7. Jahrgang | Einzelpreis: 24 €

www.industrial-production.de

INDUSTRIAL Production

5/2026



Schwerpunkt:

Sensorik, Messtechnik und Bildverarbeitung

IT × OT
INTEGRATION SUMMIT

24. JUNI 2026 • AUGSBURG



Spricht deine Maschine schon mit dir?

IT & OT verschmelzen - bist du dabei oder noch im Silodenken?

Ein Event von INDUSTRIAL Production & smartFactory KL



Andreas Mühlbauer, Chefredakteur

Roboter wie wir?

Auf der Hannover Messe zeigte sich ein klares Bild: Humanoide Roboter sind sichtbar aus dem Labor herausgewachsen. In der industriellen Praxis sind sie jedoch noch nicht angekommen. Zwischen Demo und belastbarem Einsatz klafft weiterhin eine Lücke.

Technologisch wirkt die Entwicklung inzwischen erstaunlich greifbar. KI, Sensorik und Mechanik verschmelzen zu Systemen, die nicht nur handeln, sondern auch „verstehen" sollen, was sie tun. „Physical AI" ist das Stichwort. Damit werden damit auch die bisher philosophischen und akademischen Fragen ganz realistische: Wie werden KI und Roboter unser Leben in der näheren und ferneren Zukunft beeinflussen?

Der Reiz der humanoiden Robotik liegt auf der Hand. Statt Produktionsumgebungen weiter an Maschinen anzupassen, passt sich die Maschine dem Menschen an. Der Roboter fügt sich in die Produktionsumgebung ein. Sicher werden die Humanoiden in absehbarer Zeit nicht durch die Hallen rennen, sondern sich eher auf kleinem Raum bewegen – und doch findet hier ein leiser Bruch mit Jahrzehnten industrieller Automatisierungslogik statt.

Und doch bleibt ein nüchterner Blick notwendig. Die aktuellen Einsatzszenarien sind überschaubar: Logistik, einfache Handhabung, repetitive Tätigkeiten. Genau dort, wo es weh tut – bei komplexen, fein abgestimmten Produktionsprozessen –, halten sich die Systeme noch auffällig zurück. Eine gewisse Ähnlichkeit zum Menschen ist erkennbar: Für monotone Aufgaben hält sich die Begeisterung in Grenzen.

Denn der eigentliche Bremsklotz ist weniger die Mechanik als die Absicherung. Bestehende Normen wie ISO 10218 oder ISO/TS 15066 gehen von stationären oder klar abgegrenzten Systemen aus. Humanoide Roboter dagegen bewegen sich frei, treffen situative Entscheidungen und arbeiten ohne schützenden Käfig. Hier werden klassische Safety-Konzepte nervös.

Das führt zu einem interessanten Paradox: Je intelligenter und flexibler die Systeme werden, desto schwieriger wird es, ihr Verhalten eindeutig vorherzusagen und normgerecht abzusichern. Die Technik ist schneller als die Safety-Logik, die sie eigentlich einhegen soll. Ganz ähnlich wie wir: Auch Menschen verhalten sich im Alltag nicht immer vorhersehbar.

Sicherheit verlangt Vorhersagbarkeit. Humanoide Robotik lebt von Anpassungsfähigkeit. Beides gleichzeitig zu haben, ist anspruchsvoll. Die Richtung ist dennoch klar. Fachkräftemangel, steigender Flexibilitätsdruck und Fortschritte in der KI treiben die Entwicklung voran. Humanoide Roboter werden kommen. Die spannendere Frage ist nur: Werden sie sich in die Industrie integrieren und auch ihre Akzeptanz bei den menschlichen Kollegen finden?



Inhalt



20



19

Aktuelles

6 Märkte und Unternehmen

Schwerpunkt Sensorik, Messtechnik und industrielle Bildverarbeitung

10 Laser-Sensorik optimiert Fotobuchfertigung
Messender Laserabstandsensor für kleine Reichweite in Miniaturbauform

12 Flexible KI-Inspektion
Modular aufgebaute Inspektionslösung kombiniert KI, Bildverarbeitung und Edge Computing

16 Digital sortiert, nachhaltig entwickelt
RFID-basiertes Track-and-Trace-System in der Müllsortieranlage

18 Sensor+Test 2026
Die internationale Sensorik- und Messtechnikbranche trifft sich in Nürnberg

19 KI, Daten und neue Sicherheitsanforderungen
Interview mit Michael Schümperli von Kistler über Trends in der Sensorik und Messtechnik

20 Wie aus Messwerten Entscheidungen werden
Digitales Ökosystem schließt Lücke zwischen Datenerfassung und tatsächlicher Nutzung

23 Sensor+Test: Produktneuheiten

Automatisierung, Robotik und Industrial AI

24 5 Praxistipps: Fertigungssoftware implementieren
Digitalisierung der CNC-Fertigungsprozesse

26 Firmware schützen und Lizenzen durchsetzen
Schlanke Lösung für Integritätsschutz und Lizenzmanagement

Fertigungstechnologien

28 Edelmetalle effizient zerspanen
Präzisionswerkzeuge für die wirtschaftliche Zerspanung

30 Smarte Regelung für elektrische Prozesswärme
Zukunftstechnologie lastgerecht geregelt

32 Ein Roboter für alle Fälle
Spindeln für hochpräzises Fräsen

Handhabung und Produktionslogistik

34 Wie Vakuum mobil wird
Elektrische Vakuumerzeugung eröffnet neue Freiheitsgrade



30

Konstruktion und Betrieb

38 Signale für stabile Prozesse
Signalisierung als zentrales Werkzeug

42 Kosten und Termine im Griff
Kollaboratives Terminmanagement schafft Transparenz

Forschung und Entwicklung

44 Automatisierte Fügetechnik für Schlauchsysteme
Projekt zielt auf geringere Fachkräfteabhängigkeit und höhere Prozessqualität

46 Schwebender Aktor macht Führungen präziser
Magnetische Luftgleitkissen für reibungsfreie Bewegung auf Linearachsen

Blick nach vorn

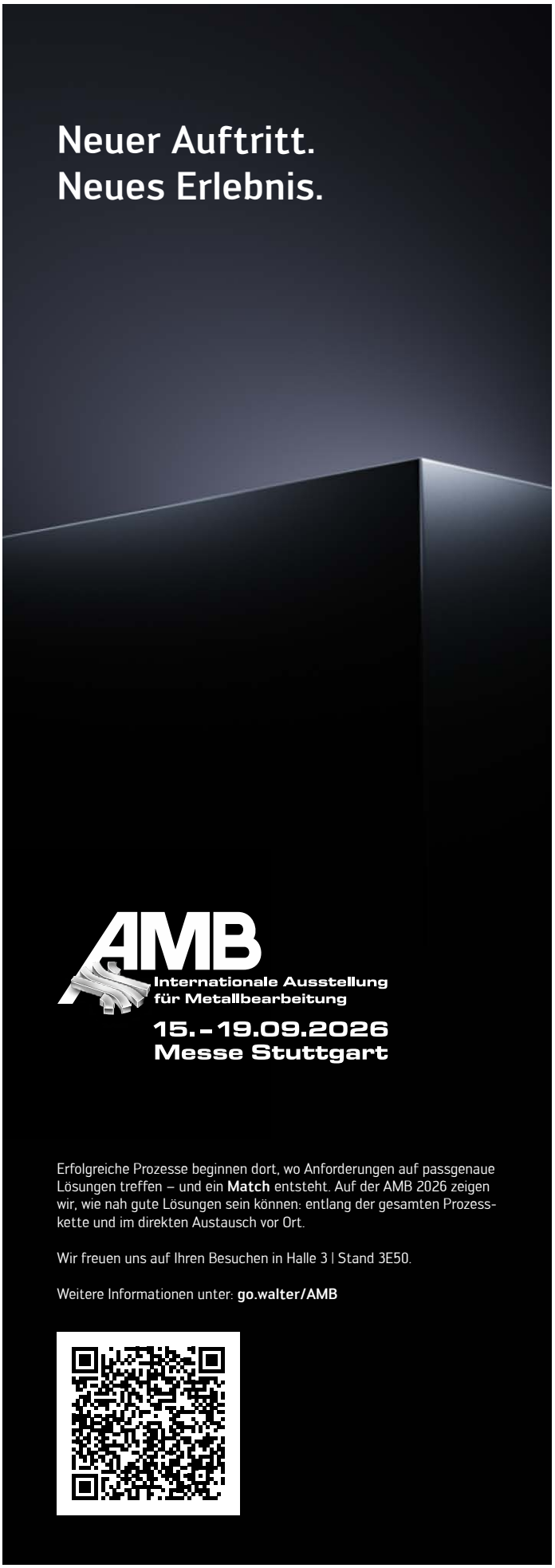
50 „Die Umsetzung dauert oft zu lange"
Interview mit Martin Ruskowski von SmartFactory Kaiserslautern über reale Projekte für den Weg zur smarten Fabrik

Service

48 Unternehmen in dieser Ausgabe, Impressum
49 Vorschau

Titel: Creative Concepts/stock.adobe.com (KI-generiert)

www.industrial-production.de



Energieinfrastruktur

ABB und Rittal bündeln Kompetenzen in Partnerschaft

Rittal und ABB haben eine Technologiepartnerschaft zur Weiterentwicklung von Lösungen für die elektrische Infrastruktur geschlossen. Ziel ist es, Planung, Aufbau und Betrieb von Stromverteilungen effizienter zu gestalten und den Ausbau von Infrastrukturen zu beschleunigen. Grundlage der Zusammenarbeit sind bestehende und neue Plattformen beider Unternehmen. Dazu zählen unter anderem Sammelschienensysteme, modulare Stromverteilungen sowie Komponenten der Niederspannungstechnik und unterbrechungsfreien Stromversorgung. Durch die Kombination dieser Systeme sollen Integrationsaufwand und Projektlaufzeiten reduziert werden. Ein Schwerpunkt liegt auf standardisierten Plattformkonzepten, die als Basis für gemeinsame Weiterentwicklungen dienen. Insbesondere die Vereinfachung von Montage- und Planungsprozessen steht im Fokus. Laut Unternehmen lassen sich mit neuen Systemansätzen deutliche Zeitgewinne bei der Installation erzielen. Die Partnerschaft baut auf einer bestehenden Zusammenarbeit auf, etwa im Bereich von Stromversorgungen für Rechenzentren und industriellen Anwendungen. Künftig sollen gemeinsame Innovationen entstehen. Zielgruppe sind vor allem Schaltanlagenbauer und Betreiber elektrischer Infrastruktur. Mit der Kooperation reagieren beide Unternehmen auf steigende Anforderungen an Energieverteilung, etwa durch Digitalisierung, wachsende Rechenzentrumskapazitäten und den Ausbau erneuerbarer Energien. | *am*



Prof. Dr. Friedhelm Loh (4. v. l.), Inhaber und Vorstandsvorsitzender der Friedhelm Loh Group, und Giampiero Frisio (5. v. l.), President ABB Electrification. Bild: Rittal

Rittal, www.rittal.de
ABB, new.abb.com

Geschäftsjahr 2025

Igus investiert in Automatisierung und lokale Produktion

Igus hat im Geschäftsjahr 2025 umfangreiche Investitionen in Automatisierung, Infrastruktur und internationale Standorte umgesetzt. Insgesamt flossen 124,4 Millionen Euro in neue Anlagen, Werke und digitale Systeme, um Lieferzeiten zu verkürzen und die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Trotz eines schwierigen Marktumfelds steigerte Igus den Umsatz um 4,4 % auf 1,155 Milliarden Euro. Wachstumstreiber waren insbesondere China, Deutschland und die USA, die rund 60 % des Geschäfts ausmachen. Die Mitarbeiterzahl stieg auf 5.423 Beschäftigte weltweit. Ein Schwerpunkt liegt auf der Automatisierung der Produktion am Standort Köln. Dazu zählen ein vollautomatisches Kleinteilelager sowie optimierte Prozesse in der Spritzgussfertigung, die Durchlaufzeiten deutlich verkürzen. Parallel baut Igus seine internationale Präsenz aus und erweitert Standorte in Asien, Amerika, Europa und Afrika. Ziel sind kürzere Lieferketten und stärkere lokale Produktion. Dadurch konnten Transportmengen und Emissionen reduziert werden. Auch die Forschungs- und Testkapazitäten wurden erweitert. Das Testlabor umfasst nun 5.500 m² mit zusätzlichen Prüfständen. Zudem entwickelt Igus digitale Tools zur vereinfachten Produktkonfiguration.

Für weiteres Wachstum setzt Igus auf neue Produkte und Plattformen im Bereich Automatisierung und Robotik. Insgesamt wurden 227 Produktneuheiten angekündigt. | *am*


Bild: Igus

Igus, www. igus.de

| MS01G |

Systemintegrierte Highend-Messtechnik



Integriert Messtechnik und Datenanalyse ins Automatisierungssystem: PC-based Control

- Hard- und Software für die durchgängige Messkette: von der Datenerfassung bis zur Analyse in der Cloud
- EtherCAT-Klemmen der ELM3xxx-Serie: hochpräzise, schnelle und robuste Messtechnikklemmen in IP20 und IP67
- Highspeed-Feldbus EtherCAT zur zeitsynchronen Datenübertragung an die Steuerung
- durchgängige, lückenlose Datenanalyse mit TwinCAT Analytics
- einfache Integration von MATLAB® und Simulink® in die TwinCAT-Programmierumgebung
- Schnittstellen zur komfortablen Datenerfassung und -analyse in LabVIEW™
- TwinCAT 3 Scope View zur grafischen Darstellung aller Messsignale

SENSOR+TEST 2026
DIE MESSTECHNIK-MESSE
The Measurement Fair

Halle 1, Stand 330

Erfahren Sie mehr über unsere Highend-Messtechnik!

New Automation Technology BECKHOFF

Automatisierung

Beckhoff wächst moderat und investiert in Zukunftstechnologien

Beckhoff Automation hat im Geschäftsjahr 2025 seinen weltweiten Umsatz um 6 % auf 1,24 Milliarden Euro gesteigert. Nach den Sondereffekten der Vorjahre bewertet das Unternehmen die Entwicklung als stabil. Auch der Auftragseingang zog im Jahresverlauf an, was auf eine beginnende Erholung der globalen Industriekonjunktur hindeutet. Zentral für das Geschäft bleibt das Konzept der PC-basierten Steuerung, das branchenübergreifend eingesetzt wird. Beckhoff sieht eine zunehmende Nachfrage nach softwarebasierter Automatisierung sowie nach neuen Lösungen wie der schaltschranklosen Systemarchitektur. Diese Entwicklung unterstreicht den Trend zu flexiblen und skalierbaren Automatisierungslösungen im Maschinen- und Anlagenbau.

Parallel investierte das Unternehmen 2025 rund 80 Millionen Euro in Forschung und Entwicklung und plant, dieses Niveau beizubehalten. Schwerpunkte liegen auf der Integration von IT und Automatisierung sowie auf neuen Anwendungen im Umfeld von künstlicher Intelligenz. Mit weltweit rund 5.450 Beschäftigten und einer breiten internationalen Präsenz baut Beckhoff zudem auf eigene Nachwuchsförderung, um den Fachkräftebedarf langfristig zu sichern. Für 2026 erwartet das Unternehmen eine stabile Entwicklung. Trotz anhaltender geopolitischer Unsicherheiten deutet die Geschäftsentwicklung seit Ende 2025 auf eine positive Tendenz hin. | *am*



Hans Beckhoff, Gründer und geschäftsführender Gesellschafter von Beckhoff Automation. Bild: Beckhoff

Beckhoff, www.beckhoff.com

Digitaler Vertrieb

Würth startet Direktvertrieb auf Conrad-Marktplatz



Bild: Adolf Würth

Die Würth-Gruppe bietet ihre Produkte erstmals als Direktanbieter auf einem Online-Marktplatz an. Über die Conrad Electronic Sourcing Platform vertreibt das Unternehmen mehr als 12.000 Artikel für Industrie- und Gewerbekunden. Das Sortiment umfasst Befestigungstechnik, Werkzeuge, chemisch-technische Produkte sowie Artikel aus Elektrotechnik, Elektronik und Arbeitsschutz. Die Integration erfolgt als Direct-Seller-Modell, bei dem Würth selbst als Anbieter auftritt und damit einen zusätzlichen digitalen Vertriebskanal nutzt. Für Würth ist dies der erste direkte Verkauf über einen Online-Marktplatz. Conrad erweitert im Gegenzug sein Angebot um das Sortiment eines führenden Herstellers im Bereich Montage- und Befestigungstechnik. Ziel der Kooperation ist es, Beschaffungsprozesse für Industriekunden zu bündeln und den Zugang zu technischem Bedarf über eine zentrale Plattform zu vereinfachen. | *am*

Conrad Electronic, www.conrad.de
Adolf Würth, www.wuerth.de

Intralogistik

EPG integriert Robotiklösung in WMS



Bild: EPG

EPG hat sein Automatisierungsportfolio durch eine Partnerschaft mit Locus Robotics erweitert. Im Zentrum steht die Integration der Fulfillment-Lösung von Locus Robotics in das Warehouse Management System LFS. Durch die Anbindung der AMR lassen sich Kommissionierprozesse beschleunigen und flexibler skalieren. Die Roboter übernehmen Transportwege im Lager, während das WMS die Auftragsverteilung und Prozesssteuerung koordiniert. Ziel ist es, Laufwege zu reduzieren, Pickzeiten zu verkürzen und Mitarbeitende zu entlasten. Die integrierte Lösung ist bereits im Logistics Solution Center von EPG im Einsatz und kann dort unter realen Bedingungen getestet werden. Unternehmen erhalten so Einblicke in das Zusammenspiel von Software und Robotik. Mit der Kooperation reagiert EPG auf steigende Anforderungen an Effizienz und Anpassungsfähigkeit in der Lagerlogistik. Weitere Erweiterungen des Automatisierungsportfolios sind angekündigt. | *am*

EPG, www.epg.com

NIS2, KRITIS-Dachgesetz, neue Pflichten: Warum industrielle Sicherheit jetzt Chefsache ist

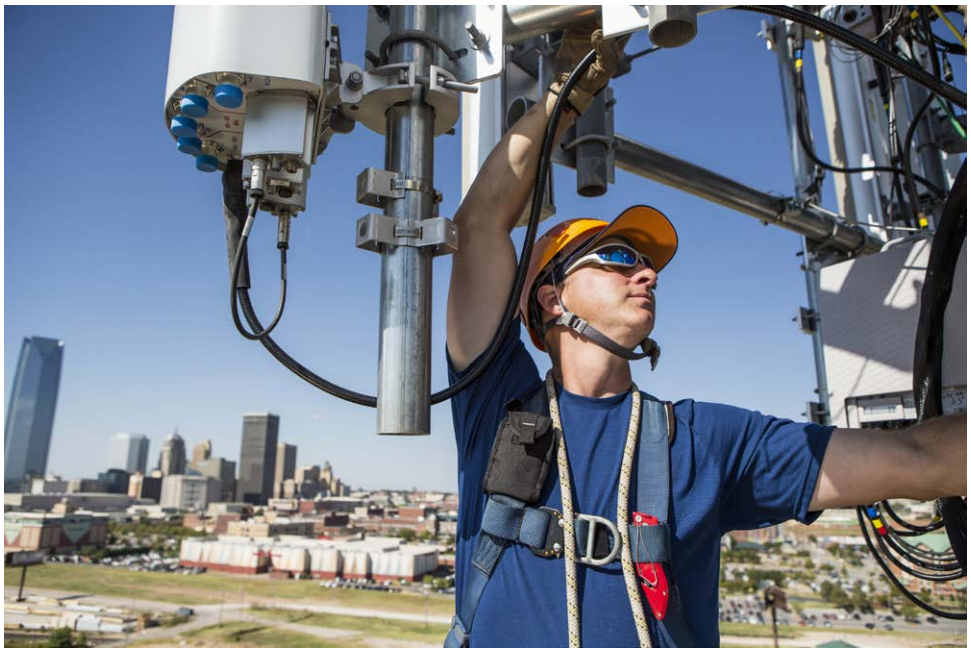


Foto: ASSA ABLOY Sicherheitstechnik GmbH

Ganzheitlicher Schutz in der Industrie verlangt nach effektiven Sicherheitskonzepten an den Schnittstellen von IT, OT und physischer Infrastruktur.

Für viele Industrieunternehmen ist Sicherheit endgültig kein Thema mehr, das sich vertagen lässt. Mit NIS2 gelten in Deutschland seit Dezember 2025 deutlich verschärfte Anforderungen an Risikomanagement, Meldestrukturen und Verantwortlichkeiten. Parallel setzt das KRITIS-Dachgesetz neue Maßstäbe für die Resilienz und den physischen Schutz kritischer Infrastrukturen. Wer betroffen ist, muss nicht nur handeln, sondern auch nachweisen können, dass angemessene Schutzmaßnahmen umgesetzt wurden. Verstöße können Bußgelder und weitere aufsichtsrechtliche Maßnahmen nach sich ziehen. Zugleich zeigt sich in der Praxis ein beunruhigendes Bild: Noch Wochen nach Ablauf der Registrierungsfrist hatte ein großer Teil der betroffenen Unternehmen die erforderliche Anmeldung nicht vorgenommen.

Das Problem dabei: Viele Betriebe denken bei Sicherheit noch immer zuerst an Firewalls, Backups und Netzwerksegmente. Doch ein ganzheitlicher Schutz endet nicht am Serverraum. Gerade in der Industrie entstehen Risiken an den Schnittstellen von IT, OT und physischer Infrastruktur: an Werkstoren, in sensiblen Produktionsbereichen, an Lagerzonen, Technikräumen, Laboren oder Verwaltungsbereichen mit vertraulichen Daten. Wenn Zutritte nicht sauber geregelt, Berechtigungen nicht flexibel steuerbar und Ereignisse nicht nachvollziehbar dokumentiert werden können, bleibt die Sicherheitsarchitektur lückenhaft.

Hinzu kommt: Industrieumgebungen sind selten statisch. Standorte wachsen, Prozesse ändern sich, Fremdfirmen kommen hinzu, neue kritische Bereiche entstehen. Genau deshalb geraten klassische Schließanlagen zunehmend an ihre Grenzen. Gefragt sind heute Lösungen, die physische Sicherheit modern denken: mit klaren Zutrittskonzepten, zeitlich begrenzbaren Berechtigungen, dokumentierten Schließereignissen und der Möglichkeit, bestehende Infrastrukturen wirtschaftlich zu modernisieren. Denn Resilienz bedeutet nicht nur, Angriffe abzuwehren, sondern Störungen, Sabotage und unbefugten Zutritt von vornherein zu erschweren.

Für Unternehmen ist jetzt der richtige Zeitpunkt, die eigene Sicherheitsarchitektur kritisch zu prüfen: Wo bestehen regulatorische Pflichten? Welche Bereiche sind besonders schutzbedürftig? Und ist die vorhandene Tür- und Schließtechnik noch auf dem Stand, den heutige Risiken und Anforderungen verlangen? Wer diese Fragen zu spät stellt, riskiert nicht nur organisatorischen Aufwand, sondern unter Umständen Sicherheitslücken mit weitreichenden Folgen.

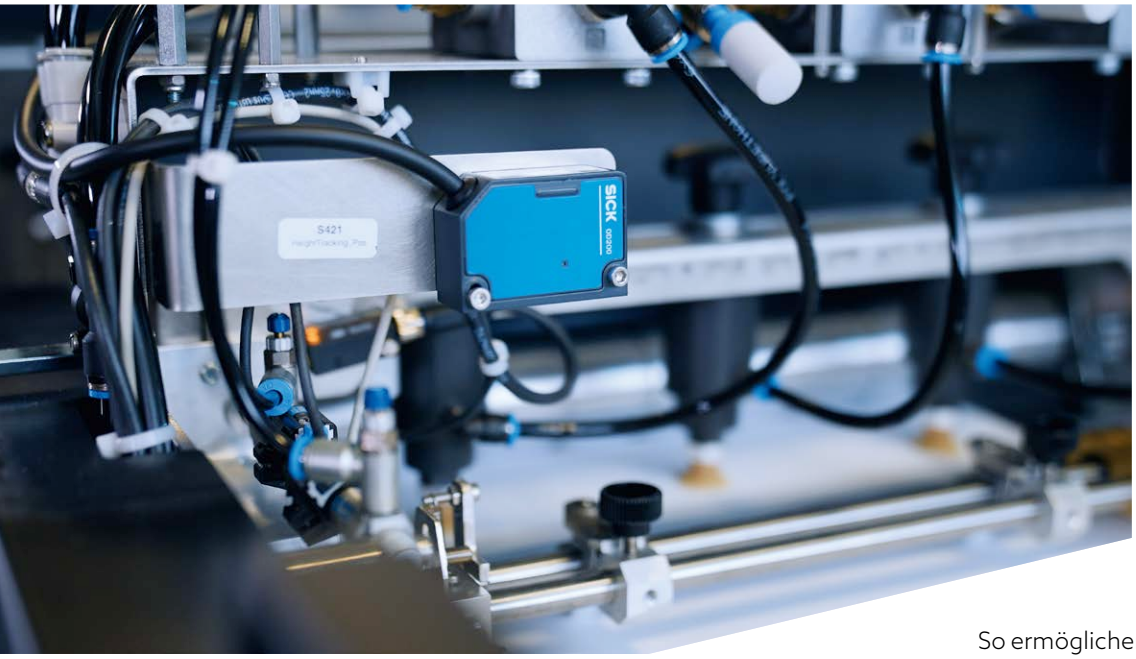
Weiterführende Orientierung, konkrete Einordnung und praxisnahe Ansätze bietet das Whitepaper „Sicherheit in der Industrie" von ASSA ABLOY.

Whitepaper:
Sicherheit in der Industrie

ASSA ABLOY
Sicherheitstechnik GmbH
Bildstockstraße 20
72458 Albstadt
Tel. : +49 7431 123-0
albstadt@assaabloy.com

Laser-Sensorik optimiert Fotobuchfertigung

Es gibt unzählige Anlässe und Ereignisse, die Menschen gerne als Erinnerung in Fotobüchern festhalten. Die Maschinen, auf denen sie hergestellt werden, stammen in vielen Fällen von der Schweizer Firma Imaging Solutions. Für anspruchsvolle Detektions- und Messaufgaben während der automatischen Buchproduktion vertraut der Anbieter von Lösungen für die Bildnachbearbeitungsbranche auf den Laser-Distanzsensor OD200 von Sick.



Der OD200 von Sick misst präzise in Fotobuchmaschinen. Bilder: Sick/Imaging Solutions

Fotos, Schnappschüsse und Texte im individuellen Layout, professionell gedruckt und hochwertig verarbeitet – mit Fotobüchern sind Glücksmomente und schöne Erinnerungen jederzeit und immer wieder schnell zur Hand. Basierend auf regionalen Verkaufszahlen schätzen Experten, dass weltweit etwa 60 bis 70 Millionen Fotobücher pro Jahr hergestellt werden. Davon entfällt etwa ein Drittel auf Europa – und ein erheblicher Teil davon wird auf Maschinen von Imaging Solutions produziert. „Bereits seit 2003 ist unser Unternehmen auf modulare Systeme für die automatisierte Produktion von LayFlat-Fotobüchern und anderen hochwertigen Print-on-Demand-Produkten spezialisiert", sagt Chiara Bianchi, zuständig bei Imaging Solutions für Marketing & Videoproduktion. „Weltweit schätzen uns Fachleute aus der Foto-, Druck- und Grafikbranche als kompetenten Partner und Lieferanten innovativer Druckveredelungstechnologie."

So ermöglichen die automatischen Workflow-Systeme von Imaging Solutions eine hochwertige und zugleich effiziente Druckverarbeitung von Büchern, Fotobüchern, Fotokalendern, Postkarten und Postern in Einzelauflagen und Kleinserien. „Die Anbieter von Fotobüchern und andere Kunden der Bildnachbearbeitungsbranche vertrauen dabei auf störungs- und stillstandsfreie Prozesse in unseren Fotobuchmaschinen – von der Einzelblattbearbeitung über Sortier- und Zuführprozesse bis zum Binden der Bücher", führt CPO Patrick Häni, verantwortlich für die gesamte Produktion bei Imaging Solutions, aus. „Überall dort, wo in den Maschinen Sensorik zum Einsatz kommt, vertrauen wir seit vielen Jahre auf die Expertise und die Produkte von Sick. Jüngstes Beispiel ist der Laser-Distanzsensor OD200, der in



Eine automatisierte Fotobuchmaschine für effiziente Druck- und Bindeprozesse.

verschiedenen anspruchsvollen Anwendungen zum Einsatz kommen wird."

Hochglanzpapier und dunkle Prints

Viele Menschen, die ihr Fotobuch im Internet gestalten und dann dort bei Anbietern von Fotoservices und Online-Druck bestellen, entscheiden sich für glänzende Fotopapiere – vor allem, weil auf ihnen die Fotomotive in maximaler Farbwirkung, Tiefe und Brillanz zur Geltung kommen. Gleichzeitig ist Glanz eine Herausforderung für die Automatisierung der Fotobuchmaschine, vor allem dort, wo es um höchste Präzision geht – konkret bei Imaging Solutions bei der Erfassung und Messung von nur 130 µm starkem Hochglanz-Fotopapier. „Glanz bedeutet Spiegelungen und zufällige Reflexionen, womit viele optische Sensoren ein Problem haben", erklärt Michael Kiss, Strategic Product Manager bei Sick. „Aber auch dunkle Prints können aufgrund mangelnder Remissionsgrade zur Herausforderung werden." Mit dem OD200 konnte er Patrick Häni und Imaging Solutions für beide Szenarien eine zuverlässige Lösung bieten.

Der OD200 ist ein messender Laserabstandsensor für kleine Reichweite in Miniaturbauform, der seit Mitte 2025 das Portfolio der Displacement-Sensoren von Sick bereichert. Mit seinem neu entwickelten Messkern mit hochauflösender Empfängerzeile und dem optimierten optischen System erreicht der Miniatur-Displacement-Sensor OD200 eine Präzision, Linearität und Wiederholgenauigkeit, wie sie sonst nur High-End-Geräte bieten. Dadurch gewährleistet dieser Sensor eine hohe Messwertstabilität und ein zuverlässiges, reproduzierbares Detektions- und Schaltverhalten. „Und das auch auf glänzenden Oberflächen", sagt Patrick Häni.

In der Papiervereinzelung, in der das Fotopapier als Stapel eingelegt und dann blattweise getrennt und verarbeitet wird, misst ein Sensor kontinuierlich die Höhe des Stapels, während ein weiterer OD200 sicherstellt, dass noch Papier im Stapel vorhanden ist. Durch die Messung der Distanz zum obersten Blatt kann der Stapel jeweils auf die korrekte Höhe nachgefahren werden, damit die Vakuum-Saugeinheit das Blatt zuverlässig abziehen kann", beschreibt Patrick Häni die Aufgaben der Laser-Distanzsensoren. „Dank der Performance der beiden OD200 ist jederzeit eine reibungslose Papierzuführung gewährleistet." In weiteren Applikation innerhalb der Maschine werden OD200 beim Anzug von Kartonbögen für Einlage- und Rückseiten sowie zur Detektion, Positionsbestimmung und Höhenkontrolle gebundener Bücher in der Ausschiebestation eingesetzt.

Zusammenarbeit als wichtiger Baustein

Imaging Solutions und Sick arbeiten seit vielen Jahren vertrauensvoll und erfolgreich zusammen. Immer wieder werden neue Ansätze und Potenziale für weitere Verbesserungen der Qualitäts- und Prozesssicherung besprochen und bewertet. „Dieser Austausch, bei dem wir auf die zuverlässige Beratung, den hohen Qualitätsstandard und die Innovationskraft von Sick zählen können, stellt einen wichtigen Baustein in unserer technologischen Weiterentwicklung dar", bestätigt Patrick Häni. „Individuelle Anforderungen werden schnell erfasst und maßgeschneiderte Lösungen zeitnah entwickelt. Dies und die einfache Integration von Sensorlösungen wie dem OD200 in unsere bestehenden Systeme haben unsere Prozesse nachhaltig optimiert und unser Vertrauen in Sick als strategischen Technologiepartner weiter gestärkt."

Wenig überraschend also, dass gemeinsam bereits weitere Themen vorangetrieben werden, beispielsweise die Integration intelligenter Kamerasysteme, um mithilfe hochauflösender und schneller Bildaufnahmen komplexe Abläufe und Prozesse in den Maschinen gezielt zu analysieren. | *am*

Sick, www.sick.com



Die Sensoren messen trotz Reflexionen auch Hochglanz-Fotopapier präzise.

Flexible KI-Inspektion

Die industrielle Qualitätskontrolle muss heute flexibel, präzise und wirtschaftlich zugleich arbeiten. Eine neue, modular aufgebaute Inspektionslösung kombiniert KI, Bildverarbeitung und Edge Computing und ermöglicht schnelle Integration sowie intuitive Bedienung auch ohne Spezialwissen.



Die IDS-Industriekamera uEye XC und die Prüfstation. Bilder: preML

Die Qualitätskontrolle steht heute stärker denn je unter Druck: Sie muss flexibel, präzise und wirtschaftlich arbeiten. Branchen wie Automobil, Maschinenbau oder Elektronikfertigung prüfen eine wachsende Vielfalt an Bauteilen – häufig unter wechselnden Bedingungen und mit minimaler Zeit für komplexe Integrationen.

Die Inspektionslösung von preML setzt genau hier an. Sie ist schnell integrierbar, intuitiv zu bedienen und ermöglicht selbst Anwendern ohne Bildverarbeitungswissen, KI-gestützte Prüfmodelle zu erstellen. Ihr modularer Aufbau bewährt sich sowohl bei Elektronikbaugruppen als auch bei Kunststoffteilen und vielen weiteren industriellen Anwendungen. Das System wird als kompletter, modularer Bausatz geliefert – mit Kamera, Beleuchtung, Edge Computing und vorinstallierter Software. Es ist damit eine echte Plug-and-Play-Lösung für die industrielle Qualitätskontrolle. Im Zentrum des Systems steht die IDS-Industriekamera uEye XC. Ihr 13-Megapixel-Sensor AR1335 (Onsemi) liefert detailreiche Bilder, der Autofokus sorgt für konstante Schärfe – auch bei wechselnden Bauteilhöhen, variablen Arbeitsabständen oder unterschiedlichen Oberflächen.

Im Live-Betrieb der preML Vision Lab Software erfasst die uEye XC beispielsweise einen Kunststoffdübel und prüft ihn automatisch auf Abweichungen. Prüfmodelle lassen sich direkt am Gerät anlegen, verwalten und in Echtzeit auswerten. Ein praktisches Beispiel liefert die Elektronikfertigung: TOP. Thomas Preuhs nutzt das flexible Inspektionssystem für die Kontrolle manuell bestückter Leiterplatten. Die Kom-

bination aus leistungsfähiger Kameratechnik und KI-basiertem Prüfmodell erschließt einen neuen Automatisierungsgrad – bei minimalem Bedienaufwand. David Fehrenbach, Gründer von preML, betont die einfache Nutzung: „Unsere Lösung schließt eine entscheidende Marktlücke. Erstmals kann Fachpersonal ohne Kenntnisse in Bildverarbeitung oder KI visuelle Qualitätsinspektionen selbstständig, intuitiv und direkt am Gerät anlernen, verwalten und durchführen."

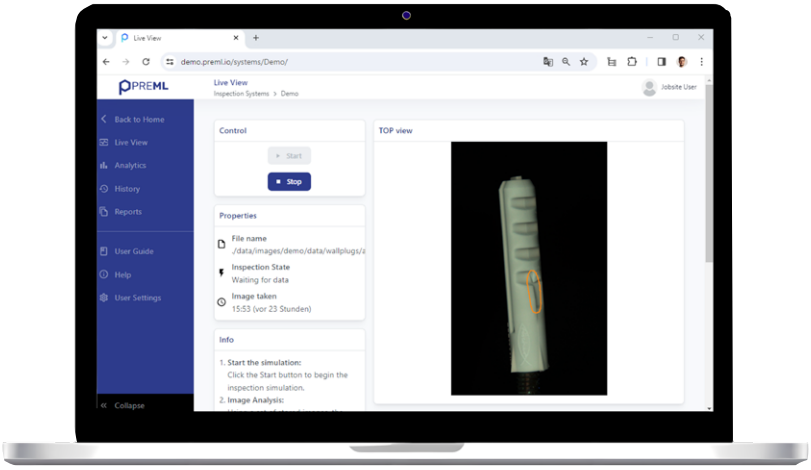
Bildqualität und Bedienkomfort

Die uEye XC vereint die Handhabung einer Webcam mit der Zuverlässigkeit einer Industriekamera. Eine einzige Kabelverbindung genügt für Installation und Inbetriebnahme – ein Vorteil in Fertigungsumgebungen, in denen Anlagen häufig umgerüstet oder erweitert werden. Im Inneren arbeitet der 13-MP-Sensor AR1335 von Onsemi, der hochauflösende Bilder für verlässliche Fehlererkennung liefert. Der Autofokus stellt automatisch scharf und hält die Bildqualität konstant, selbst bei variierenden Objektabständen.

Jürgen Hejna, Product Manager 2D Machine Vision bei IDS, beschreibt es so: „Die uEye XC ist für Anwender gemacht, die ohne großen Integrationsaufwand verlässliche Bildqualität benötigen. Die Autofokus-Kamera stellt automatisch scharf und ermöglicht eine perfekte Distanzeinstellung. Ihr Sensor liefert 20 fps bei voller Auflösung und meistert dank BSI-Technologie auch wechselnde Lichtverhältnisse."

Eine schnell wechselbare Makro-Aufsatzlinse erweitert den Einsatz im Nahbereich: Sie reduziert die minimale Objektdistanz und ermöglicht die präzise Erfassung kleiner Strukturen, von Leiterbahnen über Materialdefekte bis hin zu geometrischen Abweichungen. Funktionen wie 24-facher Digitalzoom, Auto-Whitebalance und Farbkorrektur unterstützen zuverlässige Detailprüfungen. „Je nach Inspektionsanforderung können bis zu vier uEye-XC-Kameras pro System eingesetzt werden, um mehrseitige Prüfprozesse, komplexe Geometrien oder kombinierte Oberflächen und





Automatisierte Qualitätskontrolle eines Kunststoffdübels mit der uEye XC und preML Vision Lab: Prüfmodell und Ergebnisdarstellung in der Live-Ansicht.

Detailinspektionen abzubilden", erklärt David Fehrenbach. „Die uEye XC passt perfekt zu unserer Systemphilosophie. Sie liefert automatisch Bilder, ohne dass unsere Anwender mit optischen Parametern kämpfen müssen."

Software und Edge Computing

Das System wird mit einer kompakten Edge-Computing-Einheit ausgeliefert. Sie arbeitet vollständig autark, benötigt keine Internetverbindung und ist daher ideal für abgeschottete Produktionsumgebungen. Die vorinstallierte Software preML Vision Lab läuft als Webapplikation direkt auf dem Gerät. Sie ist als No-Code-Lösung konzipiert und ermöglicht das Anlernen und Ausführen von Prüfmodellen ohne Programmierkenntnisse. Modelle lassen sich in wenigen Minuten an neue Produkte anpassen, was besonders in variantenreichen Fertigungen Zeit spart.

Bei TOP wird das System zur Inspektion manuell bestückter Leiterplatten verwendet – einem Umfeld, in dem Variantenvielfalt, unterschiedliche Oberflächen und wechselnde Beleuchtungssituationen üblich sind. „Seit über zwei Jahrzehnten montiert TOP Komponenten und Endgeräte aller Art, von Prototypen bis zu Klein- und Großserien. Die Produktion folgt den Prinzipien der Lean Production. Viele Baugruppen entstehen in Handarbeit, gefolgt von einer induktiven Lötung. Um hohe Qualität zu gewährleisten, werden alle gefertigten Teile einer 100-Prozent-Prüfung unterzogen. Dafür setzt das Unternehmen unter anderem das System von preML ein", sagt Emil Kurowski, TOP-Geschäftsführer. Die Lösung lässt sich in wenigen Minuten auf neue Produkte anpassen; Prüfmodelle können ohne Programmierkenntnisse erstellt und erweitert werden. Fehrenbach erläutert: „Unsere Lösung vereint das Beste aus zwei Welten: die Leistungsfähigkeit schlüsselfertiger Inspektionssysteme mit der Flexibilität individuell anpassbarer Softwarefunktionen. Gleichzeitig überzeugt sie mit der Bedienlogik und Wirtschaftlichkeit einer Smart-Kamera."

Flexibilität, Wirtschaftlichkeit, Eigenständigkeit

„Der Markt bewegt sich klar in Richtung mehr Flexibilität und Eigenständigkeit – weg von starker Integratorabhängigkeit", sagt David Fehrenbach. Diese Entwicklung spüren viele Fertigungsbetriebe deutlich: Sie wollen Systeme, die sich ohne externe Spezialisten anpassen lassen, schnell umstellbar sind und wirtschaftlich betrieben werden können. Gleichzeitig steigt der Preisdruck durch eine wachsende Vielfalt verfügbarer Lösungen, wodurch kurze Einführungszeiten und geringe Integrationskosten an Bedeutung gewinnen. Das modulare preML-System greift diese Anforderungen auf und bietet eine entsprechend hohe Anpassungsfähigkeit.

Damit eröffnet das System nicht nur neue Möglichkeiten für heutige Prüfprozesse. Es schafft auch die Grundlage für künftige, noch flexiblere Inspektionslösungen von automatisierten Serienprüfungen bis zu vollständig selbstlernenden Qualitätskontrollen. Ein nächster Entwicklungsschritt ist die Integration in Robotik und Automatisierungslösungen, um Prüfprozesse weiter zu vernetzen und vollständig zu automatisieren. | *Silke von Gemmingen, Communication Specialist – Corporate & Product, IDS/am*

IDS Imaging Development Systems, www.ids-imaging.com



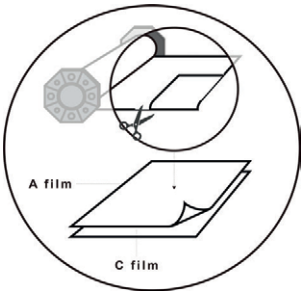
Das Modell U3-36L0XC aus der Kamerafamilie uEye XC.

Druck sichtbar machen. Prozess perfekt gestalten.

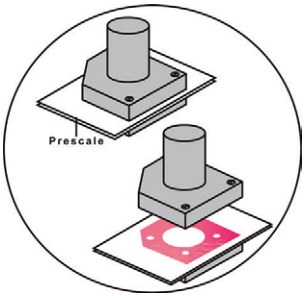
PRESCALE – Die einfache und präzise Lösung zur Druckmessung in allen Industriebereichen.



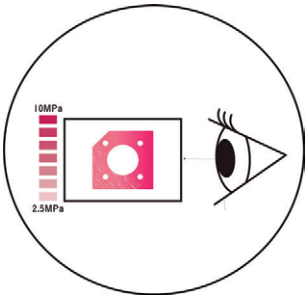
Bilder: FujiFilm



Schneiden Sie Prescale auf die gewünschte Größe oder Form zu.



Drücken Sie – und an der Druckstelle entsteht eine farbige Markierung.



Visuell mit der Prescale-Farbskala prüfen.

DRUCK MESSEN – MIT VOLLEM VERTRAUEN

Entdecken Sie die unsichtbare Kraft, die Ihre Fertigung auf ein neues Level hebt! Präzise Druckmessung ist der Schlüssel für Spitzenqualität – egal ob bei der Formgebung von Karosserieteilen, dem perfekten Anpressdruck in der Batteriefertigung, makellosen Verpackungsversiegelungen oder der feinen Verklebung in der Halbleiterproduktion. Seit über 45 Jahren ist FUJIFILM PRESCALE die bewährte Lösung zur Visualisierung und Quantifizierung von Druck, mit der Hersteller weltweit ihre Prozesse optimieren und Produktqualität verbessern.

Warum FUJIFILM PRESCALE wählen?

Sofortige Druckvisualisierung

Die einzigartige Filmtechnologie von PRESCALE verwandelt aufgebrachten Druck in ein lebendiges Farbmuster – und macht so unsichtbare Druckverteilungen für das menschliche Auge sichtbar.

Großer Druckbereich – Ein einfaches Werkzeug

Ob filigrane Elektronikbauteile oder schwere Pressen in der Automobilindustrie – PRESCALE deckt einen beeindruckenden Druckbereich von 0,006 bis 300 MPa ab. Die Anwendung ist stets gleich: Film zwischen die Kontaktflächen legen, Druck ausüben und Farbveränderung ablesen.

So funktioniert's

PRESCALE besteht aus zwei speziellen Folien: der A-Folie mit mikroverkapseltem Farbstoff und der C-Folie mit Farbreaktivierungsschicht. Wenn Druck ausgeübt wird, platzen die Mikrokapseln, der Farbstoff wird übertragen und bildet ein druckabhängiges Farbmuster – das präzise zeigt, wo und wie stark Kraft angewendet wurde

Digitale und präzise Analyse

FUJIFILM Prescale Mobile App

Fotografieren Sie die eingefärbte Folie einfach mit Ihrem Smartphone oder Tablet und der Prescale Mobile App, um sofort digitale Analysen wie Durchschnittsdruck, Kontaktfläche und mehr zu erhalten – schnell, intuitiv und mobil.

FUJIFILM Prescale Station

Für anspruchsvolle, volumenstarke Prüfungen bietet die Prescale Station eine fortschrittliche Analyse. Ausgestattet mit einer spezialisierten FA-Kamera und LED-Beleuchtung digitalisiert sie Ihre Druckmess-Ergebnisse direkt am PC – für höchste Genauigkeit und Effizienz in der Qualitätssicherung.

Vorteile von FUJIFILM PRESCALE:

- Mühelose Installation und Anwendung – ganz ohne komplizierte Einrichtung
- Sofortiges visuelles Feedback beschleunigt Entwicklung und Fehlerbehebung
- Präzise Daten ermöglichen gezielte Ursachenanalyse bei Qualitätsproblemen
- Minimiert teure Produktionsfehler, reduziert Ausschussraten und Stillstandzeiten
- Unterstützt verschiedenste Branchen und Materialien – maximale Flexibilität

Mehr über Prescale

Muster anfordern

FUJIFILM Europe GMBH
prescale-info@fujifilm.com
https://www.fujifilm.com

Digital sortiert, nachhaltig entwickelt

In der hochautomatisierten Sortieranlage von Veolia im rheinland-pfälzischen Ochtendung werden rund 90.000 Tonnen Verpackungsmüll in 13 verschiedene Abfallströme getrennt. Um die Sortierbarkeit neuer Verpackungen unter realen Bedingungen zu testen, setzt Circpack auf ein RFID-basiertes Track-and-Trace-System von Turck Vilant Systems.



Am IP67-UHF-RFID-Reader Q180 lassen sich bis zu vier externe Antennen anschließen. Bilder: Turck

Verpackungsabfall, der in Deutschland seit 1993 von den Dualen Systemen gesammelt wird, landet unter anderem in Müllsortieranlagen wie der in Ochtendung bei Koblenz. Das Entsorgungsunternehmen Veolia sortiert in dieser hochautomatisierten Sortieranlage jedes Jahr 90.000 Tonnen Verpackungsmüll. Verpackungen, die Bürger in gelben Säcken und Tonnen entsorgen, werden in insgesamt 13 verschiedene Materialströme getrennt, darunter Hauptströme aus Polypropylen (PP), Polyethylen (PE) und Polyethylenterephthalat (PET) jeweils als Folie und Festverpackung, außerdem Metall und Papier.

Im ersten Sortierschritt trennen drehende Siebtrommeln Verpackungsteile anhand ihrer Größe vom Hauptstrom. Am Ende wird das gesamte Material, das durch die letzten 3 mal 3 Zentimeter großen Sieböff-



Sortiermaschinen unterscheiden die Materialien der Verpackungen auch mittels Nahfeld-Infrarot-Sensorik.

nungen fällt, nicht weiter sortiert und der thermischen Verwertung zugeführt, also verbrannt. Im weiteren Sortierprozess erkennen Nahfeld-Infrarotsensoren (NIR) verschiedene Arten von Kunststoff- und Faserverpackungen. Magnete und Wirbelstromscheider entfernen Eisen- und Nichteisen-Metalle, und sogenannte Windsichter entfernen leichte Folien durch Absaugen.

Circpack by Veolia will den Anteil der wiederverwertbaren Verpackungen stetig erhöhen. Seit Februar 2025 ist die Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) in Kraft, die mit diversen Maßnahmen Abfallaufkommen reduzieren soll – zum einen durch recyclingfähige Materialien, zum anderen durch Abfallvermeidung mittels einer Mehrwegpflicht in bestimmten Bereichen.

Automatisierte RFID-gestützte Tests verbessern Aussagekraft

David Wardle suchte nach einer Lösung, mit der sich der Weg der Verpackungen durch das Sortiersystem automatisch verfolgen lässt und somit immer zuverlässigere Daten bereitgestellt werden können. Seine Idee war der Einsatz von RFID. „Ich hatte die Idee, aber nicht die Technologie", erinnert sich Wardle. „Deshalb suchten wir einen Partner, der sich nicht nur mit RFID auskannte, sondern diese Technologie auch in einer rauen Umgebung wie einer Sortieranlage zuverlässig zum Laufen bringen konnte." Über den Kontakt zu Avery Dennison kam Circpack zu Turck Vilant Systems und war schnell überzeugt. Gemeinsam wurde ein Set-up entwickelt, das heute aus neun Lesegeräten und 32 Antennen besteht, verteilt über die gesamte Sortieranlage.

Für die Kunden von Circpack – überwiegend große Markenhersteller – ist das System eine bahnbrechende Neuerung. Es zeigt ihr Engagement für die Verbesserung der Recyclingfähigkeit von Verpackungen. Die Ergebnisse der Tests fließen in Zertifizierungen ein, beispielsweise von RecyClass. Sie helfen den Herstellern, ihre Verpackungen zu verbessern – und gesetzliche Anforderungen zu erfüllen.

Skalierung und Weiterentwicklung

Das System in Ochtendung ist bislang einzigartig, aber das soll sich ändern. „Wir wollen es ausrollen – in andere Anlagen, in andere Länder", so der Umweltingenieur. „Und wir wollen es weiterentwickeln – mit optimierten Tags, mit höherer Lesegenauigkeit, mit mehr Automatisierung. Hersteller müssen künftig nachweisen, dass ihre Verpackungen recycelbar und vor allem sortierbar sind. Unser System liefert diesen Nachweis – objektiv, umfassend und zuverlässig."

Was als Idee begann, ist heute ein funktionierendes Testsystem unter Realbedingungen – und ein Vorzeigeprojekt für die gesamte Branche. „Wir haben bewiesen, dass technologische Innovationen den Weg zu einer stärker kreislauforientierten Wirtschaft ebnen können", resümiert Circpacks Testspezialist David Wardle. „Mit Turck haben wir einen Partner gefunden, der nicht nur liefert, sondern mitdenkt und mit Technologie echten Wandel möglich macht." | *Eric Ang, RFID-Experte bei Turck Vilant Systems / am*

Turck, www.turck.com
Circpack by Veolia, www.circpack.veolia.com



David Wardle, Circpack by Veolia.

Sensor+Test 2026

Die Sensor+Test versammelt wieder die internationale Sensorik- und Messtechnikbranche in Nürnberg und zeigt neueste Technologien, Anwendungen und Trends.



Bild: AMA Service/Bischof & Broel

Die Sensor+Test 2026 findet vom 9. bis 11. Juni in Nürnberg statt und versammelt Akteure der internationalen Sensorik- und Messtechnikbranche. Erwartet werden mehr als 300 Aussteller, die Entwicklungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette präsentieren – vom Sensorelement bis zur Auswertung von Messdaten. Im Mittelpunkt stehen aktuelle Technologien und deren Einsatz in industriellen Anwendungen. Die Messe dient dabei als Treffpunkt für Hersteller, Entwickler und Anwender und ermöglicht den fachlichen Austausch zu Trends und Anforderungen in unterschiedlichen Einsatzfeldern.

Ergänzt wird das Ausstellungsangebot durch Fachforen und thematische Sonderbereiche, darunter die Calibration Area sowie Beiträge zum Condition Monitoring. Sie greifen aktuelle Fragestellungen der Branche auf und ordnen technische Entwicklungen in ihren Anwendungskontext ein. Damit bietet die Sensor+Test einen Überblick über den Stand der Technik und relevante Themen der Mess- und Prüftechnik. | *am*

AMA Service, www.sensor-test.de

Automatisierte Abläufe

Messsoftware mit integriertem Kalibrier-Assistenten

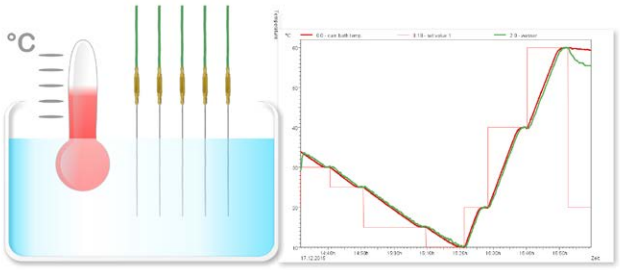


Bild: Ahlborn

Die Messsoftware WinControl von Ahlborn ist auf die Erfassung und Verarbeitung von Messdaten mit Almemo-Messgeräte ausgelegt und bietet Funktionen für komplexe Kalibrieraufgaben. Eine grafische Benutzeroberfläche sowie kontextsensitive Hilfen unterstützen die Bedienung und Projektanpassung. Ein Schwerpunkt liegt auf Assistenten zur Sensorkalibrierung. Mehrstufige Kalibrierabläufe lassen sich über Sollwertlisten und Stabilitätskriterien definieren. Dabei kann ein Kalibrator direkt angesteuert werden. Mehrere Messstellen können parallel kalibriert werden, während die Messwertaufzeichnung automatisiert erfolgt. Sobald definierte Stabilitätsbedingungen erreicht sind, speichert die Software eine festgelegte Anzahl von Messwerten pro Kalibrierschritt. Die Daten lassen sich in Formaten wie AMR, CSV oder Excel exportieren; der Fortschritt wird in einer Übersicht dargestellt.

Für die Kalibrierung von Klimakammern nach DAkkS-DKD-R 5-7 stehen entsprechende Assistenten zur Verfügung. Temperatur- und Feuchtekalibrierungen erfolgen automatisiert über definierbare Schritte und Stabilitätskriterien. Dabei werden Parameter wie Luftdruck und Taupunkt berücksichtigt, um die lokale Feuchte zu bestimmen. Zur Auswertung stehen Online- und Offline-Funktionen bereit. Die Software generiert automatisch Excel-Protokolle mit Messwerten sowie Angaben zur Messunsicherheit, die sich an individuelle Anforderungen anpassen lassen. | *am*

Sensor+Test, Halle 1, Stand 426

Ahlborn, www.ahlborn.com

KI, Daten und neue Sicherheitsanforderungen

Instabile Weltmärkte, steigender Kostendruck und Digitalisierung verändern die Sensorik grundlegend. Im Interview mit Andreas Mühlbauer erklärt Michael Schümperli, Head of Product Management bei Kistler, im Vorfeld der Sensor+Test, wie neue Anforderungen an Präzision, Rückverfolgbarkeit und Datensicherheit entstehen und welche Innovationen die Zukunft prägen.

Welche Trends prägen derzeit die Sensorik und Messtechnik und welche Themen stehen für Sie auf der Sensor+Test besonders im Fokus?

Die globalen Märkte sind im Wandel und werden zunehmend instabil. Das beeinflusst die Industrie und damit auch die dort eingesetzte Messtechnik und Sensorik direkt. Neben der weiter fortschreitenden Digitalisierung und dem stetig zunehmenden Kostendruck sind immer höhere Qualität, Präzision, Rückverfolgbarkeit und Flexibilität in den Produktionsprozessen gefordert. Die fertigenden Unternehmen können diese Anforderungen meist nur mit präziser Messtechnik und ausgeklügelter Auswertesoftware bewältigen. Dafür bieten wir bei Kistler die passenden Lösungen.



Bild: Kistler

Wie verändern Digitalisierung und datenbasierte Produktion die Anforderungen an moderne Sensorik und Messtechnik?

Mit der Digitalisierung rückt nun die Datensicherheit in den Fokus, das Stichwort ist CRA (Cyber Resilience Act) Readiness. Wir unterziehen unsere Produkte einer systematischen Analyse, um unseren Kunden Lösungen anzubieten, die den CRA erfüllen. Wir sehen zudem ein gesteigertes Bedürfnis nach mehr Flexibilität in der Produktion sowie nach standardisierten smarten Schnittstellen und Sensoren. Auch hier bieten wir mit unseren IO-Link-Messketten und unseren Analysesoftwares JBeam und MaDaM echte Mehrwerte für eine verbesserte Effizienz. Oft stellt sich auch die Frage: Was nützen die vielen Daten, wenn man sie schlussendlich nicht analysiert oder aufgrund der Menge Anomalien nicht wahrnimmt? Hier unterstützen wir unsere Kunden dabei, solche versteckten Themen aufzudecken.

Wo sehen Sie in den kommenden Jahren die größten Innovationspotenziale für Sensorik in der Industrie?

KI, humanoide Roboter, aber auch Condition Monitoring sind Themen, die die Sensorik in den nächsten Jahren beeinflussen werden. Sensoren sind die fühlenden Elemente von Robotern und KI, bringen also reelle Daten in die virtuelle Welt. Da spielen auch Prozesssimulationen mit digitalen Zwillingen eine wesentliche Rolle. Unsere Gesamtlösungen ergänzen wir fortlaufend mit neuen Funktionen, um diesen Ansprüchen gerecht zu werden.

Als Innovationstreiber in der Industrie beschäftigen wir uns zudem mit der weiteren Miniaturisierung unserer Produkte und damit, kontinuierlich noch bessere und genauere Messlösungen auf den Markt zu bringen. Davon profitieren auch unsere Kunden, da sie in ihrer Analyse präzisere Werte und damit noch bessere Rückschlüsse auf ihre Messungen und Prozesse ziehen können. Man darf in den kommenden Jahren also auf einige neue Produkte von Kistler gespannt sein.

Sensor+Test, Halle 1, Stand 612

Kistler, www.kistler.com

Wie aus Messwerten Entscheidungen werden

In Anlagen entstehen ununterbrochen Messwerte – doch viele davon verschwinden in Systemen, die niemand aktiv nutzt. Das Problem ist nicht die Datenmenge, sondern ihr Weg. Erst wenn Informationen ohne Umwege verfügbar sind und sinnvoll zusammenlaufen, werden aus Messwerten belastbare Entscheidungen.



Mit Netilion werden Gerätedaten direkt vor Ort per Smartphone erfasst, strukturiert und in einer cloudbasierten Umgebung verfügbar gemacht. Bilder: Endress+Hauser

Ein Summen in der Anlage, ein konstanter Durchfluss und stabile Temperaturen vermitteln den Eindruck eines eingespielten Prozesses, doch im Hintergrund entsteht ununterbrochen ein Strom an Informationen, denn Sensoren erfassen Zustände, melden Veränderungen und dokumentieren Abläufe in Echtzeit. Diese Daten sind längst zum Rohstoff der Industrie geworden, gleichzeitig zeigt sich in der Praxis ein Widerspruch: Obwohl Unternehmen massiv in ihre Anlagen und Messgeräte investieren, bleiben viele dieser Informationen ungenutzt, weil sie nicht dort ankommen, wo sie gebraucht werden, oder nicht im richtigen Zusammenhang stehen. Ob in der Chemie, der Wasserwirtschaft oder der Lebensmittelproduktion, überall wächst die Datenbasis schneller als ihre Nutzung. Erst wenn es gelingt,

diese Informationen zusammenzuführen und zugänglich zu machen, entsteht aus vielen Einzelwerten ein belastbares Gesamtbild, das Entscheidungen trägt. Doch wie wird aus dieser stetig wachsenden Datenmenge tatsächlich verwertbares Wissen?

Der erste Schritt, um Daten überhaupt nutzen zu können, ist ein scheinbar einfacher, aber entscheidender Punkt: Sie müssen zuverlässig und ohne Unterbrechung dort ankommen, wo sie gebraucht werden. Genau hier lag in der Vergangenheit oft die größte Hürde. In vielen Anlagen war die Kommunikation im Feld über Jahre hinweg von begrenzten Bandbreiten geprägt, Daten wurden nur in kleinen Paketen übertragen oder mussten über mehrere Systeme und Schnittstellen weitergereicht werden. Dadurch gingen Informationen verloren oder kamen verzögert an, sodass ihr Nutzen eingeschränkt blieb.



Sensoren erfassen kontinuierlich Wasserstände und Umgebungsdaten und bilden die Grundlage für ein digitales Hochwasser-Frühwarnsystem.

Mit Ethernet-APL verändert sich diese Situation grundlegend. Die Technologie bringt eine durchgängige und leistungsfähige Datenverbindung direkt ins Feld. Das bedeutet, dass Sensoren und Geräte ihre Informationen ohne Umwege und nahezu in Echtzeit an Leitsysteme oder Cloud-Anwendungen senden können. Möglich wird das über ein einziges zweiadriges Kabel, das gleichzeitig Energie und Daten überträgt und zugleich robust genug ist, um auch in anspruchsvollen Industrieumgebungen zuverlässig zu funktionieren.

Intelligente Sensorik als Schlüssel zur Transparenz

Während Ethernet-APL dafür sorgt, dass Daten zuverlässig und ohne Umwege übertragen werden, rückt eine zweite Frage in den Fokus: Welche Informationen liefern die Geräte eigentlich selbst und wie zugänglich sind diese im Alltag? Hier setzt IO-Link an und macht auch einfache Sensoren digital nutzbar, ohne die Komplexität der Anlage zu erhöhen.

IO-Link verwandelt klassische Feldgeräte in intelligente Datenquellen. Das bedeutet, dass nicht mehr nur ein einzelner Messwert zur Verfügung steht, sondern zusätzliche Informationen wie Gerätezustände, Diagnosen oder Parameter direkt mitgeliefert werden. Gleichzeitig lassen sich Geräte zentral konfigurieren und anpassen, ohne dass Eingriffe vor Ort notwendig sind. Auch der Austausch von Komponenten wird deutlich einfacher, da neue Geräte automatisch erkannt und mit den richtigen Einstellungen versehen werden. Dieses Prinzip des „Plug and Produce" reduziert Stillstandszeiten und erleichtert die Inbetriebnahme spürbar.

Gerade in Anwendungen mit vielen Messstellen, etwa in der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie, zeigt sich der Nutzen besonders deutlich. Wo früher einzelne Geräte isoliert betrachtet wurden, entsteht nun ein durchgängiges Bild des gesamten Prozesses. Alle relevanten Daten stehen konsistent zur Verfügung und lassen sich im Zusammenhang auswerten. Das erleichtert nicht nur die Fehlersuche, sondern schafft auch die Grundlage für stabile Abläufe und gezielte Optimierungen im Betrieb.

Vom Datentransfer zur Datennutzung

Sind Daten einmal verfügbar und durchgängig zugänglich, stellt sich die entscheidende Frage: Was passiert eigentlich mit ihnen im nächsten Schritt? Denn die reine Übertragung und Sichtbarkeit von Informationen schafft noch keinen



Mehrwert. Erst wenn Daten gezielt ausgewertet, eingeordnet und in den Arbeitsalltag integriert werden, entfalten sie ihren Nutzen. An dieser Stelle scheitern viele Ansätze, weil Daten zwar vorhanden sind, aber nicht in konkrete Anwendungen übersetzt werden.

Der Messtechnikspezialist Endress+Hauser hat deshalb das digitale Ökosystem Netilion entwickelt, das die Lücke zwischen Datenerfassung und tatsächlicher Nutzung schließt. Dort werden Informationen aus unterschiedlichsten Quellen gebündelt und in einer einheitlichen Umgebung sichtbar und nutzbar gemacht. Es spielt keine Rolle, ob die Daten von Endress+Hauser-Geräten oder von Drittanbietern stammen. Entscheidend ist, dass sie zusammengeführt, strukturiert und in einen verständlichen Kontext gebracht werden. So entsteht aus einer Vielzahl einzelner Datenpunkte ein verständliches Gesamtbild der Anlage.

Ein wesentlicher Vorteil liegt in der einfachen Zugänglichkeit. Über cloudbasierte Anwendungen stehen Informationen jederzeit zur Verfügung, unabhängig vom Standort. Mitarbeitende können vor Ort auf Geräte zugreifen oder Zustände prüfen, ohne auf zusätzliche Systeme angewiesen zu sein. Das beschleunigt Abläufe und reduziert Abstimmungsaufwand. Gleichzeitig unterstützen Anwendungen wie Asset Management oder Monitoring dabei, den Überblick über Anlagen und Geräte zu behalten. Zustände werden transparent, Abweichungen frühzeitig erkannt und Maßnahmen gezielter geplant. Statt reaktiv zu handeln, wird ein vorausschauender Betrieb möglich. Damit Daten auch über einzelne Anwendungen hinaus wirken, lassen sie sich über standardisierte Schnittstellen in bestehende Systeme integrieren. So werden sie Teil übergeordneter Prozesse und unterstützen beispielsweise Instandhaltung oder Qualitätsmanagement.

Daten werden zur Entscheidungsgrundlage

Welches Potenzial in der intelligenten Nutzung von Daten steckt, zeigt sich besonders deutlich in konkreten Anwendungen. Gerade vor dem Hintergrund des Klimawandels nimmt die Gefahr von Starkregen und Hochwasserereignissen spürbar zu, während gleichzeitig die Anforderungen an schnelle und fundierte Entscheidungen steigen. Hier setzt zum Beispiel das Hochwasser-Frühwarnsystem Netilion Flood Monitoring an.

In der Gemeinde Lenzkirch im Schwarzwald erfassen verschiedene Sensoren kontinuierlich Wasserstände, Niederschläge und Bodenfeuchtigkeit. Diese lokal erhobenen Daten werden nicht isoliert betrachtet, sondern mit Wetterprognosen und Informationen zur Beschaffenheit des Geländes verknüpft. Auf dieser Basis analysiert künstliche Intelligenz die Situation und erstellt ein präzises Lagebild, das mögliche Entwicklungen frühzeitig sichtbar macht.



Ethernet-APL ermöglicht die durchgängige, echtzeitnahe Übertragung von Prozessdaten direkt aus dem Feld bis in übergeordnete Systeme und Cloud-Anwendungen.

Der entscheidende Unterschied liegt darin, dass aus vielen einzelnen Messwerten ein verständlicher Zusammenhang entsteht. Verantwortliche in Gemeinden, bei Feuerwehr oder technischen Hilfswerken erhalten damit nicht nur Daten, sondern eine belastbare Entscheidungsgrundlage. Sie können Risiken früher erkennen, Entwicklungen besser einschätzen und gezielt Maßnahmen einleiten, bevor kritische Situationen eskalieren.

Das Beispiel macht deutlich, worauf es bei der Digitalisierung ankommt: Daten allein reichen nicht aus. Erst wenn sie zusammengeführt, interpretiert und in einen konkreten Anwendungskontext gebracht werden, entsteht ein echter Mehrwert. Aus einzelnen Messpunkten wird so ein Gesamtbild, das hilft, komplexe Zusammenhänge zu verstehen und richtig zu handeln. | *Pirmin Lickert, Portfolio Manager Innovation & Digitalization bei Endress+Hauser / am* **Sensor+Test, Halle 1, Stand 313**

Endress+Hauser, www.de.endress.com

Füllstandssensor

Kapazitive Füllstandsmessung für anspruchsvolle Medien

Für Anwendungen mit anhaftenden oder viskosen Medien stellt EBE eine kapazitive Füllstandssensorik auf Basis der corTEC-Technologie vor. Das Messprinzip ist auf Prozesse ausgelegt, in denen konventionelle Verfahren durch Beläge, Rückstände oder inhomogene Medien an ihre Grenzen stoßen. Die Sensoren eignen sich für Stoffe mit geringen Leitwerten ebenso wie für flüssige, viskose, pastöse oder pulverförmige Medien. Auch Schüttgüter mit variierenden Materialeigenschaften lassen sich erfassen. Ein Fokus liegt auf Anwendungen mit leitfähigen Ablagerungen an Behälterwänden, etwa durch Biofilme oder Kondensate, die bei anderen Messmethoden zu Drift oder Fehlmessungen führen können. Diese Einflüsse werden bei der corTEC-basierten Messung kompensiert.


Bild: EBE

Der LCRC-Füllstandssensor arbeitet berührungslos von außen durch die Behälterwand. Dabei unterscheidet das System zwischen der Kapazität des Mediums und der von anhaftenden Schichten, sodass auch bei Belagbildung eine stabile Erfassung möglich ist. Die externe Montage reduziert den Wartungsaufwand und verhindert medienbedingten Verschleiß oder Kontamination. Mit einer Baugröße von 30 × 30 mm ist der Sensor für kompakte Systeme ausgelegt und kann auch in hygienisch sensiblen oder schwer zugänglichen Anwendungen eingesetzt werden. Typische Einsatzfelder sind Labor- und Analysegeräte, Medizintechnik sowie Dosier-, Reinigungs- und Temperiersysteme. | *am*

Sensor+Test, Halle 1, Stand 341

EBE Elektro-Bau-Elemente, www.ebe.de

In-process-Messung

Werkzeugintegrierte Sensorik für die Zerspanung

Für die Überwachung und Regelung von Zerspanungsprozessen hat das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Institut für Oberflächentechnik der TU Braunschweig werkzeugintegrierte Sensorsysteme entwickelt. Sie ermöglichen die In-process-Erfassung von Schnittkräften und Temperaturen direkt im Eingriffsbereich zwischen Werkzeug und Werkstück. Die Temperaturmessung erfolgt über eine dünne Chrom-Sensorschicht, die zwischen elektrisch isolierenden Aluminiumoxid-Schichten eingebettet ist. Für die Erfassung der Schnittkraft kommen piezoresistive Dünnschichtsensoren zum Einsatz, die unterhalb der Wendeschneidplatte auf einer Unterlegplatte positioniert sind. Ein kombiniertes Sensordesign integriert einen auf Manganin basierenden Kraftsensor mit einem darunterliegenden Temperatursensor auf Basis diamantähnlichen Kohlenstoffs (DLC). Dadurch wird eine In-situ-Temperaturkompensation ermöglicht, auch bei lokal hohen Temperaturgradienten.

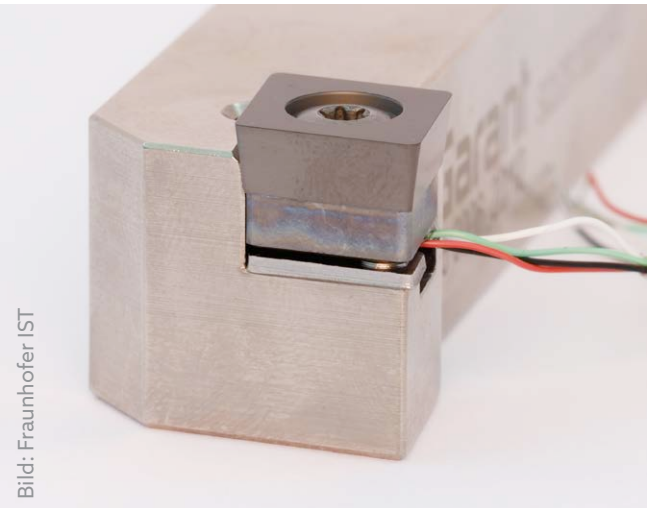


Bild: Fraunhofer IST

Zur Erprobung wurde eine Echtzeit-Prozessregelung umgesetzt. Ein Algorithmus verarbeitet die Sensordaten und passt die Vorschubgeschwindigkeit während des Bearbeitungsprozesses an. Ziel ist es, die Schnittkraft innerhalb definierter Grenzen zu halten, auch bei variierender Schnitttiefe. Die Ergebnisse zeigen, dass Dünnschichtsensoren eine direkte Messung in stark belasteten und schwer zugänglichen Bereichen erlauben. Gleichzeitig lässt sich auf externe Kraftmessplattformen verzichten. | *am*

Sensor+Test, Halle 1, Stand 551/2

Fraunhofer IST, www.ist.fraunhofer.de



An einer Digitalisierung der CNC-Fertigungsprozesse führt auch in kleineren und mittelständischen Betrieben kein Weg vorbei. Bilder: Evomecs

5 Praxistipps: Fertigungssoftware implementieren

Um auch künftig am Markt bestehen zu können, denken immer mehr Betriebe über die Digitalisierung ihrer CNC-Fertigungsprozesse nach. Entsprechende Softwarelösungen sind in der Lage, Wissen im Prozess transparent nutzbar zu machen und den Shopfloor spürbar zu entlasten – wenn die Rahmenbedingungen stimmen.

Viele kleinere und mittelständische CNC-Fertigungsbetriebe kennen die Situation: Die Auftragslage ist stabil, die Mitarbeiter sind ausgelastet, die Maschinen sollten laufen. Und dennoch geraten Kostendeckung und Liefertreue zunehmend unter Druck. In der Fertigung fehlt es an Transparenz: Betriebsmittel, Werkzeuge oder Bauteile müssen gesucht werden, Abstimmungen erfolgen ad hoc, Informationen sind nicht durchgängig verfügbar. Maschinen stehen nicht wegen technischer Defekte still, sondern wegen organisatorischer Reibungsverluste. Erfahrene Mitarbeitende kompensieren diese Schwächen durch hohen persönlichen Einsatz. Fällt jedoch personelles Know-how aus, geraten Prozesse ins Wanken.

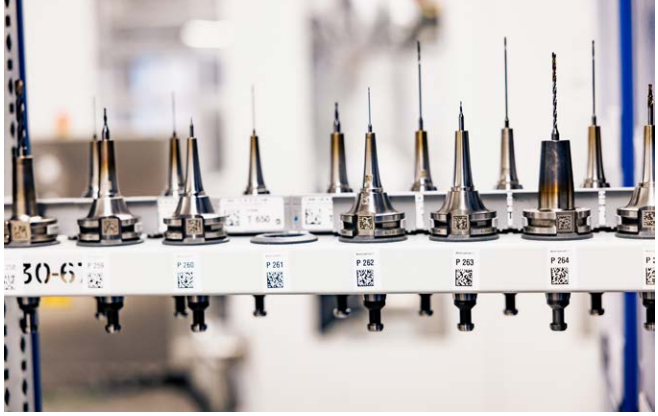
Spätestens an diesem Punkt müssen Unternehmen handeln. Die Digitalisierung von Fertigungsprozessen bietet dabei wertvolle Potenziale. Aber wie lassen sich diese im sinnvoll und effizient ausschöpfen? Dabei haben sich fünf Tipps in der betrieblichen Praxis bewährt.

Tipp 1: Tatsächlichen Bedarf erkennen und Ziele definieren

Ist die Entscheidung für die Implementierung einer leistungsfähigen Fertigungssoftware gefallen, gilt es, den tatsächlichen Bedarf zu analysieren und auf dieser Basis die mit der Einführung verbundenen Erwartungen und Ziele festzulegen.

Mögliche Fragestellungen können sein:

- Welche Aufträge verursachen besonders viel Aufwand und warum?
- Wo entstehen Leerlaufzeiten und wie lassen sie sich vermeiden?
- Wie nutzen wir unsere Werkzeuge tatsächlich und wo verschwenden wir Ressourcen?
- Wie lassen sich Rüstzeiten optimieren?
- Wie können wir besser planen?



Klarheit in der Benennung der einzelnen Werkzeuge bildet das Fundament für effiziente digitale Prozesse.

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

Tipp 2: Alternativen prüfen

Je genauer die Ziele definiert sind, die mit einer geplanten Digitalisierung des Fertigungsprozesses erreicht werden sollen, desto zielführender kann die Auswahl der gewünschten Lösung erfolgen. Wichtig ist dabei, dass diese Lösung in Größe und Leistungsumfang den tatsächlichen Anforderungen entspricht. In diesem Zusammenhang können Unternehmen auch über eine kleine Lösung mit geringem Digitalisierungsgrad nachdenken. Dabei werden Daten aus Maschinen, ERP- oder MES-Systemen exportiert. Anschließend landen sie in Excel-Tabellen oder in einer kostenlosen Cloud-Business-Plattform. Dort entstehen Dashboards, die aktuelle Zahlen in bunte Grafiken verwandeln. Das hat aber entscheidende Schwächen: Die Dashboards müssen manuell gepflegt werden und sind immer nur so aktuell wie der letzte Export.

Tipp 3: KI nutzen, wo es sinnvoll ist

KI verändert sowohl Prozesse als auch die Art, wie wir Software erleben. Was heute noch Klicks und Menüs erfordert, wird morgen von Assistenten übernommen, die den Kontext verstehen und proaktiv handeln. Gerade in der industriellen Fertigung ergeben sich daraus Vorteile überall dort, wo Produktionsleiter, Planer oder Maschinenbediener bisher noch mit einer Vielzahl an Systemen interagieren, Daten einpflegen oder Informationen abrufen müssen.

Mit KI-basierten Assistenten verändert sich dieser Alltag. Ein intelligenter Agent liefert die relevanten Informationen, macht Vorschläge oder setzt Entscheidungen direkt um. Ein Szenario könnte folgender Prompt sein: „Plane den aktuellen Auftrag für Bauteil X neu, da Mitarbeiter Y krankheitsbedingt fehlt." Der Agent prüft automatisch verfügbare Maschinen und Personalressourcen, passt den Fertigungsplan an und informiert die beteiligten Mitarbeiter. Das Entscheidende ist die daraus entstehende Flexibilität. Entscheidungen basieren nicht mehr auf alten oder gefilterten Zahlen, sondern auf dem tatsächlichen Zustand der Fertigung. Strategische Steuerung wird schneller, präziser und näher an der Realität. Statt wiederkehrende Auswertungen zu erstellen, reicht künftig ein kurzer Dialog mit dem Copiloten.

Tipp 4: Klarheit schaffen

Ist die Entscheidung für eine Fertigungssoftware gefallen, liegt der Schlüssel für einen reibungslosen, gewinnbringenden Betrieb anfangs oft im Detail, zum Beispiel in der Benennung der einzelnen Werkzeuge. Was auf den ersten Blick wie eine Formalität wirkt, bildet in der Praxis ein Fundament, auf dem effiziente digitale Prozesse überhaupt erst möglich werden. Wer diesen Schritt konsequent geht, gewinnt Struktur, Akzeptanz und Geschwindigkeit im gesamten Team. Denn ein Werkzeugname kann Wissen über Material, Geometrie, Technologie, Abmessungen oder Halter transportieren. Wird dieses Wissen sauber strukturiert, entsteht ein durchgängiges, standardisiertes und für alle verständliches Benennungssystem.

Tipp 5: Heute schon an morgen denken

Wer Fertigungsprozesse digitalisieren möchte, steht oft vor einem Dilemma: Alles auf einmal zu verändern, ist riskant. Aber gar nichts zu tun, kostet Wettbewerbsfähigkeit. Der Schlüssel liegt in einem flexiblen System, das mit den Anforderungen wächst. Eine modular aufgebaute Plattform ermöglicht es, gezielt dort zu starten, wo der Nutzen am größten ist. Der zentrale Einstiegspunkt lässt sich dann im Zuge einer Skalierung in verschiedene Richtungen ausbauen – je nach Bedarf etwa in Richtung NC-Datenhandling, Werkzeugbereitstellung, Produktionsplanung, Shopfloor-Automatisierung oder Qualitätsdatenerfassung.

Zukunftssicher zum vernetzten Shopfloor

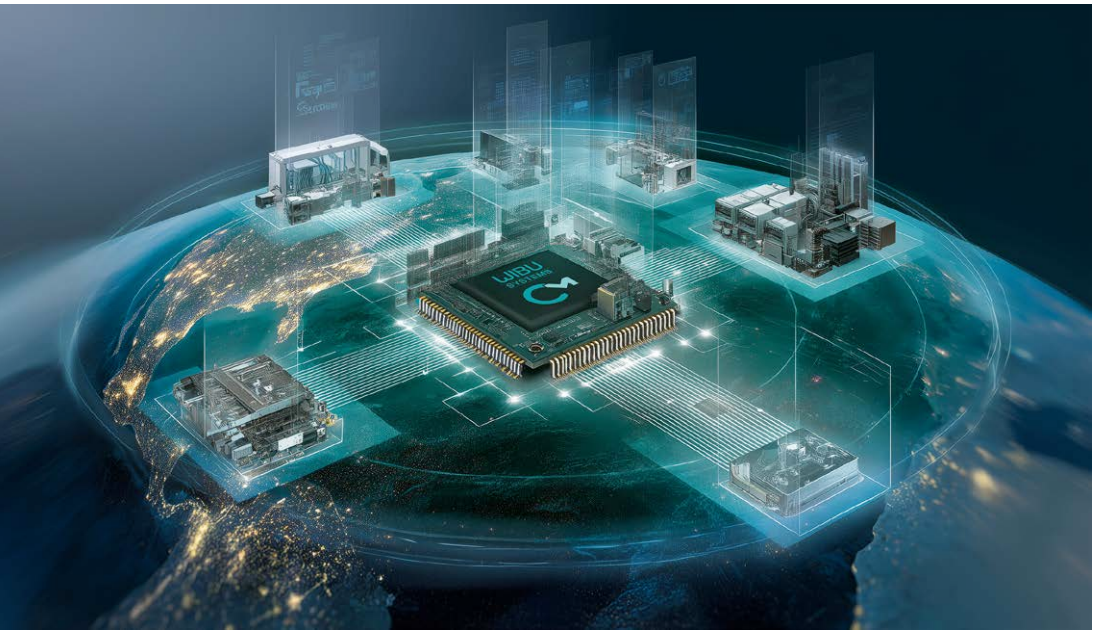
An einer Digitalisierung der CNC-Fertigungsprozesse führt auch in kleineren und mittelständischen Betrieben kein Weg vorbei. Es geht darum, durch Business Intelligence klar definierte Anforderungen zu erfüllen. Wie eine solche Lösung aussehen kann, zeigt zum Beispiel die Evomecs-Software-Plattform. Diese modular aufgebaute Suite verbindet dabei alle entscheidenden Bereiche der CNC-Fertigung auf einer zentralen Plattform und macht sie als durchgängigen Prozess nutzbar.

So entsteht eine digitale Umgebung, die Wissen im Prozess transparent erschließt, Routinetätigkeiten reduziert und den Shopfloor spürbar entlastet. Insbesondere kleinere und mittelständische Unternehmen können damit ihre Prozessstabilität und Wirtschaftlichkeit verbessern. | *Benjamin Neubauer, Evomecs/am*

Evomecs, www.evomecs.com

Firmware schützen und Lizenzen durchsetzen

Eingebettete Systeme tragen in Produktionsanlagen und Maschinen eine doppelte Last: Ihre Firmware muss vor unbefugtem Zugriff geschützt sein, und gleichzeitig muss die Nutzung zuverlässig lizenziert werden. Beides scheitert häufig an kompliziertem Lizenzmanagement, knappen Ressourcen und fehlenden standardisierten Sicherheitsankerpunkten. Einer schlanke, modulare Lösung dehnt Integritätsschutz und Lizenzmanagement nahtlos bis auf Mikrocontroller-Ebene aus.



Schutz und Lizenzierung bis zum Mikrocontroller mit CodeMeter. Bild: Wibu-Systems, erzeugt mit Midjourney

Industrielle Steuerungen, Frequenzumrichter und Sensoren speichern wertvolles Entwicklungs-Know-how direkt in ihrer Firmware. Dieses ist durch Reverse Engineering extrahierbar – mit dem Ziel, es zu kopieren, zu manipulieren oder gezielt zu sabotieren. Für Angreifer ist ein einzelnes Gerät oft nicht das Ziel; es dient als Einstiegspunkt in eine größere Anlage. In kritischer Infrastruktur (KRITIS) kann schon ein kompromittiertes Embedded-System erheblichen Schaden verursachen. Besonders ressourcenarme Mikrocontroller, auf denen eine einzelne Anwendung oder ein RTOS läuft, stellen Entwickler vor grundlegende Fragen:

- Wie und wo werden kryptografische Schlüssel sicher gespeichert?
- Auf welchem Weg gelangen Lizenzen und Updates auf das Gerät?
- Wie lassen sich Schlüssel und Lizenzen zentral verwalten?
- Wie erfolgt die Datenübertragung, wenn das Gerät offline oder nur über proprietäre Schnittstellen erreichbar ist?

Letzteres ist in Fertigungsumgebungen und kritischer Infrastruktur die Regel, nicht die Ausnahme. Cloudbasierte Aktivierungsverfahren und gehostete Lizenzmanagementsysteme scheiden damit aus. Das gilt für alle Embedded-Plattformen ohne dauerhaften Internetzugang – in der Fabrikautomation, der Medizintechnik oder vergleichbaren Bereichen.

CodeMeter Embedded auf MCUs und RTOS

CodeMeter Embedded ist als kompakte Software Library konzipiert, die CodeMeter-API-Funktionen für Embedded OS wie Linux, VxWorks oder QNX bereitstellt. Für Mikrocontroller ist selbst diese Variante oft

zu umfangreich – Caching, Shared Memory und Netzwerkstack werden schlicht nicht gebraucht.

Durch den modularen Aufbau des CodeMeter-Codes lässt sich die Library gezielt für Bare-Metal-Umgebungen oder RTOS-Plattformen konfigurieren. Das CodeMeter-API und die Lizenzformate bleiben dabei identisch mit denen im PC-Umfeld. Das schafft echte Durchgängigkeit. Das Lizenzierungssystem auf dem MCU ist vollständig kompatibel zur Server- und PC-Infrastruktur. CodeMeter License Central verwaltet und stellt Lizenzen einheitlich aus – unabhängig davon, ob der Empfänger ein industrieller PC oder ein ressourcenknapper Mikrocontroller ist. Integritätsschutz und Lizenzmanagement teilen sich so eine gemeinsame Plattform.

Kryptoagilität und Post-Quantum-Kryptografie

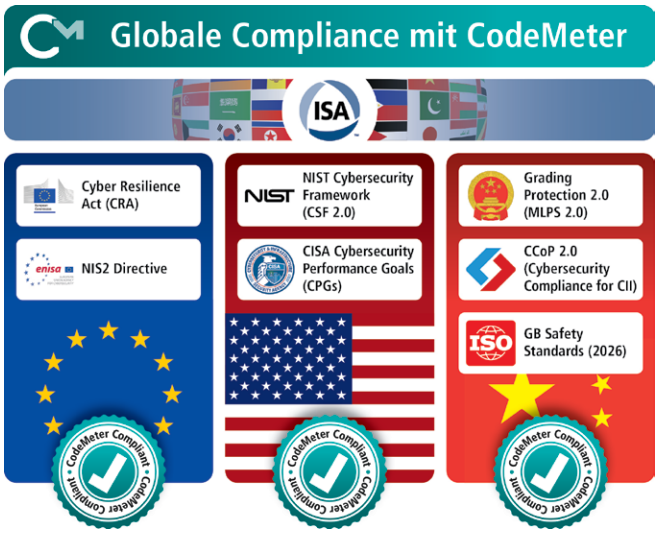
Klassische asymmetrische Kryptografie gilt heute noch als sicher – aber dieser Status kann sich ohne Vorwarnung ändern. Sobald Quantencomputer leistungsfähig genug sind, um gezielt Schlüssel zu brechen, werden Systeme angreifbar, deren Schutzwert die Angriffskosten übersteigt. Das betrifft sowohl die Firmware-Integrität als auch die Lizenzprüfung.

Wibu-Systems bereitet CodeMeter daher bereits heute vor. PQC-Verfahren fließen in alle Produkte ein, sodass am Tag X einsatzfähige Software im Feld ist. Die nächste Dongle-Generation unterstützt PQC-Schlüssel und aktuelle Verfahren wie ML-KEM und ML-DSA. Kryptoagilität ist dabei kein Zusatz, sondern Grundprinzip: Algorithmen lassen sich auch bei bestehender Hardware und Software austauschen. Wo PQC aufgrund von Schlüssellängen und Rechenaufwand nicht direkt umsetzbar ist – etwa bei kleinen Mikrocontrollern –, gewährleisten hybride Ansätze den nötigen Schutz.

X.509-Zertifikate sicher verwahren

X.509-Zertifikate sind in vielen Embedded-Szenarien unverzichtbar: für Netzwerkzugang via NAC (IEEE 802.1X), TLS-gesicherte Kommunikation über OpenSSL oder mbed TLS sowie für E-Mail-Sicherheit nach S/MIME. Das Problem: Liegen private Schlüssel ungeschützt auf der Festplatte, reicht das für Authentifizierung, elektronische Signatur oder Zugangskontrolle nicht aus.

Der CodeMeter Certificate Vault speichert X.509-Zertifikate und private Schlüssel direkt im CmDongle oder CmASIC. Alle kryptografischen Operationen laufen im Hardware-Chip; Schlüssel verlassen ihn nie. Der Zugriff erfolgt über eine standardisierte PKCS#11-Schnittstelle, die TLS-Stacks und andere Anwendungen direkt ansprechen können – neben der Lizenzierung und dem Integritätsschutz, die über dasselbe Gerät laufen. Wird der CmDongle entfernt, entfällt auch der Zugang: kein Log-in, keine Funktion, kein Schlüssel. Wibu-Systems übernimmt auf Wunsch das gesamte Zertifikats-Handling – von der Erstausrollung über das laufende Management bis zur Anbindung an externe PKIs.



CodeMeter erfüllt unterschiedliche Richtlinien weltweit. Bild: Wibu-Systems

Regulatorische Anforderungen abdecken

Gesetzliche und normative Anforderungen an Embedded-Sicherheit unterscheiden sich je nach Wirtschaftsraum, zielen aber auf dieselben Kerneigenschaften: Manipulationsschutz, nachvollziehbare Lizenzierung, kryptografische Aktualität und Updatefähigkeit. CodeMeter Embedded und CodeMeter Certificate Vault unterstützen Hersteller dabei, diese Anforderungen effizient zu erfüllen:

- weltweit: IEC/ISA 62443
- Europa: Cyber Resilience Act (CRA), NIS2 Directive
- USA: NIST CSF 2.0, CISA Cybersecurity Performance Goals
- China: MLPS 2.0, CCoP 2.0, GB Safety Standards (2026)

Die Abdeckung zentraler Anforderungen wie Risk Management, Integrity und sichere Updates vereinfacht Zertifizierungsprozesse erheblich.

CodeMeter Runtime als PC-Dienst und CodeMeter Embedded als integrierte Library teilen dieselbe API, dasselbe Lizenzformat und dieselbe Infrastruktur. CmContainer – ob als Hardware-Dongle (CmDongle), softwarebasierte CmActLicense oder CmCloudContainer – funktionieren auf allen Plattformen. CodeMeter License Central verwaltet Lizenzen zentral, von leistungsstarken Servern bis zu kleinen Mikrocontrollern. Die CodeMeter Protection Suite ergänzt das Portfolio um direkten IP-Schutz in der Applikation und CodeMeter Certificate Vault um sicheres Zertifikatshandling. Das Ergebnis: ein durchgängiges, skalierbares Sicherheits- und Lizenzsystem für die gesamte Embedded-Welt. | *Marco Blume, Product/R&D Manager Embedded bei Wibu-Systems/am*

Wibu-Systems, www.wibu.com

Edelmetalle effizient zerspanen

Gold und Platin gehören zu den technisch bedeutendsten Edelmetallen. Sie erfüllen wichtige Funktionen in industriellen Prozessen, in der Elektronik sowie in der Schmuckindustrie. Trotz ihrer ähnlichen chemischen Stabilität unterscheiden sie sich deutlich in Abbaumenge, Preisverhalten und Zerspanbarkeit. Paul Horn bietet mit seinem Werkzeugportfolio eine breite Palette an Präzisionswerkzeugen für die wirtschaftliche Zerspanung von Edelmetallen.



Um Oberflächengüten mit Spiegelglanz zu erzeugen, spielt die Qualität der Werkzeugschneidkante die entscheidende Rolle. Bild: Horn/Sauermann

Jährlich fördern Bergbauunternehmen weltweit rund 3.660 t Gold. Länder wie China, Australien, Russland, Kanada und die USA treiben diese Förderung voran und sichern damit die globale Verfügbarkeit. Die weltweiten Reserven von rund 54.000 t schaffen zusätzliche Versorgungssicherheit und stabilisieren den Markt langfristig. Platin bewegt sich auf einem niedrigeren Förderniveau: Bergwerke gewinnen weltweit rund 180 t pro Jahr. Südafrika liefert mehr als zwei Drittel dieser Menge und bestimmt dadurch maßgeblich das weltweite Angebot. Russland und Simbabwe ergänzen die globale Produktion.

Gold reagiert stark auf wirtschaftliche Entwicklungen. Anleger kaufen Gold insbesondere in Phasen wirtschaftlicher Unsicherheit, wodurch der Preis häufig steigt. Platin bleibt preislich meist unterhalb von Gold, obwohl es deutlich seltener vorkommt. Da die Industrie den größten Teil der Platinnachfrage steuert, zeigt der Platinpreis stärkere Schwankungen und folgt eng den Produktionszyklen der Automobil- und Chemieindustrie.

Die Elektronikindustrie nutzt Gold, weil es eine zuverlässige elektrische Leitfähigkeit bietet und selbst unter anspruchsvollen Umweltbedingungen nicht oxidiert. Hersteller setzen es in Kontaktflächen, Leiterstrukturen und Mikroelektronik ein, um hohe Signalstabilität und lange Lebensdauer sicherzustellen. Die Medizintechnik verwendet Gold wegen seiner Biokompatibilität in Dentallegierungen, Implantaten und diagnostischen Systemen. Darüber hinaus ist Gold für die Schmuckindustrie aufgrund seiner warmen Farbe und Stabilität weiterhin das wichtigste Edelmetall.

Industrielle Anwendungen

Platin erfüllt vor allem industrielle Aufgaben. Die Automobilindustrie verwendet Platin in Abgaskata-

lysatoren, um Schadstoffe chemisch umzuwandeln und Emissionen zu reduzieren. Chemische Anlagen nutzen Platin als Katalysator in Prozessen zur Herstellung von Silikonen, Pharmawirkstoffen, Düngemitteln und verschiedenen Polymeren. Aufgrund seiner hohen Schmelztemperatur und hohen Korrosionsbeständigkeit setzt die Industrie Platin auch in Thermoelementen, Laborgeräten und Hochtemperaturkomponenten ein. Im Schmuckbereich erreicht Platin zwar geringere Absatzmengen als Gold, doch Kunden schätzen seine Härte, Farbe und Abriebfestigkeit.

Die Bearbeitungseigenschaften der beiden Metalle unterscheiden sich deutlich. Gold lässt sich einfach zerspanen. Es entstehen kleine Schnittkräfte. Dies bewirkt minimalen Werkzeugverschleiß und erlaubt die Erzeugung von sehr hohen Oberflächengüten mit Spiegelglanz. Goldschmiede, Feinmechaniker und Elektronikfertiger profitieren von dieser Duktilität, die enge Toleranzen und komplexe Geometrien ermöglicht. Platin stellt wesentlich höhere Anforderungen an die Zerspanung. Seine hohe Festigkeit und Zähigkeit erhöhen die Schnittkräfte und beanspruchen die Werkzeuge stärker. Die Bearbeitung erzeugt hohe Temperaturen in der Scherzone. Für filigrane Geometrien benötigen Anwender spezielle Werkzeuggeometrien sowie optimierte Schnittparameter. Diese Faktoren erhöhen den Aufwand und die Produktionskosten bei Platinbauteilen.

Aus der Praxis

Ein Anwender aus der Schmuckindustrie setzt in der Trauringfertigung konsequent auf ein einheitliches Werkzeugkonzept von Horn, das aus PKD- und MKD-bestückten Schneiden besteht. PKD-Werkzeuge kommen vor allem beim Schruppen zum Einsatz und ermöglichen eine präzise Vorbearbeitung von Außen- und Innenkonturen, während MKD-Schneiden für die Hochglanz-Schlichtbearbeitung verantwortlich sind und spiegelglatte Oberflächen erzeugen. Besonders das System 11P vereint Außen- und Innenbearbeitung in einem Werkzeug und steigert so Effizienz und Genauigkeit. Die Qualität der Schneidkante ist entscheidend für das Endergebnis und wird in aufwendiger Handarbeit mit höchster Präzision gefertigt.

Insgesamt erfüllen Gold und Platin klar abgegrenzte technische Aufgaben. Gold unterstützt hochwertige Elektronik und präzise Anwendungen durch seine hohe Formbarkeit und Leitfähigkeit. Platin ermöglicht dagegen anspruchsvolle industrielle Prozesse, die hohe thermische und chemische Belastungen erzeugen.

Beide Metalle bleiben aufgrund ihrer einzigartigen Eigenschaften unverzichtbare Bestandteile moderner Technologien. Horn bietet ein optimales Werkzeugportfolio für die Zerspanung dieser edlen Werkstoffe. | *am*

Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn, horn-group.com

Immer gut informiert sein!



Lesen Sie INDUSTRIAL Production digital auf Ihrem Desktop-PC, Tablet oder Smartphone.

Registrieren Sie sich kostenfrei für den E-Paper-Newsletter: newsletter.pelemedia.de

INDUSTRIAL Production

Smarte Regelung für elektrische Prozesswärme

Steigende Energiepreise, volatile Energiemärkte und ambitionierte Klimavorgaben erhöhen den Druck auf produzierende Unternehmen massiv. Bis 2030 sollen die CO_2-Emissionen je nach Branche um bis zu 65 % reduziert werden. Besonders energieintensive Industrien wie Metall, Glas, Papier oder Zement müssen ihre thermischen Prozesse neu denken und effizienter gestalten. Dabei wird elektrische Prozesswärme zu einer zentralen Zukunftstechnologie – vorausgesetzt, sie wird präzise, intelligent und lastgerecht geregelt.



Die industrielle Prozesswärme steht vor einem grundlegenden Wandel. Bild: GustavsMD/stock.adobe.com

Viele industrielle Wärmeprozesse leiden bis heute unter einer unpräzisen oder trägen Leistungsregelung. Mechanische Schütze – einst Standard der Elektrowärmetechnik – erreichen ihre Grenzen: hohe Einschaltströme, intensiver Verschleiß, geringe Diagnosemöglichkeiten und unzureichende Energieeffizienz. Gleichzeitig verschärfen Netzschwankungen, unterschiedliche Lastcharakteristiken und die Alterung von Heizelementen die Herausforderung einer konstanten Temperaturführung. Das Ergebnis sind instabile Prozesse, Schwankungen in der Produktqualität und unnötig hohe Energie- und Betriebskosten. Moderne elektrische Beheizung kann das lösen – allerdings nur mit leistungsfähiger, adaptiver Leistungselektronik.

Elektrische Beheizungssysteme ermöglichen grundsätzlich schnelle Reaktionszeiten, präzise Temperaturprofile und lokal emissionsfreie Wärme. Diese Vorteile realisieren sich jedoch erst dann vollständig, wenn die eingesetzte Regeltechnik in der Lage ist, Energie bedarfsgerecht und lastorientiert zu dosieren. Leistungssteller sind dafür essenziell. Sie kompensieren Netzschwankungen in Echtzeit, passen sich an unterschiedliche Lasttypen an und schützen empfindliche Heizelemente vor thermischen oder elektrischen Überlastungen. Regelungsarten wie U^2, I^2 und P ermöglichen eine optimale Ansteuerung sowohl ohmscher als auch nichtlinearer Lasten. Softstart-Mechanismen reduzieren Einschaltströme; Impulsgruppen oder Phasenanschnittbetrieb passen die Leistung dynamisch an. Für Betreiber bedeutet das: gesteigerte Energieeffizienz, längere Lebensdauer der Heizelemente und stabile Temperaturführung.

Stellerserie Jumo TYA HL30x

Mit der Stellerserie Jumo TYA HL30x bietet Jumo eine moderne, leistungsfähige Plattform an, die exakt auf die Anforderungen elektrischer Prozesswärme abgestimmt wurde. Die Serie besteht aus drei Varianten:

- der Jumo TYA HL301: 1-phasig für nichtlineare Lasten. Er ist ideal für Anwendungen mit variierenden elektrischen Eigenschaften wie Transformatoren oder induktiven Komponenten. Die integrierte Oszilloskopfunktion bietet Echtzeit-Einblicke in das Regelverhalten – ein klarer Vorteil für Auslegung, Service und Diagnose

- der Jumo TYA HL302: 3-phasig in effizienter Sparschaltung. Dieser Steller ist für Lasten mit geringem Temperaturkoeffizienten optimiert. Die Sparschaltung setzt nur zwei steuernde Phasen ein und erzielt dadurch eine reduzierte Verlustleistung sowie eine kompaktere Bauweise bei deutlichen Kostenvorteilen gegenüber vollwertigen 3-Phasen-Stellern
- der Jumo TYA HL303: 3-phasig für anspruchsvolle nichtlineare Lasten. Er wurde speziell für IR-Strahler, Transformatoren und induktive Lasten entwickelt. Softstart und AlphaStart reduzieren Einschaltströme, während komfortable Set-up-Tools die Inbetriebnahme vereinfachen und Prozesssicherheit erhöhen



Der Thyristorsteller TYA HL302 zeichnet sich durch einfache Installation und hohe Prozesssicherheit aus. Bild: Jumo

Messbarer Nutzen für energieintensive Industrien

Die HL30x-Serie bietet technologische Präzision und gleichzeitig einen klaren wirtschaftlichen Nutzen. Aufgrund der kompakten Baugröße reduziert sich der benötigte Platz im Schaltschrank erheblich – ein wesentlicher Vorteil in Produktionsumgebungen mit hohem Flächenkostenanteil. Die Top-Bottom-Verdrahtung minimiert die Kabellängen im Schaltschrank, sorgt für eine deutlich übersichtlichere Installation und reduziert Montagezeiten und Fehlerquellen. Dadurch steigt die Betriebssicherheit ebenso wie die Wartungsfreundlichkeit.

Mit ihrer breiten Auswahl an Feldbusschnittstellen lässt sich die HL30x-Serie mühelos in nahezu jedes Automatisierungsumfeld integrieren – von klassischen SPS-Architekturen bis hin zu modernen IIoT-Systemen. Dies macht die Geräte weltweit einsetzbar und unterstützt Maschinenbauer bei globalen Projekten auf allen Kontinenten. Die optionale Prozessdatenaufzeichnung ermöglicht eine transparente Analyse von Regelverhalten, Prozessstabilität und Temperaturverläufen. Unregelmäßigkeiten, Fehlerquellen oder Verschleißerscheinungen lassen sich frühzeitig erkennen – eine wichtige Grundlage für vorausschauende Instandhaltung. Ein integrierter Energiezähler erfasst den tatsächlichen Energieverbrauch präzise. Damit lassen sich Prozesskosten eindeutig Produkten, Chargen oder einzelnen Produktionsschritten zuordnen. Das vereinfacht Kostenmanagement und Energieeffizienzanalysen.

Abgerundet wird das Gesamtpaket durch das weltweite Jumo-Servicenetz: 24 Tochtergesellschaften und über 50 Vertretungen stellen sicher, dass Kunden weltweit schnellen Support, Ersatzteile und technische Expertise erhalten. Das schafft Investitionssicherheit und stellt einen störungsfreien Betrieb über den gesamten Lebenszyklus sicher.

Zukunftssicherheit durch intelligente Leistungselektronik

Die neue Stellerserie Jumo TYA HL30x liefert Antworten auf die zentralen Herausforderungen moderner industrieller Wärmeprozesse, nämlich effiziente Energienutzung, stabile Temperaturen, hohe Produktqualität und globale Einsatzfähigkeit. Sie verbindet kompakte Bauweise, moderne Kommunikation, präzise Regeltechnik und umfassende Diagnosen in einer zukunftsorientierten Plattform. Unternehmen, die heute auf intelligente Leistungselektronik setzen, schaffen die Grundlage für energieeffiziente und klimafreundliche Produktion. Gleichzeitig sichern sie Prozessstabilität, Wirtschaftlichkeit und langfristige Wettbewerbsfähigkeit.

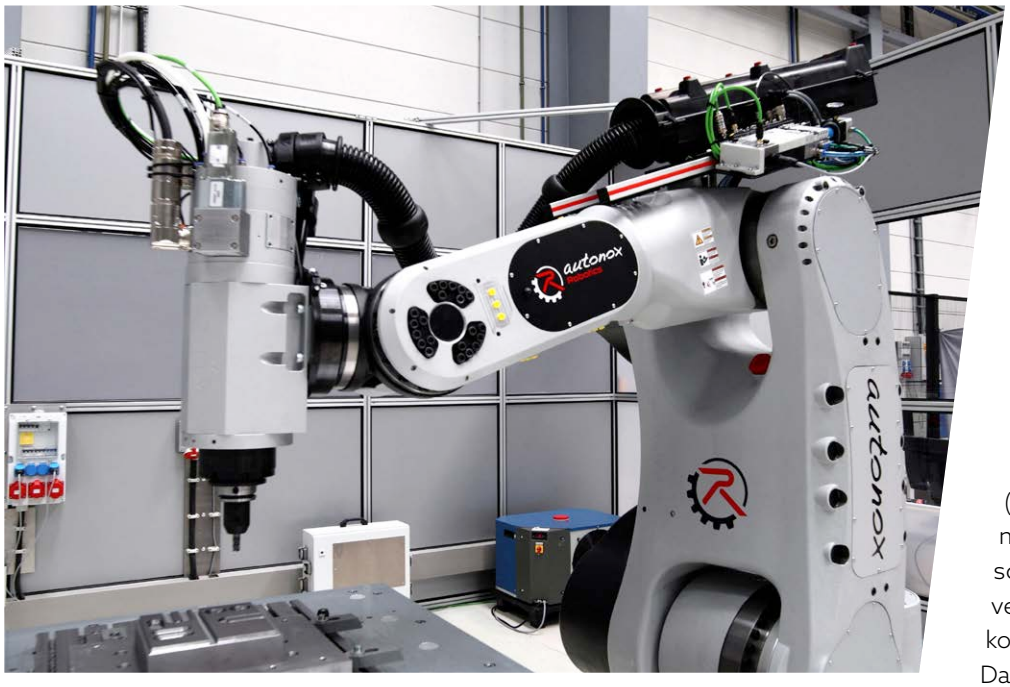
Andreas Kraus, Produktmanager Thyristor-Leistungssteller, Jumo/am

Jumo, www.jumo.group

Outsourcing leicht gemacht!
Maßgefertigte Fein- und Dickblechteile online bestellen.
Laserteile4you


Ein Roboter für alle Fälle

Industrieroboter übernehmen viele Aufgaben. Sogar das Fräsen mit Genauigkeiten im Submillimeterbereich ist inzwischen möglich. Ausschlaggebend dafür sind Konzepte mit optimierter Kinematik und hoher Steifigkeit. In Zusammenarbeit mit Siemens und dem Fraunhofer IFAM hat Weiss Spindeltechnologie speziell dafür Frässpindeln entwickelt, die es ermöglichen, das Potenzial der Hybridtechnologie voll auszuschöpfen.



Die Roboter-Fräs-Kombination ist mobil einsetzbar und kann beispielsweise Instandhaltungs-Bearbeitungen am Werkstück vor Ort erledigen. Bilder: Weiss Spindeltechnologie

Um herauszufinden, welche Anwendungen von einer verbesserten Robotertechnologie profitieren könnten, führte Siemens gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten im Jahr 2019 eine umfassende Marktanalyse durch. Dabei rückte neben Bearbeitungsverfahren wie dem Laserschneiden und Auftragsschweißen vor allem das präzise Fräsen in den Fokus. Was für einen breit angelegten, erfolgreichen Einsatz fehlte, war die erzielbare Genauigkeit. Eine Herausforderung, die inzwischen gelöst ist.

Die Kombination aus Mobilität, Flexibilität und Präzision eröffnet damit Anwendungsfelder (siehe Kasten), die bislang unwirtschaftlich oder technisch nicht umsetzbar waren. Ob mobile Instandhaltung, Großteilbearbeitung oder flexible Fertigungszellen, die neue Generation der Fräsroboter mit speziell entwickelter Spindeltechnologie steht bereit, um Fertigungsprozesse grundlegend zu verändern.

Doch wie und wodurch ist dies jetzt möglich? Die Basis liegt in der stark verbesserten Kinematik, den leistungsfähigen Antriebsmotoren und in der intelligenten Regelungstechnik des patentierten Konzepts Sinumerik Machine Tool Robot (MTR). So erreichen Fräsroboter mit der MTR-Technologie inzwischen eine um den Faktor zehn verbesserte Präzision gegenüber konventionellen Industrierobotern. Das heißt, sie arbeiten im Submillimeter-Bereich und setzen damit neue Maßstäbe für die robotergestützte Zerspanung. Um diese Genauigkeiten an Werkstücken praktisch umzusetzen, ist jedoch noch eine weitere Kernkomponente entscheidend: die Frässpindel. Sie zu entwickeln und zu bauen ist Weiss Spindeltechnologie gelungen, einem Fachbereich von Innomotics.

Leichtigkeit der Spindel ist entscheidend

Die Herausforderungen waren laut Weiss-Projektleiter Georg Sauer vielfältig und hoch. Besonders wichtig war es, die Spindel so leicht wie möglich zu bauen und dabei dennoch maximale Stabilität und Leistung zu erreichen. Der Ingenieur erklärt: „Im Gegensatz zu stationären Werkzeugmaschinen spielt bei Roboter-

anwendungen jedes Kilogramm eine entscheidende Rolle, da die Spindel am Ende des Arms sitzt und sich dort das Gewicht vervielfacht." Dementsprechend war konsequenter Leichtbau angesagt. Durch eine angepasste Konstruktion und optimierte Materialauswahl ließ sich dies erreichen.

Ebenso bedeutend ist es, dass es den Ingenieuren von Weiss gelungen ist, die Peripherieausstattung gering zu halten. Denn Robotersysteme sind in der Anschaffung deutlich kostengünstiger als die meisten Werkzeugmaschinen, „und diesen Kostenvorteil wollten wir natürlich nicht durch teure Zusatzaggregate zunichte machen", erläutert Sauer: „Wir haben unsere Spindel-Baureihe daher bewusst als Asynchron-Variante ausgelegt. Damit werden automatisch eine einige Komponenten überflüssig, die bei Synchronmotoren erforderlich wären. Auch auf eine Drossel konnten wir durch intelligente Motorauslegung verzichten."



Die Fräsroboterspindel ist besonders leicht konstruiert und verzichtet auf zahlreiche Peripheriegeräte.

Preisbewusste Spindel-Konstruktion

Zudem ist die Betätigung der Spindel-Werkzeugwechseleinheit konsequent pneumatisch ausgelegt, und nicht – wie in Werkzeugmaschinen üblich – hydraulisch. Hintergrund dafür: Roboter verfügen typischerweise über keine Hydraulikaggregate, während ein Druckluftanschluss stets vorhanden ist. Auch diese etwaigen Zusatzkosten wurden so eliminiert. Bei der Kühlung fiel die Entscheidung wiederum auf eine Wasserkühlung, da diese bei vergleichbarer Leistung die geringsten Abmessungen benötigt.

Die neu entwickelten Frässpindeleinheiten für Roboter gibt es zurzeit in fünf Varianten – von der kleinen RS1 (6,6 kW, HSK-A32, 25,7 kg) bis zur den großen RS4 und RS5 (16,5 kW, HSK-A63, 58 kg). Letztere unterscheiden sich lediglich durch die erreichbare Drehzahl. Während die RS4 für bis zu 16.000 min^{-1} ausgelegt ist, erreicht die RS5 bis zu 21.000 min^{-1}.

Abgestimmte Fräsroboterlösung

Optional lassen sich alle Weiss-Spindeln mit der nach ISO 9409-1 genormten Schnittstelle zum Roboter ausstatten. Damit lassen sich die Frässpindeln grundsätzlich an verschiedenen Robotersystemen einsetzen. Ihr volles Potenzial entfalten sie jedoch vor allem in einer abgestimmten Fräsroboterlösung. In dieser kommen die Kinematik von Autonox Robotics, die CNC-Antriebs- und Steuerungstechnik von Siemens und die Weiss-Frässpindeltechnologie zum Einsatz. | *am*

Weiss Spindeltechnologie, www.weiss-spindle.com

Wenn die Maschine zum Werkstück kommt

Eine große Stärke der Roboter-Fräs-Kombination zeigt sich in Anwendungen, bei denen besonders große und schwere Werkstücke bearbeitet werden müssen. Ein Beispiel: Instandhaltungsarbeiten an Schiffsschrauben oder anderen maritimen Großkomponenten. Während herkömmliche Verfahren den aufwendigen Ausbau samt Spezialtransport und Bearbeitung auf teuren Großmaschinen erfordern, ermöglicht der mobile Fräsroboter die Bearbeitung vor Ort. Daraus ergeben sich extreme Zeit- und Kostenvorteile. Denn einerseits fallen Demontage und Transport gänzlich weg, und die Bearbeitung mit dem Roboter vor Ort geht schnell und zuverlässig. Dabei kann der Roboter nicht nur die notwendigen Fräsarbeiten ausführen. Bei Bedarf kann er ebenso diverse Auftragsschweißungen vornehmen – alles in einem Arbeitsgang.

Weitere attraktive Einsatzszenarien ergeben sich bei der Bearbeitung großflächiger Werkstücke. Wird der Fräsroboter auf ein Schienensystem montiert, lässt sich der Arbeitsbereich praktisch beliebig erweitern. Ein Beispiel dazu: Bei einer 10 m langen Schiene und einem Roboter-Aktionsradius von 2 m entsteht ein effektiver Bearbeitungsbereich von 14 m. Mit zwei Robotern auf gegenüberliegenden Schienen verdoppelt sich dieser auf 28 m. Ein Arbeitsraum, für den eine konventionelle Portalfräsmaschine Investitionen im siebenstelligen Bereich erfordern würde.

Wie Vakuum mobil wird

Modulare Fabriken, mobile Robotik und steigende Energiepreise verändern die Automatisierung grundlegend. Häufig tut sich dadurch eine Alternative zu klassischen Druckluftsystemen auf: die elektrische Vakuumerzeugung, die neue Freiheitsgrade eröffnet. Sie ermöglicht autarke Greiflösungen, reduziert Energieverluste und integriert sich nahtlos in digitale Fertigungsumgebungen.



Elektrische Vakuum-Erzeugung bietet als Ergänzung zu klassischen Druckluftsystemen neue Möglichkeiten und integriert sich nahtlos in digitale Fertigungsumgebungen. Bilder: Schmalz

Produktionsverantwortliche stehen vor einer doppelten Aufgabe: Sie wollen ihre Werke flexibel aufstellen und zugleich Energie sparen. Dafür planen sie modulare Fertigungszellen, setzen auf autonome mobile Roboter (AMR) und prüfen Konzepte für druckluftarme Bereiche. Gleichzeitig stoßen sie auf eine gewachsene Infrastruktur. Druckluftleitungen verlaufen fix durch die Halle. Jede neue Anlage verlangt Anschlüsse, jede Layoutänderung verursacht Aufwand.

Vakuumtechnik übernimmt in diesem Umfeld eine zentrale Funktion. Sie greift, hält und bewegt Werkstücke in der Elektronikfertigung, in Logistikprozessen oder in der Automobilindustrie. Klassisch erzeugen Ejektoren das Vakuum mit Druckluft. Diese Technologie ist etabliert und bildet weiterhin das Rückgrat vieler Anlagen. Doch neue Produktionskonzepte verlangen nach zusätzlichen Systemen.

Vor allem die mobile Robotik benötigt flexible Lösungen. AMR und fahrerlose Transportsysteme (FTS, AGV) bewegen sich frei durch das Werk. Sie können keine stationären Medienanschlüsse mitführen. Kollaborative Roboter folgen ebenfalls einem anderen Prinzip als klassische Industrieroboter. Sie sind leicht, flexibel einsetzbar und wechseln ihren Arbeitsplatz.

Die Stärken von externer Druckluft liegen aber woanders. Michael Pojtinger, Leiter Geschäftsentwicklungsprozess Vakuum-Automation (Komponenten) bei Schmalz in Glatten, sagt: „Die Fabrik wird modular, aber die Druckluft ist für feste Installationen gemacht."

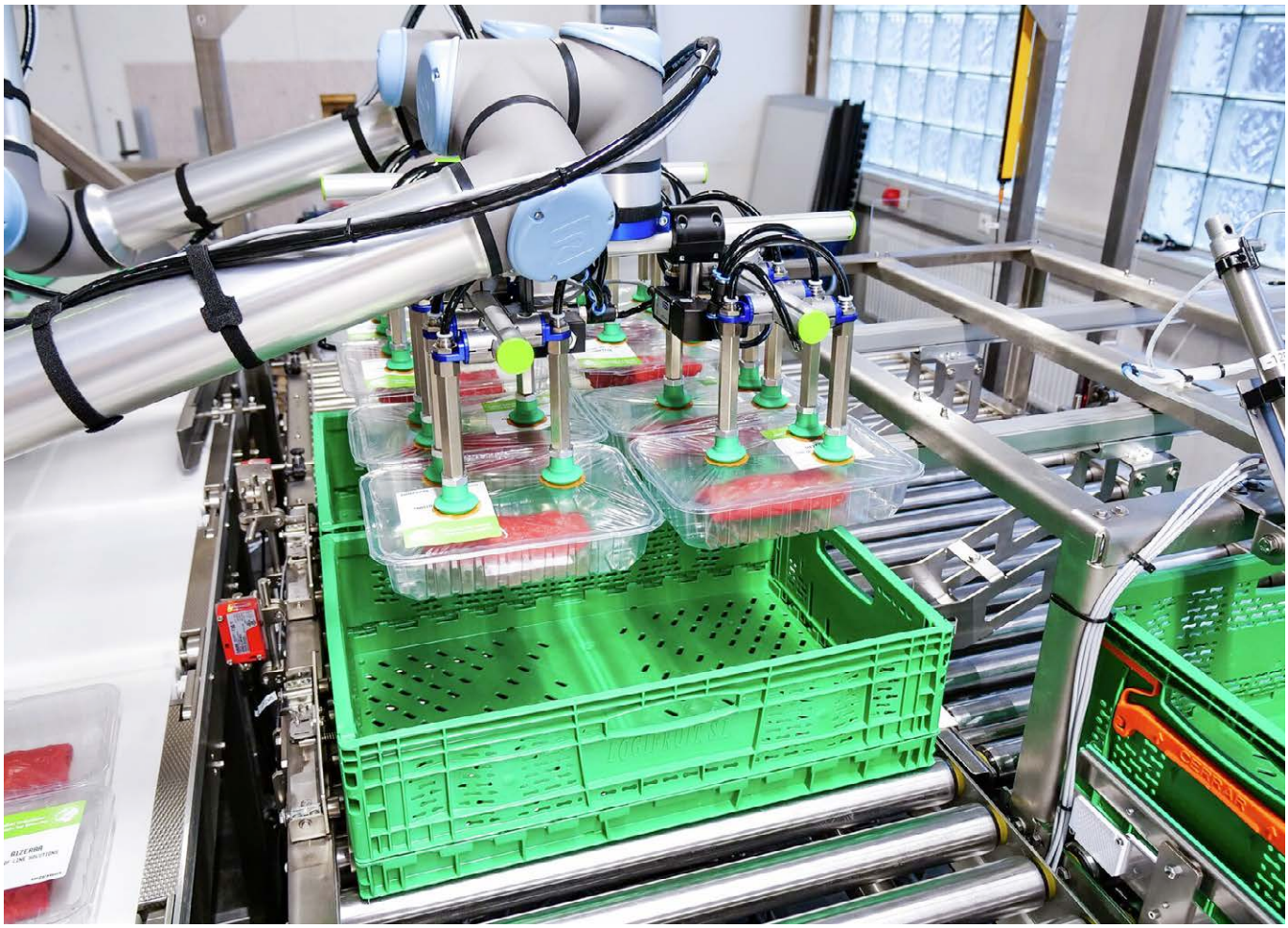
Elektrische Vakuumerzeuger setzen genau hier an. Sie arbeiten ohne zentrale Druckluft, ein Stromanschluss genügt. Damit treibt ein integrierter Elektromotor eine Pumpe oder ein Gebläse an. Das System baut den erforderlichen Unterdruck direkt am Einsatzort auf. Die Energie stammt aus dem Stromnetz oder aus der Fahrzeugbatterie des Roboters. Das Vakuum entsteht unmittelbar am End-of-Arm-Tooling. Damit wird die Greifeinheit zu einem autarken System und funktioniert unabhängig von stationären Anschlusspunkten.

Für AMR- und AGV-Anwendungen eröffnen sich dadurch neue Spielräume. Die Roboter bewegen sich ohne Schlauchverbindungen durch die Produktion und benötigen keine feste Medienversorgung. Auch bei Cobots wirkt sich dieser Ansatz aus. Da sie häufig in wechselnden Umgebungen arbeiten, zählt jede eingesparte Schnittstelle. Elektrische Vakuumerzeuger kommen ohne externe Luftaufbereitung aus und vereinfachen dadurch Integration und Inbetriebnahme.

Fabrikplanung ohne Druckluftnetz

Immer mehr Unternehmen stellen eine grundsätzliche Frage: Wo ist Druckluft nicht mehr zwingend erforderlich? In einzelnen Produktionsbereichen, teilweise sogar im gesamten Werk, prüfen sie Konzepte, die bewusst ohne dieses Medium auskommen, um Energie noch effizienter zu nutzen, Kosten zu senken und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Elektrische Vakuumerzeuger übernehmen in solchen Szenarien eine Schlüsselrolle. Sie generieren den erforderlichen Unterdruck direkt am Einsatzort und benötigen keine zentrale Druckluft-Infrastruktur. „Das Handling bleibt kraftvoll und prozesssicher, auch wenn das Leitungsnetz entfällt", sagt Michael Pojtinger. Vorteile zeigen sich auch in der Fabrikplanung, denn Produktionszellen lassen sich unkompliziert versetzen, wenn Druckluftleitungen nicht neu verlegt werden müssen. Strom steht in der Regel flächendeckend zur Verfügung. Das reduziert Planungsaufwand und Stillstandszeiten bei Umbauten.

„Elektrische Vakuumerzeuger sparen, abhängig von Anwendung und Lastfall, bis zu 95 % Energie gegenüber druckluftbetriebenen Ejektoren ein", betont Michael Pojtinger. „Die tatsächliche Ersparnis hängt von Taktzahl, Lastprofil und



Am End-of-Arm von zwei Cobots nehmen PXT-Greifer im Zusammenspiel mit der Compact-Pump GCPi folierte Fleischpackungen prozesssicher und energieeffizient auf.

Betriebsdauer ab." Der technische Hintergrund: Druckluft wird zentral erzeugt, aufbereitet und über Leitungen verteilt. Jeder dieser Schritte verursacht Verluste. Elektrische Systeme wandeln Strom direkt am Einsatzort effizient in Unterdruck um. Anwender verringern dadurch ihre Betriebskosten und entlasten gleichzeitig die zentrale Infrastruktur. Elektrische Vakuumerzeuger reduzieren CO_2-Emissionen und damit den Product Carbon Footprint (PCF), sofern der Strommix dies zulässt.

Digitale Integration als Teil der Systemarchitektur

Schmalz entwickelt elektrische Vakuumerzeuger als Bestandteil einer modular aufgebauten Systemarchitektur. Das Portfolio reicht von kompakten Vakuumpumpen für Cobots und End-of-Arm-Anwendungen bis zu elektrischen Hochleistungspumpen und Vakuumgebläsen für stationäre Prozesse. Damit deckt das Unternehmen unterschiedliche Leistungsbereiche ab und bietet zugleich Komponenten für die gesamte Vakuumkette, vom Sauggreifer bis zur Sensorik.

Die elektrischen Vakuumerzeuger erfassen Prozesszustände und stellen diese digital bereit. Über IO-Link integrieren sie sich in vernetzte Produktionsumgebungen. Anwender überwachen damit den Prozess und können Parameter einfach anpassen. „Die Vakuumkomponente wird zu einem datenliefernden Feldgerät. Das schafft Voraussetzungen für Condition Monitoring und zustandsorientierte Wartung", sagt Michael Pojtinger.

Vakuumerzeugung im Wandel

Automatisierung setzt auf dynamische, vernetzte und modulare Strukturen. Elektrische Vakuumerzeugung fügt sich in dieses Bild ein. Schmalz hat entsprechende Lösungen im Markt etabliert und entwickelt das Portfolio entlang wachsender Anforderungen stetig weiter.



Michael Pojtinger, Leiter Geschäftsentwicklungsprozess Vakuum-Automation (Komponenten) bei Schmalz.

Infrastrukturunabhängige Vakuumkomponenten ersetzen nicht pauschal bestehende pneumatische Systeme. Sie erweitern das Spektrum. Dort, wo Druckluft zur Einschränkung wird, eröffnen sie neue Freiheitsgrade. „Produktionsverantwortliche können diese zusätzliche Option nutzen, um Automatisierung konsequent an Mobilität, Flexibilität und digitaler Transparenz auszurichten", erklärt Michael Pojtinger. | *am*

Schmalz, www.schmalz.com

Praxisbeispiel: elektrisches End-of-Line-Handling

Bizerba, Spezialist für Waagen und Verpackungssysteme, realisierte für einen spanischen Lebensmittelverarbeiter eine smarte Kommissionierlösung mit einer rein elektrischen Vakuum-Erzeugung direkt am Roboterarm. In der Anwendung nehmen zwei Cobots mit Schmalz-Greifern folierte Fleischpackungen auf und legen sie mit bis zu 96 Picks pro Minute in Transportkisten. Die elektrische Unterdruckversorgung erfolgt über die elektrische Compact-Pump GCPi in Kombination mit elektrischen Kompaktventilen.

Diese dezentral am Greifer montierte Lösung liefert den benötigten Unterdruck schnell, effizient und ohne zentrale Druckluftquelle. Sie ist ebenso leistungsfähig wie pneumatische Systeme, verbraucht aber deutlich weniger Energie und senkt so die Betriebskosten. Die digitale Anbindung über IO-Link ermöglicht zudem die Überwachung relevanter Prozessparameter und eine vorausschauende Wartung. Die elektrische Vakuumerzeugung steigert die Produktivität, reduziert den Personalbedarf und verbessert die Prozesssicherheit der automatisierten Kommissionierung beim Fleischverarbeiter deutlich.

Robotik

Kollaboratives Palettiersystem



Bild: Delta Electronics

Delta hat Anwendungen mit kollaborativen Robotern vorgestellt, die flexible und effiziente Automatisierung in vernetzten Produktions- und Materialflussumgebungen demonstrieren. Das fortschrittliche Palettiersystem, basierend auf dem kollaborativen Roboter DC16, ermöglicht eine nahtlose End-of-Line-Automatisierung. Mit einer Traglast von 16 kg, großer Reichweite und hoher Präzision erlaubt der DC16 eine effiziente Handhabung von Kartons und Materialien bei Palettieraufgaben. In Kombination mit dem Komponenten-Ökosystem von Delta, einschließlich Vakuumgreifern und Linearachsen, entsteht eine vollständig synchronisierte Plug-and-Play-Lösung, die schnell und ohne komplexe Programmierung implementiert werden kann. Integrierte Reflex-Sicherheitsfunktionen, kollaborative Eigenschaften sowie ein robustes IP66-Design gewährleisten eine sichere Mensch-Roboter-Interaktion und einen zuverlässigen Betrieb in anspruchsvollen industriellen Umgebungen. | *am*

Delta Electronics, www.delta-emea.com

Box-Packer

Automatisiertes Kartonieren



Bild: Illig

Illig packaging solutions hat sein Portfolio um zwei neue Box-Filling-Units (BFU) erweitert. Die Systeme BFU 300 und BFU 500 automatisieren das Kartonieren im Anschluss an Thermoformprozesse. Beide Lösungen sind in die Systemarchitektur integriert und basieren auf eigener Antriebs-, Steuerungs- und Softwaretechnik. Dadurch entsteht eine durchgängige Prozesskette vom Thermoformen bis zur Verpackung. Die Maschinen bleiben stationär, was Formatwechsel vereinfacht. Die BFU 300 ist für standardisierte Anwendungen mit einfachen Formteilen und stabilen Packmustern ausgelegt. Sie zeichnet sich durch reduzierte mechanische Komplexität und kurze Umrüstzeiten aus. Die BFU 500 ist für komplexe Geometrien und hohe Taktzahlen konzipiert und verfügt über servomotorische Greifer- und Verstelleinheiten zur Stabilisierung der Prozesse. Beide Varianten ermöglichen die Verarbeitung kompletter Kartonlagen und erreichen bis zu neun Lagen pro Minute. | *am*

Illig packaging solutions, www.illig.de

Lagerautomation

Autonomes Robotersystem



Bild: Locus Robotics

Locus Array ist ein KI-gestütztes Robotersystem für vollständig autonome Fulfillment-Prozesse im Lager. Die Lösung kombiniert mobile Roboter, einen integrierten Roboterarm sowie KI-basierte Wahrnehmung und Steuerung zu einem durchgängigen System ohne manuelle Eingriffe. Ziel ist es, Kommissionier- und Abwicklungsprozesse zu automatisieren, den Durchsatz zu erhöhen und den manuellen Aufwand zu reduzieren. Das System adressiert Herausforderungen wie Arbeitskräftemangel, steigende Kosten und volatile Auftragslagen und steuert komplette Fulfillment-Abläufe autonom statt einzelner Prozessschritte. Erste Installationen laufen bereits im produktiven Betrieb in Nordamerika. Parallel wird die Skalierung vorbereitet, unter anderem für Europa und den asiatisch-pazifischen Raum. Ein Logistiknutzer setzt das System bereits ein, um Flächennutzung zu verbessern, manuelle Eingriffe zu reduzieren und die Prozessgeschwindigkeit zu erhöhen. | *am*

Locus Robotics, locusrobotics.com

Mehrweglogistik

Rollbare Paletteneinheit für Retouren



Bild: Walther

Die Walther Faltbox Group hat eine Mehrweg-Paletteneinheit für E-Commerce-Retouren entwickelt. Die roll- und stapelbare Lösung ist für den Pendelverkehr zwischen Lagerstandorten ausgelegt und reduziert das Volumen im Leerguttransport um rund 65 %. Zentrales Element ist ein faltbarer Aufsatzring zwischen Palette und Deckel, der über einen verriegelbaren Rückführring verbunden ist. Für den Rücktransport lässt sich der Aufsatzring zusammenfalten, wodurch die Einheit deutlich komprimiert wird, ohne an Stabilität zu verlieren. Die Palette ist stahlverstärkt, um Verformungen bei hoher Last zu vermeiden. Vier Lenkrollen erleichtern das Handling und ermöglichen Transport per Flurförderzeug oder manuell. Die Einheiten sind stapelbar, die Rollen im Stapel freidrehend. Fixierung erfolgt über Stapelelemente zwischen Deckel und Palette. Die Entwicklung wurde in weniger als vier Monaten bis zur Serienreife umgesetzt. | *am*

Walther Faltbox Group, www.faltbox.de

Signale für stabile Prozesse

Moderne Produktions- und Logistikprozesse sind geprägt von hoher Dynamik, kurzen Reaktionszeiten und zunehmenden Materialbewegungen. Signalisierung hat sich dabei zu einem zentralen Werkzeug entwickelt, das Informationen unmittelbar erfassbar macht und Orientierung im Arbeitsumfeld ermöglicht. Modulare, flexibel anpassbare Systeme eröffnen dabei neue Einsatzbereiche – von der Materialbereitstellung über die Kommissionierung bis hin zur Prozessüberwachung.



Moderne Signalisierungssysteme kommen in vielen Bereichen zum Einsatz, in denen Informationen schnell erfassbar sein müssen und Abläufe zuverlässig gesteuert werden sollen. Bilder: Item

Mit der wachsenden Komplexität industrieller Abläufe verändert sich auch die Rolle visueller Signale. Sie werden zunehmend dort eingesetzt, wo Informationen nicht nur angezeigt, sondern aktiv in den Prozess integriert werden sollen. Moderne Systeme reagieren flexibel auf veränderte Abläufe, lassen sich schnell umkonfigurieren und unterstützen unterschiedliche Arbeitsumgebungen – von stark automatisierten Bereichen bis zu manuellen Tätigkeiten. Dadurch entstehen vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, die weit über klassische Warnanzeigen hinausgehen.

Moderne Signalisierungssysteme kommen heute in vielen Bereichen zum Einsatz, in denen Informationen schnell erfassbar sein müssen und Abläufe zuverlässig gesteuert werden sollen. So dienen LED-Streifen oder Signalleuchten an Regalen oder Durchlaufbahnen als visuelle Kanbans. Sie zeigen unmittelbar an, ob Material fehlt oder nachgefüllt werden muss. Eine weitere häufige Anwendung ist die Unterstützung manueller Tätigkeiten – vor allem in der Kommissionierung. Pick-by-Light-Lösungen markieren eindeutig die richtige Entnahmeposition oder zeigen an, wie viele Teile benötigt werden. Diese visuelle Führung entlastet Mitarbeitende, reduziert Fehlerquoten und verkürzt die Einarbeitung neuer Beschäftigter. Auch an Maschinen, Arbeitsplätzen oder Logistikstationen übernehmen Signalisierungssysteme eine wichtige Rolle. Allgemeine Statusanzeigen, häufig in Form von Andon Signalen, schaffen Transparenz. So werden Betriebszustände, Störungen oder Unterstützungsbedarf klar visualisiert.

Die gute Erkennbarkeit über größere Distanzen ist besonders vorteilhaft. Darüber hinaus werden Signalisierungslösungen als Status- und Prozessanzeigen genutzt, etwa an Übergabestationen oder im Bereich der Fördertechnik. Anzeigen wie „bereit zur Abholung“ oder „gesperrt“ lassen sich klar farblich kennzeichnen und ermöglichen ein schnelles Reagieren, ohne dass Mitarbeitende zusätzliche Systeme prüfen müssen. LED-Streifen kommen dabei auch als

Richtungs- oder Bewegungsanzeigen zum Einsatz, etwa um Ein- und Ausschleusungen zu markieren oder Materialflüsse sichtbar zu machen. In Produktions- und Logistiksystemen mit Förderstrecken ermöglicht die mitlaufende Signalisierung eine eindeutige Zuordnung von Produkten, Ladungsträgern oder Aufträgen zu einzelnen Segmenten. Prozesszustände, Varianten oder Bearbeitungsfortschritte bleiben so über längere Distanzen hinweg visuell nachvollziehbar. Dies erhöht die Transparenz entlang des Materialflusses und reduziert Informationsverluste.



Allgemeine Statusanzeigen, häufig in Form von Andon-Signalen, visualisieren Betriebszustände, Störungen oder Unterstützungsbedarf.

Ein weiteres wichtiges Einsatzfeld ist die visuelle Kennzeichnung von Gefahren und Übergabebereichen. In Umgebungen, in denen fahrerlose Transportsysteme, mobile Roboter und manuell geführte Prozesse parallel stattfinden, erhöhen Lichtsignale die Aufmerksamkeit und unterstützen eine klare Orientierung. Gleiches gilt für Übergabezonen, an denen Materialien zwischen Mensch und Maschine wechseln. Nicht zuletzt ermöglichen Signalisierungslösungen die Darstellung von Prozess-, Takt- oder Durchlaufzeiten. So zeigen beispielsweise segmentierte LED-Streifen wie die von Item Bearbeitungsstände an oder machen Verzögerungen sichtbar. Mitarbeitende erkennen Abweichungen sofort und können entsprechend eingreifen, wodurch Abläufe stabiler werden und Auslastungen besser gesteuert werden können.

Signalisierung in Lean-Prozessen

Moderne Signalisierung unterstützt Lean-Prinzipien unmittelbar, indem sie Abweichungen, Prioritäten oder Bedarfe dort sichtbar macht, wo sie entstehen. Lichtsignale dienen als intuitives Kommunikationsmittel, das ohne zusätzliche Systeme oder Interpretationsaufwand auskommt und damit die Grundidee von Mieruka – dem Sichtbarmachen von Zuständen – direkt umsetzt. Durch die klare optische Kennzeichnung lassen sich Verschwendung (Muda), Wartezeiten oder Suchaufwände frühzeitig vermeiden. Bereiche mit verzögerten Abläufen, fehlendem Material oder erhöhtem Unterstützungsbedarf werden sofort erkennbar. Auch die Stabilisierung von Prozessen profitiert davon. Mitarbeitende können schneller reagieren, Nachschubprozesse werden proaktiver gesteuert und Verantwortlichkeiten klarer verteilt. „Besonders in Teams mit hohem Personaldurchlauf oder unterschiedlichen Erfahrungsniveaus entfalten visuelle Signale ihren Nutzen", sagt Björn Müller, Produktmanager bei Item Industrietechnik. „Sie schaffen Orientierung und Klarheit am Arbeitsplatz und unterstützen eine standardisierte Arbeitsweise." Ein Beispiel hierfür sind visuelle Kanbans an FiFo-Regalen oder Zuführstrecken, die den Materialbedarf

Thomapren®-EPDM/PP-Schläuche – FDA konform

www.rct-online.de



Elastischer Pumpen-, Pharma- und Förderschlauch für höchste Ansprüche

- **High-Tech-Elastomer EPDM/PP:** Temperaturbeständig bis +135 °C, UV-beständig, chemikalienresistent, niedrige Gaspermeabilität
- **Für Schlauchquetschventile und Peristaltikpumpen:** Bis zu 30 mal höhere Standzeiten gegenüber anderen Schläuchen
- **Biokompatibel und sterilisierbar:** Zulassungen nach FDA, USP Class VI, ISO 10993, EU 2003/11/EG

Reichelt Chemietechnik GmbH + Co.

Englerstraße 18
D-69126 Heidelberg
Tel. 0 62 21 31 25-0
Fax 0 62 21 31 25-10
rct@rct-online.de

anzeigen. In Summe werden Lean-Grundsätze wie Fluss, Takt, klare Verantwortlichkeiten und visuelle Steuerung somit direkt durch moderne Signalisierungssysteme unterstützt und im alltäglichen Ablauf verankert.

> **„Die Bedeutung visueller Signalisierung wird weiter zunehmen"**
> Björn Müller, Produktmanager bei Item

Trends und künftige Entwicklungen

„Die Bedeutung visueller Signalisierung wird in den kommenden Jahren weiter zunehmen", sagt Björn Müller. Der Markt für Signalisierung entwickelt sich dabei weg von der reinen Anzeige hin zu einem strategischen Bestandteil moderner Produktions- und Logistikanlagen.
Ein zentraler Treiber ist die zunehmende Vernetzung von Anlagen im Sinne von IoT. Signalisierungslösungen werden stärker in Datenflüsse eingebunden, beziehen Informationen aus Steuerungen, Sensorsystemen oder übergeordneten Managementsystemen und geben Zustände, Abweichungen oder Trends visuell zurück in den Prozess. Viele Unternehmen betrachten Signalisierung daher inzwischen als festen Bestandteil ihrer Prozessführung – nicht nur zur Orientierung, sondern als Werkzeug, das Daten, Abläufe und Zusammenarbeit sichtbar macht.

Mit der wachsenden Variantenvielfalt in Produktion und Logistik steigt der Bedarf an Lösungen, die flexibel reagieren, sich einfach anpassen lassen und auch bei häufigen Layout- oder Prozessänderungen verlässlich funktionieren. Ein zentraler Trend ist die zunehmende Modularisierung. Anwender erwarten Systeme, die klein beginnen und sich bei Bedarf erweitern lassen. Signalisierung soll sich sowohl in Neubauten als auch in Bestandsanlagen einsetzen lassen und dabei unterschiedliche technologische Niveaus berücksichtigen. Die Möglichkeit, Komponenten schnell zu ergänzen oder umzubauen, wird damit zu einem entscheidenden Faktor.

Beitrag zur Prozessstabilität

Parallel dazu gewinnt die visuelle Prozessführung an Bedeutung. Unternehmen setzen verstärkt auf klar erkennbare Hinweise im Arbeitsumfeld, um Reaktionszeiten zu verkürzen, Verantwortlichkeiten eindeutig zu kommunizieren und Abweichungen frühzeitig sichtbar zu machen. Gerade im Zusammenspiel mit Lean-Methoden zeigt sich, dass moderne Signalisierung einen spürbaren Beitrag zur Prozessstabilität leisten kann, ohne zusätzliche IT-Komplexität unmittelbar in den Shopfloor zu bringen. Besonders wirksam ist dieser Ansatz in Bereichen, in denen hohe Variantenvielfalt, enge Taktzeiten und begrenzte Personalressourcen zusammentreffen.

Insgesamt deutet vieles darauf hin, dass der Erfolg künftiger Signalisierungslösungen weniger von einzelnen Funktionen abhängen wird, sondern vielmehr von ihrer Fähigkeit, sich in unterschiedlichste Umgebungen einzufügen, mit Veränderungen mitzuwachsen und gleichzeitig intuitiv nutzbar zu bleiben. „Signalisierungslösungen müssen leistungsfähig genug sein, um in vernetzten Anlagen zu bestehen, gleichzeitig aber so pragmatisch sein, dass sie im Alltag akzeptiert und genutzt werden", betont Björn Müller. | *am*



Pick-by-Light-Lösungen markieren die richtige Entnahmeposition oder zeigen an, wie viele Teile benötigt werden.

Item, www.item24.com

Kennzeichnungstechnik

Rückverfolgbarkeit trifft Automatisierung



Bild: Bluhm Systeme

Zur all about automation in Wels präsentiert Bluhm Systeme sein Portfolio automatisierter Kennzeichnungslösungen – von Etikettierung über Inkjet bis zur Laserbeschriftung. Im Fokus steht die nahtlose Integration in bestehende Produktionsumgebungen bei minimalem Wartungsaufwand. Im Inkjet-Bereich zeigt Bluhm eine neue Continuous-Inkjet-Generation, die Fehlkennzeichnungen reduziert und Betriebskosten senkt. Der Markoprint integra Singular 108 ergänzt das Angebot als Großformatdrucker für kontrastreiche Direktkennzeichnung auf Verpackungen. Der kompakte Etikettendruckspender Legi-Air 4050CWB ermöglicht Übereck- und Einseitenetikettierung ohne Umbau, was Rüstzeiten deutlich verkürzt. Im Laserbereich rundet der Penlite das Portfolio ab: Der Faserlaser beschriftet Metalle und Kunststoffe dauerhaft mit Klarschrift, Logos oder 2D-Codes und lässt sich über Standardschnittstellen einfach in vorhandene Systeme einbinden. | *as*

Bluhm Systeme, www.bluhmsysteme.com

Tests bei Roadshow

Neue Hochdruckreiniger-Generation



Bild: Nilfisk

Nilfisk bringt mit der neuen MH-Serie eine überarbeitete Generation von Heißwasser-Hochdruckreinigern auf den Markt und verabschiedet sich dabei von der bisherigen Einheitsplattform. Künftig strukturiert der Hersteller sein Angebot in zwei getrennte Linien: Standard und Advanced. Die MH-Standard-Linie setzt auf das Wesentliche: Heißwasserleistung bis 90 °C, analoge Steuerung und der EcoPower Wärmetauscher mit rund 92 % Wirkungsgrad – etwa für Landwirtschaft und Handwerk. Die MH-Advanced-Serie adressiert professionelle Nutzer mit höheren Anforderungen. Ein neu entwickelter Wärmetauscher steigert den Wirkungsgrad auf bis zu 96 %, eine Dampfstufe erreicht 150 °C für Tiefenreinigung und Desinfektion. Digitale Bedienoberfläche, Diagnosefunktionen und PIN-Sperre runden das Konzept ab. Zur Markteinführung startet Nilfisk ab März 2026 eine bundesweite Roadshow, bei der Kunden und Händler die Geräte live testen können. | *as*

Nilfisk, www.nilfisk.de

Verlängerte Lebensdauer

Schmierstoffe für Wälzlager



Bild: Schaeffler

Wer die Lebensdauer von Wälzlagern verlängern will, sollte einen Faktor nicht außer Acht lassen, der in der Praxis häufig unterschätzt wird: den Schmierstoff. Schaefflers Arcanol-Schmierstoffe setzen hier an und reduzieren Reibung und Verschleiß spürbar – mit dem Ergebnis, dass sowohl rotative als auch lineare Lager deutlich länger zuverlässig ihren Dienst tun. Das Produktportfolio ist breit aufgestellt und deckt eine Vielzahl unterschiedlicher Einsatzbedingungen ab. Ob extreme Temperaturen, hohe Lasten oder anspruchsvolle Umgebungen – für nahezu jede Applikation steht ein speziell entwickelter Schmierstoff zur Verfügung. Damit die Qualität dabei nicht dem Zufall überlassen bleibt, durchläuft jede Charge ein mehrstufiges Prüfverfahren, das sowohl physikalische als auch chemische Eigenschaften unter die Lupe nimmt und so eine gleichbleibend hohe Zuverlässigkeit sicherstellt. | *as*

Schaeffler Technologies, www.schaeffler.com

Entstaubung

Filteranlage für brennbare Stäube



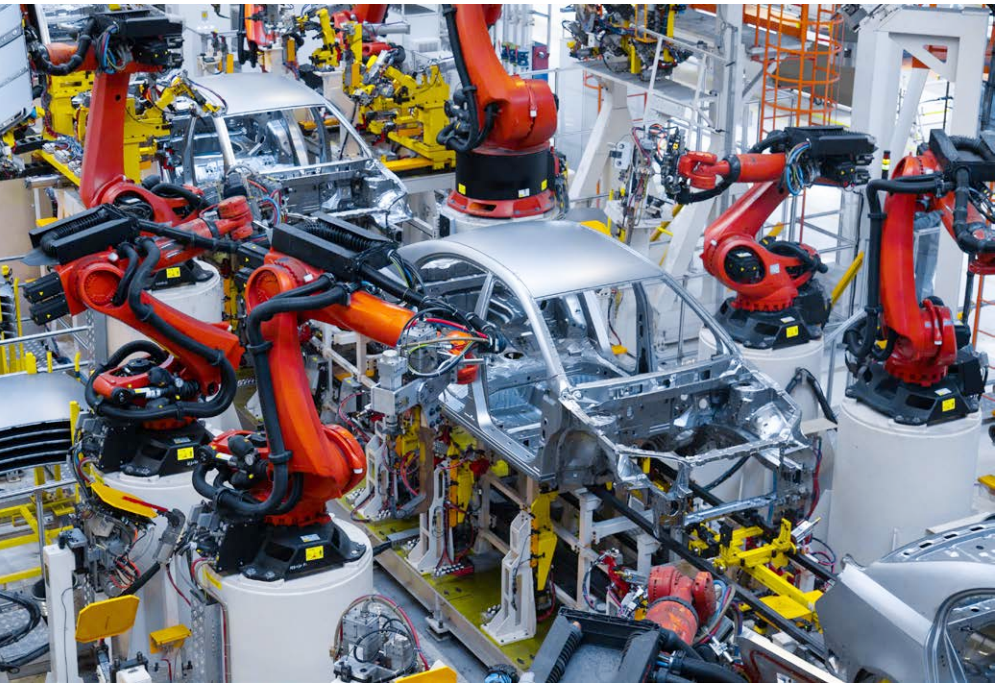
Bild: ULT

Mit dem ULT 2500.1 bringt der Lufttechnik-Spezialist ULT eine neue Absaug- und Filteranlage für größere Staubmengen auf den Markt. Das Patronenfiltergerät in zündquellenfreier Ausführung bewältigt Volumenströme bis 6.800 m^3/h und lässt sich branchenübergreifend einsetzen – von der Metall- und Kunststoffbearbeitung über die Batteriefertigung bis hin zur Chemie- und Pharmaindustrie. Brand- und Explosionsschutzanforderungen sind bereits in der Standardausführung berücksichtigt. Wartungsarme HEPA-H14-Filterelemente gewährleisten eine Luftreinigung von 99,995 %, der Filterwechsel erfolgt kontaminationsarm und ohne Nacharbeit. Für die Integration in bestehende Prozesse sorgt bidirektionale Maschinenkommunikation via OPC-UA. Effiziente EC-Ventilatoren und eine automatische Filterabreinigung im Betrieb halten den Energieverbrauch gering. Optional lassen sich Sicherheits-Features wie Löschgaseinspeisung oder Branderkennung nachrüsten. | *as*

ULT, www.ult.de

Kosten und Termine im Griff

Steigende Komplexität, Zeitdruck und vernetzte Projekte bringen klassische Terminplanung an ihre Grenzen. Kollaboratives Terminmanagement schafft Transparenz, verbessert Abstimmung und ermöglicht schnellere Reaktionen – für mehr Termintreue, effizientere Ressourcennutzung und deutlich geringere Projektkosten.



Vernetzte Produktionssysteme erfordern präzise, abteilungsübergreifende Terminplanung und transparente Prozesse. Bild: Ivan Traimak/stock.adobe.com

Globaler Wettbewerb, steigende Rohstoff- und Energiekosten, Lieferkettenprobleme, Fachkräftemangel und immer kürzere Innovationszyklen setzen Unternehmen unter enormen Druck. Gleichzeitig werden Produktentwicklungen durch Individualisierung, Digitalisierung und strengere regulatorische Anforderungen komplexer. In diesem Umfeld sind verzögerte Projekte, Budgetüberschreitungen und ineffiziente Ressourcennutzung ein enormes Risiko. Eine Lösung für mehr Termintreue, Transparenz und Effizienz ist das kollaborative Terminmanagement.

In der Produktion sind Projekte oft hochkomplex und umfassen mehrere Abteilungen, Standorte und externe Partner. Die Herausforderungen liegen in der steigenden Produktkomplexität, der präzisen Abstimmung und dem Zeitdruck, ohne Qualität oder Compliance zu vernachlässigen. Spät erkannte Planungsfehler führen zu Nacharbeit, Stillständen oder Rückrufen – mit negativen Auswirkungen auf die Margen. In diesem Umfeld stoßen traditionelle Projekt- und Terminmanagement-Ansätze mit starren Planungsmethoden, manuellen Abstimmungsprozesse und isolierten Tools an ihre Grenzen.

Um die Planung zu optimieren und gleichzeitig Kosteneinsparungen zu erreichen, eignet sich das kollaborative Terminmanagement als Teil des Projekt- und Portfolio-Managements (PPM). Es basiert auf vier Prinzipien:

1. **Dezentralisierung und Delegation**
   Komplexe Projekte werden in kleinere, überschaubare Teilplanungen unterteilt. Die Verantwortung für diese Pakete wird an Fachexperten übertragen, was durch deren Expertise zu besseren Ergebnissen führt.
2. **Vernetzung und Kommunikation**
   Die Terminplanung wird abteilungs-, projekt- und sogar unternehmensübergreifend vernetzt. Dadurch lassen sich Daten und Informationen synchronisieren, sodass alle Projektbeteiligten stets aktuell informiert sind und flexibel auf Änderungen reagieren können.
3. **Kollaboration**
   Alle Beteiligten werden in die Planung einbezogen und erhalten die für sie relevanten Informationen. Effiziente Zusammenarbeit bedeutet, dass Teams ihre Arbeitsmethoden (z. B. agil oder klassisch) flexibel wählen und kombinieren. Die Kollaboration umfasst dabei auch Zulieferer und externe Partner.

4. Flexibilität und Anpassbarkeit
   Projekte sind einzigartig und erfordern Flexibilität innerhalb der Unternehmensstandards. Projektspezifische Dashboards, individuelle Ansichten oder anpassbare Reportings ermöglichen es, Informationen zielgruppengerecht aufzubereiten. Lösungen, die sich an den Arbeitsalltag der Beteiligten anpassen und konkreten Nutzen bieten, werden intensiver genutzt.

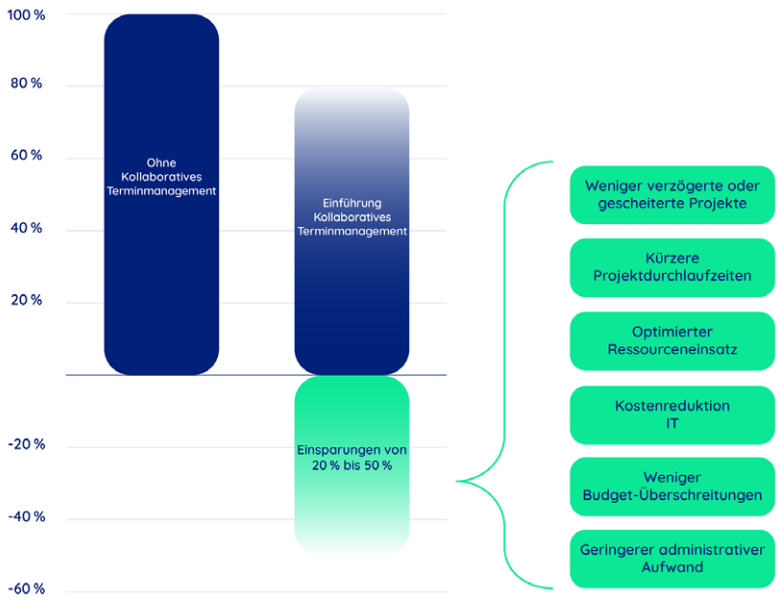
Transparenz und Echtzeitsteuerung

Wenn verschiedene Teams mit unterschiedlichen Datenständen arbeiten, führt das zu Doppelarbeit, Fehlplanungen und verzögerten Reaktionen auf Veränderungen. Das kollaborative Terminmanagement etabliert eine zentrale Informationsbasis – eine Single Source of Truth –, auf die alle Projektbeteiligten zugreifen. Dies hat mehrere Vorteile: Die sofortige Erkennung von Terminverschiebungen, Ressourcenengpässe oder Budgetabweichungen in Echtzeit macht Kostenrisiken sichtbar. Gleichzeitig wird Blindleistung durch den Wegfall von Informationsverlusten vermieden, womit sich unnötige Nacharbeit und der damit verbundene Zeitaufwand reduziert. Darüber hinaus werden Entscheidungsprozesse beschleunigt.

Da alle Stakeholder denselben Informationsstand haben, verkürzen sich Abstimmungszeiten, und Entscheidungen können zielgerichtet getroffen werden. Durch das kollaborative Terminmanagement können Unternehmen messbare Einsparungen erreichen:

- 15 % weniger verzögerte oder gescheiterte Projekte, dadurch geringere Kosten für Konventionalstrafen, Nacharbeiten und Anlaufverzögerungen. Beispiel: Ein Automobilzulieferer kann durch die frühzeitige Erkennung von Terminrisiken die Anzahl verspäteter SOP-Zulieferungen reduzieren und damit Konventionalstrafen vermeiden
- 10 % weniger Budgetüberschreitungen, da Probleme schneller identifiziert und korrigiert werden. Beispiel: Ein Maschinenbauunternehmen erkennt durch Echtzeit-Transparenz eine drohende Verzögerung früher als zuvor und kann rechtzeitig gegensteuern, statt teure Notmaßnahmen wie externe Dienstleister bezahlen zu müssen
- 25 % geringerer administrativer Aufwand, weil das manuelle Aufbereiten von Informationen durch automatisierte Prozesse ersetzt wird. Beispiel: Ein Programmleiter in der Fahrzeugentwicklung spart pro Statusbericht rund 4 Stunden pro Woche ein, weil Daten nicht mehr manuell aus verschiedenen Quellen zusammengetragen, validiert und nach PowerPoint übertragen werden müssen
- 15 % bessere Ressourcenauslastung, weil Engpässe und Doppelplanungen vermieden und so Reibungsverluste reduziert werden. Beispiel: Ein Medizintechnik-Unternehmen erkennt frühzeitig, dass drei Projekte gleichzeitig auf dieselbe Prüfkapazität im Reinraum zugreifen mussten. Durch rechtzeitige Umplanung werden Wartezeiten vermieden
- 15 % schnellere Projektdurchlaufzeiten, was den Wertbeitrag der Projekte beschleunigt und Opportunitätskosten minimiert. Beispiel: Ein Lkw-Hersteller verkürzt die Durchlaufzeit eines Entwicklungsprojekts um einige Monate, was einen früheren Markteintritt und entsprechend früheren Umsatz ermöglicht

Darüber hinaus führt die Konsolidierung der Tool-Landschaft zu geringeren IT-Kosten, da Legacy-Systeme und Insellösungen abgelöst werden. Insgesamt lassen sich so die Projektmanagementkosten um 20 bis 50 % senken – ein Einsparpotenzial, das direkt die Wettbewerbsfähigkeit und Rentabilität von Unternehmen der produzierenden Industrie stärkt. In einem Umfeld von steigenden Kosten, komplexeren Produkten oder globalen Lieferkettenrisiken ist das kollaborative Terminmanagement ein Hebel, um Projektkosten zu senken, Termintreue zu erhöhen und die Effizienz zu steigern. Unternehmen, die kollaboratives Terminmanagement umsetzen, profitieren nicht nur von geringeren Kosten und schnelleren Projekten, sondern schaffen auch die Grundlage für Stärkung ihrer Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit.



Kollaboratives Terminmanagement reduziert Projektkosten um bis zu 50 %, verkürzt Durchlaufzeiten und verbessert Transparenz sowie Ressourcenauslastung. Bild: Cplace

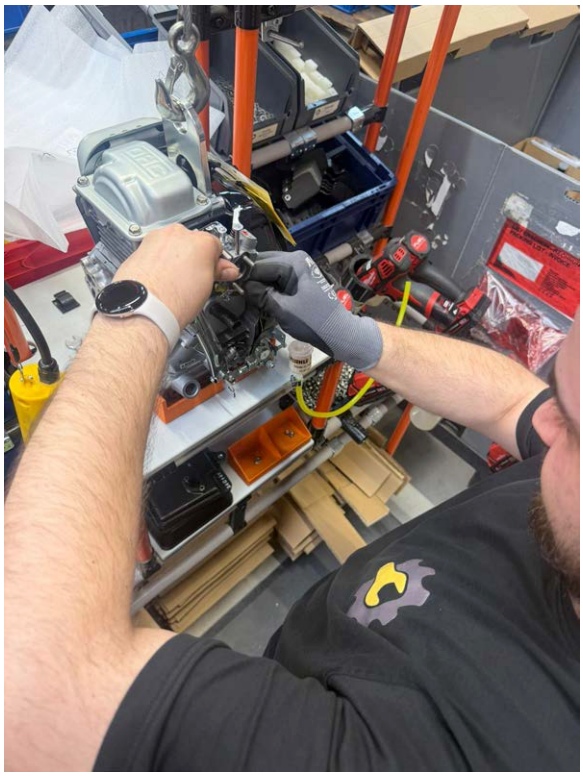
Monika Gomboc, Head of Business Consulting, Cplace / am

Cplace, www.cplace.com

Automatisierte Fügetechnik für Schlauchsysteme

Mehr Arbeitssicherheit, geringere Fachkräfteabhängigkeit und höhere Prozessqualität: Im ZIM-Projekt „Schlauch-O-Mat" entwickelt der Lehrstuhl für Produktionssysteme der Ruhr-Universität Bochum gemeinsam mit Jotor ein automatisiertes Fügesystem für anspruchsvolle Schlauchmontagen.

Der zunehmende Fachkräftemangel und die steigenden Anforderungen an die Arbeitssicherheit stellen viele Industrieunternehmen vor erhebliche Herausforderungen. Besonders in arbeitsintensiven Montageprozessen, wie dem Aufschieben von Kunststoffschläuchen auf die Tüllen von Benzinfiltern, führen manuelle Tätigkeiten zu Belastungen für die Beschäftigten und gleichzeitig zu Qualitäts- und Kapazitätsengpässen in der Produktion. Der Fügevorgang ist körperlich anspruchsvoll, stark erfahrungsbasiert und anfällig für Prozessschwankungen. Erfahrene Beschäftigte kompensieren kleine Lageabweichungen, Reibungsspitzen und schwankende Fügekräfte durch feinmotorische Mikrohandlungen, die sich in Arbeitsanweisungen nur unzureichend beschreiben lassen. Genau diese impliziten Strategien entscheiden jedoch darüber, ob eine Verbindung prozesssicher entsteht oder ob Defekte wie Knickbildung oder innere Schädigungen auftreten. Eine belastbare Automatisierung muss diese Mechanismen ersetzen und technisch reproduzierbar abbilden.



Manuelles Aufschieben eines Kraftstoffschlauchs auf eine Benzinfilter-Tülle. Bilder: LPS

Forschungsprojekt „Schlauch-O-Mat"

Das im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) geförderte Projekt „Schlauch-O-Mat" am Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS) der Ruhr-Universität Bochum adressiert gemeinsam mit der Firma Jotor zwei zentrale Herausforderungen der industriellen Montage: den Mangel an qualifizierten Fachkräften und die körperliche Belastung manueller Fügeprozesse. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines automatisierten Systems, das die Montage von Kraftstoffschläuchen auf Benzinfiltern deutlich robuster, sicherer und wirtschaftlicher gestaltet. Die bisher manuelle Ausführung ist nicht nur ergonomisch kritisch, sondern auch qualitätsanfällig und stark von individuellem Erfahrungswissen abhängig. Ein zentrales Entwicklungsziel ist daher, die Arbeitsbedingungen für Beschäftigte zu verbessern, gesundheitliche Risiken zu reduzieren und gleichzeitig die Abhängigkeit von Fachpersonal zu senken. Durch die Automatisierung wird eine Reduktion des manuellen Arbeitsaufwands um bis zu 80 % angestrebt. Gleichzeitig sollen Wiederholgenauigkeit, Prozessstabilität und Produktqualität verbessert werden, um Sicherheits- und Emissionsanforderungen an die Schlauch-Filter-Verbindung zuverlässig einzuhalten.

Kurz erklärt: die MHI e.V.

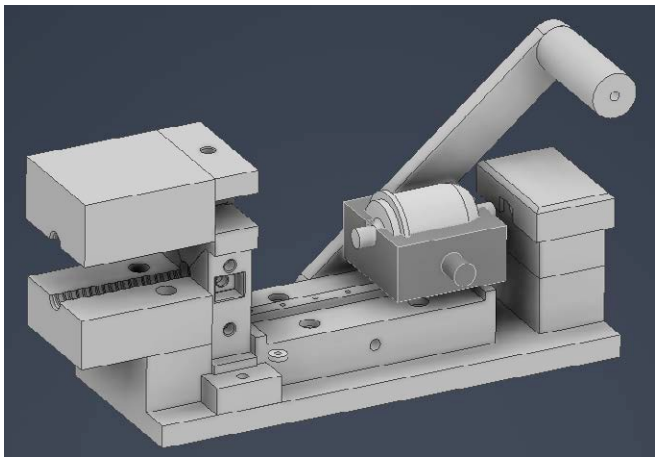
Die Wissenschaftliche Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik e.V. (MHI e.V.) ist ein Netzwerk renommierter Universitätsprofessoren – Institutsleiter und Lehrstuhlinhaber – aus dem deutschsprachigen Raum. Die Mitglieder forschen sowohl grundlagenorientiert als auch anwendungsnah in einem breiten Spektrum aktueller Themen aus dem Montage-, Handhabungs- und Industrierobotikbereich. Weitere Infos zur Gesellschaft, deren Mitgliedern und Aktivitäten: www.wgmhi.de

Das Projekt folgt einem methodischen Ansatz, der das Erfahrungswissen aus der manuellen Montage systematisch in technische Anforderungen überführt. Expertenaussagen werden strukturiert erfasst und mit einer angereicherten Prozess-FMEA verknüpft. Dabei wird codiert, welche manuelle Mikrohandlung ausgeführt wird, welcher physikalische Mechanismus dahintersteht, welche Prozessparameter betroffen sind und welches Fehlerbild verhindert oder ausgelöst wird. So entstehen aus impliziten Strategien wie schrägem Ansetzen, Mikro-Rotation oder gezielter Griffpunktwahl mess- und regelbare Größen für die Automatisierung.

Daraus lassen sich verifizierbare Automatisierungsanforderungen ableiten, etwa für die Fügebewegung, die kontrollierte Nachgiebigkeit, das Greifkonzept, die Sensorik und die Qualitätssicherung. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Implementierung einer KI-gestützten Qualitätsprüfung, die visuelle Merkmale und prozessintegrierte Signaturen nutzt, um Fehler frühzeitig zu erkennen. Damit verbindet Schlauch-O-Mat klassische Automatisierungstechnik mit datenbasierter Qualitätsbewertung und schafft die Grundlage für ein robustes, flexibel anpassbares Montagesystem.

Gesamtsystem zur automatisierten Schlauchmontage

Das zu entwickelnde Gesamtsystem ist als integrierte Montagekette konzipiert, die den gesamten Prozess vom Bereitstellen der Schläuche bis zur qualitätsgesicherten Baugruppe abdeckt. Nach dem Zuschnitt werden die Schlauchteile geordnet und orientiert bereitgestellt. Ein geregeltes Erwärmungsmodul konditioniert die Schlauchenden, damit die erforderliche Flexibilität für den automatisierten Fügevorgang erreicht wird. Das anschließende Fügemodul setzt ein angepasstes



Prototyp für das Aufschieben eines Kraftstoffschlauchs auf eine Benzinfilter-Tülle.

Greif- und Führungskonzept um, das Knickbildung verhindert und gleichzeitig diejenigen Bewegungsstrategien abbildet, die in der manuellen Montage zu einer stabilen Verbindung führen. Daran schließt sich ein Modul für das Handling und die Positionierung der Schellen an. Ergänzt wird die Anlage durch eine Qualitätssicherung, die optische Merkmale wie Einsteckтiefe, Symmetrie und Schellenlage mit prozessintegrierten Signaturen wie Kraft- und Momentenverläufen kombiniert. Auf diese Weise soll ein flexibles Automatisierungssystem entstehen, das unterschiedliche Bauteilvarianten verarbeiten kann, die Produktivität steigert, Produktionskosten senkt und gleichzeitig die Einhaltung strenger Qualitäts-, Sicherheits- und Emissionsstandards unterstützt.

Das Projekt „Schlauch-O-Mat" (Förderkennzeichen: KK-5055228KT4) wird als Teil des „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand" gefördert. *Lennart Lamers, Bernd Kuhlenkötter, beide LPS, Jörg Wojtun und Tobias Hielscher, Jotor/am*

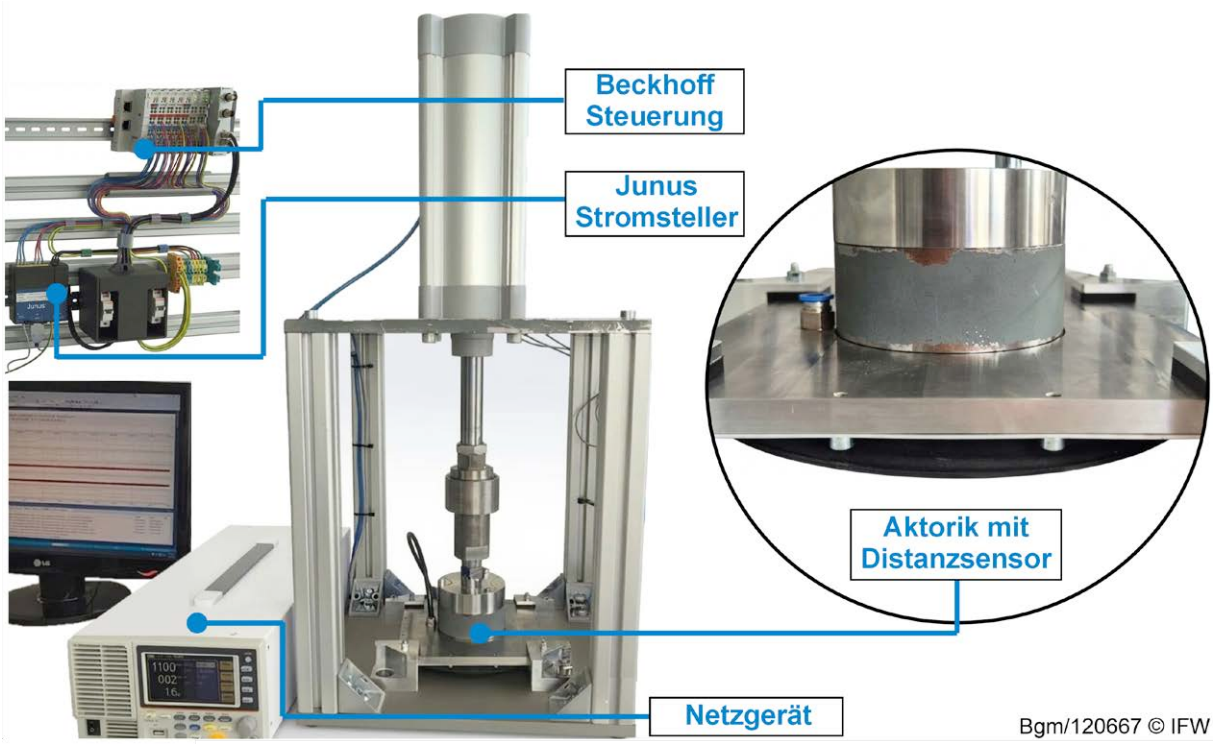
Kurz erklärt: der LPS

Der Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS) wird von Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter geleitet. Die wissenschaftliche Ausrichtung des LPS umfasst die Themenfelder Produktionsdigitalisierung, -management, -automatisierung und Industrielle Robotik. Der LPS betreibt eine Lern- und Forschungsfabrik (LFF), in der die theoretischen Konzepte umgesetzt und evaluiert werden. Durch diese Demonstrationen der Ergebnisse fördert der LPS den Technologietransfer in die Wirtschaft. www.lps.ruhr-uni-bochum.de

LEHRSTUHL FÜR PRODUKTIONSSYSTEME

Schwebender Aktor macht Führungen präziser

Das IFW erforscht eine neue Führungstechnologie für Linearachsen für schwere Lasten und lange Verfahrwege in Werkzeugmaschinen. Dafür sollen erstmalig magnetische, vorgespannte Luftgleitkissen eine reibungsfreie Bewegung ermöglichen.



Funktionstest der Hybridaktorik auf dem Prüfstand.

Bilder: IFW

Für die präzise Bearbeitung großer Bauteile, wie beispielsweise Rumpfspanten von Flugzeugen, werden Werkzeugmaschinen mit großem Arbeitsraum und hochgenauen Führungssystemen benötigt. Hierfür werden meist Wälzführungen oder hydrostatische Führungen genutzt. Diese erfordern wiederum präzise gefertigte und ausgerichtete Führungsflächen, um den Genauigkeitsanforderungen im einstelligen µm-Bereich gerecht zu werden. Dies führt zu hohen Fertigungs- und Montagekosten. Um diesen hohen Investitionskosten entgegenzuwirken, entwickelt das IFW eine neuartige Linearführung, die verglichen mit den genannten Führungssystemen höhere Form- und Lagetoleranzen im unteren Zehntelmillimeterbereich in den Führungsflächen zulässt. Der innovative Ansatz verfolgt die Idee der Kombination eines Luft-Gleitkissens mit einem Elektromagneten.

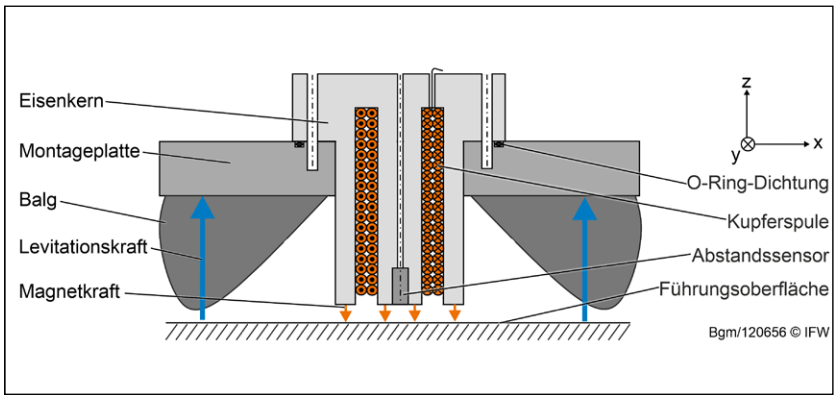
Gleitkissen zeichnen sich durch einen elastischen, mit Druckluft gefüllten Balg aus. Ausströmende Luft bildet ein Luftpolster, auf dem das Gleitkissen aufschwebt. So wird ein reibungsfreier Schwebezustand erreicht, wobei der Balg den Ausgleich kleiner Unebenheiten im Untergrund ermöglicht. Dadurch ist der Balg nahezu verschleißfrei. Die Schwebehöhe ist jedoch nicht konstant, da diese von der Last und der Bodenbeschaffenheit abhängt. Das Gleitkissen ist ausschließlich für die Aufnahme von Druckkräften ausgelegt, was das Tragen großer Lasten ermöglicht.

Für eine hohe Präzision in dem angedachten Führungssystem kommt ein Elektromagnet zur Stabilisierung zum Einsatz. Mit diesem wird das Gleitkissen durch Anzugskräfte an die Führungsoberfläche verspannt, was die Steifigkeit erhöht. Ein in den Magneten eingelassener Abstandssensor misst die Flughöhe des Magneten, die sich durch einen Regler präzise einstellen lässt.

Als Gleitkissen wird ein handelsüblicher Balg (B8HD) von Aerofilm Systems verwendet. Dieser kann laut Herstellerangaben eine Last von 1.000 kg bewegen, wenn ein Luftdruck von 4 bar anliegt. Zur Maximierung der Reluktanzkraft (anziehende Magnetkraft) des Elektromagneten wurde eine FE-Simulation für die Magnetauslegung durchgeführt. Bei der Simulation wurden die Spulenbreite und die damit verbundene Anzahl an Windungen variiert. Weiterhin wurde der Drahtdurchmesser optimiert. Um das charakteristische Kennfeld eines derartigen hybriden Aktors, bestehend aus Gleitkissen und Elektromagneten, für die Regelung zu identifizieren, wurden die Stromstärke sowie die Schwebehöhe variiert. Mit dem Kennfeld lassen sich das nichtlineare Verhalten des Elektromagneten linearisieren und die Regelungsstrategie vereinfachen.

Reibungsfrei führen bei hohen Lasten

Der Funktionstest der Hybridaktorik wurde auf einem Prüfstand umgesetzt. Die Schwebehöhe ließ sich dabei mit dem beschriebenen Regler gezielt einstellen. Ausgehend von einer Schwebehöhe h = 250 µm wurden die Einschwingzeit t_{ein} und die statische Regelabweichung z_{abw} untersucht. Dabei wurde die Schwebehöhe stufenweise erhöht. Die Ergebnisse zeigen, dass der Regler mit dem hinterlegten Kennfeld die Aktorik definiert positionieren kann. Die Einschwingzeit ist dabei kleiner als 1,5 s und die Positioniergenauigkeit im eingeschwungenen Zustand kleiner als 1 µm.



Schematische Darstellung der Aktorik.

Schwebezustand der Führung stabilisieren

Zur linearen Regelung der Aktorik wird ein PI-Regler mit Vorsteuerung verwendet. Der Regelfehler beziehungsweise die Eingangsgröße ist die Abweichung des gemessenen Luftspalts von der Sollwertvorgabe. Tritt ein Versatz zwischen zwei Führungsflächen beim Verfahren über die Führung auf, zeigt sich dies durch einen Sprung im Signalverlauf des Abstandssignals. Mittels einer geeigneten Sollgröße kann der Regler diese Störung kompensieren, sodass die Flughöhe trotz Versatz in der Führungsoberfläche konstant bleibt. Der Ausgang des Reglers ist eine Stellkraft für den Elektromagneten, die den Regelfehler korrigiert. Die Summe aus den wirkenden Kräften gibt eine Sollmagnetkraft F_{mag} vor, mit der sich bei aktueller Schwebehöhe ein Stellstrom I_{mag} für die Hybridaktorik bestimmen lässt. Zur Umsetzung eines möglichst performanten Reglers wurde das Systemverhalten des Magneten zusätzlich experimentell charakterisiert.

Um eine Beschädigung des Magneten zu vermeiden, wurde die maximale Stromstärke auf 7 A begrenzt. Untersuchungen ergaben einen stabilen Schwebezustand der hybriden Aktorik bei einer Schwebehöhe zwischen 250 und 280 µm. Dies ermöglicht es, Unebenheiten in den Führungsflächen zu kompensieren.

Ferner ließ sich zeigen, dass sich bei sprunghafter Änderung der Last der Schwebezustand stabil halten lässt. Der Regler passt dabei die Stromstärke des Magneten an die Belastung an und gleicht die geänderten Kraftverhältnisse aus. Der Druck und der Volumenstrom des Gleitkissens bleiben während der Untersuchungen nahezu konstant und sind somit unabhängig von der Schwebehöhe.

Zukünftig soll der Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit der Führungsflächen auf das Regelverhalten untersucht werden, um die Eignung der neuartigen Aktortechnologie für den Einsatz in Werkzeugmaschinen mit niedrig tolerierten Führungsflächen nachzuweisen.

Das Forschungsprojekt „Grundlagen eines berührungslosen Aktors mit bidirektionaler Kraftwirkung für den Aufbau von umgriffsfreien Führungssystemen von spanenden Werkzeugmaschinen" wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – Projektnummer 60443824. Die Autoren danken der DFG für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung des Projekts.

Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena, Leiter des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover / Dr.-Ing. Henning Buhl, Leiter Bereich Maschinen und Steuerungen am IFW / M. Sc. Adrian Bergmann, Mitarbeiter am IFW in der Abteilung Maschinenkomponenten / am

Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW), www.ifw.uni-hannover.de

Redaktionen und Anzeigen

3M 49

A

ABB 6
Ahlborn 18
AMA Service 18
Assa Abloy 9

B

Beckhoff 7, 8
Bluhm Systeme 41

C

Conrad 8, 13
CPlace 42

D

Delta Electronics 37

E

EBE Elektro-Bau-Elemente 23
Endress+Hauser 20
EPG 8
Evomecs 24

F

Fraunhofer IST 23
FUJIFILM 15

I

IDS 12
IFW Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen 46
Igus 6
Illig packaging solutions 37
Item 38

J

Jumo 30

K

Kistler 19, 49

L

Laserteile4you/H.P. Kaysser 31
Locus Robotics 37
LPS 44

M

MHI 44

N

Nilfisk 41

P

Paul Horn 28
Pelemedia 2, 49, 51, 52

R

Reichelt RCT ..... Beilage, 39
Rittal 6

S

Schaeffler Technologies 41
Schmalz 34
Sick 10
SmartFactory Kaiserslautern 50
Stoll 49

T

Turck 16

U

ULT 41

W

WALTER 5
Walther Faltbox Group 37
Weiss 32
Wibu 26
Würth 8

Z

ZwickRoell 21

Impressum

Redaktion

Chefredaktion: Andreas Mühlbauer (am)
Tel.: 089 2006573-24
amuehlbauer@pelemedia.de
(verantwortlich für den redaktionellen Inhalt)

Redaktion: Annina Schopen (as), Tel.: 089 2006573-36
redaktion@industrial-production.de

Mediaberatung: Marco Heuberger
Tel.: 089 2006573-26
mheuberger@pelemedia.de

Assistenz/ Database: Karin Hartnagel, Tel.: 089 2006573-00
khartnagel@pelemedia.de

Lektorat: Mara Hofacker (mho), Tel.: 089 2006573-10
mhofacker@pelemedia.de

Layout: Abidin Yücel, Lydia Lutz, Norbert Preiss

Postanschrift: Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar
www.industrial-production.de

Verlag

Postanschrift: Pelemedia GmbH
Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar
Tel.: 089 2006573-00
info@pelemedia.de
www.pelemedia.de

Bestell-Abonnement-service: Pelemedia GmbH
c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH,
Postfach 81 06 40, 70523 Stuttgart
Telefon 0711 82651-286
Fax: 0711 82651-399
E-Mail: abo@pelemedia.de

Bezugspreise: Ab der Ausgabe #10/24 gelten die folgenden Preise:
Erscheinungsweise: 12 Ausgaben
Jahresabonnement Print Inland 219,- €
Jahresabonnement Print Ausland 229,- €
inkl. Versand, inkl. der aktuellen MwSt.
Einzelheft Print 24,- €
inkl. der aktuellen MwSt., zzgl. 3,- € Versand
Jahresabonnement digitales E-Paper 90,- €
Inland/Ausland/ inkl. der aktuellen MwSt.
Einzelausgabe E-Paper 18,- €
inkl. der aktuellen MwSt.

Preisliste: Derzeit Preisliste Nr. 7,
gültig seit 01.01.2026
Angeschlossen der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern – Sicherung der Auflagenwahrheit.

Head of Data | Distribution | Production / Prokurist:
Marc Schneider, Tel.: 089 2006573-05
mschneider@pelemedia.de

Verlagsleiterin | Prokuristin:
Heike Heckmann
verantwortlich für den Anzeigenteil
Tel.: 089 2006573-02,
hheckmann@pelemedia.de

Anzeigen-Disposition: Nike Menrath, Tel.: 089 2006573-11
nmenrath@pelemedia.de

Bankverbindung: HypoVereinsbank, München,
BLZ: 700 20 270,
Kto.: 100 21 500,
IBAN: DE54 7002 0270 0010 0215 00
SWIFT-BIC: HYVEDEMMXXX

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

Das Papier für INDUSTRIAL Production stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen.

Nachdruck: Auf Anfrage mit ausdrücklicher Angabe der Quelle „INDUSTRIAL Production" gestattet. Ansonsten alle Rechte vorbehalten. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Unterlagen und Bilder.

Geschäftsführung: Peter Eberhard



Abonnement bestellen:
shop.pelemedia.de

Newsletter und E-Paper bestellen:
newsletter.pelemedia.de

Adressänderungen: ZENIT Pressevertrieb
Tel.: +49 711 82651-286 (Mo. bis Fr. 8 – 18 Uhr)
abo@pelemedia.de

Die nächste INDUSTRIAL Production erscheint am 17. Juni 2026. Es erwarten Sie unter anderem folgende Themen:

IT/OT Integration Summit



Bild: Pelemedia

Der IT/OT Integration Summit am 24. Juni 2026 in Augsburg zeigt, wie die Integration von IT und OT in der Produktion praktisch umgesetzt wird. Im Fokus stehen reale Industrieprojekte statt Theorie: Wie lassen sich Automatisierung, Cloud, Datenplattformen und KI sinnvoll verbinden? Das Praxisforum richtet sich an Entscheider im Maschinen- und Anlagenbau. Neben Vorträgen bietet es Austausch mit Experten und konkrete Einblicke in funktionierende IT/OT-Lösungen entlang einer Referenzarchitektur für die Produktion der Zukunft.

Retrofit einer Kühlwasseranlage

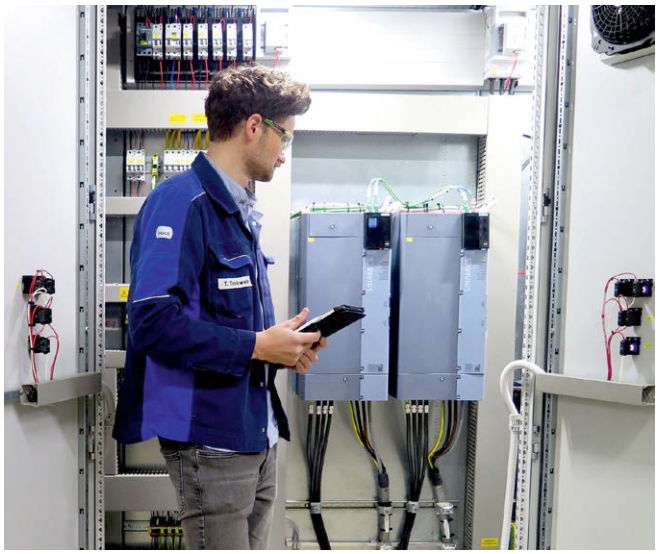


Bild: Stoll

3M modernisiert in Kempten seine Kühlwasseranlage per Retrofit: getrennte Kühlkreisläufe und eine durchgängig redundante Automatisierung erhöhen die Betriebssicherheit deutlich. Neue Steuerungs-, Netzwerk- und Leitsystemtechnik sorgt für mehr Transparenz, vermeidet Stillstände und macht die Anlage zukunftssicher.

Präzision in Echtzeit

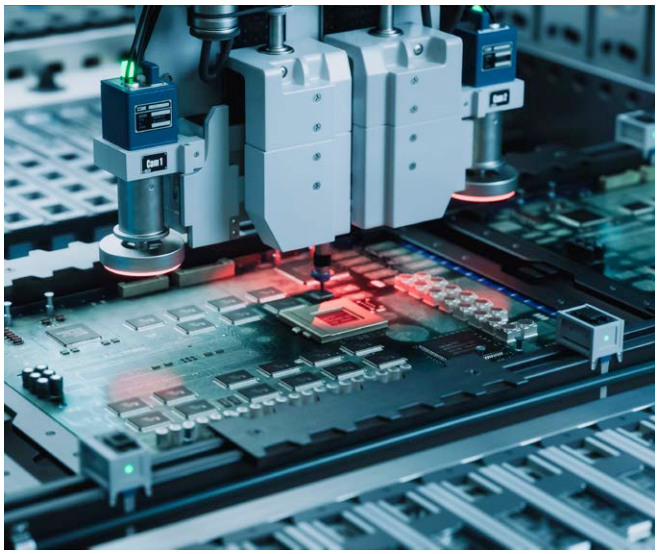


Bild: Gorodenkoff/www.shutterstock.com

In der Halbleiterfertigung sind höchste Präzision und Prozessstabilität entscheidend. Klassische MEMS- und DMS-Sensoren stoßen an Grenzen. Für bessere Auflösung, Lebensdauer und Effizienz sind heute hochpräzise piezoelektrische Sensoren unverzichtbar, um Qualität, Ausbeute und stabile Prozesse zu sichern.

„Die Umsetzung dauert oft zu lange“

IT und OT wachsen zusammen – doch fehlende Daten, Fachkräfte und Tempo bremsen die Praxis. Warum Deutschland trotz guter Konzepte hinterherhinkt und wie reale Projekte den Weg zur smarten Fabrik ebnen, erklärt Prof. Dr.-Ing. Martin Ruskowski, Vorstandsvorsitzender der Technologie-Initiative SmartFactory-KL, im Gespräch mit Andreas Mühlbauer.



Bild: DFKI / Jürgen Mai

IT und OT wachsen zusammen. Wo hakt es heute in der Praxis am meisten?

Der für mich wichtigste Faktor ist Zeit. Die IT/OT-Konvergenz geht nicht von heute auf morgen, sondern ist ein Prozess. Und dieser stellt Unternehmen noch immer vor einige Herausforderungen: Auf der einen Seite haben wir die OT, die für Stabilität und Echtzeitfähigkeit steht, aber im Wesentlichen auf der klassischen Elektrokonstruktion aufsetzt. Auf der anderen Seite die IT, die mit Flexibilität und Skalierbarkeit auf Basis von modernen Softwarekonzepten punkten kann. Diese beiden Welten zusammenzubringen, führt selbstverständlich zu gewissen Reibungsverlusten.

Hinzu kommen weitere typische Herausforderungen wie Cybersicherheit und Datenschutz, eine schlechte oder unvollständige Datengrundlage sowie der Fachkräftemangel und der Know-how-Gap bei den vorhandenen Fachkräften. Die Unterschiede in den Profilen der Mitarbeitenden auf der OT-Ebene und in der IT sind teilweise sehr groß. Daher fehlt das Bewusstsein auf der Feldebene für die Vorteile von IT-Konzepten und umgekehrt. Hier müssen wir noch Aufklärungsarbeit leisten.

Deutschland gilt als Industrie-4.0-Pionier. Sind wir bei der IT/OT-Konvergenz noch vorn?

Wie bei so vielen Prozessen hat Deutschland auch bei der IT/OT-Konvergenz das Problem, dass wir zu behäbig sind. Wir entwickeln Konzepte, standardisieren und planen, brauchen aber für die Umsetzung oft zu lange. Wir müssen jetzt angreifen und die Konzepte in die Breite ausrollen. Denn gute Konzepte gibt es bereits, gerade bei uns in der SmartFactory-KL haben wir in den letzten Jahren intensiv daran gearbeitet, wie Unternehmen die IT- und OT-Welt zusammenführen und ihre eigene smarte Fabrik aufbauen können. Das Ergebnis ist unsere Open SmartFactory Architecture, die einen klaren Orientierungsrahmen darstellt; im Prinzip eine Blaupause, wie die smarte Fabrik funktioniert. Statt monolithischer Systeme setzt sie auf ein modulares und auf offenen Standards basierendes Baukastenprinzip, das eine flexible und skalierbare Produktions-IT erlaubt. Wenn Unternehmen sich an unserer Architektur orientieren, können sie die IT/OT-Konvergenz bewältigen.

Im Juni veranstalten Sie gemeinsam mit INDUSTRIAL Production den IT/OT Integration Summit. Welche Art von Impulsen zur IT/OT-Integration können die Teilnehmenden erwarten?

Das Besondere bei unserer gemeinsamen Konferenz ist der Fokus auf reale Projekte aus Maschinenbau und Produktion. Wir wollen echte, erprobte Integrationsansätze vorstellen, keine Hochglanz-Demos mit nichts dahinter. Wir schauen uns also reale Projekte an, diskutieren herstellerübergreifende Ansätze und stellen unsere Architektur vor, mit deren Hilfe Unternehmen den Weg zur smarten Fabrik beschreiten können. Die Teilnehmenden werden erleben, wie IT/OT-Integration tatsächlich in der Praxis funktioniert.

SmartFactory-KL, smartfactory.de

Company Connectory by INDUSTRIAL Production

UNTERNEHMEN UND PRODUKTE: FINDEN. VERGLEICHEN. VERBINDEN.



https://www.industrial-production.de/company-connectory-info.htm

- ✔ Unternehmen, Produkte und Services finden
- ✔ Leistungen auf einen Blick vergleichen
- ✔ Direkt mit Anbietern vernetzen

FÜR ALLE, DIE FUNDIERTE ENTSCHEIDUNGEN TREFFEN MÜSSEN.

GEZIELT RECHERCHIEREN

Passende Firmen und Produkte finden

SCHNELL VERGLEICHEN

Klare Profile auf einen Blick

DIREKT VERNETZEN

Kontakt zu den richtigen Partnern

PELEMEDIA COMMUNICATION IS KEY

PELEMEDIA
COMMUNICATION IS KEY

Let's bring power to your business!

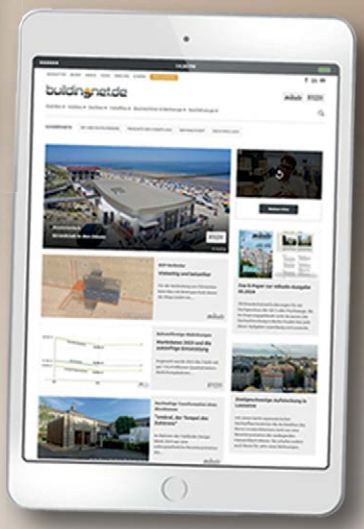


















PELEMEDIA SHOP
COMMUNICATION IS KEY

Verschaffen Sie sich einen Wissensvorsprung!

Jetzt Abo bestellen!

shop.pelemedia.de

Pelemedia GmbH
pelemedia.de