und Anlagenbau können schon einzelne unerwartete Ausfälle schwerwiegende Folgen haben. Produktionsstillstände führen schnell zu Lieferverzögerungen, Vertragsstrafen und nicht selten zu erheblichen finanziellen Verlusten. Umso entscheidender ist es, OT- und IT-Systeme konsequent abzusichern – sowohl gegen externe Angriffe als auch gegen Bedrohungen von innen.

Wenn Betriebstechnik und IT zusammenwachsen

In modernen Produktionsumgebungen treffen Betriebstechnik (OT) und Informationstechnik (IT) unmittelbar aufeinander. Was früher zwei strikt getrennte Bereiche waren – die OT für die Steuerung und Überwachung von Produktionsanlagen und die IT für Geschäftsprozesse und

Bürokommunikation – verschmilzt heute zunehmend zu einem gemeinsamen digitalen Ökosystem.

Für die Cybersicherheit bedeutet dies eine neue Dimension: Während sich klassische IT-Sicherheitsmaßnahmen vor allem auf den Schutz von Daten und Netzwerken konzentrieren, liegt der Fokus in der OT auf der Verfügbarkeit und Integrität physischer Prozesse. Cyberangriffe können mittlerweile gezielt Maschinensteuerungen, Sensoren oder Bedieneinheiten treffen. Fällt eine zentrale Steuerung aus, steht nicht nur eine einzelne Maschine still – oft sind ganze Lieferketten betroffen. Deshalb ist es unerlässlich, IT- und OT-Schutzmaßnahmen miteinander zu verzahnen. Die Basis dafür bildet eine systematische Gefährdungsbeurteilung, die potenzielle Schwachstellen frühzeitig aufdeckt. Nur wer seine Risiken genau kennt, kann wirksame Schutzmaßnahmen umsetzen und die digitale Produktion nachhaltig absichern.

DIE INDUSTRIELE FERTIGUNG BEFINDET SICH MITTEN IN EINER TIEFGREIFENDEN TRANSFORMATION. ANLAGEN, MASCHINEN UND STEUERUNGEN SIND LÄNGST NICHT MEHR ISOLIERTE EINHEITEN, SONDERN TEIL HOCHVERNETZTER PRODUKTIONSUMGEBUNGEN.

Alte Technik trifft neue Angriffsflächen

Die zunehmende Vernetzung eröffnet enorme Chancen, doch sie bringt auch neue Sicherheitsrisiken mit sich. Besonders deutlich wird dies bei älteren Anlagen, die ursprünglich nicht für einen Betrieb in vernetzten Umgebungen konzipiert wurden. Viele dieser Systeme erhalten keine regelmäßigen Sicherheitsupdates und sind daher anfällig für Angriffe. Auch moderne IoT- und Gebäudemanagementsysteme, die häufig direkt an Netzwerke angebunden sind, erhöhen die Komplexität und Angriffsfläche.

Ein oft unterschätzter Risikofaktor ist der Mensch. Social-Engineering-Angriffe – etwa über manipulierte E-Mails, gefälschte Webseiten oder infizierte Dateien – setzen gezielt auf menschliche Fehlentscheidungen, um Zugriff auf vertrauliche Informationen oder Systeme zu erlangen. Unternehmen begegnen diesen Gefahren nur dann wirksam, wenn sie neben technischen Lösungen auch organisatorische Maßnahmen etablieren: Schulungen, klare Verantwortlichkeiten und ein strukturiertes Zugriffsmanagement gehören dazu.





Die Produktion der Zukunft ist digital, vernetzt und hochautomatisiert. Doch erst eine ganzheitliche Sicherheitsstrategie macht sie auch zuverlässig, widerstandsfähig und nachhaltig.

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

sicherheit, sondern schafft auch eine verlässliche Basis für den sicheren und resilienten Betrieb digital vernetzter Produktionsumgebungen.

Sicherheit im Alltag: Von der Analyse bis zum Ernstfall

Ein wirksames Sicherheitskonzept für die Produktion besteht nicht aus einer einzelnen Maßnahme, sondern aus einem Bündel aufeinander abgestimmter Strategien. Ein erster Schritt ist die regelmäßige Überprüfung der bestehenden Systeme durch Risikoanalysen und Penetrations- tests. Sie decken mögliche Angriffspunkte auf – auch solche, die im laufenden Betrieb kaum sichtbar sind.

Darüber hinaus gilt es, Netzwerke klar zu segmentieren. IT- und OT-Systeme sollten nicht unkontrolliert miteinander verbunden sein. Eine saubere Trennung ermöglicht es, im Ernstfall die Ausbreitung eines Angriffs einzudämmen. Zugriffe sollten ausschließlich autorisierten Personen und Systemen vorbehalten sein, am besten abgesichert durch mehrstufige Authentifizierungsverfahren.

Besonders wichtig ist auch ein konsequentes Patch- und Update-Management. Veraltete Systeme stellen eines der größten Risiken dar, insbesondere wenn sie dauer-

haft mit Netzwerken verbunden sind. Durch automatisierte Prozesse lässt sich sicherstellen, dass sicherheitsrelevante Updates zeitnah und zuverlässig eingespielt werden.

Schließlich muss auch der Ernstfall bedacht werden. Notfall- und Wiederanlaufpläne, erprobte Backup-Strategien und eine klare Alarmierungskette ermöglichen es, im Krisenfall schnell und koordiniert zu reagieren. Moderne Monitoring- und Analysewerkzeuge können hier unterstützen, indem sie sicherheitsrelevante Ereignisse in Echtzeit erfassen und frühzeitig warnen.

Sicherheit als Fundament der digitalen Fabrik

Die Produktion der Zukunft ist digital, vernetzt und hochautomatisiert. Doch erst eine ganzheitliche Sicherheitsstrategie macht sie auch zuverlässig, widerstandsfähig und nachhaltig. Systeme wie Zenon von Copa-Data setzen hier auf einen „Secure by Design“-Ansatz, bei dem Sicherheitsfunktionen von Anfang an in die Software integriert werden.

Das schafft nicht nur Schutz vor aktuellen Bedrohungen, sondern bildet auch die Grundlage für stabile Prozesse und nachhaltige Digitalisierung. Wer frühzeitig in Cybersicherheit investiert, sichert damit nicht nur seine Anlagen, sondern auch seine Wettbewerbsfähigkeit in einer zunehmend vernetzten Industrie. **TB**

FALK PLONUS ist Security Manager OT/IT bei Copa-Data.

Regulierung als Treiber von Sicherheitsstandards

Mit der EU-Richtlinie NIS2 verschärfen sich die Anforderungen an die Cybersicherheit deutlich. Betroffen sind nicht mehr nur kritische Infrastrukturen, sondern zahlreiche Unternehmen der produzierenden Industrie. Sie sind verpflichtet, Sicherheitsrisiken systematisch zu identifizieren, regelmäßig zu dokumentieren und geeignete Schutzmaßnahmen nachzuweisen.

Hilfreich sind dabei international anerkannte Standards wie die Normenreihe IEC 62443, die konkrete Anforderungen an die Sicherheit industrieller Automatisierungssysteme definiert. Sie berücksichtigt sowohl technische als auch organisatorische Aspekte und bietet Unternehmen eine verlässliche Grundlage für ihre Sicherheitsstrategien. Wer sich an diesen Standards orientiert, stärkt nicht nur seine Rechts-

WANDELERPROBT

DIE SOFTWARE ZUR TRANSFORMATION. KONZIPIERT FÜR LOSGRÖSSE 1+



Ausweitung des Geltungsbereichs der NIS-2-Richtlinie

Am 16. Januar 2023 ist die NIS-2-Richtlinie unter der Bezeichnung (EU) 2022/2555 auf EU-Ebene in Kraft getreten. Die Richtlinie fordert von Unternehmen und Behörden die Umsetzung zahlreicher Maßnahmen zur Gewährleistung der Cybersicherheit. Zugleich wird die Anzahl der betroffenen Organisationen im Vergleich zur ursprünglichen NIS-Richtlinie deutlich erhöht. **VON DR. ING. LUTZ JÄNICKE**

Die NIS-2-Richtlinie zur Netzwerk- und Informationssicherheit regelt auch die Organisation der Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedsstaaten. Sie hat keine unmittelbare Wirkung, sondern muss in den Mitgliedsstaaten jeweils in nationales Recht überführt werden. Als Umsetzung war der 18. Oktober 2024 verpflichtend. Artikel 21 zur Cybersicherheit verlangt von den betroffenen Einrichtungen Maßnahmen, die einem Informationssicherheits-Managementsystem (ISMS) entsprechen. Diese müssen gemäß Artikel 20 in der Geschäftsleitung verankert sein. Die Maßnahmen werden um Meldepflichten an die nationalen und europäischen Behörden ergänzt (Artikel 23). Die NIS-2-Richtlinie geht Hand in Hand mit der Regulierung der Produktsicherheit im EU Cyber Resilience Act (CRA). Ziel ist die erhebliche Verbesserung der Cybersicherheit in Europa.

Länderspezifische Besonderheiten kennen und beachten

Die NIS-2-Richtlinie enthält viele grundsätzliche Vorgaben, wobei ihre Implementierung

in nationales Recht den Mitgliedsstaaten in Detailfragen einen Spielraum lässt. Dies bezieht sich sowohl auf die inhaltliche Realisierung der Cybersicherheits-Maßnahmen ebenso wie die organisatorischen Aspekte, zum Beispiel die Registrierung und Umsetzungsfristen. In der Konsequenz bedeutet das für Unternehmen, die in mehreren Ländern der NIS-2-Richtlinie unterliegen, dass sie die jeweiligen nationalen Besonderheiten kennen und beachten müssen.

Die Überführung von NIS-2 in nationales Recht bleibt in zahlreichen Mitgliedsstaaten deutlich hinter der Vorgabe der Richtlinie zurück. Entsprechende Gesetze wurden unter anderem in Italien und Belgien verabschiedet. Im Kern wird dort jeweils die Umsetzung der ISO 27001 erwartet. In Deutschland gab es mit dem NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz bereits einen Gesetzentwurf, der vor den vorgezogenen Neuwahlen der Bundesregierung nicht final abgestimmt und in Kraft gesetzt werden konnte. Das NIS-2-Umsetzungsgesetz, das auch eine Novellierung des IT-Sicherheitsgesetzes zur

Folge hat, wurde im November 2025 vom Bundestag verabschiedet. Allerdings sieht die NIS-2-Richtlinie keine Umsetzungsfristen für die jeweiligen Einrichtungen vor. Daher empfiehlt es sich nicht, hier untätig zu bleiben. Dies insbesondere deshalb, weil die Einhaltung der Gesetze lediglich einen Aspekt darstellt. Gleichzeitig tragen die Maßnahmen zu einer Erhöhung der Cybersicherheit bei.

Beachtung durch Anbieter digitaler Dienste

Die erste Version der NIS-Richtlinie sowie nationale Gesetze, wie das IT-Sicherheitsgesetz, fokussierten sich auf die kritische Infrastruktur, beispielsweise die Energieversorgung. Mit der NIS-2-Richtlinie weitet sich der Anwendungsbereich erheblich aus. Anbieter digitaler Dienste sind ebenso betroffen wie die industrielle Wertschöpfung. Schätzungen zufolge erweitert sich der Geltungsbereich allein in Deutschland um rund 40.000 Einrichtungen.

Bei wesentlichen Einrichtungen im Kontext der NIS-2-Richtlinie handelt es sich

Die NIS-2-Richtlinie fordert von Unternehmen die Umsetzung von Cybersicherheits-Maßnahmen.

zum Beispiel um Anbieter in den Bereichen Energie, Verkehr, Bankwesen und Finanzen, digitale Infrastruktur und IKT-Dienste (Informations- und Kommunikationstechnik) ab einer Größe von 250 Mitarbeitenden respektive vorgegebenen Umsatzgrenzen. Je nach nationalem Recht können wesentliche Einrichtungen einer Ex-Ante-Überwachung unterliegen und beispielsweise gezwungen sein, zu einem Stichtag eine ISO-27001-Zertifizierung vorzulegen. Befindet sich der Wert der Einrichtungen unter der genannten Größe, haben sie aber mehr als 50 Mitarbeitende, gelten sie als wichtige Einrichtung. Im Entwurf zur deutschen nationalen Umsetzung wurden die wesentlichen Einrichtungen nochmals unterteilt in „Betreiber kritischer Anlagen“ und „besonders wichtige Einrichtungen“ mit einer Unterscheidung hinsichtlich der Anforderungen und Überwachung.

Wichtige Einrichtungen umfassen weitere Branchen. Dazu zählen Produktion, Herstellung und Handel mit chemischen Stoffen sowie Produktion, Verarbeitung und Vertrieb von Lebensmitteln. Hinzu kommen große Bereiche des verarbeitenden Gewerbes und der Herstellung von Waren. Betroffen sind Unternehmen, die 50 Mitarbeitende und mehr beschäftigen oder die vorgegebenen Umsatzgrenzen überschreiten. Wichtige Unternehmen müssen den gleichen Anforderungen an ein Informationssicherheitsmanagement gerecht werden wie wesentliche Unternehmen. Allerdings wird in der Regel keine Zertifizierung gefordert, und die Maßnahmen sind lediglich auf Nachfrage nachzuweisen. Eine solche Nachfrage würde erfolgen, wenn die nationalen Behörden davon ausgehen müssten, dass eine Einrichtung die Auflagen nicht erfüllt.



Das 360-Grad-Security-Konzept umfasst sämtliche Leistungen, um Anlagen abzusichern.

Bilder: Phoenix Contact

Aufwendige Umsetzung der Durchführungsverordnung

Besonderheiten treten im Bereich der digitalen Infrastruktur, wie Cloud-Dienste und IKT-Dienstleistungen auf. Diese Angebote und Dienstleistungen wirken typischerweise grenzübergreifend. Die Vorgaben für die Cybersicherheits-Maßnahmen sind

DIE VORGABEN FÜR DIE CYBERSICHERHEITS-MASSNAHMEN SIND ENTSPRECHEND EU-WEIT IN DER DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2024/2690 VEREINHEITLICHT.

entsprechend EU-weit in der Durchführungsverordnung (EU) 2024/2690 vereinheitlicht. Die Bestimmungen in der Durchführungsverordnung dürfen für kleinere Einrichtungen herausfordernd sein. Ihre Überwachung geschieht gemäß den Regeln des Hauptsitzes des Anbieters. Als besonders relevant erweist sich der Managed- Services-Bereich. Darunter werden im Kern alle Dienstleistungen er-

fasst, die ein Unternehmen mit Personal vor Ort oder aus der Ferne in Netzwerken und IT-Systemen einer anderen Einrichtung erbringt.

Darunter fällt ebenfalls die typische Fernwartung im Maschinenbau. Dies trifft fachlich aufgrund der damit verbundenen Risiken zu. Die Realisierung der Durchführungsverordnung kann sich hier als aufwendig zeigen, wenn die Fernwartung nur einen kleinen Teil des Leistungsportfolios des Maschinenbauers ausmacht. Im deutschen Umsetzungsgesetz sollen deshalb Geschäftstätigkeiten unberücksichtigt bleiben, die im Hinblick auf die gesamte Geschäftstätigkeit der Einrichtung vernachlässigbar sind. Ob hierdurch wirklich eine Erleichterung entsteht, bleibt abzuwarten, da zum Beispiel Fernwartung ein wesentliches Element der Geschäftstätigkeit eines Maschinenbauers ausmachen dürfte. Zudem ist diese Ausnahme in der NIS-2 nicht vorgesehen.

Sofortige Vorbereitung auf die Richtlinie

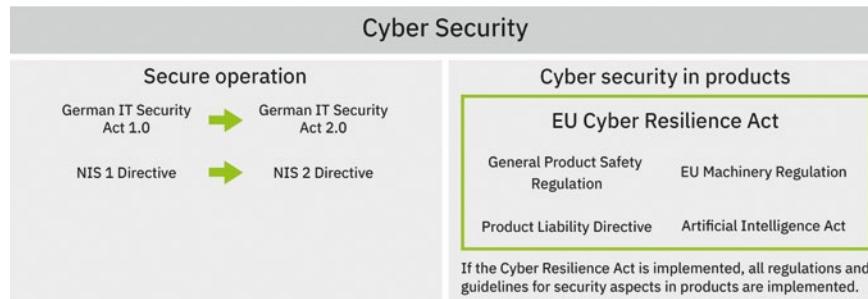
Eine weitere Besonderheit resultiert daraus, dass es keine Ausnahmen für die Ausübung dieser Dienste und Dienstleistungen im Konzernumfeld gibt. Es kann beispielsweise vorkommen, dass die IT-Abteilung eines Konzerns oder einer Unternehmensgruppe zum Unternehmen A gehört. Die IT-Systeme und Netze werden vom verbundenen, aber rechtlich eigenständigen anderen Unternehmen B bereitgestellt. Dies gilt als IKT-Dienstleistung im Sinne der NIS-2-Richtlinie, will heißen, die oben genannten Anforderungen und Regeln treten in Kraft.

Potenziell betroffene Einrichtungen sollten sich auf die Erfüllung der NIS-2-Richtlinie vorbereiten. Hierzu gehört die vollständige Erfassung der angebotenen Produkte und Leistungen. Darauf ist die Einstufung der Einrichtung vorzunehmen und die entsprechende Umsetzung zu planen. Dabei werden verschiedene Expertisen benötigt, um das Gesetz richtig anzuwenden und die inhaltlichen Anforderungen einzuhalten. Neben der Beachtung der gesetzlichen Rahmenbedingungen geht es jedoch zuallererst um den Schutz der Einrichtung vor Angriffen.

SG

DR-ING. LUTZ JÄNICKE

ist Corporate Product & Solution Security Officer bei Phoenix Contact in Blomberg.



Die Gesetzgebung zur Cybersecurity regelt den sicheren Betrieb und sichere Produkte.

Sichere Segmentierung für die AdBlue-Produktion

Eine leistungsfähige Industrial Firewall hilft Herstellern der chemischen Industrie im Chemiepark „Chemelot“, ihre IT/OT-Netzwerke sicher zu segmentieren – und zugleich die Anforderungen der NIS-2-Richtlinie zu erfüllen. **VON DR. WILHELM GREINER**

In niederländischen Geleen steht einer der größten Chemieparks Europas. Auf dem 880 Hektar großen Gelände des Chemieparks „Chemelot“ – eine Anspielung auf Camelot, die sagenumwobene Burg von König Artus und seiner Tafelrunde – arbeiten rund 8.500 Beschäftigte von über 200 Unternehmen an Chemieprodukten und deren Weiterentwicklung. In 60 Fabriken erzeugen sie rund 7,5 Millionen Tonnen Chemieprodukte pro Jahr. Dabei ist Chemelot nicht nur Industrie-, sondern auch Forschungsstandort: Rund 3.000 Fachkräfte und 1.200 Studenten forschen hier an der Zukunft chemischer Produkte.

Damit im Industrie- und Forschungsalltag stets „die Chemie stimmt“, braucht es zweierlei: Anlagen für den verlässlichen Betrieb der Produktion und eine hochsichere Vernetzung, um die Maschinen und Anlagen zu steuern. Schließlich gilt die Chemiebranche laut der neuen EU-Richtlinie NIS-2 (Network and Information Security Directive 2) als wichtiger Sektor. Das bedeutet: Anlagen der chemischen Produktion sind konsequent vor unbefugtem Zugriff zu schützen, sonst drohen dem Betreiber hohe Strafen – und im Ernstfall haftet das Management für lückenhafte oder unterlassene Maßnahmen.

Schutz kritischer Anlagen gewährleisten
Das Damoklesschwert der NIS-2-Richtlinie verschärft ein Dilemma, mit dem praktisch alle produzierenden Unternehmen kämpfen: Einerseits erfordert es der zeitgemäße Produktionsbetrieb, Industrieanlagen zu vernetzen. Nur so kann das OT-Personal (Operational Technology) die Anlagen aus der Ferne – per Netzwerk oder sogar via Internet – überwachen und steuern. Und nur so können Betreiber Sensordaten für KI-Auswertungen im Sinne einer „Smart Factory“ sammeln. Andererseits birgt jede Vernetzung auch Risiken, erfolgen doch

Angriffe auf Unternehmensinfrastrukturen in aller Regel vom Internet aus. Hier lauern Gefahren wie Ransomware-Angriffe, Industriespionage und – insbesondere in der Industrie – Sabotage.

Daher gilt es, Systeme hoher bis höchster Kritikalität (Level 0 bis 3 im Purdue-Referenzmodell) strikt gegenüber weniger kritischen Einrichtungen abzuschotten – also z.B. gegenüber der ERP-Software (Purdue-Level 4) oder dem Office-LAN (Level 5). Für höchstmöglichen Schutz sorgen hier Industrial Firewalls.

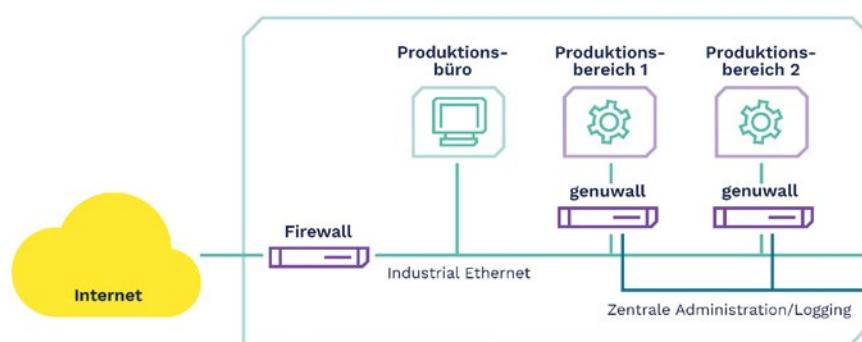
Industrial Firewalls für die AdBlue-Produktion

In Geleen wird Stickstoff produziert, der zum Beispiel für Düngemittel, sowie Melamin, einen Grundstoff für Harze, Klebstoffe und Beschichtungen benötigt wird. Ende 2022 wurde die Umgebung um eine Anlage zur Herstellung des Treibstoffzusatzes AdBlue erweitert. Eine Anforderung: Die AdBlue-Tanks sollten nach dem Stand der Technik geschützt und aus der Ferne kontrollierbar sein. Denn zwischen der Produktionsstätte und den AdBlue-Tanks lag auf dem weitläufigen Gelände von Chemelot eine Distanz von rund einem Kilometer, und auf dieser Strecke galt es zudem, diverse Abnehmer anzubinden.

Dazu waren einerseits die Anlagensteuerungen (Programmable Logic Controller, PLC) – hierfür setzt man auf HIMA HIMatrix Safety PLCs – mit dem Backbone-Netzwerk zu verbinden, andererseits mit dem SCADA-System zur Prozesssteuerung (Process Control System, PCS). Diese Bausteine befinden sich auf unterschiedlichen Purdue-Levels. Deshalb muss für den vorschriftsmäßigen Datenverkehr stets eine Firewall zwischengeschaltet sein.

Bisherige Lösung zu komplex und mit zu wenigen Ports

Seit Jahren setzte man an dieser Stelle auf die Firewall-Technik eines internationalen Anbieters. Doch dessen Industrial Firewalls haben zwei wesentliche Mankos: Die Firewall-Konfiguration ist komplex und die Geräte verfügen über nur zwei Ports.



Netzwerksegmentierung: Die Industrial Firewall Genuwall ermöglicht sichere Produktionsbereiche durch Bildung entsprechender Zonen.

Bild: Genua GmbH





Nach Definition der neuen EU-Richtlinie NIS-2 ist die Chemiebranche ein wichtiger Sektor, daher sind Anlagen der chemischen Produktion vor unbefugtem Zugriff zu schützen.

Bild anucha sirivisanwan/GettyImages

Deshalb ist für die Netzwerkverbindungen zwischen PLC und Backbone sowie zwischen PLC und PCS jeweils eine separate Firewall zu implementieren und aufwendig zu konfigurieren.

Aus diesem Grund machten sich die Betreiber im Frühjahr 2023 auf die Suche nach einer einfach konfigurierbaren Industrial Firewall, die beide Aufgaben zugleich übernehmen kann. Dabei wurde die HIMA Paul Hildebrandt GmbH zu Rate gezogen. Denn mit HIMA arbeitet man dort schon seit mehr als 25 Jahren bei Automationsprojekten sehr gut zusammen.

Bei der Recherche stieß man auch auf die Industrie-Firewall genuwall des deutschen IT- und OT-Security-Spezialisten Genua aus Kirchheim bei München, die auch von Erik van Wouwe, Sales Manager Benelux bei HIMA, empfohlen wird. Van Wouwe weiß um die Qualität der deutschen Security-Technik, da HIMA gemeinsam mit Genua ein Security Lab in Brühl betreibt.

genuwall schützt mit Geheimschutz-Know-how

Die Industrial Firewall Genuwall bietet „Security Made in Germany“ und nutzt dazu Know-how aus dem Geheimschutzbereich: Sie basiert auf der bewährten Firewall genuscreen, die vom Bundesamt für Sicher-

heit in der Informationstechnik (BSI) nach dem internationalen Standard Common Criteria (CC) als „EAL 4+“ zertifiziert ist. Die Firewall eignet sich damit nachweislich für den Einsatz in Netzwerken der öffentlichen Hand wie auch in KRITIS-Umgebungen (Kritische Infrastruktur) – oder, im NIS-2-Sprachgebrauch, für wesentliche und wichtige Einrichtungen.

DER WECHSEL ZU GENUWALL-GERÄTEN VON GENUA ERMÖGLICHTE ES, DEN FIREWALL-BETRIEB IM CHEMIEPARK CHEMELOT ZU KONSOLIDIEREN.

Zur sicheren Segmentierung von Industrienetzen erkennt und verwirft Genuwall unzulässige Datenpakete von OT-Protokollen (OPC UA, Modbus TCP, IEC 60870-5-104) bis auf Anwendungsebene. Damit schützt sie verlässlich vor unerlaubtem Zugriff. Die Firewall lässt sich per USB-Boot schnell installieren und integriert sich einfach in bestehende Netzwerkumgebungen. Das Management ist lokal wie auch – natürlich ebenfalls hochsicher – von zentraler Stelle aus möglich.

Eine Firewall, bis zu vier Purdue-Level

Neben den genannten Vorteilen der Genuwall fiel dem verantwortlichen Ingenieur ein scheinbar banaler, aber für ihn wichtiger Punkt ins Auge: Die Firewall hat vier statt nur zwei Ports. „Die Genuwall erlaubt es uns, Zonen einzurichten, also die Trennung zwischen PLC und SCADA-System sowie zwischen PLC und Netzwerk-Backbone mit einem einzigen Gerät umzusetzen,“ erläutert er.

„Mit vier Firewall-Ports kann ich Equipment mit bis zu vier verschiedenen Purdue-Levels sicher anbinden. Es ist also nun nicht mehr für jeden Datenstrom eine separate Firewall nötig wie früher.“ Für das AdBlue-Projekt ließen sich so die HIMA-PLCs über HIMAs SafeEthernet-Protokoll per genuwall sicher vernetzen, zugleich läuft die Kommunikation zwischen PLC und SCADA-System ebenfalls geschützt über Modbus TCP.

Diese Konsolidierung vereinfacht das Firewall-Management und die Wartung der Geräte. Dabei bewährt sich die Genuwall durch leichte Bedienbarkeit. Nicht minder wichtig in einem Chemiepark: Da weniger Geräte zu verwalten sind, lassen sich auch Fehler einfacher isolieren und Geräte schneller abschalten – im Notfall möglicherweise ein entscheidender Zeitvorsprung.

Weniger Geräte und Aufwand, geringere Kosten

Der Wechsel zu Genuwall-Geräten des deutschen Security-Spezialisten Genua ermöglichte es, den Firewall-Betrieb im Chemiepark Chemelot zu konsolidieren und damit Aufwand wie auch Kosten erheblich zu senken. Im aktuellen Projekt der AdBlue-Produktionsanlage ersetzt eine genuwall die zwei vormals nötigen Industrial Firewalls pro PLC. Die intuitive Bedienung erleichtert die Inbetriebnahme ebenso wie die Wartung.

Fünf Genuwall-Geräte sind auf dem Chemelot-Campus bereits im Einsatz, fünf weitere sollen hinzukommen. Damit hat sich in Chemelot eine neue Tafelrunde zusammengefunden – nicht, um wie das historische Vorbild den Heiligen Gral zu suchen, sondern um einen der größten Chemieparks Europas verlässlich vor Betriebsstörungen und Cyberangriffen zu schützen. SG

DR. WILHELM GREINER

ist freier Fachjournalist in München.



Cyberangriffe auf Fabriken wirksam verhindern

Produktionsanlagen werden zunehmend vernetzt und damit verwundbarer für Cyberangriffe. In diesem Beitrag werden sechs grundsätzliche Angriffsszenarien skizziert. Außerdem wird aufgezeigt, wie Unternehmen ihre vorhandenen OT-Systeme schützen können und warum Cyberresilienz zur Chefsache werden muss. **VON MATTHIAS VOSS**

Die Digitalisierung der Produktion schreitet rasant voran: Vernetzte Maschinen, IoT-Sensorik und KI-gestützte Steuerungen steigern Effizienz und Transparenz in der Fertigung. Mit der Vernetzung steigt auch die Angriffsfläche – ganze Fabriken lassen sich theoretisch mit einem Klick lahmlegen. Laut Bitkom waren 87 Prozent der deutschen Unternehmen im letzten Jahr von Cyberangriffen betroffen – mit Schäden über 200 Milliarden Euro. Im Folgenden werden sechs aktuelle Angriffsszenarien erläutert, die verdeutlichen, wo produzierende Unternehmen heute angreifbar sind.

1. Lieferketten-Angriffe

Ein äußerst erfolgreiches Einfallstor sind manipulierte Software-Updates. Angreifer schleusen Schadcode in legitime Patches oder Firmware-Updates ein, die anschließend auf Steuerungssysteme verteilt werden. Ein bekanntes Beispiel dafür ist der SolarWinds-Hack aus dem Jahr 2020. Hierbei wurde Schadcode bereits in der Entwicklungsphase eingeschleust und über signierte Updates verteilt, unbemerkt über Monate. Vergleichbare Angriffe sind auch in der industriellen Automatisierung

möglich, wenn kompromittierte Firmware- oder Steuerungsupdates eingespielt werden. Unternehmen müssen daher die Integrität von Komponenten und Updates entlang der gesamten Lieferkette sicherstellen, einschließlich Code-Prüfung, Signaturvalidierung und Überwachung der Distributionskanäle. Der Cyber Resilience Act (CRA) verpflichtet Hersteller zu nachweisbaren Sicherheitsstandards für alle digitalen Produkte in der EU.

2. Ransomware in der Operational Technology

Zielgerichtete Ransomware, die SPS- oder HMI-Systeme befällt, kann komplett Produktionslinien lahmlegen. Anders als in der IT führt ein Ausfall hier zu Stillstand und erheblichen finanziellen Schäden. Besonders kritisch sind veraltete Systeme ohne Sicherheits-Updates. Ein Beispiel ist der Angriff auf den US-Hersteller Targus im April 2024, bei dem Ransomware Datenserver kompromittierte und den Betrieb zeitweise unterbrach. Der Fall verdeutlicht, wie verwundbar Produktionsumgebungen mit veralteter Infrastruktur sind und wie wichtig kontinuierliche Patch- und Backup-Strategien bleiben.

3. Protocol Abuse

Viele industrielle Kommunikationsprotokolle wie Modbus, Profinet oder DNP3 stammen aus einer Zeit, in der Sicherheit kein Designkriterium war. Authentifizierung, Verschlüsselung oder Zugriffskontrollen fehlen oder sind optional. Angreifer können diese Lücken ausnutzen, um direkt in Steuerungsprozesse einzugreifen, Maschinenparameter zu verändern oder physische Schäden herbeizuführen. Solche Angriffe sind keine Theorie: Die Frosty-Goop-Malware zeigte 2024, wie Modbus TCP aktiv missbraucht werden kann, um OT-Geräte auszulesen und zu steuern. Der Vorfall verdeutlicht die Notwendigkeit von Netzwerksegmentierung, der Abschottung internet-exponierter Geräte und kontinuierlichem OT-Monitoring.

4. Kinetische Cyberattacken

Die Grenzen zwischen digitaler und physischer Welt verschwimmen. Kinetische Angriffe werden jene Angriffe genannt, die über digitale Systeme erfolgen, aber physische Schäden an realen Objekten verursachen. Ein Angriff auf die Temperatursteuerung einer Chemieanlage oder die Drehzahlbegrenzung einer Turbine kann Menschenleben gefährden. Solche kinetischen Cyberattacken kombinieren IT- und OT-Angriffe und zählen zu den gefährlichsten Formen digitaler Sabotage. Ein frühes Beispiel war der Stuxnet-Angriff auf iranische Urananreicherungsanlagen im Jahr 2010: Die Schadsoftware veränderte unbemerkt die Drehzahlen von Zentrifugen, was zu physischen Schäden führte,



Mit der Zunahme an vernetzten Maschinen, IoT-Sensorik und KI-gestützten Steuerungen nimmt die Angriffsfläche in Fabriken zu.

Bild: Harsha/stock.adobe.com

während gleichzeitig gefälschte Sensordaten normale Abläufe vortäuschten.

5. Koordinierte Angriffe auf mehrere Standorte

Gleichzeitige Angriffe auf mehrere Standorte oder Lieferketten können globale Produktions- und Lieferprozesse massiv stören. Derzeit zeigen koordinierte Attacken auf internationale Einzelhandelsunternehmen wie Adidas oder The North Face, wie Hacker gestohlene Zugangsdaten (Credential Stuffing) nutzen, um ganze Netzwerke zu compromittieren. Solche Kampagnen verdeutlichen den Bedarf an standortübergreifenden Resilienzstrategien, klaren Reaktionsplänen und zentralem Sicherheitsmonitoring, um Ausfälle und Folgeschäden zu verhindern.

6. Social Engineering und Insider Threats

Nicht alle Angriffe kommen von außen. Manchmal sind es auch Mitarbeitende oder Dienstleister, die bewusst oder unbewusst Schwachstellen öffnen. Phishing-Mails, kompromittierte USB-Sticks oder schlecht geschützte Fernzugänge zählen zu den häufigsten Einfallstoren. Eine Sicherheitskultur, die Bewusstsein schafft und klare Prozesse definiert, ist hier entscheidend. Wie gefährlich menschliches Fehlverhalten sein kann, zeigte der Colonial-Pipeline-Angriff im Jahr 2021: Ein kompromittiertes Mitarbeiterpasswort ermöglichte den Zugriff auf kritische Systeme des größten

US-Treibstoffversorgers, mit der Folge, dass die Pipeline tagelang stillstand und der Notstand in mehreren Bundesstaaten ausgerufen wurde.

Von der Cyberabwehr zur Cyberresilienz

Viele Unternehmen setzen noch auf Abwehrmaßnahmen wie Firewalls oder Zugriffsmanagement. Doch echte Sicherheit entsteht erst durch Cyberresilienz – die Fähigkeit, Angriffe zu verhindern und zu überstehen. Dafür müssen IT und OT ganzheitlich geschützt werden: etwa durch Security Operations Center, Segmentierung, Zero-Trust-Architekturen und automatisierte Reaktionen. Entscheidend ist auch die Verankerung von Cybersecurity auf Führungsebene, denn Ausfälle gefährden Betrieb, Rechtssicherheit und Reputation. Wer Verantwortlichkeiten klärt, Mitarbeiter sensibilisiert und Notfälle regelmäßig testet, stärkt Resilienz, Vertrauen und Wettbewerbsfähigkeit. Europäische Gesetzesinitiativen wie NIS-2 und CRA erfordern den verstärkten Fokus auf Cybersicherheit und machen das Sicherheits-Management zur Chefsache. Nur Unternehmen, die Cyberangriffe früh erkennen, schnell reagieren und Produktionsausfälle vermeiden, werden künftig bestehen.

SG

MATTHIAS VOSS

ist CEO der Net Group Deutschland.



zenon.

Für eine sichere Zukunft
Softwareplattform für
Cyber-Resilienz



- ▶ **NIS2 und CRA Konformität**
- ▶ **Detektion von Spionage-Tools**
- ▶ **Echtzeit Anomalie-Erkennung im Netzwerk**
- ▶ **Überwachung Zugriff- und Rechteverwaltung**
- ▶ **Security Gateway**



COPADATA.COM/DE/CYBERSECURITY



zenon

by COPA-DATA

Klimaziele erreichen, Wettbewerbsfähigkeit sichern

Energiekosten bleiben ein angespanntes Thema am Wirtschaftsstandort Deutschland. Energiepreise sind volatile, Klimaschutz wird immer drängender, und der Wettbewerbsdruck in der Industrie nimmt zu. Für produzierende Unternehmen wird der effiziente Umgang mit Energie somit zu einem strategischen Erfolgsfaktor. Eine Energiemanagement-Software bietet hier einen wirksamen Hebel. **VON ERIK FÖRSTER UND FERDINAND STAUDT**

Der Balanceakt zwischen Klimaschutz, Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit prägt weiterhin die Energiepolitik maßgeblich. Für die weitere Dezentralisierung des Energienetzes, für mehr Energieeffizienz und zur notwendigen Stärkung der Resilienz der Industrie wird die Digitalisierung immer wichtiger für die Lösung komplexer Aufgaben. Die Einführung einer Energiemanagement-Software (EMS-Software) kann ein erster Schritt zur Digitalisierung eines Unternehmens sein.

Digitalisierung als Hebel für Effizienz

Energie ist für produzierende Unternehmen – nach Rohstoffen und Personal – ein zentraler Kostenfaktor. Gleichzeitig ist sie einer der wenigen Faktoren, die sich durch Transparenz und gezieltes Management unmittelbar beeinflussen lassen. Doch wie lassen sich Einsparpotenziale identifizieren und heben?

Eine EMS-Software schafft genau diese Transparenz: Sie sammelt automatisiert Daten aus unterschiedlichen Quellen, bereitet sie systematisch auf und macht sie für Management und Technik nutzbar. Eine EMS-Software ermöglicht es, auch die Energieflüsse gezielt zu steuern. So lassen sich Prozesse optimieren, Abweichungen frühzeitig erkennen und Lastspitzen vermeiden.

Unternehmen schaffen damit die Grundlage für mehr Effizienz und Resilienz. Doch viele Betriebe erfassen ihre Energiedaten noch manuell oder nur partiell – dadurch bleiben wertvolle Potenziale ungenutzt. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bietet eine EMS-Software die Chance, professionelles Energiemanagement aufzubauen – selbst ohne eigene Energiemanagementabteilung. Ein wesentlicher Vorteil: Die Systeme sind skalierbar – vom Einstieg mit wenigen Messpunkten bis hin zu unternehmensweiten Anwendungen.

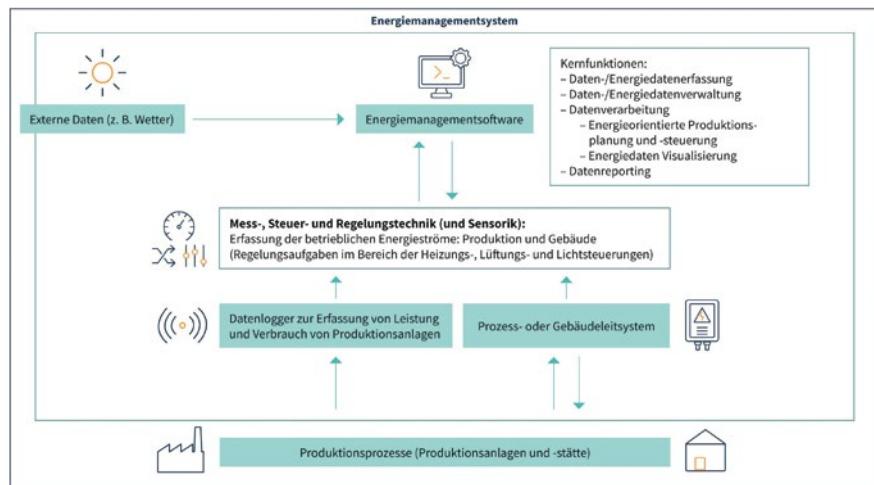
Vom Messpunkt zur Software: Die richtige Lösung finden

Der Markt für Energiemanagementsoftware ist jedoch vielfältig – die Systeme unterscheiden sich deutlich in Komplexität und Funktionsumfang. Die Spanne reicht von einfachen Dashboard-Lösungen bis hin zu voll integrierten Plattformen. Die Wahl der passenden Software ist daher entscheidend. Gerade KMU stehen vor der Herausforderung, aus der Fülle an Optionen die passende Lösung zu wählen.

Orientierung im Softwaremarkt: Der EMS-Finder vom KEDi

Um Unternehmen die Auswahl zu erleichtern, hat das Kompetenzzentrum für Energieeffizienz durch Digitalisierung (KEDi) der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) ein Tool entwickelt: den EMS-Finder. Das kostenlose Online-Tool soll durch gezielte Abfrage von relevanten Kriterien für die spezifische Situation des Unternehmens eine passende Software herausfiltern. Der EMS-Finder führt über wenige Fragen – etwa zur vorhandenen IT-Infrastruktur, funktionalen Anforderungen an die Software, Schnittstellen oder Datenprotokollen – zu einer ersten Eingrenzung geeigneter Systeme. Dabei liegt der Fokus auf BAFA-förderfähigen Softwares. Damit wird nicht nur die technische, sondern auch die finanzielle Hürde zum Einstieg gesenkt.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind etwa 100 Software-Anbieter im EMS-Finder vertreten. Viele Anbieter adressieren dabei sowohl das industrielle Umfeld als auch die Anwendungen im Gebäudebereich – vorrangig Nichtwohngebäude. Die Themen Sektorkopplung sowie Speicherintegration treiben die Innovationen bei den Soft-



EMS im Überblick: Die Energiemanagementsoftware bündelt Daten aus Produktion, Gebäudeleittechnik, MSR/Sensorik und externen Quellen (etwa Wetter), verarbeitet und visualisiert sie für energieorientierte Planung, Steuerung und Reporting.

Bild: KEDi



Visualisierte Energiedaten machen Verbräuche, Lastspitzen und Auffälligkeiten auf einen Blick sichtbar. Ein Dashboard bündelt Messwerte aus Produktion und Gebäude, verknüpft sie mit Zeitreihen und zeigt Trends sowie Abweichungen transparent.

Bild: © Quality Stock Arts/stock.adobe.com

warelösungen. Das Spektrum reicht vom reinen Monitoring bis zu prognosebasierten Optimierungen und der Nutzung von KI-Algorithmen. Daneben kommt der Platt-

formunabhängigkeit bzw. Interoperabilität und der Gewährleistung von Mindeststandards bei der Datensicherheit zunehmende Bedeutung zu.

Neben der Unterstützung von Unternehmen bei der Auswahl einer geeigneten Softwarelösung möchte das KEDi den Markt für diese Produkte analysieren und die Standardisierung durch qualitative und objektive Bewertungen vorantreiben.

Hürden abbauen, Einstieg erleichtern

Die Einführung eines EMS schreckt Unternehmen manchmal ab. Häufige Bedenken sind hohe Investitionskosten, fehlendes IT-Know-how oder mangelnde personelle Kapazitäten. Die Erfahrung zeigt jedoch: Ein schrittweises Vorgehen senkt die Einstiegshürden deutlich. Folgendes Vorgehen hat sich bewährt:

➤ **Bedarf klären:** Welche Ziele sollen erreicht werden (Energieeinsparung, Compliance, Prozessoptimierung)?

➤ **Bestandsaufnahme durchführen:** Welche Messstellen, Sensoren und Datenquellen sind bereits vorhanden? Werden Daten bereits automatisiert erfasst?

➤ **Engere Auswahl mit dem EMS-Finder treffen:** Mit dem EMS-Finder eine Vorauswahl geeigneter Softwarelösungen identifizieren

➤ **Vergleich und schrittweise Pilotierung:** Funktionen, Schnittstellen und Interoperabilität prüfen; zunächst in kleinen Einheiten testen

➤ **Mitarbeiter einbinden:** Schulungen und klare Verantwortlichkeiten schaffen Akzeptanz

Förderung nutzen, Wirtschaftlichkeit steigern

Eine EMS-Software amortisiert sich oft bereits mittelfristig durch Energieeinsparungen. Zusätzlich können Unternehmen Fördergelder beantragen. Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterstützt mit Zuschüssen die Anschaffung der Software und Schulungen. Dies gilt auch für Hardware wie MSR-Technik.

TB

ERIK FÖRSTER, Teamleiter Industrie, und **FERDINAND STAUDT**, Experte Industrie, arbeiten bei der Deutschen Energie-Agentur (dena).

KI – wie ihr Einsatz in der Produktion wirklich gelingt

ANZEIGE

Künstliche Intelligenz (KI) ist entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit von morgen.

Produktionsunternehmen müssen strategisch planen und die Implementierung zuverlässig umsetzen. So funktioniert es.

Produktionsunternehmen, die KI etablieren, stoßen einen Transformationsprozess an, der strategisch geplant und zuverlässig umgesetzt werden muss. Folgende Abläufe und Aspekte sind dabei maßgeblich:

➤ **Daten:** Sie sind die Basis für KI und von Maschinen und in Prozessen erfassbar sein. Große Mengen an Betriebsdaten müssen deshalb aus verschiedenen Systemen wie MES oder ERP zentral zusammengeführt werden.

➤ **Technologie:** Eine moderne IT-Infrastruktur ist nötig, mit stabiler Vernetzung für Echtzeit-Datenübertragung, hoher Rechenleistung für das Modelltraining und nahtloser Systemintegration. Hohe Standards für Datensicherheit und -schutz sind einzuhalten.

➤ **Organisation:** Es braucht ein Kommittent des Top-Managements sowie

Change-Prozesse, Kommunikation und Schulungen, um Mitarbeiter einzubinden. Das Unternehmen muss klare Anwendungsfällen definieren, zum Beispiel 15 Prozent Maschinenausfall-Reduktion.

➤ **Personal:** KI-Kompetenz durch interne Experten oder externe Dienstleister wird gebraucht. Mitarbeitende müssen ein Grundverständnis entwickeln, um KI-Vorschläge zu verstehen und sie umzusetzen. So entstehen an der Schnittstelle von IT und Fertigung neue Aufgabenprofile, zum Beispiel KI-Anwendungsmanager. Das meistverwendete Standard-Modell für Data Mining ist zeit-, ressourcen- und kostenintensiv, da Spezialisten erforderlich sind. Wer dieses Investment scheut, sollte eine Standardlösung wie die AI Suite von MPDV in Erwägung ziehen. Die Manufacturing-Applikationen (mApps) erweitern MES und APS. Ihr Vorteil: Sie greifen auf



die gesammelten, strukturierten Produktionsdaten zu und benötigen kein langwieriges Datentraining.

MPDV Mikrolab GmbH

mpdv
WE CREATE SMART Factories

Römerring 1, 74821 Mosbach, Deutschland

TEL: +49 6261 9209-0

E-MAIL: info@mpdv.com

www.mpdv.com

Energiemanagement für maximale Effizienz

Für Hawe Hydraulik ist Nachhaltigkeit Teil der Firmenkultur. Ein wichtiger Schritt auf diesem Weg ist der 2014 eröffnete Standort Kaufbeuren. Dort sorgt ein Energiemanagementsystem mit Janitza-Produkten für Transparenz und hohen Energieeffizienzeinsatz bis hin zur einzelnen Maschine. Zusätzlich überwacht die Messtechnik die Spannungsqualität und warnt vor schlechenden Isolationsfehlern. So erhöht sie die Betriebssicherheit. **VON DIPL.-PHYS. MARTIN WITZSCH**

Die Hawe Hydraulik SE ist ein international tätiges Familienunternehmen mit Stammsitz in München und Produktionsstandorten in Europa, Nordamerika und Asien. Hohe Wertschöpfungstiefe mit Automatisierung und Baukastendesign ermöglichen es, auf die Anforderungen kleiner Stückzahlen genauso einzugehen wie auf Großserien. Gut 510 Millionen Euro betrug der Umsatz im Jahr 2023. Die Produkte sind in Windkraftanlagen, Kränen und Baumaschinen, die aber auch in OP-Tischen zu finden sind.

Unternehmensziel: Nachhaltigkeit – erste Etappe: Gebäudetechnik

Das Unternehmen praktiziert Energiemanagement schon vor der 2011 erschienenen zugehörigen Norm (DIN ISO 50001) und treibt den Umbau zur Nachhaltigkeit konsequent voran. Hawe investiert jährlich beträchtliche Summen in Energieeffizienz-Projekte. Viele Tausend Mess- und Datenpunkte überwachen die gebäudetechnischen Anlagen und Produktionsanlage der Hawe-Standorte. Die Resultate dieser Bemühungen: Gegenüber 2011 sind die CO₂-Emissionen in den Bereichen Scope 1 und 2 (also direkte Emissionen und Emissionen eingekaufter Energie) um 80 Prozent gesunken. Etwa ein Viertel des benötigten Energiebedarfes erzeugt Hawe selbst. Diese Maßnahmen senken die jährlichen Energiekosten um rund zwei Millionen Euro.

Ein wichtiger Bestandteil des Energiemanagements ist die Messtechnik. Hier setzt Hawe stromseitig auf die Hard- und Software von Janitza, also UMG-Messgeräte und zur Visualisierung auf die Software

GridVis Expert. Robert Holl kennt das eingeführte Energiemanagementsystem bei Hawe fast seit Beginn an, zunächst als Student. Neben der Steigerung der Energieeffizienz in der Gebäudetechnik beschäftigte er sich im Rahmen von Abschlussarbeiten mit der Kühlung von Produktionsanlagen: Ist es besser zentral zu kühlen oder jede Produktionsmaschine separat? Das Ergebnis zeigte eindeutig, dass bei einer zentralen Kühlung weniger Energie eingesetzt werden muss und sich die Abwärme besser nutzen lässt – energetisch ein klarer Vorteil. Holl bilanziert augenzwinkernd: „Ich war schon als Student nicht ganz unbeteiligt daran, dass Maschinen an das zentrale Kältenetz angeschlossen sind.“

„MIT BLICK AUF DIE KOSTENBILANZ TRÄGT SICH DAS ENERGIEMANAGEMENTSYSTEM UND DIE DARAUS ABGELEITETE MASSNAHMEN SELBST.“

ROBERT HOLL

Messdaten schaffen Transparenz: Janitza im Einsatz

Nach Stationen bei anderen Unternehmen ist er seit zwei Jahren als Teamleiter Energie für die Gebäudeautomation und das Thema Energie(-management) aller Hawe Standorte weltweit verantwortlich. Er beschreibt die Anfänge: „In den ersten Jahren lag der Fokus des Energiemanagements bei der Gebäudetechnik, vor allem bei der Heizung, Lüftung und der Beleuchtung.“



So ließen sich positive Erfahrungen sammeln, ohne Stillstände in der Produktion zu riskieren. „Das war von Anfang an ein großer Erfolg. Allein durch Wärmerückgewinnung konnten wir 20 bis 30 Prozent Energie sparen. Mithilfe von real gemessenen Werten ließ sich dies gut aufzeigen und vergleichen“, so Holl. „CO₂-Emissionen sind natürlich weiterhin ein großes Thema. Wir wollen möglichst wenig kompensieren. Manchmal geht es kaum anders, etwa beim Erdgaseinsatz von speziellen Produktionsprozessen. Die Janitza Messtechnik hilft uns, die Verbräuche zu dokumentieren und greifbar zu machen.“

Hawe-Standort Kaufbeuren setzt Maßstäbe

Nach dem erfolgreichen Einstieg über die Gebäudetechnik steht jetzt auch die Fertigung im Fokus. Erfahrungen mit den Messgeräten von Janitza hatte man an einem Standort gesammelt und entschieden, dass die Messtechnik einheitlich für alle Produktionsstandorte genutzt werden sollte. So wurde auch das 2014 eröffnete Werk Kaufbeuren mit seinen mittlerweile 700 Beschäftigten und einer Produktionsfläche von rund 31.000 qm mit Messtechnik ausgestattet. Eine besondere Herausforderung ist die fortwährende Erweiterung und Optimierung der Produktionsabläufe. Sie erfordert, dass die Maschinen regelmäßig ihren Standort wechseln. Doch auf diese Anforderungen ist die Energieversorgung vorbereitet. Statt langer Zuleitungen zu



Holl erläutert: „Unser flexibles Fertigungssystem entscheidet autonom, welches Bauteil zu welcher Zeit, auf welcher der zehn verfügbaren Werkzeugmaschinen gefertigt wird. Durch die Messung von Strom, Kälte und Druckluft an den einzelnen Werkzeugmaschinen im System und die Verknüpfung mit den Produktionsdaten ist es möglich, den Energiebedarf pro Fertigungsauftrag ziemlich genau zu bestimmen. So erkennen wir sofort Abweichungen im Energieverbrauch des gleichen Produkts auf unterschiedlichen Maschinen und können eingreifen. Zudem ermöglicht das System in Zukunft eine Last-Flexibilisierung, sodass beispielsweise energieintensive Produkte in Zeiten produziert werden, in denen überschüssiger Photovoltaik-Strom zur Verfügung steht oder die Strompreise niedrig sind.“ Eine studentische Abschlussarbeit hat diese Potenziale beleuchtet und konnte Abhängigkeiten von Energieverbrauch zu abgetragenen Spanvolumen aufzeigen.

Durch die Messtechnik und die Dokumentation bzw. Visualisierung steht Holl ein riesiger Datenschatz zur Verfügung. Dank der Offenheit des Systems kann er neben den Strommengen auch Kenngrößen für Druckluft und Kälte wie Leistung, Volumenstrom, Druck oder auch Temperaturen erfassen. Holl: „Unser Ziel ist eine weltweit einheitliche Messtechnik mit gleicher Methodik, die alle Daten in eine gemeinsame Datenbank einspeist. Damit wollen wir in jedem Werk schnellen Support leisten.“

Schalschränken gibt es Raster aus Stromschienen an der Decke.

Für die Verbindung sorgen mittlerweile auch Stromabgangskästen von Janitza, die mit einem Netzanalysator UMG 96-PQ-L ausgestattet sind. Holl erläutert: „Wir versorgen die Produktionsmaschinen zentral mit Strom, Druckluft und Kälte. Durch die Messung direkt auf den Stromschienen und der Medienversorgung wird die gesamte Anlage transparent. Jede neue Maschine bekommt entsprechende Zähler. Ebenso Maschinen, die umziehen. So vermeiden wir Stillstände für die Umrüstung und können die Energieflüsse Stück für Stück besser nachvollziehen.“ Bei Zählern von Drittherstellern mit Ethernet-Schnittstelle werden die Signale direkt in die GridVis Expert eingespeist. Bei Modbus-Geräten übernimmt das Messgerät die Weiterleitung.

Energiebedarf pro Auftrag transparent messbar

Durch eine Innovation in der Fertigung lassen sich die Messergebnisse besonders gut verwerten: Zehn Bearbeitungszentren mit

einem zentralen großen Speicher für Werkzeuge sind zu einem flexiblen Fertigungssystem zusammengefasst. Die zugehörige Peripherie ist vollständig automatisiert. Dazu gehören das Materialhandling, das Bestücken der Spanntürme sowie deren Verteilung auf die Systemmaschinen und die Handhabung der Paletten. Ein Magazin mit über tausend Plätzen hält die Werkzeuge bereit. Über ein Werkzeugportal, das von einem Roboter bestückt wird, gelangen sie zu den Maschinen. Das System ist ideal, um eine möglichst energieeffiziente Fertigung zu ermöglichen.

Zehn Bearbeitungszentren mit einem zentralen großen Speicher für Werkzeuge sind zu einem flexiblen Fertigungssystem zusammengefasst. Die zugehörige Peripherie ist vollständig automatisiert.



Im Werk Sachsenkram traten Probleme beim Volumenstrom einer Kälteleitung auf. Mit der Visualisierungssoftware GridVis Expert wurde aus der Ferne in kurzer Zeit ein Dashboard erstellt, das den zeitlichen Verlauf des Volumenstroms sichtbar machte. Im Bild: Robert Holl (links) und Alexander Wagenhuber.

Bilder: Martin Witzsch



Netzqualität im Blick mit GridVis Expert

Alexander Wagenhuber vom Technischen Vertriebsaußendienst bei Janitz bringt einen weiteren Aspekt ein: „Über die GridVis Expert betrachten wir hier nicht nur die Verbräuche, sondern auch die Netzqualität. Es gab bei Hawe schon einmal Situationen, die man bei dem Neubau von vornherein vermeiden wollte. In der Einspeisung sind hierfür UMG 512-PRO und UMG 509-PRO verbaut.“ In der Tat profitieren auch die Haus- und Betriebstechnik bei Hawe von der Messtechnik. Die ständige Überwachung stellt die Hochverfügbarkeit der Energieversorgung sicher. Ebenso lässt sich erkennen, ob Transformatoren, Leitungen oder Leistungsschalter über längere Zeit an der Leistungsgrenze betrieben werden.

Holl ergänzt: „Bei einer Störung ist man froh, dass man die Messgeräte hat. Wir hatten vor kurzem Probleme mit dem Volumenstrom in einer Kälteleitung im Werk Sachsenkram. Da haben wir uns in mit der Visualisierungssoftware (GridVis Expert) aus der Ferne einfach schnell ein Dashboard gebastelt, um den Verlauf des Volumenstroms sichtbar zu machen.“ Danach ließ sich der Fehler rasch eingrenzen: Die Maschine am Ende des Strangs bekam zu wenig Wasser. Noch einmal Holl: „Ein Dashboard zu bauen ist so einfach wie PowerPoint. Man muss es nur ausprobieren und kann sich selbst alles beibringen. Jeder kann Visualisierungen erstellen, aber auch attraktivere oder komplexere Darstellungen sind möglich.“

Messgeräte verhindern ungeplante Stillstände

Holl spricht einen weiteren Vorteil an: „Bei jeder Maschine, die wir mit Messtechnik ausgestattet haben, sparen wir uns zukünftig die vorgeschriebenen manuellen Isolationsprüfung, denn die Geräte überwachen den Isolationswiderstand kontinuierlich.“ Viele Janitz Messgeräte bieten standardmäßig die RCM-Messung an. So lassen sich schlechend auftretende Isolationsfehler frühzeitig erkennen und ungeplante An-

lagenstillstände vermeiden. Wagenhuber ergänzt: „Eine wirklich korrekte Messung nach DGUV 3 ist ohnehin schwer möglich, da man eigentlich jede Zuleitung nach der Sicherung prüfen müsste. Dort würde aber die Prüfspannung empfindliche Geräte zerstören. Das geht nur mit Punkt-zu-Punkt-Prüfung von Leitungen zu SPS, Steuerungen oder einem Monitor. Das ist in der Praxis kaum umzusetzen.“

Messtechnik zahlt sich aus: Kostenbilanz im Plus

Der Aufwand für die Messtechnik trägt Früchte. „Mit Blick auf die Kostenbilanz trägt sich das Energiemanagementsystem und die daraus abgeleitete Maßnahmen selbst. Durch die einfache Visualisierung

ERFAHRUNGEN MIT DEN MESS- GERÄTEN VON JANITZA HATTE MAN AN EINEM STANDORT GESAMMELT UND ENTSCHEIDEN, DASS DIE MESS- TECHNIK EINHEITLICH FÜR ALLE PRODUKTIONSTANDORTE GENUTZT WERDEN SOLLTE.

sieht man sofort, wo Energie verschwendet wird oder ob Anomalien auftreten“, so Holl. Entscheidungen lassen sich jetzt viel einfacher treffen, da die Fakten vorhanden sind, vor allem aber leicht überschaubar und übersichtlich dargestellt werden.

So zeigt beispielsweise die visualisierte Heatmap einer Werkzeugmaschine mit nur drei Farben, was im Betrieb passiert: Grün für

„kein Verbrauch“, rot für „Produktion“. Besonders relevant ist der Standby-Verbrauch in orange. Holl erklärt: „Aus energetischer Sicht sind die Zeiten in der eine Werkzeugmaschine nicht produziert, aber trotzdem Energie verbraucht, sehr interessant. Messungen haben gezeigt, dass eine spezielle Maschine teilweise mehrere Stunden im Standby läuft und einen durchschnittlichen elektrischen Leistungsbezug von 13 kW aufweist. Diese hohen Energieverbräuche und damit auch Kosten in der nicht wertschöpfenden Zeit wurden bisher unterschätzt. Berechnungen haben schnell gezeigt, ab welchem Zeitpunkt es Sinn macht, die Maschine nicht in diesem Betriebszustand laufen zu lassen.“

Inzwischen haben auch die Fertigungsplaner Zugriff auf die Visualisierung. Sie denken darüber nach, die Dashboards auch an der Maschine anzuzeigen, um die Bediener besser zu informieren. Sie sind von sich aus bereits daran interessiert, den Betrieb effizient zu gestalten. An der Maschine können sie bisher aber nicht erkennen, wieviel Energie gerade verbraucht wird. Wenn dort zukünftig neben dem Verbrauch auch die Kosten angezeigt werden, wird dies das Bewusstsein der Belegschaft noch einmal zusätzlich schärfen und so den wirtschaftlichen und politischen Forderungen nach einem ressourcenschonenden Betrieb noch besser nachzukommen. Damit passt das Energiemanagement mit Janitz auch perfekt zum Firmenmotto von Hawe: „Solutions for a World under Pressure“. **TB**

DIPLO-PHYS. MARTIN WITZSCH

ist freier Journalist in Erlangen.

Weit mehr als nur Automatisierung

Während alle über KI in Smartphones reden, passiert die wahre Magie in der Fabrikhalle: Edge AI entwickelt sich zur Schlüsseltechnologie moderner Produktionsumgebungen. Leistungsstarke Edge-AI-Server analysieren Daten in Echtzeit, steigern die Effizienz von Fertigungslinien und ermöglichen präzise Inspektionen direkt am Netzwerkrand. Richtig eingesetzt optimiert Edge AI aber nicht nur Produktionsprozesse, sondern auch Supply Chain, Wartung und Sicherheit. **VON MATTHIAS HUBER**

Alle KI-Modelle müssen trainiert werden. Besonders aufwendig ist dieser Prozess bei sehr großen Modellen, die wiederholt mit riesigen Datensätzen durchlaufen werden müssen, bis sie zuverlässig erwartete Ergebnisse liefern. Das Training komplexer Modelle wie LLMs (Large Language Models) und VLMs (Vision Language Models) erfordert fast immer die enormen Rechen- und Speicherressourcen großer Rechenzentren.

Nach dem Training besteht der Großteil der Arbeit der KI in der sogenannten Inferenz. Dabei werden neue Eingaben im Kontext des bereits Gelernten verar-

beitet. Die Inferenz benötigt nicht ganz so viel Rechenleistung wie das Training. Um die Fähigkeiten einer Anwendung zu verbessern oder neue Funktionen hinzuzufügen, sind jedoch oft komplexere KI-Modelle erforderlich. Mit zunehmender Produktkomplexität werden auch einige Inferenz-Workloads sehr rechenintensiv.

Vorteile von Edge AI

Viele Innovationen der letzten Jahre zielen darauf ab, dass Prozessoren Inferenz-Workloads deutlich effizienter abarbeiten, sowohl hinsichtlich Rechenleistung als auch Energieverbrauch. Dadurch ist

es heute möglich, immer mehr und immer anspruchsvollere KI-Workloads auf Servern am Netzwerkrand (Edge) auszuführen und sogar auf kleineren Geräten wie smarten Lautsprechern oder Überwachungskameras.

Edge Computing bietet im Vergleich zu großen Rechenzentren deutliche Vorteile bei der Energieeffizienz, da der Daten-transport reduziert, die Latenz gesenkt und eine dynamische Ressourcenzuteilung

KI-gestützte Bildverarbeitung am Edge hebt die Qualitätskontrolle in der Produktion auf ein neues Niveau.

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



ermöglicht wird. Die Latenz kann erheblich gesenkt werden, da Daten nicht mehr zu einem entfernten Rechenzentrum hin und zurück geschickt werden müssen. Ergebnisse liegen dadurch schneller vor. So berichtete die Healthcare-Geschäftseinheit des amerikanischen General Electric Konzerns von deutlich schnelleren Resultaten, nachdem KI direkt in Röntgensysteme integriert wurde.

Edge AI ist in vielerlei Hinsicht effizienter. Sie minimiert die Nutzung von Netzwerkkonfigurationen, da Daten nicht mehr ständig zwischen Rechenzentrum und Edge übertragen werden müssen. Das kann die Telekommunikationskosten senken, und die Energie für die Datenübertragung wird eingespart.

Im Allgemeinen laufen Edge-AI-Anwendungen auf kleineren, spezialisierteren Modellen, sodass ein KI-Prozessor am Edge meist weniger Strom verbraucht als ein Server im Rechenzentrum. Manche Edge-Anwendungen, auch in der Fertigung, müssen nicht dauerhaft laufen. Hier kann Edge AI im Standby- oder Schlafmodus betrieben werden, um den Energieverbrauch weiter zu minimieren. Am Ende müssen Ingenieure immer die applikationspezifischen Faktoren für jede Anwendung abwägen, aber mit Edge AI lassen sich grundsätzlich erhebliche Effizienzgewinne erzielen. Schließlich bleiben die am Edge erzeugten und genutzten Daten auch dort, was sowohl dem Datenschutz als auch der

Datensicherheit dient. Das ist oft ein entscheidendes Kriterium für Unternehmen, die ihr geistiges Eigentum schützen oder gesetzlichen Vorgaben zum Schutz von Kundendaten unterliegen – etwa im medizinischen Bereich.

Edge AI in der Fertigung

Edge AI ist ein leistungsfähiges Instrument, um verschiedenste Anforderungen von Herstellern zu erfüllen und zahlreiche Geschäftsprozesse zu verbessern. Edge AI kann Daten in Echtzeit analysieren, was schnelle Entscheidungen, mehr Agilität, optimierte Workflows und letztlich zusätzliche Effizienzgewinne, Kosteneinsparungen und eine bessere Produktqualität ermöglicht.

Durch die Analyse von Echtzeitdaten kann KI den Status von Maschinen sowie Trends erkennen. Hersteller können KI-Systeme so konfigurieren, dass sie automatische Reaktionen in Produktionslinien auslösen, Sicherheitsalarme aktivieren und vieles mehr.

Maschinelles Sehen (Machine Vision) ist heute für zahlreiche Anwendungen in der Fertigung unverzichtbar, von der Qualitätsicherung über die Prozessoptimierung bis zur Reduzierung von Ausschuss. Produktionslinien unterscheiden sich: Manche prüfen nur Stichproben – vielleicht 1 von 20 oder 1 von 5 Teilen. Die Entscheidung, nicht jedes Teil zu prüfen, liegt oft an den Limitierungen der Inspektionssysteme. Mit KI-gestützter Bildverarbeitung am Edge

können Hersteller jedoch jedes einzelne Teil prüfen. Selbst wenn bereits eine 100%-Prüfung erfolgt, sind KI-basierte Systeme oft besser darin, Fehler zu erkennen.

KI-gestütztes maschinelles Sehen kann Defekte schnell identifizieren. Die KI bewertet sofort Anzahl und Schwere der Fehler und kann so programmiert werden, dass sie Maßnahmen zur Minimierung von Ausschuss empfiehlt oder automatisch einleitet.

Tatsächlich ist es möglich, dass KI-gestützte Bildverarbeitungssysteme Qualitätsabweichungen analysieren, die auf ein bevorstehendes Problem hindeuten. Mit anderen Worten: KI kann trainiert werden, Qualitätsveränderungen zu erkennen und das Überwachungspersonal der Fertigungslinie zu warnen, bevor echte Fehler auftreten. Das alles führt zu weniger Stillstandszeiten.

Schätzungen zufolge kann der Einsatz von KI in der Fertigung die Maschinenausfallzeiten um 30 bis 50 Prozent und qualitätsbezogene Kosten um 10 bis 20 Prozent senken.

Der Supermicro SYS-212B-FN2T vereint hohe Rechenleistung mit einem kompakten Short-Depth-Design. Das 2-HE-System mit Intel Xeon Prozessor kann mit bis zu zwei Nvidia GPUs ausgestattet werden.

Bild: Supermicro



Stichwort Arbeitssicherheit: KI-Modelle können erkennen, wenn Mitarbeiter ohne korrekte Schutzausrüstung unterwegs sind oder sich gefährlichen Maschinen zu sehr nähern.

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



Wartung von Produktionsanlagen

Diese vorausschauenden Fähigkeiten lassen sich auch für die Wartung von Produktionsanlagen nutzen. Ohne KI müssen Hersteller regelmäßige Wartungsintervalle einhalten. Wird dabei kein Problem gefunden, war der Stillstand unnötig. Tritt zwischen den Checks ein Problem auf, bleibt es ohne KI oft unentdeckt, mit der möglichen Folge von Maschinenausfällen und vielleicht sogar teuren Schäden an den Anlagen. KI ist besonders gut darin, Anlagen kontinuierlich zu überwachen und Anomalien zu erkennen, die auf einen bevorstehenden Ausfall hindeuten. Edge-KI kann Wartungsempfehlungen gezielt und nur bei Bedarf aussprechen. Das minimiert Stillstandzeiten und erhöht die Zuverlässigkeit.

Unfälle vermeiden mit Edge AI

Ein weiteres zentrales Thema in der Fertigung ist die Arbeitssicherheit. Edge AI ist elementar, um Daten aus Überwachungskameras zu analysieren und potenziell gefährliche Situationen oder Verhaltensweisen zu erkennen. Unternehmen nutzen Edge AI, um Datenströme aus CCTV, Maschinen und Betriebssoftware zu verknüpfen und so Gefahren in Echtzeit vorherzusagen. KI-Modelle könnten zum Beispiel erkennen, wenn Mitarbeitende keine Schutzausrüstung tragen oder sich zu nah an gefährliche Maschinen begeben. Mit dem zunehmenden Einsatz autonomer mobiler Systeme wird KI auch hier immer wichtiger, um Unfälle zu vermeiden.

Die Verarbeitung großer Datenmengen

in Echtzeit ist nur mit Edge AI praktikabel, und da die meisten Werke ohnehin Videoüberwachung nutzen, ist es nur konsequent, diese Daten optimal zu nutzen.

Optimierte KI-Lösungen

Der Markt für Edge-AI-Server wächst rasant. Hersteller sollten auf langfristige Zuverlässigkeit achten, da IT-Systeme in der Fertigung deutlich länger im Einsatz sind. Neben Rechenleistung zählen Faktoren wie MTBF, Temperaturbereich oder Widerstand gegen Stöße; in staubigen Umgebungen eignen sich lüfterlose Systeme. Die größte Herausforderung ist die optimale Abstimmung der Infrastruktur auf die jeweiligen Workloads. Modulare Serverarchitekturen ermöglichen individuelle Konfigurationen und erleichtern spätere Upgrades. Für eigene Anwendungen helfen SDKs mit vorkonfigurierten Modulen, die Entwicklung zu beschleunigen und die Markteinführungszeit zu verkürzen.

Die richtige Hard- und Software

Supermicro verfolgt einen modularen Ansatz beim Serverbau und bietet eines der breitesten Portfolios der Branche, mit einer großen Auswahl an Standardprodukten für Cloud und Edge. Das erleichtert die Entwicklung optimierter Lösungen.

Supermicro Edge-AI-Lösungen bringen die Leistung moderner KI-Beschleuniger in robuste, dezentrale Umgebungen wie Fabrikhallen und lassen sich nahtlos in zentrale Geschäftsprozesse integrieren. Die langjährige Erfahrung von Supermicro im KI-Bereich hat zu einer engen Partnerschaft

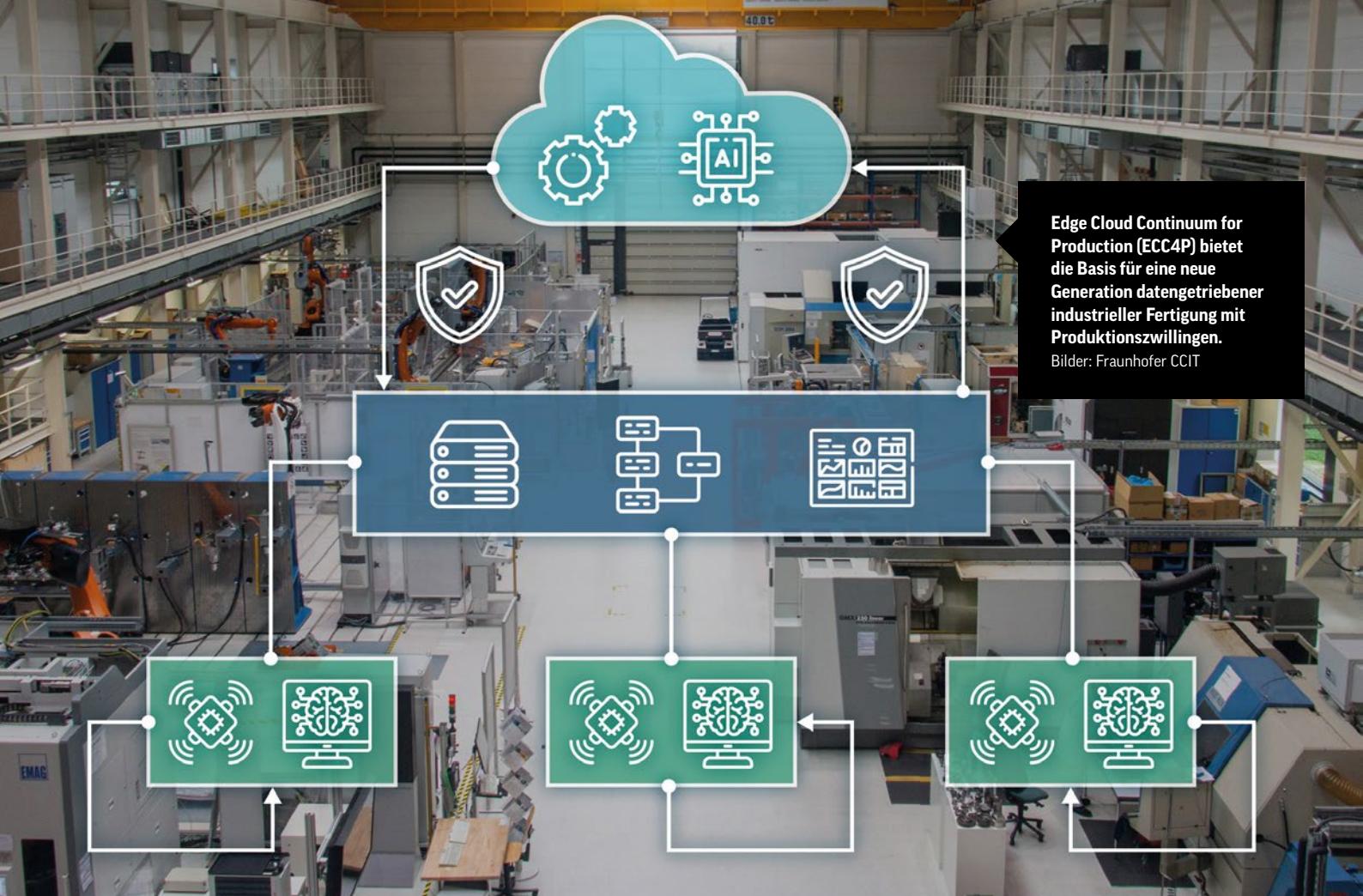
mit Nvidia geführt, dem weltweit führenden Anbieter von KI-Lösungen.

Für den erfolgreichen Einsatz von KI-Anwendungen am Edge ist spezialisierte Hardware erforderlich. KI-Beschleuniger sind die Arbeitspferde, die große Datenmengen auf Basis vortrainierter Modelle verarbeiten. Nvidia ist der weltweite Marktführer für diese Beschleuniger und bietet eine breite Palette KI-optimierter CPU- und GPU-Module für unterschiedlichste Workloads und Einsatzszenarien. Die Nvidia Jetson Orin NX Plattform für Embedded-Edge sowie die Nvidia RTX PRO 6000 Blackwell Server Edition und die Nvidia H200 NVL GPUs für Enterprise-Edge sind Beispiele für Lösungen, die je nach Datenvolumen, Leistungsbedarf und Einsatzumgebung ausgewählt werden können. Entscheidend ist, dass Serverplattform und KI-Beschleuniger optimal aufeinander abgestimmt sind.

Nicht bei null anfangen

Die Entwicklung eigener KI-Anwendungen ist komplex und teuer. Plattformen wie Nvidia Metropolis erleichtern dies mit vortrainierten Modellen, SDKs und optimierter Infrastruktur für schnelle Videoanalyse-Lösungen. So lassen sich Anwendungen schneller einführen, Kosten senken und Produktion sowie Sicherheit verbessern, ohne bei null anfangen zu müssen. **KF** ☘

MATTHIAS HUBER ist Sr. Director, Solutions Manager, IoT/ Embedded & Edge Computing bei Supermicro.



Mit Edge Cloud Continuum zur datengestützten Industrie

Werkzeugmaschinen erfassen durch ihre Sensorik kontinuierlich Informationen über Prozess-, Werkzeug- und Bauteilzustände. Doch diese wertvollen Daten effizient zu nutzen, ist alles andere als trivial. Sie müssen synchronisiert und idealerweise in Echtzeit ausgewertet und weiterverarbeitet werden. Mit dem Ansatz „Edge Cloud Continuum“ lässt sich diese Herausforderung meistern – und eröffnet neue Perspektiven für Prozessoptimierung und Geschäftsmodelle. **VON MICHAEL FRITZ**

Bei wachsenden Datenmengen stößt die reine Edge-Verarbeitung industrieller Maschinendaten an Kapazitätsgrenzen. Das zeigt sich beispielsweise bei Frä- oder Schleifprozessen, bei denen Temperatur-, Vibrations- und Kraftdaten hochfrequent erfasst und mit Maschinendaten synchronisiert werden müssen. Cloud-basierte Lösungen bieten zwar skalierbare Rechenleistung, scheitern aber oft an zu hohen Latenzen. Wenn auf Anomalien im Millisekunden-Bereich reagiert werden muss, etwa bei der Zerspanung, können bereits kleine Cloud-Verzögerungen kritisch sein.

Edge Cloud Continuum – das Beste aus beiden Welten

Ein durchgängiges Edge Cloud Continuum (ECC) kombiniert die Vorteile beider Ansätze: Edge-Verarbeitung ermöglicht schnelle Reaktionszeiten und lokale Datenkontrolle, Cloud Computing stellt die nötige Rechenkapazität für komplexe Analysen bereit. Die zugrunde liegende Idee: Daten werden genau dort verarbeitet, wo es am effizientesten ist. Dazu verknüpft das ECC IoT-Sensorik, Edge Computing, Cloud-Technologien und Künstliche Intelligenz innerhalb eines sicheren, souveränen Datenraums.

So entsteht ein intelligenter Datenkreislauf, der es ermöglicht, Produktionsprozesse kontinuierlich zu optimieren. Direkt an der Maschine erfassen smarte Sensorsysteme Parameter wie Temperatur, Vibration oder Druck. Ein Edge Industrial PC synchronisiert die Daten mit Maschinensignalen, wertet sie aus und greift bei Bedarf regelnd ein – ohne spürbare Latenz. Gleichzeitig werden strukturierte Messdaten in die Cloud überführt, wo Machine-Learning-Modelle trainiert und weiterentwickelt werden. Das Gelernte wird zurück auf die Edge-Systeme verteilt und verbessert sukzessive die Entscheidungslogik im laufenden Betrieb.

Digitaler Produktionszwillling: Brücke zwischen Planung und Realität

Die Verknüpfung von Produktionsdaten mit KI-Methoden im Edge Cloud Continuum schafft ein integriertes System zur Überwachung, Steuerung und Automatisierung von Produktionsprozessen. Noch größeren strategischen Mehrwert entfaltet diese Infrastruktur, wenn die gewonnenen Erkenntnisse die Basis für einen Digitalen Produktionszwillling bilden.

Im Gegensatz zu einem Planungs- oder Simulationszwillling, der das Verhalten von Anlagen oder Produkten unter Idealbedingungen abbildet, speist sich der Produktionszwillling aus Echtzeitdaten aus dem laufenden Betrieb. Er verknüpft aktuelle Maschinen-, Prozess- und Sensordaten mit KI-Modellen und Prozesswissen. Damit entsteht ein kontinuierlich synchronisiertes Abbild des realen Fertigungszustands – die operative Verbindung zwischen digitaler Planung und physischer Realität. Datenbasiert und präventiv kann damit die Produktionsqualität jeder einzelnen Komponente gesichert werden.

Auf Basis erfasster Messwerte lässt sich beispielsweise überprüfen, ob Bauteile spezifikationsgerecht gefertigt wurden, ob Abweichungen vorliegen und wie sich diese auf das Gesamtprodukt auswirken. Dies ermöglicht frühzeitige Prozessanpassungen – noch bevor Ausschuss oder Maschinenstillstände entstehen. Bei sicherheitskritischen Komponenten kann dies über den Unterschied zwischen erfolgreicher Serienfertigung und teurer Rückrufaktion entscheiden. Zudem gewährleistet der Produktionszwillling die lückenlose

Rückverfolgbarkeit auf Werkstückebene. Jede Bearbeitung, Einstellung und Prozessabweichung bleibt dokumentiert und nachvollziehbar. Essenziell ist das in stark regulierten Branchen, zum Beispiel der Luftfahrt oder Medizintechnik.

EDGE CLOUD CONTINUUM VERKNÜPFT IOT-SENSORIK, EDGE COMPUTING, CLOUD-TECHNOLOGIEN UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ INNERHALB EINES SOUVERÄENEN DATENRAUMS.

Neue Geschäftsmodelle, durch souveräne Datennutzung

Doch die Möglichkeiten gehen über Prozessoptimierung hinaus. Noch einen Schritt weitergedacht ermöglicht die intelligente Nutzung industrieller Daten auch neue digitale Geschäftsmodelle. Ein Beispiel: Hersteller können Pay-per-Use-Modelle, verbunden mit umfassenden Smart Services, forcieren. Gezahlt wird dabei nicht für die Maschine selbst, sondern für deren tatsächliche Nutzung – vergleichbar mit einem Abonnement.

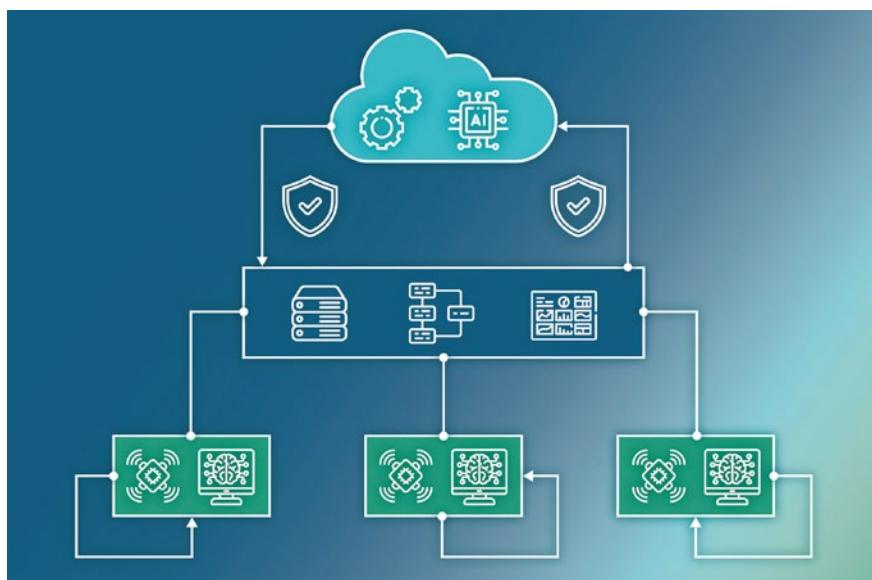
Im Realbetrieb könnten Maschinenhersteller dann auswerten, wie ihre Maschinen beim Kunden eingesetzt werden – etwa in Bezug auf Auslastung, Prozessbelastung oder Umgebungsbedingungen. Diese Erkenntnisse liefern wertvolle Rückschlüsse auf Lebenszyklen, Verschleißverhalten und Wartungsbedarf. Sie bilden die Grundlage für datenbasierte Serviceangebote, ad-

aptive Wartungspläne oder KI-gestützte Predictive-Maintenance-Konzepte.

Grundvoraussetzung solcher Modelle ist ein sicherer und kontrollierter Datenaustausch zwischen Betreiber, Hersteller und Servicepartnern. Damit industrielle Daten nicht zum unkontrollierbaren Risiko werden, müssen sie souverän geteilt werden – also nur unter klar definierten Nutzungs-, Zugriffs- und Schutzbedingungen. Technologien wie verteilte Datenräume schaffen hierfür den Rahmen: Sie ermöglichen es, Informationen über standardisierte Schnittstellen sicher und transparent bereitzustellen, ohne die Hoheit über die eigenen Daten zu verlieren. Solche Konzepte werden unter anderem in europäischen Initiativen wie Gaia-X und der International Data Spaces Association (IDSA) entwickelt und bilden die Grundlage für vertrauenswürdige Datenökosysteme im industriellen Umfeld.

Technische Umsetzung mit Edge Cloud Continuum for Production

Mit „Edge Cloud Continuum for Production“ (ECC4P) hat der Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies (CCIT) eine ganzheitliche Lösung entwickelt, die speziell auf automatisierte Produktionsprozesse wie Zerspanung oder Umformung zugeschnitten ist. ECC4P bietet sowohl die Infrastruktur für eine vernetzte Gesamtarchitektur als auch modulare Lösungen im Baukastenprinzip, die sichere Datenteilung garantieren. Dazu gehören Eclipse-Dataspace-Konnektoren für sicheren Datentransfer, der „Clouditor“ für automatisierte Sicherheitsprüfungen sowie die „LinkedFactory“ zur Verwaltung von Produktionsdaten. Für spezialisierte Anwendungsfälle stehen hochsensitive Sensorsysteme wie „smartGRIND“, „smartTOOL“ oder „smartNOTCH“ zur Verfügung. Der modulare Ansatz von ECC4P erlaubt Flexibilität für passgenaue Lösungen – auch für kleinere und mittlere Unternehmen. So kann eine flächendeckende Basis für eine neue Generation datengetriebener industrieller Fertigung mit echten, praxisnahen Produktionszwillingen entstehen. SG



Ein intelligenter Datenkreislauf ermöglicht die kontinuierliche Optimierung der Produktionsprozesse.

MICHAEL FRITZ ist Leiter der Geschäftsstelle Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies CCIT.



Bild: Fraunhofer-Gesellschaft

Mehr Nachvollziehbarkeit für KI-Ergebnisse

KI-Analysen liefern starke Prognosen, doch die Black Box bremst Vertrauen. Generative KI kann das ändern: Sie erklärt Empfehlungen – gestützt auf Grounding mit geprüften Quellen, Einblicke in Modelle und Feature-Importance sowie externe Fakten. So sinken Halluzinationen, Bauchgefühl-Eingriffe nehmen ab und Entscheidungen in Planung und Bestandsmanagement werden belastbarer. **VON FABIO EUPEN**

Wer erzielt die besseren Ergebnisse? Der Mensch oder die KI? Jedenfalls nicht beide im Team, wie ein aktuelles Positionspapier der TU Berlin ermittelt hat. Der Grund: Menschen tendieren dazu, die Ergebnisse einer KI nachträglich zu modifizieren und damit nicht selten zu verschlimmbessern. In ihrer Gesamtleistung schneiden Mensch-Maschine-Teams damit häufig schlechter ab als die jeweiligen Akteure allein. Die häufige Nachbearbeitung der KI-Ergebnisse liegt zum einen daran, dass Menschen ihrer Rolle als Prüfinstanz für die KI gerecht werden wollen, gleichzeitig jedoch auch an einem geringen Vertrauen in die Zuverlässigkeit künstlicher Intelligenz, weshalb den Ergebnissen schlicht kein Glauben geschenkt wird.

Erklärte Prognosen statt blinder Korrektur

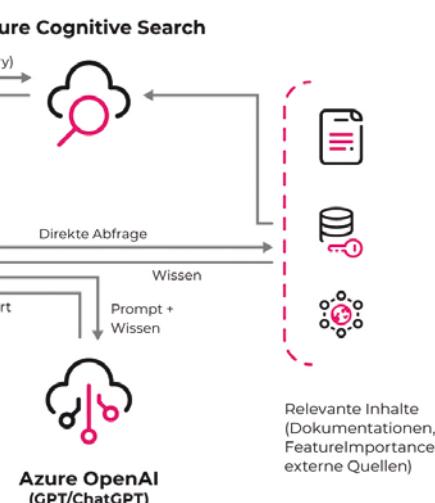
Die Skepsis gegenüber KI-Ergebnissen ist nachvollziehbar, insbesondere wenn von ihnen Entscheidungen abhängen, die handfeste finanzielle Konsequenzen nach sich ziehen oder zentrale Eigenschaften des Unternehmens wie seine Lieferfähigkeit beeinflussen, beispielsweise im Kontext der Materialplanung. Kommt hier eine analytische KI zum Einsatz, liefert sie mitunter Absatzprognosen, die den Planungsverantwortlichen als unwahrscheinlich, unplausibel oder sogar fehlerhaft erscheinen. In Szenarien wie diesen würden die Verantwortlichen die Ergebnisse üblicherweise nach oben oder unten anpassen und so vermeintlich korrigieren. Dabei soll die KI-Analyse ja gerade dem Zweck dienen, dem

WER ERZIELT DIE BESSEREN ERGEBNISSE? DER MENSCH ODER DIE KI? JEDENFALLS NICHT BEIDE IM TEAM, WIE EIN AKTUELLES POSITIONSPAPIER DER TU BERLIN ERMITTELT HAT.

Bauchgefühl eine faktenbasierte Empfehlung entgegenzusetzen.

Um dieses Dilemma aufzulösen, spricht nun ausgerechnet eine weitere KI-Technologie eine effektive Möglichkeit: Generative KI (GenAI) lässt sich mit dem erforderlichen Wissen ausstatten, um die Ergebnisse einer analytischen KI zu erklären und die zentralen Einflussfaktoren zu benennen, auf denen die Schlussfolgerungen basieren. Eine solche Erklärung könnte beispielsweise lauten: „Die langfristige Wettervorhersage prognostiziert höhere Temperaturen bis in den Spätherbst hinein. Deshalb rät die KI zu einer Mehrproduktion von Kühlaggregaten, weil deren Abverkauf mit hoher Wahrscheinlichkeit über dem langjährigen Durchschnitt liegen wird.“

Eine Begründung wie diese ermöglicht den Lagerverantwortlichen konkrete Einblicke in den Kontext, der zur Prognose der analytischen KI geführt hat, und gibt ihnen so Mittel an die Hand, die Stichhaltigkeit der KI-Empfehlung selbst prüfen zu können. Eine Grundvoraussetzung, auf der nach und nach Vertrauen entstehen kann.



Das User-Prompt wird unsichtbar im Hintergrund durch relevantes Wissen angereichert, bevor es an das Sprachmodell übergeben wird.

Bild: BE-terna



Gefüttert mit den richtigen Daten kann GenAI die Empfehlungen einer analytischen KI, etwa zum Demand Planning, erklären. Bild: Gorodenkoff/iStock

Transparenz durch Quellenbindung

Dieser positive Kreislauf kann sich natürlich nur dann in Gang setzen, wenn sich die Anwender tatsächlich auf die Korrektheit der Erklärungen verlassen können. Wird eine überraschende, aber korrekte Bedarfsprognose einer analytischen KI durch erfundene Begründungen einer generativen KI „erklärt“, ist selbstverständlich nichts gewonnen. Entsprechend gilt es, Halluzinationen von vornherein effektiv zu vermeiden. Eine verbreitete Methode hierfür stellt das sogenannte „Grounding“ dar, bei dem das Antwortspektrum der GenAI an einen bestimmten, geprüften Datenpool gebunden wird. Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass Antworten des Sprachmodells auch faktisch zutreffend sind, um ein Vielfaches, das Risiko von Halluzinationen sinkt.

Konkret wird hierzu das ursprüngliche Prompt des Users unsichtbar für diesen im Hintergrund durch ein weiteres Prompt ersetzt. Dieses sogenannte „Hidden Prompt“ enthält neben der eigentlichen Frage des Users auch Verweise zu den konkreten Informationen, in denen die Antwort zu finden ist, sowie die explizite Aufforderung, sich zur Beantwortung der Frage ausschließlich auf diese Quellen zu stützen. Aus der User-Frage „Im Mai sind die

Absatzzahlen deutlich eingebrochen. Woran lag das?“ ergibt sich so beispielsweise folgendes Hidden Prompt: „Generiere eine Antwort auf die Frage: „Im Mai sind die Absatzzahlen deutlich eingebrochen. Woran lag das?“ Verwende für deine Antwort ausschließlich folgende Quellen: [...] Falls sich die Frage auf Basis dieser Quellen nicht beantworten lässt, gib diese Tatsache als Rückmeldung aus.“

Von Parametern zu Prognosen: was die KI treibt

An welche Informationsquellen muss nun die generative KI gebunden werden, um die Ergebnisse einer KI-Analyse korrekt zu begründen? Hierzu benötigt die generative KI zum einen Möglichkeiten, die Funktionsweise des analytischen KI-Algorithmus zu verstehen, der der Bestandsanalyse zugrunde liegt: die Dokumentation des Datenmodells sowie Parameter und Ergebnisse des genutzten KI- oder ML-Algorithmus. So wird es der GenAI möglich, fundierte Rückschlüsse über die Mechanismen zu ziehen, über die die Prognose der KI zu stande gekommen ist.

Zweitens spielt die sogenannte „Feature Importance“ eine entscheidende Rolle. Im Praxiseinsatz sind Machine-Learning-Algorithmen in der Lage, Parameter zu-

rückzugeben, die beschreiben, wie groß der Einfluss eines bestimmten Faktors auf die Ergebnisse der Analyse war. Gefüttert mit diesen Informationen wäre die generative KI beispielsweise in der Lage, zu erkennen, dass für die Empfehlung der Bevorratung eines bestimmten Materials in einem bestimmten Monat das Wetter der ausschlaggebende Faktor war, die Seasonalität des Produkts hingegen weniger.

Drittens empfiehlt sich, externe Quellen wie etwa Nachrichtenseiten als Input für die GenAI zu nutzen. Durch einen Überblick über wirtschaftliche Entwicklungen und relevante Ereignisse wird es der generativen KI möglich, auch das „Große Ganze“ zur Erklärung der Analyseergebnisse zu berücksichtigen. Für eine Unterbrechung der Lieferkette kann die KI dann beispielsweise auf eine aktuelle politische Situation hinweisen, die auf den Nachrichtenseiten thematisiert wurde.

Mensch und Maschine im Vertrauensmodus

Gefüttert mit Informationen wie diesen, ist generative KI in der Lage, sinnvollen und verlässlichen Kontext zum konkreten Zustandekommen einer bestimmten KI-Empfehlung zu geben. Produktionsverantwortliche erhalten so fundierten Kontext,

DURCH EINEN ÜBERBLICK ÜBER WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNGEN UND RELEVANTE EREIGNISSE WIRD ES DER GENERATIVEN KI MÖGLICH, AUCH DAS „GROSSE GANZE“ ZUR ERKLÄRUNG DER ANALYSEERGEBNISSE ZU BERÜCKSICHTIGEN.

um Ergebnisse besser nachvollziehen und bewerten zu können. Insbesondere bei Empfehlungen, die intuitiv dem Bauchgefühl der Verantwortlichen widersprechen, kann dies entscheidend sein, um auf Faktoren aufmerksam zu machen, an die gegebenenfalls gar nicht gedacht wurde.

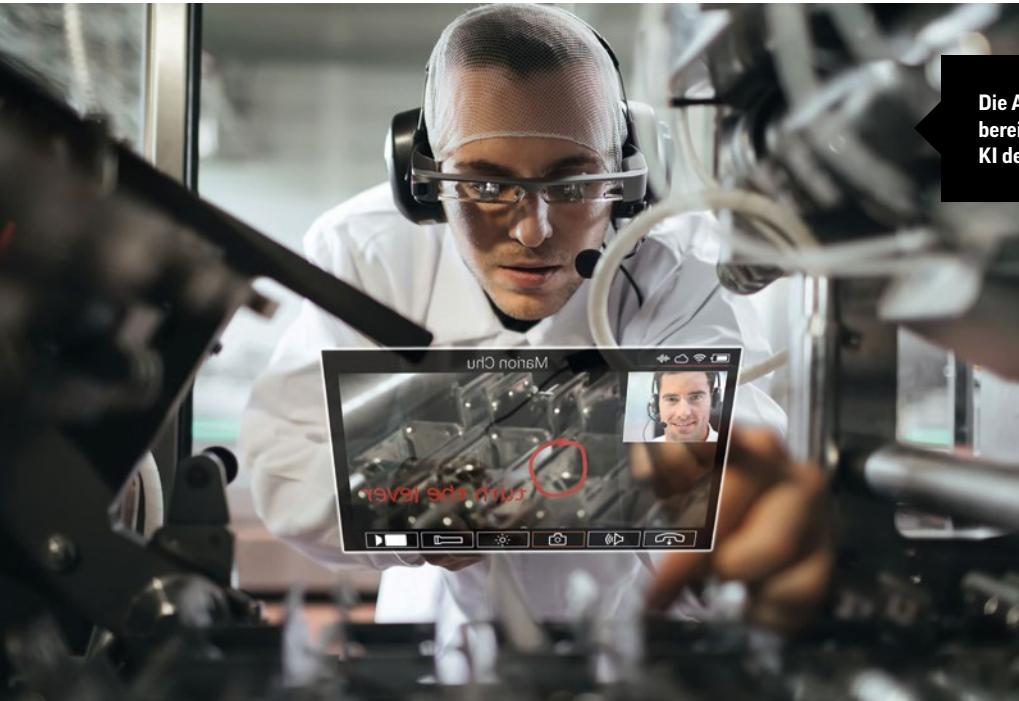
Wer die geschlossene Black Box einer KI-Analyse aufbricht, legt das zentrale Fundament für eine wirklich wertschöpfende Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine: basierend auf Nachvollziehbarkeit und Vertrauen.

TB

FABIO EUPEN ist Data Scientist bei BE-terna.

Weniger Stillstand, mehr Wissen

Wenn Maschinen stillstehen, zählt jede Minute. Doch qualifizierte Servicetechniker sind knapp. Moderne Support-Plattformen mit integrierter KI kommen daher zur richtigen Zeit: Sie entlasten Teams, beschleunigen Entscheidungen und bewahren wertvolles Know-how. Und das ist erst der Anfang der Entwicklung. **VON SEBASTIAN SCHRÖTEL**



Die AR-Brille ist in der Industrie bereits etabliert. Jetzt unterstützt KI den Techniker zusätzlich.

Dokumentationen werden automatisch strukturiert und kontextbezogen bereitgestellt. Die KI erkennt Muster, vergleicht aktuelle Fehlerbilder mit früheren Fällen und schlägt passende Lösungswege vor, und dies ohne, dass Techniker aktiv recherchieren müssen.

TeamViewer bündelt diese Fähigkeiten unter dem Begriff „TeamViewer AI“. Ziel ist es, Support-Teams von wiederkehrenden Aufgaben zu entlasten und Informationen direkt dort verfügbar zu machen, wo sie in der laufenden Produktion gebraucht werden.

Die industrielle Produktion wird zunehmend komplexer: Anlagen, IT- und OT-Systeme wachsen immer mehr zusammen, gleichzeitig steigt der Effizienzdruck, während qualifizierte Servicetechniker knapp sind. Hinzu kommt der wachsende Dokumentations- und Compliance-Aufwand, der wertvolle Zeit bindet und Support-Teams zusätzlich herausfordert.

Aktuelle Weiterentwicklungen im Bereich der Support-Plattformen, die jetzt auch Künstliche Intelligenz mit an Bord haben, kommen gefühlt zur richtigen Zeit, denn sie können Mitarbeiter gezielt bei den täglichen Aufgaben entlasten: Die intelligenten Assistenzsysteme machen Informationen schneller zugänglich, erkennen Muster und helfen dabei, Entscheidungen fundiert zu treffen.

Realität auf dem Shopfloor: Mehr Verantwortung, weniger Zeit

Nach wie vor ist „Zero Downtime“ das Ziel. Doch heterogene Maschinenparks

erzeugen immer mehr Datenpunkte. Viele Fertigungsbetriebe sind gerade dabei, Office-IT und Shopfloor-IT stärker zu integrieren, doch Fehler treten oft gerade an der Schnittstelle zwischen diesen beiden Welten auf. Gleichzeitig geht wertvolles Know-how verloren, wenn sich erfahrene Mitarbeiter in den Ruhestand verabschieden.

Tritt ein Störungsfall auf, verbringen Support-Teams nicht selten einen Großteil ihrer Zeit damit, alte Tickets zu durchforschen, Logfiles zu vergleichen und Dokumentationen zu lesen – Tätigkeiten, die zwar notwendig sind, um einen akuten Fehler zu beheben, die aber nicht direkt zur Wertschöpfung beitragen.

Intelligente Unterstützung statt manueller Informationssuche

Moderne Support-Plattformen verfügen über KI-Funktionen, die das zentrale Problem der zeitaufwendigen Informationsbeschaffung lösen. Daten aus Remote-Support-Sitzungen, Tickets, Logfiles und

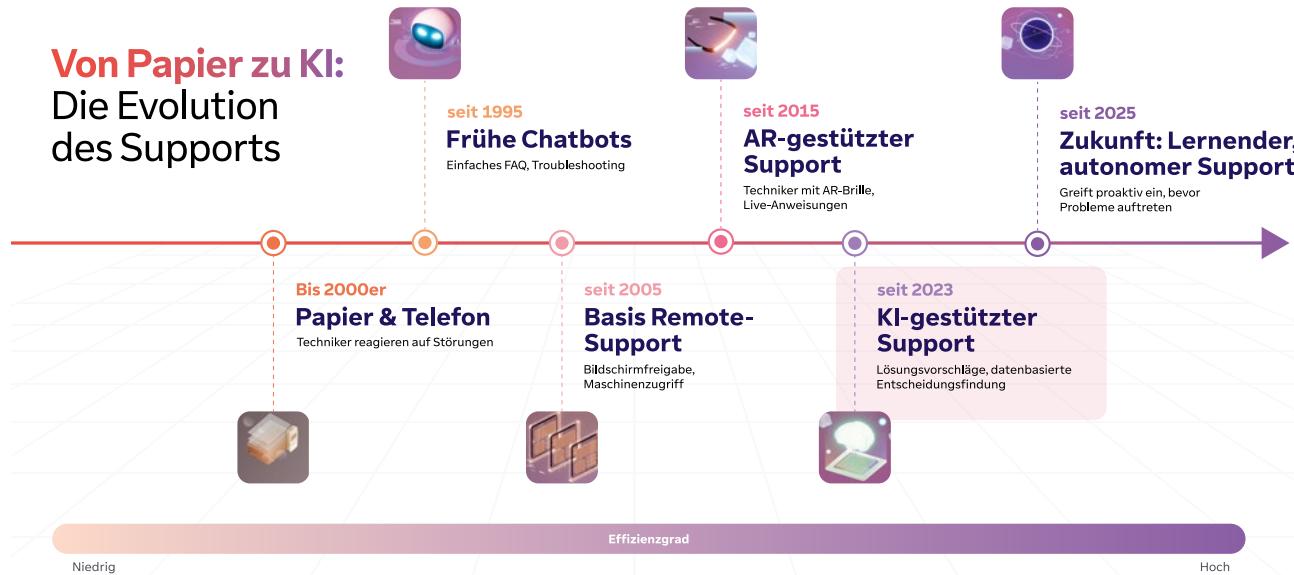
Keine „magische KI“, sondern alltagstauglicher Assistent

Trotz aller Sorge um zu viel Autonomie: KI-basierte Assistenten übernehmen nicht die Kontrolle über Anlagen, sondern sie unterstützen Support-Mitarbeiter bei der Fehlerdiagnose. Sie lenken die Aufmerksamkeit auf relevante Informationen und weisen auf Abweichungen hin. Der Mensch wird nicht ersetzt, sondern bleibt für den Prozess verantwortlich und trifft die endgültige Entscheidung. Gerade unter Zeitdruck macht dies einen Unterschied, weil Support-Teams dadurch schneller zu einer fundierten Einschätzung gelangen. Gleichzeitig bleiben kritische Prozesse unter menschlicher Kontrolle, was das Vertrauen erhöht und auch Audit- und Compliance-Anforderungen sicherstellt.

Schon heute zeigt sich der Effekt deutlich: Laut einem aktuellen TeamViewer-Report gewinnen Industrie-Beschäftigte mit der Nutzung von KI-basierten Tools im Schnitt zehn Stunden pro Monat, und können diese Zeit in höherwertige Aufgaben

TeamViewer

Von Papier zu KI: Die Evolution des Supports



investieren. Gleichzeitig sind 71 Prozent der Führungskräfte in der Industrie davon überzeugt, dass KI-basierte Assistenzsysteme den größten Produktivitätsschub seit einem Jahrhundert ermöglichen.

Weiterer Pluspunkt: Indem sie typische Support-Fälle, bewährte Lösungswege und Dokumentationen systematisch zusammenführen, tragen KI-Assistenten dazu bei, dass wertvolles Know-how im Unternehmen verbleibt. So entsteht ein wachsendes Wissensarchiv, das neue Kollegen direkt nutzen können. Das Ergebnis: eine schnellere Einarbeitung, eine geringere Abhängigkeit von einzelnen Experten, mehr Konsistenz im Supportprozess und eine beschleunigte Behebung typischer Fehler.

Digitale Arbeitsumgebung in der Produktion optimieren

Mit der zunehmenden Digitalisierung der Fertigung gewinnt auch die Analyse der digitalen Arbeitsumgebung – häufig unter dem Begriff Digital Employee Experience (DEX) zusammengefasst – an Bedeutung. Moderne Plattformen wie TeamViewer DEX bieten dafür umfangreiche Analyse- und Reporting-Funktionen, die in Echtzeit den Zustand von Endgeräten, kritischen Anwendungen und Netzwerkverbindungen erfassen und sichtbar machen, wo digitale Engpässe entstehen, die später den Produktionsfluss beeinträchtigen könnten. KI-generierte Reports priorisieren Störungen automatisch, erkennen wiederkehrende Muster und schlagen passende Lösungen vor, ohne dass IT- und Support-Teams erst manuell Logfiles oder Gerätetestatus prüfen müssen.

Gerade im industriellen Umfeld schafft diese Transparenz einen entscheidenden Vorteil: Wenn beispielsweise ein Terminal an der Linie regelmäßig verzögert reagiert oder eine Anwendung im MES instabil wird, erkennen DEX-Analysen solche Anomalien frühzeitig. Probleme können behoben wer-

KI-BASIERTE ASSISTENTEN ÜBER- NEHMEN NICHT DIE KONTROLLE ÜBER ANLAGEN, SONDERN SIE UNTERSTÜT- ZEN SUPPORT-MITARBEITER BEI DER FEHLERDIAGNOSE

den, bevor sie den Betrieb verlangsamen oder ungeplante Stillstände verursachen. Gleichzeitig automatisieren die DEX-Funktionen die Diagnose und teilweise auch die Fehlerbehebung, wodurch die Zuverlässigkeit der gesamten Fertigungskette steigt.

Automatisierung für sichere, revisionskonforme Prozesse

Die wachsenden regulatorischen Anforderungen zwingen Produktionsunternehmen, ihre Support- und IT-Prozesse zuverlässig und revisionssicher zu gestalten. Die Integration von Compliance-Funktionen in Geschäftsprozesse ist daher entscheidend, um die Anforderungen der Zukunft zu erfüllen. Intelligente Assistenzsysteme können auch hier wiederkehrende Aufgaben wie das Prüfen von Standardkonfigurationen oder das Auswerten von Logfiles automatisch übernehmen und sorgen dafür, dass Abläufe fehlerfrei und auditfähig bleiben.

Dadurch wird nicht nur der Audit-Aufwand deutlich reduziert, sondern auch die Einhaltung von NIS2- und ISO-27001-Standards gewährleistet. So wird sichergestellt, dass Fertigungs- und IT-Aktivitäten jederzeit auditierbar und regulatorisch konform sind. Gleichzeitig entlastet dies die Support-Teams, die sich so auf ihre eigentlichen Aufgaben konzentrieren können.

Ein Blick nach vorn: Vom reaktiven Support zum lernenden Produktionsnetz

Die Entwicklung befindet sich erst am Anfang. KI wird künftig stärker dazu beitragen, Anomalien früh zu erkennen, präventive Maßnahmen abzuleiten und Wissen über Anlagen hinweg zu verknüpfen. So könnten beispielsweise Sensor- und Maschinendaten aus unterschiedlichen Produktionslinien automatisch analysiert werden, um potenzielle Störungen vorherzusagen, bevor sie den Fertigungsbetrieb beeinträchtigen. Langfristig entstehen lernende Produktionsnetzwerke, in denen Support, Betrieb und Wartung eng verzahnt sind.

77 Prozent der Industrieentscheidenden sehen KI bereits heute als Schlüssel für mehr Effizienz, und 81 Prozent planen, ihre Investitionen entsprechend auszubauen. KI-basierte Unterstützung wird damit vom Nebenprodukt zum operativen Faktor – ein klarer Beitrag zu stabilen Produktionsabläufen, reduzierten Stillstandszeiten und langfristiger Wettbewerbsfähigkeit. **KF**

SEBASTIAN SCHRÖTEL

ist im SVP Product Management bei TeamViewer.



„Die Produktionsplanung wird intuitiver und dialogorientierter“

Eine gute Planung ist das A und O in der Produktion, um termingetreu liefern zu können und nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben. Worauf es bei der Produktionsplanung ankommt, worin sich ein intelligentes System von klassischen Planungsmethoden unterscheidet und wie KI die Produktionsplanung verändert, erläutert uns Stipo Nad, Head of Sales and Customer Management im Geschäftsbereich Production Excellence bei Inform.

Digital Manufacturing (DM): Viele Unternehmen kämpfen aktuell mit komplexen Lieferketten, kurzfristigen Kundenaufträgen und Fachkräftemangel. Wie gut ist die heutige Produktionsplanung auf diese Dynamik vorbereitet?

STIPO NAD: Ein Blick in die Praxis zeigt, dass die Produktionsplanung heute mit einer ganz anderen Geschwindigkeit und Komplexität konfrontiert ist als früher: Lieferketten sind anfälliger geworden, Kundenaufträge kommen kurzfristiger, der Variantenreichtum steigt, und auch der Mangel an Fachpersonal erschwert die Planung zusätzlich. Viele Planungsprozesse sind jedoch auf deutlich stabilere Zeiten ausgelegt und stoßen schnell an ihre natürlichen Grenzen. Planer müssen in diesem Umfeld innerhalb kürzester Zeit die richtigen Entscheidungen treffen und ein dichtes Netzwerk an Abhängigkeiten koordinieren. Gerade deshalb braucht es heute

eine Planung, die flexibel, datenbasiert und vorausschauend arbeitet. Hier setzt eine intelligente Produktionsplanung an.

DM: Was genau bedeutet eine „intelligente Produktionsplanung“ und wie unterscheidet sich dieser Ansatz von klassischen Planungsprozessen?

NAD: Während klassische Planungsprozesse meist auf festen Regeln oder Erfahrungswerten beruhen, analysiert ein intelligentes System kontinuierlich Daten aus Produktion, Einkauf und Logistik. Es betrachtet die Fertigung als dynamisches und ganzheitliches System, in dem alle Faktoren miteinander interagieren. Entscheidungen basieren damit nicht mehr auf Erfahrungswerten oder vereinfachten Annahmen, sondern auf einem verlässlichen Modell der tatsächlichen Fertigungssituation. Dadurch lassen sich Entwicklungen früh erkennen, Alternativen prüfen und Auswirkungen

einschätzen, bevor Probleme entstehen. Es wird also nicht mehr reaktiv gearbeitet, sondern mit einer vorausschauenden Logik, die auf aktuelle Daten gestützt ist.

DM: Viele Betriebe planen ihre Produktion noch immer über ERP-Systeme. Warum reicht das aus Ihrer Sicht nicht mehr aus?

NAD: ERP-Systeme sind unverzichtbar, wenn es um Geschäftsprozesse, Stammdaten und betriebswirtschaftliche Abläufe geht. Sie bringen jedoch nur begrenzte Tiefe mit.

“

Ein intelligentes System betrachtet die Fertigung als dynamisches und ganzheitliches System, in dem alle Faktoren miteinander interagieren.“

“

Fertigungsunternehmen, die auf daten- und KI-gestützte Planung setzen, können schneller reagieren und zugleich verlässlichere Aussagen treffen.“

Sie planen gegen unbegrenzte Kapazitäten und sind nicht darauf ausgelegt, Fertigungsabläufe flexibel an wechselnde Situationen permanent anzupassen. Sobald sich Prioritäten ändern oder mehrere Aufträge gleichzeitig um dieselben Kapazitäten konkurrieren, fehlen Mechanismen, um diese Konflikte optimal aufzulösen. Hier braucht es Systeme, die speziell für diese operativen Fragestellungen entwickelt wurden.

DM: Mit Felios bietet Inform eine spezialisierte Software für die Produktionsplanung an. Was ist das Besondere an dieser Lösung und wie können Unternehmen konkret davon profitieren?

NAD: Felios zeichnet sich dadurch aus, dass es alle relevanten Planungsdaten in einem gemeinsamen Modell zusammenführt. Materialverfügbarkeiten, Kapazitäten, Schichtmodelle und Auftragsabhängigkeiten – all diese Informationen werden als vernetztes Gesamtsystem betrachtet. Die Software lässt sich modular an bestehende ERP-Systeme anbinden, was den Einstieg besonders einfach macht. Auf dieser Basis übernimmt Felios alle planungsrelevanten Daten und berechnet daraus eine realistische Abfolge, die das bestmögliche Gesamtergebnis zum Ziel hat. Sobald sich in der Produktion etwas verändert, bewertet das System den gesamten Plan neu und zeigt unmittelbar, welche Alternativen infrage kommen und welche Auswirkungen diese auf Termine, Materialflüsse oder Auslastungen hätten.

DM: Künstliche Intelligenz wird häufig als Schlüsseltechnologie für die Smart Factory gehandelt. Wie verändert KI tatsächlich die Produktionsplanung?

NAD: KI bringt eine Rechenpower mit, die den Menschen auf diesem Gebiet bei Weitem übertrifft. Sie kann enorme Datenmengen in Sekunden verarbeiten und daraus verschiedenste Szenarien entwickeln. Ein Planer müsste dafür unzählige Abhängigkeiten gleichzeitig im Blick behalten, was unter Zeitdruck kaum möglich ist. KI

erkennt Engpässe frühzeitig und zeigt Lösungsmöglichkeiten auf, die man ohne diese Unterstützung möglicherweise gar nicht sehen würde. Und anders als der Mensch priorisiert sie Fertigungsreihenfolgen auch unter Zeitdruck nicht intuitiv, sondern unter Berücksichtigung des gesamten Auftragsnetzes, etwa mit Blick auf Eilaufträge oder lokale Prioritäten. Die Entscheidungen trifft am Ende weiterhin der Mensch, aber mit einer Tiefe an Informationen, die vorher so nicht erreichbar war.

DM: Warum führt die KI-basierte Produktionsplanung zu einem Wettbewerbsvorteil?

NAD: Unternehmen, die auf daten- und KI-gestützte Planung setzen, können schneller reagieren und zugleich verlässlichere Aussagen treffen. Das stabilisiert Abläufe, erhöht die Terminsicherheit und verbessert die Auslastung vorhandener Ressourcen. Gleichzeitig lassen sich Bestände gezielter steuern und Puffer reduzieren, ohne an Liefertreue einzubüßen. Dieser Gewinn an Transparenz und Geschwindigkeit stärkt die operative Widerstandsfähigkeit und damit die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens. Nebenbei sinkt der Abstimmungsaufwand erheblich, was in Zeiten knapper Fachkräfte ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist.

DM: Wie verändert sich durch KI die Rolle des Produktionsplaners?

NAD: Die Rolle des Planers wandelt sich vom reaktiven ‚Störungsmanager‘ hin zum strategischen Entscheider. Aufgaben, die heute noch viel Zeit kosten, wie das Vergleichen von Kapazitäten, das Durchrechnen

von Alternativen oder das Aktualisieren von Reihenfolgen bei Störungen, werden zunehmend von der KI übernommen. Dadurch wird der Planer entlastet, aber nicht ersetzt. Seine Rolle wird analytischer und entscheidungsorientierter. Er bewertet die Vorschläge der KI, interpretiert Auswirkungen auf den Gesamtprozess und priorisiert Ziele im Kontext verschiedener Rahmenbedingungen.

DM: Wie wird sich Ihrer Meinung nach die Produktionsplanung in den kommenden Jahren weiter verändern?

NAD: Ich denke, dass die Produktionsplanung in den kommenden Jahren deutlich intuitiver und dialogorientierter wird. Sprachsteuerung wird auch in der Fertigung ankommen: Planer können dann per Sprache Auskünfte zum Auftragsstatus oder zu kritischen Vorgängen abrufen. Gleichzeitig wird KI zunehmend komplexe Aufgaben übernehmen, Informationen aus verschiedenen Quellen zusammenführen und mit unterschiedlichen Systemen kommunizieren. Parallel gewinnt die End-to-End-Planung an Bedeutung: Die gesamte Wertschöpfungskette von Auftragserfassung über Beschaffung und Produktion bis zur Auslieferung wird in einem vernetzten, datengetriebenen Prozess abgebildet. Dadurch lassen sich Engpässe früh erkennen, Abstimmungen automatisieren und Entscheidungen in Echtzeit treffen. KI und End-to-End-Integration verstärken sich dabei gegenseitig und werden die Produktionsplanung nachhaltig verändern.

Die Fragen stellte Rainer Trummer.

STIPO NAD

ist Head of Sales and Customer Management im Geschäftsbereich Production Excellence beim Aachener Softwareunternehmen Inform. Seit über 25 Jahren beschäftigt er sich mit den Themen Advanced Planning & Scheduling sowie der Produktionsplanung im Maschinen- und Anlagenbau und anderen Einzel- und Kleinserienfertigern.

Bild: Inform



Die neue Dimension der KI-Steuerung

Qualitatives Labeln und generative Erklärbarkeit machen adaptive KI-Optimierungen steuerbar. Damit lässt sich sicherstellen, dass adaptive KI-Optimierungsalgorithmen nicht nur auf aktuelle Daten richtig reagieren, sondern ihr Verhalten fortlaufend an neue Informationen anpassen. **VON DR. RUDOLF FELIX**

Adaptive KI-Optimierungen sind eine feste Säule von PSIqualicision AI, einer Software der PSI. Das Tool kommt in den Bereichen Sequenzierung und Scheduling bereits in der Automobil- und Metallindustrie sowie in der Energiewirtschaft an Hunderten von Entscheidungspunkten in Kundengeschäftsprozessen zum Einsatz. Die Adaptivität, das heißt die Fähigkeit, sich an veränderte Bedingungen anzupassen, lässt sich durch das selbstlernende und automatisiert ablaufende qualitative Labeln von Daten sowie den internen Zuständen des Optimierungsverfahrens erreichen. Damit wird eine Brücke zwischen Optimierungsverfahren und maschinellem Lernen geschlagen.

In klassischen KI-Systemen erfolgt das Daten-Labeling (Konnotieren) einmal vorab oder wenige Male manuell und behält dann lange Zeit seine Gültigkeit. Das Labeln von Daten hinsichtlich ihrer Bedeutung (Semantik) für industrielle Geschäftsprozesse benötigt aufgrund der kontinuierlichen Veränderung von Produktionsparametern, wie etwa einem sich täglich veränderten Auftragsmix, eine

automatisierte und algorithmische Grundlage. Ein Blick in die Praxis zeigt, dass die KI-basierte Anwendung PSIqualicision AI diese Anforderungen erfüllt und bereits erfolgreich in der Automobilindustrie zum Einsatz kommt. Mehr noch, die nächste Generation der Lösung wird die adaptive KI-Optimierungssoftware mit generativer KI zwecks automatischer Generierung von Erklärungen und neuer sprachlich geführter Interaktionsmöglichkeiten verbinden.

Industrieller Einsatz adaptiver KI-Optimierungssoftware

Abbildung 1 zeigt das bisherige Graphical User Interface (GUI) eines PSIqualicision-Sequenzierungssystems, wie es Automotive OEMs industriell nutzen und vom Steuerungspersonal bedient wird. Das System bildet, optimiert und visualisiert Produktionsreihenfolgen in Automobilwerken. Dabei sorgt es für eine gewünschte Verteilung der Aufträge über gewählte Zeiträume (Woche, Tag, Schicht oder die nächsten Minuten im Realzeitmodus). Die abgebildete Strichgrafik zeigt zeilenweise die Auftragseigenschaften (Rechtslenker, Cabrio, Panoramadach, Hybridmotor etc.) und spaltenweise die in Sequenz gestellten Aufträge.

Cabrio, Panoramadach, Hybridmotor etc.) und spaltenweise die in Sequenz gestellten Aufträge.

Die hier gelöste Aufgabe gleicht dem Erzeugen einer Reihe von Entscheidungen, die im übertragenen Sinne den Zügen in einem Schachspiel ähneln. Das zu

GENERATIVE KI KOMMT UNTER ANDEREM IN CHAT-ORIENTIERTER FORM AUF LARGE LANGUAGE MODELS (LLM) ZUM EINSATZ.

fertigende Auftragsvolumen lässt sich so in die Produktionslinie eintakten, dass die Reihenfolge den technischen und kapazitiven Bedingungen dieser entspricht und dabei betriebswirtschaftliche Ziele (KPIs) optimal erreicht. Das Adaptive an einer solchen KI für die Sequenzierung ist deshalb so wichtig, weil sich die Produktionsbedingungen im Werk fortlaufend ändern. Darum muss der KI-Optimierungsalgorithmus sein Verhalten kontinuierlich anpassen.



Abbildung 1:
Strichgrafik mit Auftragseigenschaften (Zeilen) und in Sequenz gestellte Aufträge (Spalten).

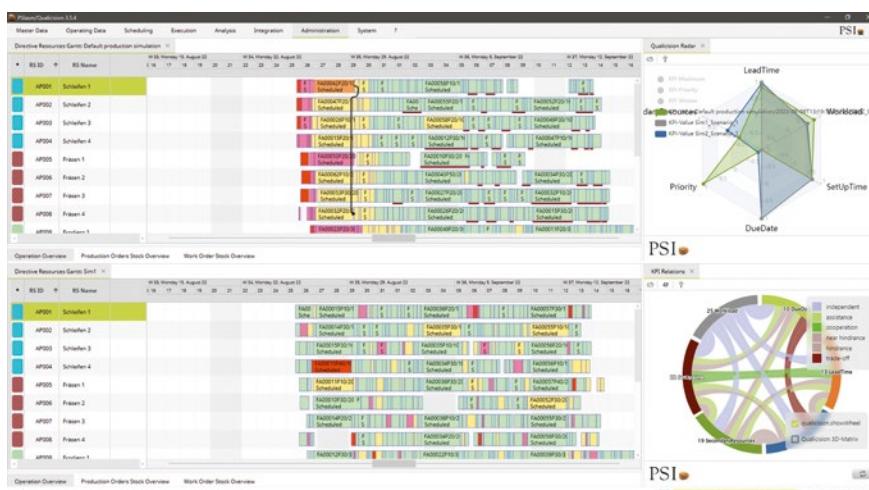


Abbildung 2: Gantt-Diagramm mit Scheduling-Szenarien sowie Erreichungsgraden und Zielbeziehungen.

Übertragbarkeit und Lernen von Präferenzen

Analog lässt sich die KI-Optimierungssoftware in Scheduling-Szenarien in der Metallproduktion oder beim Fieldforce-Management in der Energiewirtschaft anwenden. Dort erfolgt der Einsatz mittels Gantt-Diagrammen (Abbildung 2). Das Prinzip der adaptiven KI-Optimierungssoftware bleibt dabei das gleiche.

Die Adaption des eigenen algorithmischen Verhaltens folgt einer internen maschinellen Lernlogik, die auf qualitativ gelabelten Präferenzverhaltensmustern aufbaut. Werden die Ergebnisse dieser Lernlogik in Verbindung mit den Verhaltensmustern des KI-Optimierungsalgorithmen gespeichert, generiert dieser selbst weitere qualitativ gelabelte Verhaltensdaten, die das Lernen langfristiger Verhaltensmuster ermöglicht.

Gen-AI-basierte RAG-Anwendungen

Darauf aufbauend wird künftig generative KI unter anderem in Chat-orientierter Form

auf Large Language Models (LLM) zum Einsatz, um die außerhalb des LLM erzielten Ergebnisse der Optimierung mittels der gelernten Vorhersagemuster zu erklären. Dies erfolgt unter Einbettung dedizierter Dokumente aus dem jeweiligen Anwendungsbereich (RAG) sowie vom LLM als

ZUSÄTZLICH KÖNNEN INDUSTRIE-UNTERNEHMEN DIE OPTIMIERUNGEN DURCH SPRACHLICH MITGETEILTE PRÄFERENZESTELLUNGEN STEUERN.

Sprachgenerator (sowohl in einer aktuellen als auch in einer zeitübergreifenden Art und Weise). Hierfür stellt das PSIQualification AI Framework das Tool PSIQualification A2 (Ask and Answer) bereit und kombiniert dieses mit LLMs wie beispielsweise Gemini.

Abbildung 3 zeigt das GUI der Entscheidungssoftware PSIQualification AI kombiniert

mit einer Erklärungskomponente, basierend auf dem Chat- und RAG-System PSIQualification A2. Das Besondere an diesem Gen-AI-Tool ist seine Konfigurierbarkeit durch den Anwender. Die Konfiguration erfordert kein Data-Science-Know-how und erfolgt mittels aus der Anwendung bereitgestellter (Text-)Dokumente. So entsteht eine Verbindung zwischen der adaptiven KI-Optimierung, einer GenAI-RAG-Software und einer Entscheidungskomponente, die konsistent mit den Inhalten der bereitgestellten Textdokumente ist und die Ergebnisse der KI-Optimierungssoftware sprachlich erklärt.

Qualitatives Labeln als Grundlage sprachgesteuerter adaptiver KI-Optimierung

Dies gelingt, indem die Ergebnisse des im KI-Optimierungsverfahren eingebetteten qualitativen Labels in Form von gelerten Informationen über systematische Entscheidungsgrundlagen als Input einem GenAI-RAG-Modell bereitgestellt werden. Damit entsteht eine neue Stufe der Erklärbarkeit. Zusätzlich können Industrieunternehmen die Optimierungen durch sprachlich mitgeteilte Präferenzestellungen steuern. Das System bildet die sprachliche Eingabe auf die qualitativ gelabelten Präferenzen ab und parametert damit automatisch die KI-Optimierungssoftware gemäß den gelernten Präferenzen. So entsteht eine Verbindung von adaptiven KI-Optimierungen mit GenAI-RAG-Modellen, die die Erklärbarkeit der Ergebnisse und die Beherrschbarkeit der Steuerung von KI-Optimierungen auf eine neue Ebene hebt.

RT

DR. RUDOLF FELIX ist Chief Artificial Intelligence Officer (CAIO), Central Function Industrial AI bei PSI Software SE.

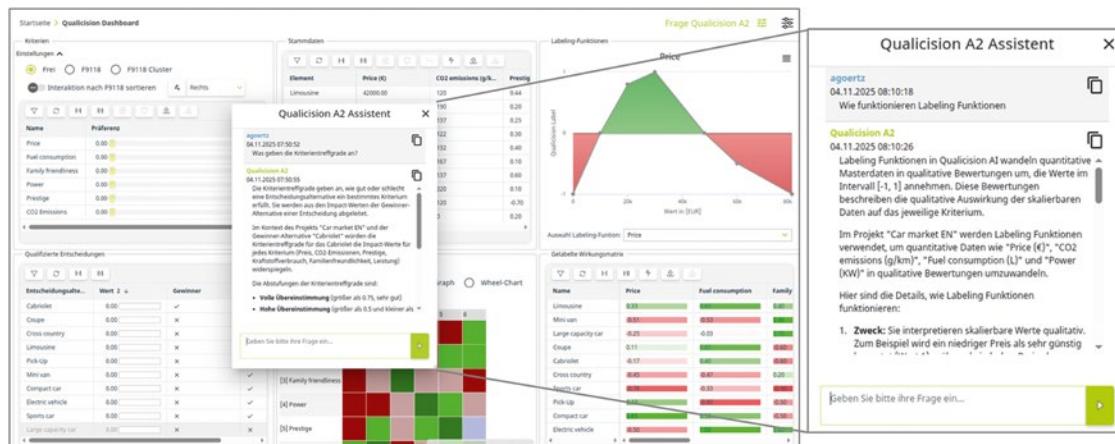


Abbildung 3:
GUI von PSIQualification AI mit einer PSIQualification A2-basierten Erklärungs- und Steuerungskomponente.

Bild: PSI Software SE

KI als Brückentechnologie nutzen

Fertigungsunternehmen erkennen zunehmend das Potenzial von KI, wissen aber oft nicht, wie sie starten sollen, ohne sich zu verzetteln oder wirtschaftlich etwas zu riskieren. Die Lösung liegt in der Technologie selbst: KI basiert auf rekursiver Problemlösung und kann so auch die optimale Einführung und Nutzung von KI-Funktionalitäten unterstützen. **VON GERO BRINKBÄUMER**



Auf einschlägigen Industriemessen in aller Welt konnte man in diesem Jahr KI-gestützte Assistenzsysteme in Aktion erleben. Autonomere Zellen, neue Assistenz an der Maschine und Qualitätssicherung im Prozess demonstrierten eindrucksvoll das Zusammenspiel von Digitalisierung und KI. Aber noch etwas wurde deutlich: Anwendungen mit KI sind nicht mehr nur Showcases. Sie sind bereit für den Serienbetrieb. Kein Wunder, dass sich jetzt bei Produktionsbetrieben eine KI-Goldgräberstimmung breit macht. Laut KPMG sehen 91 Prozent aller deutschen Unternehmen KI als geschäftskritisch an. 36 Prozentpunkte mehr als noch im Vorjahr. Das zeigt: Die Botschaft ist in der Industrie angekommen. KI hat das Potenzial, Produktion, Vertrieb und Vermarktung zu revolutionieren. Viele Unternehmen arbeiten jetzt verstärkt an KI-Strategien, weil sie die Chance sehen, Prozesse effizienter zu machen und neue Geschäftsmodelle zu realisieren. Doch wie

bei jedem Rush hat auch die KI-Euphorie ihre Schattenseiten.

Dazu gehört Übereilung: Wer aus Angst handelt, den KI-Zug zu verpassen, neigt womöglich zu überhasteten oder sogar irrationalen Aktionen, die auf längere Sicht teuer werden können. Erschwerend kommt hinzu, was eine Techconsult-Erhebung unlängst ans Tageslicht brachte: Jedes zweite Unternehmen kann nicht sagen, wie es im digitalen Vergleich zu seinen direkten Wettbewerbern abschneidet. Das ist alarmierend, denn wer sich in Bezug auf KI-Technologien im Blindflug befindet, läuft akut Gefahr, falsche Prioritäten zu setzen oder sich bei seinen Zukunftsinvestitionen zu übernehmen.

Die Kunst, Probleme zu lösen

Wie findet man also den eigenen Weg ins KI-Zeitalter, auf dem man keine Chance

verpasst und dabei zugleich nüchtern, erfolgsorientiert und wirtschaftlich vernünftig handelt? Die Beantwortung dieser Frage kann recht kompliziert werden, wenn man sie aus der großen strategischen Perspektive betrachtet. Die Antwort kann aber auch ganz einfach sein. Man muss sich dafür nur vor Augen führen, was KI-Systeme ihrem Wesen nach sind.

Was KI nicht ist: Sie ist keine Lösung, Software oder Funktionalität im klassischen Sinn. KI ist das Prinzip, komplexe Herausforderungen „rückwärts“ zu denken. Das ist anders als bei den aktuellen Nicht-KI-Systemen, bei denen die Probleme vordefiniert werden, um sie dann durch die Software zu lösen. KI löst Probleme, die ad hoc auftreten, die zuvor noch nicht gelöst wurden oder die sogar als Probleme noch nicht einmal bekannt waren. Das gilt für Qualitätsprozesse und die Maschinensteuerung genauso wie für

KI IST DAS PRINZIP, KOMPLEXE HERAUS- FORDERUNGEN RÜCK- WÄRTS ZU DENKEN.

Ein- und Verkauf, Lager, Verwaltung und Geschäftsentwicklung.

KI hilft beim Übergang zur KI

Wer es gewohnt ist, IT-Systeme als komplexe Projekte zu denken, wird mit KI-Tools eine völlig andere Welt kennenlernen. Anstatt über Jahre an einer idealen Soll-Prozesslandschaft zu feilen, geht man in Zukunft agiler und granularer vor. Im Zentrum steht dann nicht mehr der große ERP-Entwurf, sondern das konkrete Problem und die Frage, wie man es mithilfe von KI-Komponenten lösen und zugleich ERP-fähig machen kann. Damit verändern sich nicht nur Implementierungsweisen oder Anwendungsgewohnheiten. Es ändern sich auch die Rollen, an die sich über Jahrzehnte der Zusammenarbeit Produktionsbetriebe und ihre IT-Dienstleister gewöhnt haben.

KI ist im wörtlichen Sinn eine Brückentechnologie. Sie verbindet Maschinen und Expertenwissen und sie kommuniziert mit Menschen und vorhandenen Systemen. Es liegt also nahe, KI-Tools auch als Brückentechnologie für den Übergang vom klassischen IT-Betrieb in das KI-Zeitalter zu nutzen. Die Antwort auf die Frage nach der besten Strategie lautet demgemäß: Machen Sie sich nicht allzu viele Gedanken über Strategie. Nutzen Sie KI-Tools dort, wo sie direkt Wirkung zeigen. Fangen Sie mit der Lösung konkreter Probleme an.

Politik der kleinen Schritte

Wer heute mit seinen KI-Aktivitäten startet, braucht keine Vision von der durchgängig automatisierten Fabrik. Es genügt ein Problem aus dem Alltag wie zum Beispiel zu viel Ausschuss bei einem kritischen Bauteil oder schwankende Qualität bei Zulieferprodukten. Hier kann man Schritt für Schritt vorgehen – von der Sensorik im Werkzeug, die Echtzeit-Daten aus der Maschine erfasst, bis zum schlanken Machine-Learning-Modell, das zunächst Empfehlungen gibt und später automatische Entscheidungen für die Ausschleusung trifft. Dabei wächst auch das Vertrauen in die Technologie. Man etabliert eine gemeinsame Sprache zwischen Produktion, Qualitätskontrolle und IT. Und es zeigt sich, welche Modelle robust genug für Schichtwechsel, Werkzeugwechsel und wechselnde Materialchargen sind.

Im nächsten Step kann man sich dann um das eigentliche Rückgrat des daten-

getriebenen KI-Einsatzes kümmern: Jede Linie erhält eine eindeutige Datenadresse, Aufträge, Stücklisten und Werkzeuge werden systematisch verknüpft, Kommunikationsprotokolle wie Profinet oder OPC UA bringen Ereignisse mit ihrem Kontext zusammen. Das ERP/MES wird dabei zur einzigen verlässlichen Quelle und zur zentralen Daten-Drehscheibe. Analytics-Tools bündeln wichtige Kennzahlen, die als Golden KPIs dienen, wobei gilt: Was nicht messbar ist, lässt sich nicht skalieren. Gleichzeitig werden Datenhoheit, Datenschutz und Zugriffsrechte verbindlich geklärt.

Die große Stunde der Fachabteilungen

Danach ist man dann fast wie von selbst bereit für die Königsetappe: die Skalierung. Was an einer Zelle funktioniert, wird zum Muster für den Maschinenpark. Aus Pilotprojekten werden Standards. KI-gestützte Parameter-Einstellungen und vorausschauende Wartung arbeiten mit klaren Grenzwerten. Und parallel dazu reifen Organisationen und Abläufe: Rollen für Data- und AI-Ownership werden definiert. Schulungen verankern neue Routinen. Richtlinien für den Betrieb von Modellen sichern Nachvollziehbarkeit und Qualität.

Daten- und KI-getriebene Produktionsprozesse sind keine Magie. Sie sind das Ergebnis von kleinen, kontrollierten Schritten, bei denen KI-Assistenzsysteme organisch in das Unternehmen hineinwachsen. Dabei fungiert die KI als Brückentechnologie zu sich selbst. Der Fokus liegt zukünftig nicht mehr auf der Orchestrierung von System-Architekturen, um die ideale Balance zwischen Standardkonformität und individueller Anpassung zu finden. KI-basierte Tools und Assistenzsysteme ersetzen das klassische Customizing. Aktivitäten, die zuvor von der IT-Umsetzung her gedacht wurden, verschieben sich zu solchen, die von den Anforderungen und dem Wissen der Fachabteilungen getrieben werden. Und während andere noch an ihren Prozessen herumschrauben oder nach der perfekten System-Architektur suchen, kann man sich mit KI-Unterstützung schon längst um die eigentliche Problemlösung gekümmert haben.

KF

GERO BRINKBÄUMER ist IT-Fachjournalist bei der Cosmo Consult Group.

AUS DEM
BRANCHENDICKICHT
GESCHNAPPT!

DER
NEWSLETTER,
DER ZU
IHNNEN PASST.



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



www.digital-manufacturing-magazin.de/newsletter

DIGITAL MANUFACTURING

eine Marke vom



Qualitätsmanagement mit KI: mehr Tempo und weniger Aufwand

Steigende Qualitätsanforderungen und komplexe globale Lieferketten stellen die Industrie vor erhebliche Herausforderungen. Gleichzeitig wächst der Druck, Prozesse effizienter und transparenter zu gestalten. Entscheidend ist dabei nicht der Einsatz von künstlicher Intelligenz um ihrer selbst willen, sondern die kluge Auswahl von KI-Anwendungen und ihre gezielte Integration in wertschöpfende Prozesse. **VON ANDREAS DANGL**

Der Pumpen- und Armaturenhersteller KSB treibt seine digitale Transformation konsequent voran und hat seinem Produktionsstandort in Pegnitz als Pilotfabrik bestimmt. Hier realisiert KSB nun die Verwandlung zur Smart Factory und implementiert neue Technologien wie KI in einzelnen Use Cases. „Ausschlaggebend ist dabei, KI nicht um ihrer selbst willen einzuführen, sondern gezielt dort einzusetzen, wo sie echten Mehrwert schafft – sei es durch Effizienzsteigerung, die Unterstützung von Mitarbeitern oder den Aufbau neuer Geschäftsmodelle“, erklärt Dr.-Ing. Stephan Bross, CTO von KSB. Ein zentraler Hebel ist das Qualitätsmanagement entlang der Lieferkette. KSB zeigt in einer Pilotanwendung, wie sich durch ein KI-gestütztes Dokumenten- und Qualitätsmanagementsystem (DMS/QMS) Effizienz, Transparenz und Datenqualität signifikant verbessern lassen.

Vom manuellen Prozess zur digitalen Lösung

Lange Zeit erfolgte die Erstellung von Quality Control Plans (QCPs) bei KSB mit Microsoft Excel – inklusive E-Mail-Verkehr, manueller Prüfung und Archivierung in SAP. Dieser Ablauf war zeitaufwendig und fehleranfällig. Ziel war daher ein durchgängiger Ende-zu-Ende-Prozess, bei dem auch Lieferanten integriert und Dokumente automatisiert erstellt werden.

Mit Einführung eines DMS/QMS entstehen heute rund 1.200 QCPs pro Jahr per Mausklick, während mehr als 8.500 Testzertifikate weitgehend automatisiert verarbeitet werden. Eine bidirektionale Schnittstelle zu SAP stellt den durchgängigen Datenaustausch sicher. Das System verwaltet zudem alle Normen zentral und aktualisiert Änderungen automatisch in sämtlichen relevanten Prüfplänen. Das trägt dazu bei, dass gesetzliche Anforde-

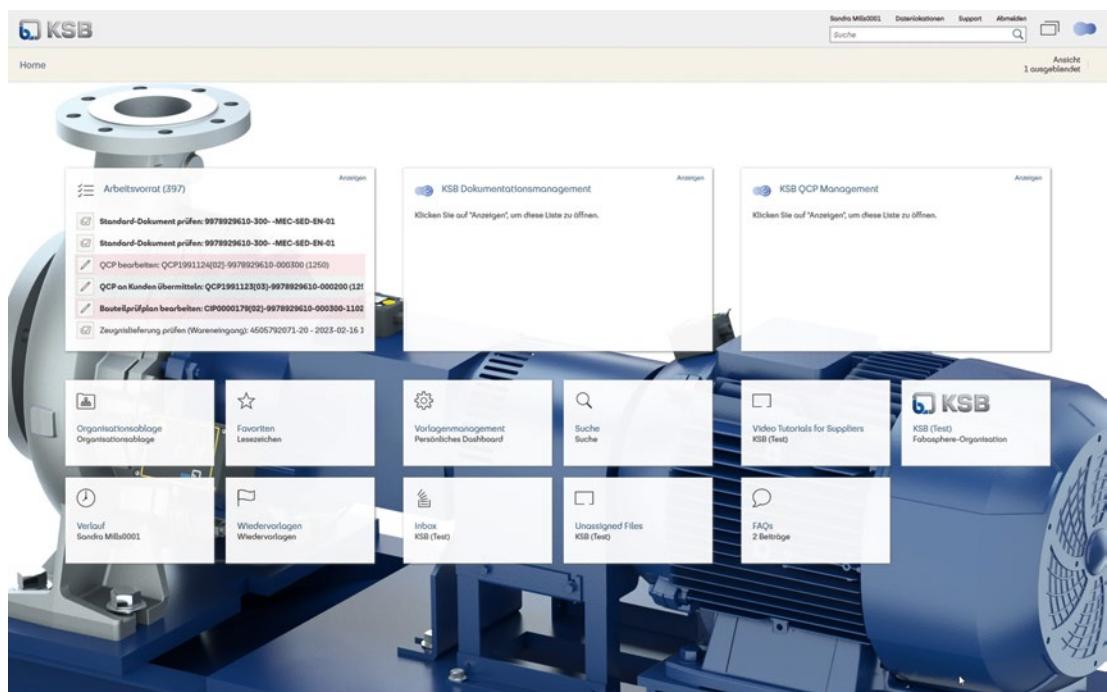
rungen jederzeit eingehalten werden. Diese digitale Normenverwaltung sichert Konsistenz und Nachvollziehbarkeit über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg.

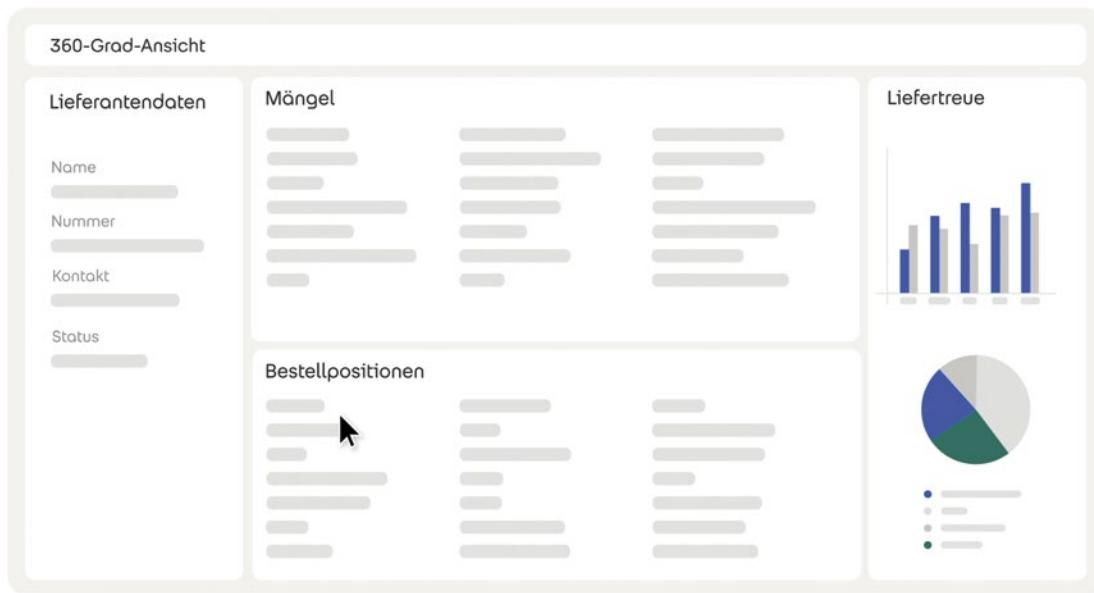
„Durch den Einsatz von Fabasoft Approve bei der Erstellung von Prüfplänen und der Überprüfung von Testzertifikaten spart KSB im Pilotwerk jährlich rund 3.200 Arbeitsstunden ein, die nun für andere Tätigkeiten genutzt werden können“, berichtet Alexander Thumbeck von der technischen Auftragsabwicklung.

Transparente Zusammenarbeit mit Lieferanten

Auch die Lieferanten der KSB profitieren von der neuen Software: Sie sind direkt in die gemeinsame Datenumgebung eingebunden und sehen jederzeit den Status ihrer Aufträge, Revisionen oder Freigaben. Dadurch erfolgt der Austausch von Unterlagen – Zeichnungen, Qualitätsnachwei-

Das Dashboard von KSB ist in das Dokumentenmanagement und Qualitätsmanagement-System von Fabasoft Approve integriert.





Das DMS/QMS von Fabasoft Approve bietet eine 360-Grad-Sicht über die Daten aus dem Lieferantenmanagement.

se oder Zertifikate – mit dem Auftraggeber deutlich schneller und transparenter. Prüfanforderungen, Korrekturschleifen und Zertifikatsübermittlungen laufen vollständig digital und ohne Medienbrüche ab. Workflow-Automatisierungen, Versionierung und Benachrichtigungen tragen dazu bei, manuelle Tätigkeiten zu reduzieren, wodurch sich der administrative Aufwand erheblich reduziert.



Ausschlaggebend ist es, KI gezielt dort einzusetzen, wo sie echten Mehrwert schafft – sei es durch Effizienzsteigerung, die Unterstützung von Mitarbeitern oder den Aufbau neuer Geschäftsmodelle.“

DR.-ING. STEPHAN BROSS, CTO VON KSB

KI als Motor der Prozessoptimierung

Cloud-Technologien bilden die Basis der Digitalisierung, doch künstliche Intelligenz hebt sie auf das nächste Level. KI erkennt Muster, extrahiert Metadaten aus Dokumenten, erstellt automatisiert Prüfpläne oder analysiert Qualitätsdaten im Kontext. Mit der Methode „AI Reasoning“ verknüpft die KI Informationen intelligent, extrahiert Mängelmeldungen aus E-Mails, überführt diese automatisch in strukturierte Workflows und unterstützt den 8D-Prozess. So gelingt es, Fehlerursachen schneller zu identifizieren, Maßnahmen effizienter umzusetzen und Datenqualität sowie Nachvollziehbarkeit zu erhöhen.

Smarte Unterstützung im Qualitätsmanagement

Ein KI-gestütztes DMS/QMS vernetzt Hersteller, Kunden und Lieferanten in einer gemeinsam genutzten Cloud-Umgebung. Qualitätsverantwortliche können per KI-Chat direkt mit Dokumenten interagieren – beispielsweise mit Normen oder technischen Dossiers – und erhalten präzise, kontextbezogene Antworten mit Quellenangaben. Auch im Reklamationsmanagement bringt KI echten Mehrwert: Sie schlägt kontextsensitive Sofort- und Korrekturmaßnahmen vor, die sie validiert und als Erfahrungswissen speichert.

Das System lernt kontinuierlich dazu – ein entscheidender Vorteil für die Wissenssicherung im Unternehmen. Im Bereich FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) unterstützt die KI durch strukturierte Baumdarstellungen und Priorisierung präventiver Maßnahmen. Sie bündelt Daten aus verschiedenen Quellen, sodass Verantwortliche schnell die relevanten Zusammenhänge erkennen. Die Entscheidungshoheit bleibt dabei stets beim Menschen.

360-Grad-Sichten und konsistente Daten

Ein besonderes Plus sind KI-gestützte 360-Grad-Sichten, die Daten aus Einkauf, Lieferantenmanagement oder Audits in einem Dashboard vereinen. Dadurch können Qualitätsverantwortliche Abhängigkeiten und Trends schneller erkennen, was wiederum Wiederholungsfehler reduziert und die Produktqualität steigen lässt. Damit KI ihr volles Potenzial entfalten kann, braucht es eine konsistente Informationsbasis. Unternehmen müssen klare Datenrichtlinien etablieren und ihre Mitarbeiter befähigen, neue Technologien aktiv zu nutzen. Low-

Code-Tools erleichtern dabei eigenständige Prozessanpassungen und fördern die kontinuierliche Verbesserung.

Auf dem Weg zur Smart Factory

Die Pilotfabrik von KSB zeigt eindrucksvoll, wie Cloud-Technologie und Digitalisierung zusammenspielen, um Qualitätsprozesse effizient, transparent und zukunftsfähig zu gestalten. Automatisierte Prüfpläne, strukturierte Workflows und KI-gestützte Analysen verbessern die Zusammenarbeit in der gesamten Lieferkette. Das Ergebnis: Weniger manuelle Arbeit, höhere Datenqualität und ein lernfähiges Qualitätsmanagement, das den Weg zur Smart Factory ebnet.

Die digitale Transformation entlang der Supply-Chain ist damit mehr als ein bloßes Technologieprojekt. Sie bildet die Grundlage für die Weiterentwicklung zur Digital Factory. Unternehmen, die ihre Dokumentations- und Qualitätsprozesse digitalisieren, durch KI erweitern und global integrieren, schaffen die Voraussetzungen für Transparenz, Effizienz und Resilienz. Damit sichern sie nicht nur ihre Wettbewerbsfähigkeit, sondern erschließen auch neue Möglichkeiten für innovative Geschäftsmodelle in einer zunehmend vernetzten Industrie.

SG 

ANDREAS DANGL

ist Entrepreneur und Geschäftsführer von Fabasoft Approve.



Bilder: Fabasoft Approve

Lückenlos unter Kontrolle

In der hochpräzisen Metallverarbeitung ist absolute Genauigkeit Pflicht und gerade in der krisengeplagten Automobilindustrie wichtiger denn je. Steigender Kostendruck und hohe Qualitätsanforderungen zwingen Unternehmen dazu, Fehler zu reduzieren und Prozesse konsequent zu optimieren. Eine Lösung ist die KI-gestützte Bildverarbeitung, weil sie Produktanomalien in Echtzeit erkennt und Qualitäts- mit Produktionsdaten verknüpft. **VON SILKE VON GEMMINGEN**

In Bereichen wie der hochpräzisen Metallverarbeitung ist Genauigkeit nicht verhandelbar. Dazu gehört die Automobilbranche nebst ihren Zulieferern, die hierzulande aus den verschiedensten Gründen in einer tiefen Krise steckt. Nicht nur Handelskonflikte, sondern auch Innovationsstau, hohe Kosten und schwache Effizienz lassen die deutsche Autoindustrie schwächeln. Unternehmen stehen unter enormen Druck, nicht nur verlässlich Produkte in einwandfreier Qualität zu liefern, sondern gleichzeitig ihre Betriebskosten zu senken. Gefragt sind digitale Lösungen in der Fertigung, um Produktanomalien zu überwinden bzw. Ausschussquoten zu reduzieren. Die Antwort: Künstliche Intelligenz im Zusammenspiel mit Computer Vision und Verknüpfung der Qualitäts- mit den Produktionsdaten.

KI-Qualitätsprüfung in Echtzeit

Eine beispielhafte, innovative Lösung zur KI-Qualitätsprüfung in Echtzeit hat die Vivaldi Digital Solutions GmbH entwickelt. In der sogenannten CamBox spielt, neben einem Edge-Server mit Intel-Prozessor, intelligente Bildverarbeitung eine Schlüsselrolle. Konzipiert für einen Automobilzulieferer und seinen Fertigungsstandort in Tschechien, übernehmen darin in mehreren Prüfzellen bis zu 70 USB3 uEye+ XC Autofokus-Kameras von IDS Imaging Development Systems die automatische Sichtkontrolle zur Oberflächeninspektion. „Die in den Prüfzellen integrierten IDS-Kameras erfassen hochauflösende Bilder der Oberfläche von Aluminium-Bauteilen deutscher Erstausrüster, in diesem Falle eines E-Motors“, erläutert Uwe Siegwart, Geschäftsführer bei Vivaldi, die Aufgabe der Kamera. Die aufgenommenen Bilder werden vorverarbeitet, um Faktoren wie Belichtung, Weißabgleich und Farbkor-

rektur zu optimieren. Die KI erkennt diverse Oberflächendefekte wie Kratzer, Poren oder Verschmutzung. „In dem Werk in Tschechien herrschen strenge Vorgaben. Gemäß Fehlerkatalog müssen Fehlstellen ab 0,2 Millimetern prozesssicher erkannt werden. Die Prüfzeit pro Bauteil darf maximal bei 20 Sekunden liegen“, erklärt Uwe Siegwart die hohen Anforderungen. Bis zu 2.400 E-Motorengehäuse werden pro Tag mit dem erfolgreich implementierten System zu 100 Prozent automatisiert geprüft.

Warum fiel die Wahl auf die uEye XC-Kamera?

„Eine Rolle spielten neben der Schnittstelle zum selbst entwickelten Cam-Controller und der kompakten Baugröße auch der Funktionsumfang der Sensoren sowie, durch die Menge der benötigten Kameras, natürlich der Preis“, sagt Eike Humpert aus dem Business Development von Vivaldi. „Ausschlaggebend war, dass die Autofokus-Kamera mehrere Flächen in jeweils unterschiedlichen Abständen zur Kamera



USB3 uEye+ XC Autofokus-Kamera.

erfassen kann.“ Dies vereinfacht den Prüfprozess enorm und sorgt für mehr Effizienz und Flexibilität. Ein entscheidender Faktor, wenn es beispielsweise verschiedene Bauteilvarianten zu prüfen gilt. Mit der Makro-Aufsatzzlinse ließe sich die minimale Objektdistanz der Kamera zudem sehr einfach verkürzen.



Gefragt sind verbesserte Auflösung, kompaktere Bauweise und preisoptimierte Kameras.“

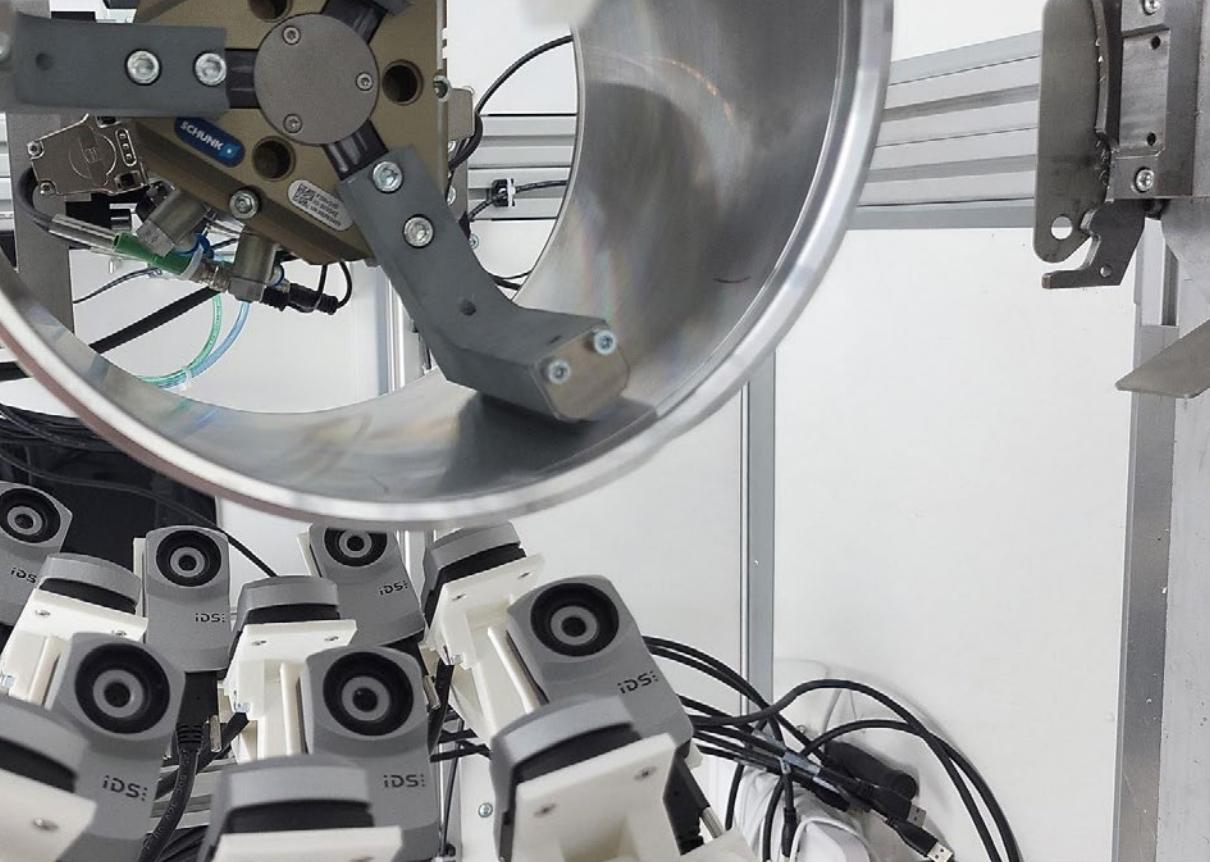
EIKE HUMPERT

„Die BSI-Pixeltechnologie ermöglicht es dem Sensor, selbst bei wechselnden Lichtverhältnissen konstant präzise und verlässliche Ergebnisse zu liefern“, erklärt Jürgen Hejna, Product Owner 2D-Kameras bei IDS. Nicht nur durch die exzellente Low-Light-Performance und minimales Pixelrauschen ist er für diese Anwendung besonders geeignet. „Der 24-fache Digitalzoom, kombiniert mit automatischem Weißabgleich und präziser Farbkorrektur, trägt maßgeblich zum Erfolg dieser anspruchsvollen Prüfprozedur bei“, betont Jürgen Hejna.

KI-gestützte Analysen und synchrone Kamerasteuerung per Edge-Server

Die simultane Bildverarbeitungsaufgabe ist komplex, die Herausforderungen sind vielfältig. Aluminiumteile haben oft stark



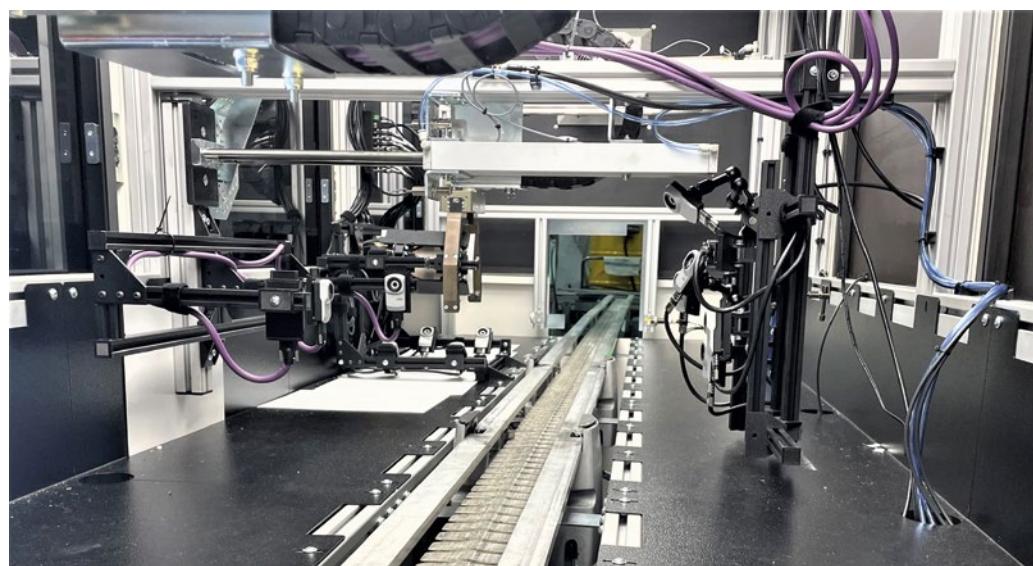


Gleichzeitige Bildaufnahmen sorgen für eine lückenlose Inspektion und dienen der Einhaltung der Taktzeit.

glänzende Oberflächen, die Licht reflektieren und dadurch Bildaufnahmen stark beeinflussen. Diese Reflexionen erschweren es, Fehler wie Kratzer, Kaltläufe, Druckstellen, Rattermarken, Einschlüsse oder Oberflächenunregelmäßigkeiten zuverlässig zu erkennen, da sie oft durch Lichtspiegelungen verdeckt oder verfälscht werden. Zusammen mit anderen Material- und Umgebungsvariationen bedeutet dies, dass die KI-basierte Bildverarbeitung in der Lage sein muss, präzise zwischen der normalen Materialstruktur und den Rohbereichen in den zu bearbeitenden Oberflächen, die als Fehler angesehen werden, zu unterscheiden.

Die Bildverarbeitung erfolgt über eine optimierte Infrastruktur. Pro USB-Hub können bis zu acht Kameras angeschlossen werden, was eine simultane Erfassung mehrerer Prüfbereiche ermöglicht. Maximal zwei dieser USB-Hubs sind an einen selbst entwickelten „Cam-Controller“ angebunden, der die Bildsignale bündelt und verarbeitet. Mehrere Cam-Controller sind mit dem Edge-Server vernetzt. Dieser Server übernimmt nicht nur die Berechnung der KI-gestützten Analysen, sondern kommuniziert direkt mit der Anlagensteuerung, die das Auslösen der Kameras koordiniert und eine synchrone Erfassung sicherstellt.

„Bildverarbeitung ist eine zentrale Komponente für die Rückverfolgbarkeit, die das eigentliche technologische Herzstück der Lösung ist und für diesen Punkt ist IDS der ideale Partner. Auf diese Weise schließt sich der Kreis zwischen der Qualitätssicherung und der Rückverfolgbarkeit“, unterstreicht



Mehrzelliger Kamera-Tunnel für automatisiertes Handling.

Bilder: Vivaldi Digital Solutions GmbH

Uwe Siegwart. „Die digitalisierte Qualitätsdatenerfassung in Echtzeit sowie Verknüpfung mit weiteren Produktions-Parametern steigert nicht nur die Effizienz, sondern reduziert auch Ausschuss und Nacharbeit erheblich. Fehler werden minimiert, Kosten gesenkt und Produktionsabläufe optimiert.“ In Tschechien hat sich das System bereits bezahlt gemacht: Die Anzahl der Reklamationen pro Jahr konnte um zwei Drittel gesenkt, die der nicht erkannten Oberflächendefekte sogar auf Null reduziert werden.

Digitale Qualitätskontrolle im Ausblick
Der Markt für digitale Qualitätskontrolle entwickelt sich rasant weiter, insbesondere

durch günstigere Kamer 技术, beispielsweise in Bezug auf höhere Auflösungen. Optimierte Bildverarbeitungs-Prozesse und -Tools ermöglichen es zudem, dass Echtzeit-Analysen auch von Endanwendern vorgenommen werden können“, konstatiert Eike Humpert. „Gefragt sind verbesserte Auflösung, kompaktere Bauweise und preisoptimierte Kameras.“ Das Portfolio des Industriekameraherstellers IDS ist darauf ausgerichtet, diesem Bedarf mit State of the Art Technologie zu begegnen. **KF**

SILKE VON GEMMINGEN arbeitet in der Unternehmenskommunikation bei IDS Imaging Development Systems.

Optimale Konnektivität für Manufacturing-X

Die deutsche Industrie benötigt die bestmögliche Konnektivität, um die Vision von Manufacturing-X zu verwirklichen.

Liegt die Lösung im schnellen Wi-Fi 7 oder im robusten 5G-Netz? Beide Technologien sind keine Rivalen, sondern ermöglichen eine Konvergenz, die die Grundlage für souveräne, effiziente und sichere Smart Factories bildet. **VON STEVE JOHNSON**

Drahtlose Konnektivität spielt eine entscheidende Rolle dabei, die deutsche Industrie mit der Manufacturing X-Initiative fit für die Zukunft zu machen. Aufbauend auf den Prinzipien von Industrie 4.0 zielt Manufacturing-X darauf ab, industrielle Lieferketten durch die Schaffung eines zusammenwirkenden, sicheren und souveränen Datenökosystems zu digitalisieren. Die Initiative zielt darauf ab, einen sicheren

Datenaustausch zwischen Unternehmen zu ermöglichen. Somit werden Effizienz, Resilienz und Nachhaltigkeit verbessert.

Manufacturing-X wird unterstützt durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und sieht vor, dass Unternehmen, einschließlich KMU, Produkt- und Produktionsdaten mit Geschäftspartnern über Sektoren hinweg teilen können. Außerdem behalten sie die Souveränität über ihre eigenen Daten

und können die Effizienz in der Fertigung verbessern.

Der Ansatz der Smart Factory ermöglicht heute eine digitale Darstellung der gesamten Produktionsumgebung, basierend auf Echtzeitdaten. In diesen Prozessen ist Wi-Fi 7 eine grundlegende Technologie und ein fundamentaler Wegbereiter für die digitale Transformation von Lieferketten. Der neue Standard ermöglicht höhere Geschwindigkeiten, geringere Latenz und größere Kapazität. Er wird oft zusammen mit anderen Drahtlosen Technologien wie 5G in komplexen, unternehmenskritischen Produktionsumgebungen eingesetzt.

Sprung zu Manufacturing-X und Industrie 5.0

Die Idee von Industrie 4.0 weitet sich zunehmend auf Bereiche jenseits der Produktion aus. Intelligente Vernetzung hat schnell Fuß gefasst: in der Logistik, im Energie- und Versorgungssektor, im Gesundheitswesen und in vielen anderen Bereichen. Mit Manufacturing X und Industrie 5.0 steht nun eine weitere Evolutionsstufe bevor und die Vernetzung einzelner Systeme wird immer kritischer.

Stabile Konnektivität ist somit ein entscheidender Faktor. Dies geht weit über traditionelle Netzwerke in Unternehmen hinaus, in denen drahtlose Konnektivität in Bürogebäuden üblicherweise auf Wi-Fi



Mit der strategischen Konvergenz von Wi-Fi 7 und 5G entsteht ein zukunftsorientiertes Fundament für Manufacturing-X und die Smart Factory.

Bilder: CommScope

beschränkt war. Dies bedeutet auch, dass die traditionelle Trennung zwischen IT und OT (Operational Technology) in einer intelligenten Zukunft nicht mehr funktioniert. Maschinendaten müssen in digitalen Plattformen sofort verfügbar sein, um das Smart-Factory-Konzept zu realisieren und die Anforderungen des Manufacturing-X-Datenökosystems zu erfüllen. Dies schafft neue Herausforderungen in der Konnektivität, wobei Unternehmen die optimalen Technologien für die Implementierung abwägen müssen.

Mit der Entwicklung von Campus-Netzwerken durch große Automobilhersteller ist 5G in Deutschland als Technologie für die vernetzte Produktion stark in den Fokus gerückt. Doch genau wie bei Wi-Fi 7 geht es auch hier nicht um eine Entweder-Oder-Entscheidung, sondern um die optimale Ergänzung der beiden Technologien.

Komplementäre Stärken in der Praxis

Wi-Fi bietet im Allgemeinen höhere Datenübertragungsraten als vergleichbare Mobilfunktechnologien derselben Generation, da der Signalweg normalerweise kürzer ist. Die tatsächlich erreichte Geschwindigkeit hängt jedoch von anderen Faktoren ab, einschließlich der verfügbaren Bandbreite, der Anzahl der Teilnehmer und des Signalwegs. Latenz und Zuverlässigkeit der Verbindung spielen für viele Anwendungen eine entscheidende Rolle. Beispielsweise stellen autonome Fahrzeuge die höchsten Anforderungen, um Sicherheit zu gewährleisten und potenzielle Kollisionen zu vermeiden. Wi-Fi 7 führt mit folgenden Kernfunktionen wichtige Verbesserungen ein:

➤ **Multi-Link Operation (MLO):** Ermöglicht die gleichzeitige Nutzung mehrerer Frequenzbänder (2,4; 5 und 6 GHz), was die Latenz (auf bis zu 1 ms) signifikant reduziert und die Zuverlässigkeit durch Redundanz erhöht, indem automatisch auf die beste Verbindung umgeschaltet wird. Dies bietet optimale Unterstützung für autonome Roboter und kritische Echtzeitanwendungen in der Fertigung.

➤ **320-MHz-Kanäle:** Verdoppeln die Bandbreite in den 6-GHz-Bändern und ermöglichen wesentlich höhere Durchsatzraten für datenintensive Anwendungen wie AR/VR-gestützte Fernwartung oder Qualitätskontrolle.

➤ **4K-QAM-Modulation:** Erhöht die spektrale Effizienz im Vergleich zu Wi-Fi 6 um etwa 20 Prozent, was den maximalen Datendurchsatz weiter steigert.

Die richtige Technologie für die richtige Anwendung

Auch wenn es Überschneidungen zwischen den Technologien gibt, wird weder die Mobilfunkkommunikation jemals Wi-Fi ersetzen, noch umgekehrt. Jede Technologie hat spezifische Stärken, die sie für bestimmte Anwendungsfälle ideal machen:

➤ **Wi-Fi 7:** Ideal für stationäre oder sich langsam bewegende, aber datenintensive Anwendungen mit sehr hohem Durchsatz. Die verbesserten Funktionen wie MLO und 320-MHz-Kanäle eignen sich perfekt für:

- Video-Streaming und -Analyse in High-Definition für die Qualitätskontrolle
- AR/VR-Anwendungen für Schulungen und Wartung
- Mensch-Maschine-Kollaboration
- Stationäre High-End-Clients

➤ **5G (privates Campus-Netzwerk):** Zeigt seine Stärken in Smart Factories und Industrial IoT, wo weite Abdeckung, hohe Dichte und nahtloses Roaming erforderlich sind. Sie sind geeignet für:

- Autonome Transportfahrzeuge mit nahtlosem Handover zwischen Zellen
- Massive IoT-Sensor-Konnektivität aufgrund der hohen Anzahl möglicher Verbindungen pro Funkzelle
- Echtzeitsteuerung kritischer Maschinen mit garantierter geringer Latenz (uRLLC-Funktionen)
- SIM-basierte Authentifizierung, die ein höheres Sicherheitsniveau im IoT-Kontext als ihre Wi-Fi-Pendants bietet
- Konzepte wie digitale Zwillinge für Maschinen, die einen umfangreichen Einsatz von Sensoren erfordern und eine hohe Anzahl möglicher Verbindungen pro Funkzelle aufweisen, bei denen eine garantierter Quality of Service (QoS) erforderlich ist.

Manufacturing-X: Stabile Verbindungen als Grundlage

Durch die wachsende Verbreitung von Manufacturing-X und Industrie 5.0 wird Konnektivität zum zentralen Nervensystem der Produktion. Wi-Fi 7 und 5G werden zusammen schnellere, sicherere und intelligentere Fabriken ermöglichen, in denen Daten frei, sicher und nachhaltig fließen. Die Konvergenz der beiden ist jedoch



Die digitale Transformation der Fertigung erfordert Vorausschau und die richtige Konnektivität.

nicht nur technisch, sondern auch strategisch. Gerätehersteller bauen Dual-Radio-Industrie-Endpunkte, und Netzwerkanbieter bieten integrierte Plattformen mit vereinheitlichter Orchestrierung an. Dies wird es Fabriken in naher Zukunft ermöglichen, beide Technologien zu nutzen, um flexible Produktionslinien, autonome Systeme und KI-gesteuerte Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Letztendlich sind 5G und Wi-Fi keine Rivalen, sondern strategische Partner. Ihre Konvergenz wird ein vollständig vernetztes, intelligentes Fertigungsökosystem ermöglichen, in dem jede Maschine, jeder Sensor und jeder Bediener Teil eines nahtlosen digitalen Gefüges ist. Die Kombination dieser beiden Technologien ist der Schlüssel dazu, die ehrgeizigen Ziele von Manufacturing-X, wie digitale Souveränität und gesteigerte Effizienz, zu verwirklichen.

SG

STEVE JOHNSON

ist VP Regional Sales
EMEA bei Ruckus
Networks.

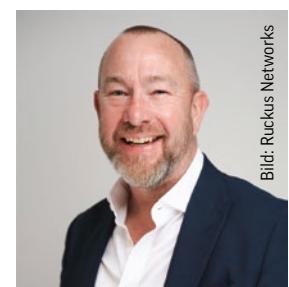


Bild: Ruckus Networks



Die Rail-Guided Vehicles (RGVs) werden über das Echtzeit-WLAN BlitzFunk gesteuert. Bilder: Losyco

BlitzFunk: Echtzeit-WLAN für die Automobilproduktion

Losyco, Anbieter von Schwerlast-Fördertechnik, hatte von einem deutschen Automobilhersteller den Auftrag erhalten, eine Produktionslinie mit insgesamt 23 mobilen Plattformen umzusetzen. Um diese zuverlässig an die zentrale Steuerung des Fertigungssystems anzuschließen, war eine Funklösung nötig, die neben Steuerdaten auch kritische Safety-Daten mit geringer Latenz innerhalb strenger Timeouts übertragen kann. Losyco entschied sich für BlitzFunk, einem Echtzeit-WLAN für die Industrie.

VON DR. LUCAS SCHEUVENS

Losyco setzt für das Projekt bei dem Automobilhersteller Rail-Guided Vehicles (RGVs) ein, die ein zu fertigendes Fahrzeug durch verschiedene Bearbeitungstrakte transportieren. Die Echtzeitfähigkeit des dafür eingesetzten Funksystems ist essenziell, da nicht nur alle Steuerungs- und Sensordaten des Fertigungsprozesses zu übertragen sind, sondern auch die Safety-Daten (PROFIsafe): Weil sich die RGVs ihren Arbeitsbereich mit Menschen teilen, sah das Sicherheitskonzept einen zentralen Nothalt aller RGVs innerhalb von 200 ms vor.

Normales WLAN scheitert in der Produktion

Jochen Heidbrink, Projektleiter bei Losyco, erklärt: „Normales WLAN ist dafür nicht gemacht. Safety-Daten müssen immer rechtzeitig ankommen, sonst stoppt die

Produktion. Bei anderen Anbietern kam es oft zu ungewollten Stillständen, vor allem beim Roaming – und das braucht es bei so großen Fertigungsflächen wie unserer immer.“ Bei normalem WLAN ist der Client mit genau einem Access Point verbunden. Bevor er dessen Reichweite verlässt, muss er sich mit dem nächsten Access Point verbinden. Das heißt, dass die Verbindung ab- und wieder aufgebaut wird. „Manche Anbieter haben den Roaming-Prozess von WLAN zwar verbessert, aber es gibt trotzdem kurze Aussetzer. Das war für uns nicht akzeptabel“, so Heidbrink weiter.

Um Roaming-Probleme zu vermeiden, wird normalerweise eine langwierige Funkplanung gemacht, die die Anzahl der Übergänge zwischen Access Points minimiert. Häufig kommen dafür auch Leckwellenleiter zum Einsatz – strahlende Kabel, die entlang der abzudeckenden Strecke verlegt

werden. Dafür sind meist Bodenarbeiten nötig, was Budget und Zeitaufwand in die Höhe treiben kann.

Latenzfreies Roaming ohne Unterbrechung

Die WLAN-Lösung BlitzFunk funktioniert anders: Es ist ein Echtzeit-WLAN für die Operational Technology, bei dem sich die Access Points koordinieren und somit latenzfreies Roaming garantieren. Da das Roaming hier keine negativen Auswirkungen hat, sind Überlappungen zwischen Access Points kein Problem, und der Aufwand für die aufwendige Funknetzplanung reduziert sich um ein Vielfaches. BlitzFunk garantiert eine schnelle Datenübertragung mit vorhersagbar kurzer Verzögerung im Millisekunden-Bereich, selbst bei vielen gleichzeitig verbundenen mobilen Geräten. Die garantierte, maximale Einwegla-

tenz mit einem Gerät beträgt lediglich 4 ms, für jedes weitere kommen 2 ms dazu. Diese Garantie gilt auch für den Roaming-Fall, was anspruchsvolle Steuerungen in Echtzeit auch für mobile Produktionssysteme ermöglicht.

Ausfallsicherheit in anspruchsvollen Industrie-Umgebungen

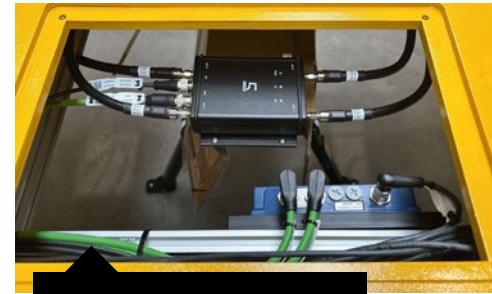
In der Fertigungsstraße des Automobilherstellers gibt es einen Lichttunnel mit zahlreichen Stahlelementen sowie einen Schallschutzraum für besonders laute Arbeiten. Die Tore zu diesem Raum gehen zwischen den Fertigungstakten auf, das nächste Fahrzeug fährt ein, dann schließen sich die Türen. Das sind für klassische WLAN-Systeme äußerst schwierige Bedingungen, die für BlitzFunk kein Problem darstellen, da es mehrere Frequenzen und Antennen kombiniert, um auch unter schwierigen Funkbedingungen stabil zu übertragen. Das latenzfreie Roaming ermöglicht eine beliebig dichte Platzierung von Access Points, sodass selbst beim Ausfall eines Access Points die Anlage nicht beeinträchtigt wird.

Schnelle Installation ohne Funkfeldplanung

„In unseren Tests konnten wir die gesamte Fertigungsstraße schon mit acht Access Points problemlos abdecken. Für maximale Ausfallsicherheit haben wir aber zwölf Access Points installiert, um kritische Orte wie den Lichttunnel und den Schallschutzraum noch besser auszuleuchten“, erinnert sich Heidbrink. Statt aufwendiger Simulationen und Messkampagnen genügte es, die Access Points an frei gewählten, möglichst unverdeckten Positionen zu montieren und dabei lediglich offensichtliche Hindernisse wie metallische Abschirmungen zu vermeiden.



Integration eines BlitzFunk-Empfängers in einen RGV.



In die RGVs wurden BlitzFunk-Clients eingebaut.

Die garantierte maximale Einweglatenz in der Installation beträgt gerade einmal 48 ms, auch wenn alle 23 Plattformen gleichzeitig Daten austauschen und sich zwischen den Access Points bewegen. Für die Einrichtung hatte Losyco zwei Tage mit den Funk-Experten gebucht. „Wir waren erst skeptisch, ob das reicht – mit anderen Lieferanten hat es viel länger gedauert. Am Ende war das Funksystem in nur zwei Stunden in der gesamten Halle installiert, den Rest der Zeit nutzten wir für Tests“, berichtet Heidbrink.

Höchste Sicherheit und volle Kontrolle

Losyco konnte sofort mit dem Funknetz arbeiten. Das testweise Abschalten von Access Points führte erst zu einer Beeinträchtigung, als vier in einer Reihe liegende Access Points abgeschaltet wurden. Als weiterer Test wurde die Datenmenge pro Nachricht um den Faktor vier auf über 500 Byte erhöht, was ebenfalls problemlos funktionierte. Ein weiterer Vorteil ist das eingebaute Monitoring, dank dem sich das Funksystem als Fehlerquelle eindeutig identifizieren oder ausschließen lässt. Nicht zuletzt überzeugt BlitzFunk bei der Security mit geräteindividueller und quantensicherer Verschlüsselung und Authentifizierung.

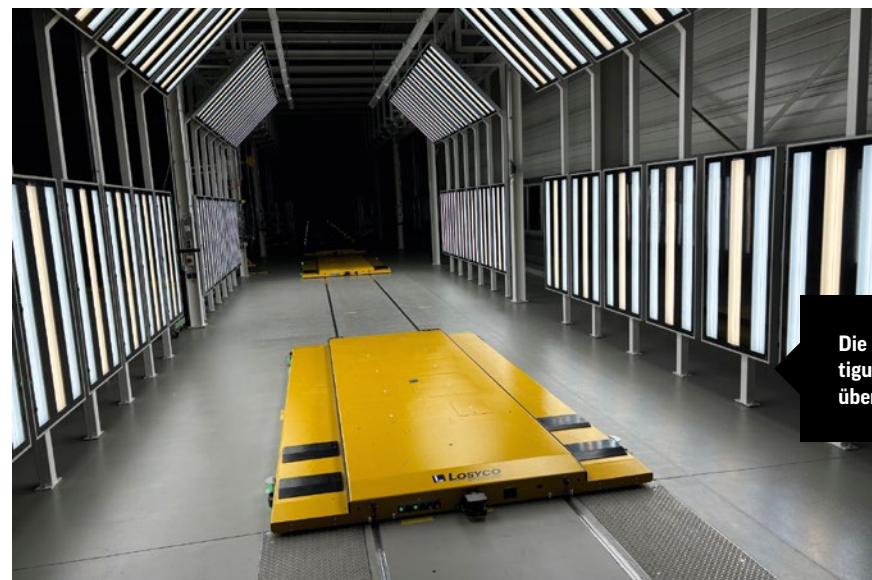
Losyco installierte mit BlitzFunk ein stabiles Funksystem mit vielen unterstützten WLAN-Frequenzen, das sich wie ein verteilter Ethernet-Switch verhält und mit allen Ethernet-basierten Protokollen funktioniert. Auch wenn BlitzFunk eine proprietäre Funkschnittstelle nutzt, ist dank der standardisierten Ethernet-Schnittstelle ein Umstieg auf ein anderes WLAN prinzipiell möglich.

Preiswerter als gedacht – trotz Premium-Hardware

Für die Fertigungsstraße des Automobilherstellers wurden zwölf Access Points und 23 Clients beschafft. Die Access Points sind PoE-fähig und wurden an zwei Gigabit-Ethernet-Switches angeschlossen. „Trotz der hochpreisigeren Komponenten hat uns das BlitzFunk-Netzwerk im Vergleich zum nächstgünstigeren Angebot nur ein Drittel so viel gekostet, weil die Bodenarbeiten und die aufwendigen Service-Leistungen für Konfiguration und Inbetriebnahme entfielen. Im Vergleich zu eigensicheren Plattformen konnten wir sogar über 80 Prozent sparen“, erklärt Heidbrink. Das installierte Funksystem überträgt ohne Funkfeldplanung sowohl Steuerdaten als auch sicherheitsgerichtete Daten zuverlässig innerhalb der geforderten Deadline – auch in dieser komplexen Produktionsumgebungen mit Roaming. Dank der einfachen Erweiterbarkeit eignet sich die Lösung auch für zukünftige Projekte.

SG

DR. LUCAS SCHEUVENS ist Geschäftsführer von fünfeinhalb Funksysteme.



Die RGVs stehen in den Fertigungstrakten und werden über BlitzFunk gesteuert.

Warum nicht mal im Negativ denken

Mit gelaserten Spanwinkeln hält eine konstruktiv und fertigungstechnisch neue Herangehensweise Einzug in die Werkzeugentwicklung. Statt klassischer Schleifprozesse verlangt das Lasern eine Negativkonstruktion, bei der Werkzeuggeometrien gezielt für die Laserabtragung entworfen werden. Das erhöht den Konstruktionsaufwand, erfordert spezialisierte CAD-Prozesse und stellt neue Anforderungen an die Datenstrukturen. **VON RALF M. HAASSENGIER**

Die Integration gelaserter Spangeometrien in Hartmetallwerkzeuge markiert einen grundlegenden Wandel in der Konstruktion und Fertigung", betont Alexander Seifermann, Konstruktionsleiter beim Mössinger Präzisionswerkzeughersteller Simtek. „Wo wir zuvor überwiegend geschliffen haben, wird heute oftmals gelasert – mit erheblichen Auswirkungen auf Geometrie, Konstruktion und Anwendung. Weg vom klassischen, großflächigen Materialabtrag – hin zur punktuellen und dreidimensionalen Gestaltung komplexer Geometrien im Negativ.“

Auch bringt der technologische Fortschritt unternehmerische Vorteile mit sich: „Die Vorteile liegen klar auf der Hand: Wir können hochpräzise, umlaufende Schneidegeometrien erzeugen – mit optimierter Spankontrolle und oft erweitertem Funktionsumfang“, ergänzt Simtek-Geschäftsführer Norbert Seifermann. Trotz anfänglicher Hürden, die es zu überwinden galt, lohne sich der Mehraufwand für die meisten Anwendungsfälle von Individualwerkzeugen. „Die Spanergebnisse sind derart überzeugend, dass wir die gelaserten Geometrien

inzwischen schrittweise in unseren Standardwerkzeugkatalog übernehmen.“

Konstruktive Umstellung: Vom Abtrag zur Negativkonstruktion

Die klassische Werkzeugkonstruktion fußte auf dem Prinzip des klassischen, großflächigen Materialabtrags. Die Konstruktion war darauf ausgelegt, dass in der Fertigung aus einem Rohling durch Schleifen die definierten Spanwinkel und Freiflächen erzeugt werden konnten. Das Lasern erfordert hingegen ein völlig anderes Denken – modelliert wird nun das, was später abgetragen wird.

Diese „Negativkonstruktion“ bringt einen deutlich höheren Aufwand im CAD mit sich und erzeugt pro Werkzeug mehrere zusätzliche Datensätze. Der Konstrukteur muss exakt festlegen, welche Bereiche entfernt werden sollen – ein Prinzip, das dem Werkzeugbau im Spritzguss ähnelt, in der Umsetzung aber wesentlich komplexer ist. „Da beim Lasern tatsächlich mit einem Negativ gearbeitet wird, dient das konstruierte Modell lediglich der internen Kontrolle“, erklärt Konstruktionsleiter Alexander Seifermann. „Die Fertigung greift

direkt auf das Negativmodell zu, platziert es virtuell auf der Schneide und entfernt anschließend exakt das Material, das zuvor konstruktiv definiert wurde.“

Lasern eröffnet neue Spanräume – stellt aber höhere Anforderungen

Gelaserte Geometrien ermöglichen höchstkomplexe Strukturen: Einsparungen, Ausbuchtungen, Höcker – alles wird dreidimensional geplant und präzise umgesetzt. Das schafft neue Möglichkeiten in der Spankontrolle und Werkzeugoptimierung. Gleichzeitig steigt jedoch der Anspruch an die Konstruktion: Es braucht fundiertes Know-how und einen deutlich engeren Abstimmungsprozess mit dem Kunden. Zudem sind die von Simtek verwendeten, marktüblichen CAD-Programme nur begrenzt für diesen Prozess ausgelegt – es bedarf spezieller Arbeitsmethoden, um saubere Übergänge und fehlerfreie Geometrien zu gewährleisten.

Alexander Seifermann und sein Team kennen die Problematik: „Was wir im Schleifprozess noch über Erfahrungswerte und Standardformen lösen konnten, wird beim Lasern zur konstruktiven Her-



Das Formstechen mit einem konventionell geschliffenen simturn FX Schneideinsatz erzeugt ein ungünstiges Spanbild. Das unvermeidbare Drehen unter Mitte führt zu einem hohen Schnittdruck auf die Werkzeuschneide und zu hohem Wärmeeintrag. Das beeinträchtigt neben der Spankontrolle auch die Oberflächengüte des Bauteils.



Das Formstechen mit gelaserten simturn FX Schneideinsatz erzeugt ein deutlich besseres Spanbild. Kurze Späne und weniger Wärmeeintrag durch einen geringeren Schnittdruck bieten eine höhere Prozesssicherheit und in der Regel auch längere Standzeiten.

ausforderung. Die Anforderungen an CAD, Fertigung wie auch die Kundenkommunikation steigen deutlich – und bei mehr als 3.500 verschiedenen kundenindividuellen Neuentwicklungen pro Jahr ist das keine Kleinigkeit. Gleichzeitig erschließen wir mit gelaserten Geometrien völlig neue Möglichkeiten: bessere Spankontrolle, höhere Standzeiten, stabilere Prozesse und die Integration mehrerer Bearbeitungsschritte in einem einzigen Werkzeug.“

Kompetenz aus Erfahrung

Der Einstieg ins Lasern von Spangeometrien war bei Simtek ein mühsamer Lernprozess – durch Versuch, Irrtum und Erfahrung entstand über Jahre hinweg eine tiefgreifende Expertise. Heute können sowohl Sonder- als auch Standardwerkzeuge mit gelaserten Geometrien ausgestattet werden. Diese Werkzeuge bieten insbesondere in der Kleinteilebearbeitung, bei Kupfer, Aluminium oder anderen bleifreien Materialien enorme Vorteile in puncto Spanführung und Oberflächenqualität.

Trotzdem besteht bei der Einführung von Lasergeometrien häufig noch ein Klärungsbedarf. Hierbei stehen die Experten von Simtek ihren Kunden beratend zur Seite und zeigen die Vorteile auf, die eine gelaserte Geometrie mit sich bringt. In diesen Fällen wird die geplante Geometrie zunächst visualisiert und erläutert, um die konstruktive Intention transparent zu machen. Dieser Abstimmungsprozess führt in der Regel zu Rückfragen und kann den Freigabeprozess zwar etwas verlängern, sorgt jedoch auch in den meisten Fällen für ein erhöhtes Verständnis und schlussendlich bessere Ergebnisse.

Lasern meint nicht immer dasselbe

In Gesprächen wird gelegentlich darauf verwiesen, dass das Lasern von Werkzeuggeometrien seit Jahren etabliert sei. Dabei ist jedoch zu differenzieren: Während sich diese Technologie im Bereich von PKD-Werkzeugen (polykristalliner Diamant) bereits bewährt hat, stellt das Lasern von Hartmetall – insbesondere im Kontext von Werkzeugen für die Mikroproduktion – eine deutlich größere Herausforderung dar.

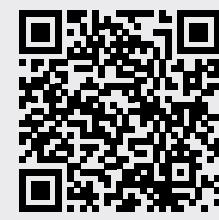
Technologisch bedingt verhalten sich die Werkstoffe beim Lasern unterschiedlich: PKD-Partikel zersetzen sich ab etwa 700°C zu Graphit. Unter Sauerstoff beginnen der oxidative Abbau und die Zersetzung bereits ab ca. 600°C, unter Vakuum verzögert sich die Zersetzung auf ab 1300°C. Das Graphit

zersetzt sich, wird immer instabiler und lässt sich vergleichsweise leicht entfernen. „Dieser Prozess beginnt vor allem an den Korngrenzen, welche besonders wichtig bei Schneidwerkzeugen sind – dort befindet sich oft die Schneidkante oder definierte Spanleitstufenform“, präzisiert Alexander Seifermann. Im Gegensatz dazu liegt der Schmelzpunkt von Wolfram im Hartmetall bei zirka 3.400 °C, der Verdampfungspunkt sogar bei über 5.000 °C. Bei diesen Temperaturen verdampfen jedoch bereits andere Bindemittelbestandteile wie Kobalt und Kohlenstoff – was die Bearbeitung stark erschwert.

Nachdem Simtek die gelaserten Geometrien erstmals zur AMB 2024 öffentlich lanciert hatte, sind inzwischen auch andere auf den Zug aufgesprungen. „Uns war bewusst, dass auch andere Werkzeughersteller jetzt erst recht intensiv an dem Laserthema arbeiten werden, nachdem sie gesehen haben, dass es funktioniert“, betont Norbert Seifermann. Seien es anfangs noch einfachere Strukturen und weit weg von der Hauptschneide gewesen, werden die Geometrien inzwischen komplexer. Zudem kommen auch gesinterte oder gespritzte ISO-Formen hinzu. „Wir lasern Mikrogeometrien, welche sich nicht mehr sintern oder spritzen lassen und zwar gelasert bis zur Schneidkante – gezielt und mit hoher Präzision.“ Das Ergebnis sind extrem scharfe Schneidkanten. „Was optisch mitunter wie eine Schutzfase wirkt, ist in Wahrheit ein exakt definierter, umlaufender Winkel, der präzise eingebracht und funktional genau abgestimmt ist“, präzisiert Konstruktionsleiter Alexander Seifermann.

Spankontrolle braucht Dialog – warum Kommunikation entscheidend ist

Gelaserte Geometrien eröffnen völlig neue Möglichkeiten in der Zerspanung – von gezieltem Spanbruch über das Umlenken bis hin zum definierten Aufrollen. Damit diese Potenziale voll ausgeschöpft werden können, ist jedoch ein enger Austausch zwischen Anwender und Hersteller entscheidend. „Je mehr wir über den konkreten Anwendungsfall wissen, desto präziser können wir die Geometrie auslegen“, erklärt Norbert Seifermann. Dies gilt insbesondere bei herausfordernden Werkstoffen wie C10-Tiefziehstahl, bleifreiem Aluminium oder Kupfer. Hier lassen sich mit abgestimmten Parametern und gelaserten Geometrien prozesssichere Spanbrüche realisieren – selbst dort, wo physikalische Grenzen einem vollständigen Spanbruch entgegenstehen.



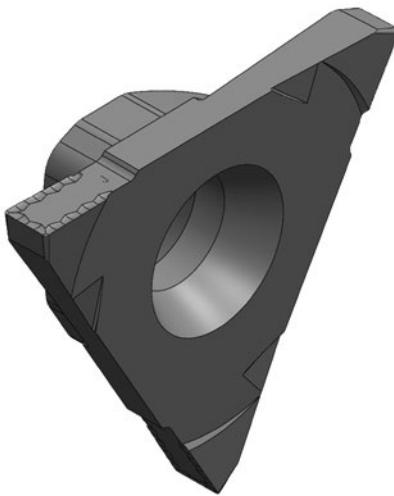
Automate digital

**Sichern Sie sich jetzt
Ihr exklusives Abonnement!**

www.digital-manufacturing-magazin.de/
abonnement

DIGITAL MANUFACTURING

WIN
VERLAG



Praxisnahe Informationen als Basis für optimale Ergebnisse

Damit ein Werkzeug sein volles Potenzial entfalten kann, sind genaue Angaben zu Werkstoff, Schnittwerten und Einsatzbedingungen unverzichtbar. In der Praxis hat sich gezeigt, dass kleine Abweichungen in Vorschub oder Materialqualität einen großen Einfluss auf das Spanverhalten haben können. „Wenn wir diese Parameter früh kennen, können wir die Geometrie optimal darauf abstimmen“, betont Alexander Seifermann. Bei Sonderwerkzeugen, die oft nur in kleinen Stückzahlen oder einmaligen Anwendungen eingesetzt werden, ist konstruktives Feedback besonders wertvoll. So können erfolgreiche Geometrien gezielt weiterentwickelt werden. „Die enge Abstimmung mit unseren Kunden sorgt dafür, dass wir auch ohne vollständig digitale Simulation praxisgerechte Lösungen entwickeln – individuell, zuverlässig und anwendungsorientiert.“

Vom Sonderfall zum Standardwerkzeug

Im Gegensatz zur individuellen Sonderanfertigung lassen sich im Standardbereich bei Simtek hausinterne Testreihen durchführen. Viele der heute eingesetzten Standardgeometrien basieren daher auf zuvor erfolgreich umgesetzten Sonderlösungen. „Wir haben die Erkenntnisse aus der Sonderentwicklung, beispielsweise zu vollradiusbasierten Geometrien, in Standardwerkzeuge überführt und dort mit großem Erfolg etabliert“, erklärt der Konstruktionsleiter die Vorgehensweise. Gerade bei vollradiusförmigen Schneiden sei die lasergenerierte Geometrie besonders wirksam: Sie ermögliche über den gesamten Schneidbereich hinweg eine gleichmäßige Spanführung – im Gegensatz zum klassischen Schleifen, bei dem sich der Spanwinkel je nach Vorschub und Einstichtiefe ungewollt verändert.

Mehr Effizienz durch gezielte Geometrieanpassung

Ein konkretes Anwendungsbeispiel zeigt den Vorteil gelaserter Geometrien besonders deutlich: Wo früher zwei Werkzeuge und ein zusätzlicher Halter benötigt wurden, um radiale Einstiche und Abkopierungen durchzuführen, genügt heute ein einziges gelasertes Werkzeug wie sich in der Praxis zeigt. Das spart nicht nur Werkzeugwechsel und Energie, sondern reduziert auch den Verschleiß an Maschine und Werkzeug erheblich.

Diese Laser-Geometrie wurde mit einem Kunden entwickelt und war anderthalb Jahre als Sonderwerkzeug im Einsatz. Die Geometrie hat sich derart gut bewährt, dass Simtek sie ins Standardprogramm übernommen hat.

Ein weiteres Praxisbeispiel betrifft die Bearbeitung einer Ölabblassschraube mit mehreren Durchmessern und axialem Freistich. Während beim Schleifverfahren für solche Aufgaben in der Regel zwei separate Werkzeuge mit eingeschränkter Geometrieführung eingesetzt werden mussten, lassen sich durch Lasern Schneiden und Spanwinkel so einbringen, dass alle Arbeitsschritte mit nur einem Werkzeug ausgeführt werden können – ohne Kompromisse bei der Spanführung.

Norbert Seifermann dazu: „Mit Schleifen hätten wir eine Spanleitstufe in die Hauptspanrichtung eingebracht – aber was ist in so einem Fall überhaupt die Hauptspanrichtung? Wahrscheinlich hätten wir einen 0°-Spanwinkel gewählt, was aber suboptimal ist. Beim Lasern hingegen lässt sich die Geometrie umlaufend exakt an den Prozess anpassen.“

Konstruktiver Wandel mit Auswirkungen

Während die Konstruktion anfangs jedes neuen Werkzeug noch individuell bewertet hat, hat sich dies mittlerweile zu einem bewährten Konstruktionsprinzip entwickelt. Der erste Schritt: eine umlaufende, schnittfreudige Geometrie, abgestimmt auf die zu erwartenden Vorschübe. „Das wirkt sich direkt auf das Maschinenverhalten aus: Die Werkzeuge laufen ruhiger, die Schnittkräfte sinken, Rattern wird reduziert – und gleichzeitig lassen sich höhere Schnittwerte realisieren“, weiß Norbert Seifermann.

Ein konkreter Fall zeigt diesen Effekt: Bei einem gut zerspanbaren Werkstoff konnte durch den Wechsel auf ein gelasertes Werkzeug nicht nur die Oberflächengüte deutlich verbessert, sondern auch ein

kompletter Nachbearbeitungsschritt eingespart werden.

Pariser Schliff durch Lasern ersetzt

Auch wenn die Spankontrolle häufig das Hauptziel ist, sprechen ebenso höhere Schnittwerte, kürzere Bearbeitungszeiten und bessere Oberflächenqualitäten für den Einsatz gelaserter Geometrien. Ein anschauliches Beispiel ist der sogenannte „Pariser Schliff“ – eine komplexe, geschliffene Hybridgeometrie für Einstech- und Längsdrehoperationen. Diese Geometrie erzeugte jedoch unkontrollierte Fließspäne und war für den Werkzeughersteller aufwendiger in der Fertigung. Durch den Umstieg auf eine gelaserte Lösung konnte Simtek das Problem vollständig beheben. Die frühere Schleifvariante wurde mittlerweile aus dem Katalog gestrichen und durch die gelaserte Version ersetzt.

Standardgeometrien mit System – und mit Grenzen

Trotz aller Fortschritte bleibt der Standardbereich auf universelle Geometrien wie zum Beispiel Schrullen und Schlitten beschränkt. Diese müssen für eine Vielzahl von Materialien funktionieren. Daraus ergeben sich zwangsläufig Zielkonflikte: Was bei einem Kunden hervorragend funktioniert, kann bei einem anderen ungeeignet sein. Eine vollständige Abdeckung aller Anwendungsfälle ist im Standard also nicht realistisch – hier bleibt das Sonderwerkzeug die bessere Wahl.

Lasern mit Augenmaß – Wirtschaftlichkeit entscheidet

Trotz der technologischen Möglichkeiten ist Lasern nicht in jedem Fall wirtschaftlich sinnvoll. Besonders bei Kleinserien oder einfachen Bearbeitungen kann eine gelaserte Geometrie den tatsächlichen Bedarf übersteigen. Die Entscheidung sollte immer individuell getroffen werden, abhängig vom Werkstoff, Bearbeitungsaufgabe, Takt- und Rüstzeiten sowie erwarteter Stückzahl. Auch kommt es vor, dass eine gelaserte Variante zwar überzeugt, eine geschliffene sich aber besser in die Taktzeitvorgaben des Kunden einbinden lässt. Die Devise lautet daher: Nicht alles lasern, was technisch möglich ist – sondern nur, was sich wirtschaftlich und prozesssicher auszahlt.



RALF M. HAASENGIER

ist Inhaber der PRX Agentur für Public Relations.

MARKETPLACE



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 / MI) 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.



Industrie Informatik GmbH
Tullastr. 19
D-77955 Ettenheim
Tel.: +49 7642 4971 - 0
Mail: info@industrieinformatik.com
Web: www.industrieinformatik.com

Industrie Informatik – Ihr starker Partner in Sachen Fertigungsoptimierung

Seit mehr als 30 Jahren unterstützt die Industrie Informatik GmbH produzierende Unternehmen bei der Fertigungsdigitalisierung und -optimierung! Mit den Softwareprodukten rund um die MES-Suite cronetwork, erhalten Unternehmen eine neue Form der Transparenz und schaffen damit die Basis für weitere Optimierungsmaßnahmen – und zwar unter Berücksichtigung der gesamten Wertschöpfungskette. Die Smart Factory von morgen wird damit schon heute Realität. Mit Standorten in Deutschland, Österreich und China realisiert man Digitalisierungsprojekte bei namhaften Kunden wie SPAX, Liebherr, Andritz, Voith, voestalpine, uvm.



digital. personal. reliable.

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.



WE CREATE SMART FACTORIES

MPDV Mikrolab GmbH
Römerring 1, 74821 Mosbach
Fon: +49 6261 9209-101
E-Mail: info@mpdv.com
Website: www.mpdv.com

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



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

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

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



PSI Software SE | Business Unit Discrete Manufacturing
Dircksenstraße 42-44
10178 Berlin
+49 800 377 4968
discrete-manufacturing@psi.de
www.psi.de/loesungen/produkte/erp

Der ganzheitliche ERP- und MES-Anbieter für den Mittelstand

Für den Automobil- und Fahrzeugbau, den Maschinen- und Anlagenbau sowie die Zuliefererindustrie 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 angeprochen, die in eine bereits bestehende IT-Landschaft ein System für effizientere Produktions- und/oder Instandhaltungsprozesse integrieren wollen.



SOFTWARE
FÜR DIE FERTIGUNG

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

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

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



Intralogistik und fahrerlose Transportsysteme (mit Expertentalk)

In Vorfeld der Logistik-Fachmessen Logimat und Logistics & Automation zeigen wir in der kommenden Ausgabe Intralogistik-Lösungen für die Produktion. Im Fokus stehen intelligente Materialflüsse, vernetzte Systeme und flexible fahrerlose Transportsysteme, die Lieferprozesse beschleunigen, Engpässe vermeiden und Fertigungen resilenter machen. Praxisnahe Beispiele zeigen, wie Unternehmen durch Automatisierung, Sensorik und smarte Navigation Effizienz, Sicherheit und Transparenz in ihren Produktionshallen deutlich steigern.

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

Manufacturing-Execution-Systeme (MES)

In der nächsten Ausgabe des Digital Manufacturing Magazins zeigen wir außerdem, wie moderne Manufacturing-Execution-Systeme (MES) die Produktion transparenter, effizienter und flexibler machen. MES vernetzen Maschinen, Materialien und Mitarbeitende in Echtzeit, liefern präzise Prozessdaten und schaffen die Basis für schnelle Entscheidungen. Praxisbeispiele verdeutlichen, wie Unternehmen mit durchgängiger Digitalisierung Stillstände reduzieren, Qualität sichern und ihre Fertigung fit für die Zukunft machen.

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



Predictive Maintenance

Lesen Sie in der nächsten Ausgabe, wie Predictive Maintenance die Wartung von Maschinen und Anlagen neu definiert. Intelligente Sensorik und KI-Analysen erkennen Verschleiß, bevor er zum Ausfall führt. Unternehmen reduzieren ungeplante Stillstände, verlängern Maschinenlaufzeiten und optimieren ihren Serviceeinsatz. Praxisbeispiele zeigen, wie datenbasierte Vorhersagen Effizienz, Qualität und Planungssicherheit in der Produktion deutlich steigern.

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



WEITERE THEMEN IN DER KOMMENDEN AUSGABE:

- Industrierobotik
- Datenanalyse in der Produktion mit KI
- Shopfloor-Management
- Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft in der Produktion

Aus aktuellem Anlass sind Änderungen möglich.

IMPRESSUM

Herausgeber und Geschäftsführer:

Matthias Bauer (Vorsitz), Dennis Hirthammer, Günter Schürger

DIGITAL MANUFACTURING im Internet:

<http://www.digital-manufacturing-magazin.de>

So erreichen Sie die Redaktion:

Chefredaktion: Rainer Trummer (v.i.S.d.P.), (089/3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)

Redaktion: Karin Faulstroh (karin.faulstroh@win-verlag.de),

Tino M. Böhler (tino.boehler@win-verlag.de),

Stefan Girschner (stefan.girschner@win-verlag.de),

Kirsten Seegmüller (externa.Mitarbeiterin, kirsten.seegmueller@externa.win-verlag.de)

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Gero Brinkbäumer, Andreas Dangl, Matthias Ebert, Fabio Eupen, Dr. Rudolf Felix, Erik Förster, Michael Fritz, Silke von Gemmingen, Dr. Wilhelm Greiner, Ralf M. Haaßengier, Matthias Huber, Dr.-Ing. Lutz Jänische, Steve Johnson, Fumi Machida, Falk Plonus, Dr. Lucas Scheuvens, Sebastian Schrötel, Ferdinand Staudt, Matthias Voss, Martin Witzsch

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:

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

Mediaberatung:

Michael Nerde (Anzeigenverkaufsleiter, Tel.: 089-3866617-20, michael.nerde@win-verlag.de), Andrea Lippmann (Tel.: 089-3866617-22, andrea.lippmann@win-verlag.de)

Anzeigenidisposition:

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 abovertreib@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:

© Swissdreams/stock.adobe.com (generiert mit KI)

Druck:

Vogel Druck und Medienservice GmbH

Leibnizstraße 5, 97204 Höchberg

Produktion und Herstellung:

Jens Einloth (089/3866617-36, jens.einloth@vogel.de)

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:



WIN-Verlag GmbH & Co. KG

Chiemgaustr. 148

81549 München, Tel.: 089-3866617-0

Verlagsleitung:

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

Objektleitung:

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

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit:

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

Bezugspreise:

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

17. 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 © 2025 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 2025-08

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, PlastKnow, Plasterarbeiter, r.energy, KGK Rubberpoint



WE ARE HIRING

MEDIABERATER M/W/D



UNSER TEAM SUCHT VERSTÄRKUNG

Unser Verlagshaus ist einer der Pioniere und einer der führenden Fachzeitschriftenverlage im Bereich der Digitalen Transformation. Unsere B2B-Zeitschriften sind innovativ und gehören in ihren Bereichen jeweils zur Spitzengruppe.

Sie möchten mit Ihrer Kreativität den Erfolg unserer Fachmagazine mitgestalten? Dann sind Sie bei uns richtig. Derzeit suchen wir engagierte Mediaberater (m/w/d) in Voll- oder Teilzeit.

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung unter
<https://win-verlag.de/karriere/>

WIN
VERLAG

KENNEN SIE SCHON UNSERE DIGITAL MANUFACTURING SONDERHEFTE?

INDUSTRIEROBOTIK

SAP IN DER PRODUKTION

KI IN DER FERTIGUNGSDUSTRIE

