

A&D RESHAPE

MANUFACTURING INDUSTRY



TITELBILD-SPONSOR: ABB MOTION

VON DER IDEE BIS ZUR SERIENREIFE

Co-Development im ABB Motion OEM Hub ...mehr ab S. 8

FOKUS: ROBOTIK
Was jetzt funktioniert,
was bald kommt S. 18-33

SAMMELSCHIENEN
Montagezeit erheblich
beschleunigen S. 34

SIMULATIONSMODELL
Prozesse in Mini-Fabrik
sicher durchspielen S. 48

INDUSTRY.FORWARD SUMMIT

DIE ZUKUNFTSKONFERENZ
DER INDUSTRIE

01. + 02.07.2026
Berlin | Spreespeicher

Starke Stimmen & geballtes Know-how aus der Industrie



INDUSTRY.forward SUMMIT 2026 – Die Zukunftskonferenz der Industrie

industry-forward.com/summit – Jetzt anmelden & mitdiskutieren. Wir freuen uns auf Sie!

PARTNERED BY



RESHAPE

Manufacturing Industry



Direkt eintauchen!



Mehr Wettbewerbsfähigkeit beginnt mit dem richtigen Update

Flexibilität, Resilienz und Nachhaltigkeit bleiben Schlüsselthemen. In der Welt von A&D dreht sich alles um Automation und Digitalisierung in der Fertigungsindustrie – online, im E-Paper und auf unseren Kanälen LinkedIn @INDUSTR.com und YouTube @INDUSTRY.forward.

Holen Sie sich das Wichtigste direkt ins Postfach: mit unseren Newslettern. Jetzt abonnieren unter industr.com/AuD.



Christian Vilsbeck, Chefredakteur A&D: „China gestaltet die Fabrik der Zukunft, während wir mit der Vergangenheit kämpfen“ – dieser Befund ist unbequem, aber er passt erschreckend gut zur industriellen Realität in Europa. Das zeigt auch das Industrie 4.0 Barometer 2026 von MHP in Kooperation mit der LMU München. Denn häufig brems nicht die Idee, sondern der Bestand: gewachsene IT-/OT-Landschaften, Datensilos und fehlende Interoperabilität verhindern, dass KI, digitale Zwillinge und Automatisierung wirklich skalieren. Meine Frage an **Markus Wambach, Group COO bei MHP**, lautet daher:

„WIE KOMMEN WIR AUS DER VERGANGENHEIT IN DIE FABRIK DER ZUKUNFT?“

Unsere Daten zeigen klar: Während China und die USA ihre Produktion konsequent software- und datengetrieben transformieren, generiert die DACH-Region kein Momentum. Nur 3 Prozent der Unternehmen hierzulande sind mit Software-Defined Manufacturing sehr vertraut – in China und Indien sind es 30 Prozent.

Und genau hier liegt der Kern: Software-Defined Manufacturing (SDM) wird zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor, weil Produktionsexzellenzen künftig aus Software, Daten sowie einer belastbaren IT-/OT-Architektur entsteht. SDM entkoppelt die Produktionssteuerung von physischer Hardware und schafft einen zentralen Software-Layer, der Fertigung flexibel, skalierbar und standortübergreifend macht. Damit wird auch klar: Wer Produktionssteuerung, Daten und Software nicht strategisch zusammenführt, setzt seine Wettbewerbsfähigkeit aufs Spiel.

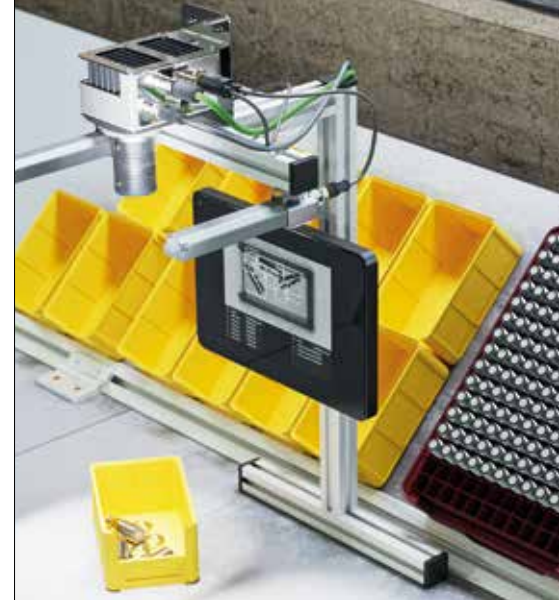
Warum kommen wir trotzdem so schwer vom Fleck? Unsere Studie Industrie 4.0 Barometer 2026 benennt die typischen Bremsen: technische Schulden durch heterogene Altsysteme, fragmentierte Datenlandschaften und fehlende Interoperabilität. Das ist der Grund, warum KI in Europa häufig im „Hype-Gap“ hängen bleibt: viel Erwartung, zu wenig Wirkung in der Linie – weil Dateninfrastruktur, Sensorik und digitale Zwillinge als Fundament fehlen.

Die Richtung ist damit eindeutig: Europa steht vor einer Modernisierungsaufgabe. Der zentrale Hebel liegt im Abbau technischer Schulden, in der Vereinheitlichung von IT-/OT-Strukturen und in der konsequenten Ausrichtung der Produktion auf softwarebasierte, skalierbare Architekturen. SDM wird zum Gradmesser dafür, ob wir künftig mitgestalten – oder nur noch versuchen, aufzuholen.



TURCK

Your Global Automation Partner



TIV: Mehr Qualität. Weniger Aufwand.

TURCK Intelligent Vision: KI-gestützte Inspektion in Echtzeit senkt Fehlerraten nachhaltig und sorgt für messbar höhere Qualität und Effizienz in Ihrer Produktion. Smarte Bildverarbeitung direkt vor Ort!

MEHR ERFAHREN



www.turck.com/de/tiv

INHALT

AUFTAKT

- 06 Bildstory: Rad-Bein-Roboter für enge und gefährliche Arbeitsumgebungen
- 12 Messe-Vorschau: Interpack 2026
- 14 Trendreport Verpackungstechnik

TITELTHEMA

- 08 Titelstory: Von der Idee bis zur Serienreife durch Co-Development im ABB Motion OEM Hub
- 11 Titelinterview über OEM-Engineering in der Antriebstechnik: „Wir geben Know-how weiter“

FOKUS: DIE NEUE ROBOTIKGENERATION

- 18 Wertschöpfung durch Roboter: Vier Trends zur physischen KI
- 22 Roboter palettieren Tierfutterdosen: 1200 Dosen pro Minute
- 24 Interview mit Nicole Clement, Comau: „Wir schließen die Lücke in der Kette“
- 27 Umfrage über die neue Robotikgeneration: „Modular, mobil, smart“
- 30 Endlich weniger Aufwand: Roboterprogrammierung mit SRCI

RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 40 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Rücklicht



Jetzt scannen
und die A&D als
E-Paper erhalten!



TITELTHEMA

VON DER IDEE BIS ZUR SERIENREIFE

18

AB SEITE

FOKUSTHEMA

Die neue Robotikgeneration:
Modular, mobil, smart



60

IMMER EIN PRÄZISES TIMING

Multifunktions-Zeitschalter im
industriellen Einsatz



8

TITELTHEMA

Co-Development im
ABB Motion OEM Hub



34

SAMMELSCHIENEN-PLATTFORM

75 % schnellere Montagezeit im
Schaltanlagenbau?



NET ZERO INDUSTRY

- 34 75 % schneller montiert?
Praxis-Check einer Sammelschienen-Plattform
- 38 Glättung von Lastspitzen:
KI in der industriellen Energieoptimierung

DIGITAL FACTORY

- 41 Retrieval-Augmented Generation (RAG):
Brücke zwischen Unternehmensdaten und KI
- 44 Statische Code-Analyse:
Wenn der Bug nie auf die Maschine kommt
- 48 Agile Production Simulation:
Simulationsmodell für die modulare Fabrik
- 52 Wenn die Community den Engpass entschärft:
Digitale Services trotz knapper Ressourcen

FACTORY AUTOMATION SOLUTIONS

- 56 True Power On Multiturn-Sensor:
Präzises Positionswissen – auch ohne Strom
- 60 Immer ein präzises Timing:
Multifunktions-Zeitschalter im Einsatz
- 64 Industriegerecht und robust:
Low-Energy-Funksysteme für Fußschalter

TITELBILD: ABB; Gemini, publish-industry



Kleiner & Effizienter

Rundsteckverbinder für Motion & Drives

Drives und Frequenzumrichter werden immer kleiner und effizienter. Dafür braucht es neue, passend skalierte Lösungen in der Connectivity. HARTING bietet dazu alle Rundsteckverbindergrößen von Size 15 bis M23 an. Hybride Konzepte für die One-Cable-Automatation bieten Anwendern die parallele Übertragung von Power und Daten.

[www.HARTING.com/
metric-circular-connectors](http://www.HARTING.com/metric-circular-connectors)

Rad-Bein-Roboter für enge, gefährliche Arbeitsumgebungen

INSPEKTION & EINSATZ IN EXTREMLAGEN

Ein Blick aufs Bild genügt – und man ahnt, warum klassische Fahrwerke hier schnell aufgeben:
Der Lynx M20 von Deep Robotics kombiniert Räder mit „Bein-Modi“ und soll dort
weiterkommen, wo es eng wird, Stufen warten oder der Boden schlicht „schlecht gelaunt“ ist.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: Deep Robotics





Mit dem LYNX M20 besitzt Deep Robotics einen mittelgroßen, wheeled-legged Industrie-Roboter, der Geschwindigkeit und Geländegängigkeit kombinieren soll. Der 33-kg-Roboter kann zwischen Konfigurationen wechseln: Im Modus mit „Ellenbogen“-Vorderbeinen und rückwärts geknickten Hinterbeinen manövriert er durch enge Passagen; im „Full-Elbow“-Modus meistert er Stufen und größere Höhenunterschiede – laut Hersteller sogar Einzelstufen bis 80 cm und Korridore ab 50 cm. Für raue Einsätze sind IP66 sowie -20 bis 55 °C ausgelegt. Ein 96-Beam-Lidar (360° × 90°) unterstützt Navigation auch in Dunkelheit. Die Batterie ist hot-swappable, die Laufzeit liegt bei 2,5 h unter Last (bis 3 h ohne Last). Der Nutzlastbereich: 15 kg effektiv, 50 kg max.



Co-Development im ABB Motion OEM Hub

VON DER IDEE BIS ZUR SERIENREIFE

Mehr Energieeffizienz und verkürzte Time-to-Market: Der Druck auf Maschinen- und Anlagenbauer wächst. Zusätzlich bremst der Fachkräftemangel die Entwicklung innovativer Lösungen. Das ABB Motion OEM Hub in Mannheim unterstützt mit Equipment und Expertise – von der hardware-spezifischen Dimensionierung der Antriebe über digitale Simulationen bis zur Inbetriebnahme beim Endkunden.

TEXT: Beate Höger-Spiegel, ABB BILDER: ABB; Gemini, publish-industry

Das ABB Motion OEM Hub deckt das gesamte Produktportfolio ab – Frequenzrichter, Motoren und Steuerungen.



In einer exportorientierten Branche wie dem Maschinenbau ist die Geschwindigkeit, mit der Unternehmen neue Produkte entwickeln, testen und auf den Markt bringen, ein entscheidender Erfolgsfaktor. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Produktivität und Nachhaltigkeit: Kunden und Regulierung benötigen auf dem Weg zu einer klimaneutralen Industrie verstärkt energieeffiziente Maschinen und emissionsarme Fertigungsanlagen. Trotz Konjunkturlaute investieren viele Hersteller gezielt in effiziente Antriebstechnik, um Wettbewerbsvorteile zu sichern.

Spezialwissen gefragt

Ob in Anwendungen wie Pumpen, Lüftern und Kompressoren oder in komplexeren Servomotoren und Hochgeschwindigkeitsmaschinen – moderne Antriebs- und Steuerungstechnik erfordert umfassendes Wissen. Viele OEMs stehen früh im Prozess vor denselben Fragen: Wie lassen sich Standardprodukte optimal auslegen? Wo braucht es kundenspezifische Funktionalitäten? Und wie werden alle Komponenten sauber in die Maschine integriert?

Hier setzt das ABB Motion OEM Hub in Mannheim an. „Wir verstehen uns als technisches Rückgrat für unsere Vertriebs-einheiten und als Entwicklungspartner für OEMs“, erklärt Jonas Kolb, Head of OEM Hub bei ABB Motion Deutschland. Der studierte Mechatroniker und Wirtschaftswissenschaftler hat das für Zentraleuropa verantwortliche Kompetenzzentrum mit seinem Team aufgebaut. „Wir wollen gemeinsam mit den Kunden funktionierende Lösungen entwickeln – technologisch optimal umgesetzt, energieeffizient und mit einem Maximum an Produktivität“, so Kolb.

Umfassendes Leistungsspektrum

Das Hub adressiert alle Phasen im Entwicklungsprozess. Die hardwarespezifische Dimensionierung stellt sicher, dass Motor und Frequenzrichter zur Anwendung passen. Anhand von

Lastkurven und Modellen prüfen die Experten, ob Leistung und Dynamik die Anforderungen erfüllen. Hinzu kommt die technische Geräteintegration – vom Zusammenspiel von Steuerung, Frequenzrichter und Motor bis hin zu Komponenten wie Filtern oder Bremsen. Ergänzt wird das Angebot durch Effizienz- und Leistungsmessungen auf Prüfständen sowie eine umfassende technische Dokumentation.

Kompetenzzentrum für Antriebssimulation

Ein Schwerpunkt in Mannheim sind Antriebssimulationen. Mit der digitalen Zwillinglösung Virtual Drive^{Plus}, standardisierten Functional Mockup Units und dem Hardware-in-the-Loop-System ACS880 DriveLab kann das Team komplette Anlagen virtuell aufbauen und testen, bevor die erste reale Maschine entsteht. „Wir simulieren das Leistungselektronikverhalten eines Frequenzrichters im Nanosekundenbereich und verknüpfen es mit Simulationsmodellen, die uns der Kunde zur Verfügung stellt“, beschreibt Kolb die Möglichkeiten des DriveLab. „So können wir einen digitalen Zwilling der gesamten Maschine generieren und bereits in der virtuellen Welt überprüfen, ob unsere Auslegung stimmt.“

Die Mannheimer Expertise zeigt sich auch in einer Forschungsk Kooperation mit der Hochschule Kempten: Dort nutzten Wissenschaftler den ABB Crealizer, um Klang und Belastung von Kirchenglocken zu analysieren. Die Software-Plattform ermöglicht es, Simulationsmodelle direkt auf dem Frequenzrichter zu implementieren oder neue Funktionalitäten mit C++-Programmierung zu entwickeln. Für die Hochschule bedeutet das: Komplexe Steuerungsaufgaben lassen sich mit Matlab/Simulink erstellen, ohne zusätzliche IEC-Programmierung – und Entwicklungszeiten sinken.

In fünf Schritten zur maßgeschneiderten Lösung

Der typische Prozess beginnt mit der Anforderungsanalyse. „Wir ermitteln gemeinsam mit dem Kunden, welche Funktional-



Gemeinsam mit den Kunden werden individuelle Lösungen erarbeitet.

litäten benötigt werden und welche sich nicht mit Standardprodukten abbilden lassen“, sagt Kolb. „Daraus entsteht eine Machbarkeitsstudie, die prüft, ob und wie wir die kundenspezifischen Funktionen technisch realisieren können.“

Es folgt Prototyping und Simulation im Application Lab. Die Zusammenarbeit erfolgt flexibel – vor Ort beim OEM, digital oder hybrid. „Wir haben hier in Mannheim die Möglichkeit, unser Produktportfolio live zu zeigen und mit Prüfständen Funktionalitäten vorab zu überprüfen“, erklärt Kolb. „Viele Tests laufen aber auch rein digital ab.“ Den Abschluss bildet der Aufbau der Pilotanlage beim Kunden: Dort unterstützen die Applikationsingenieure bei der Inbetriebnahme und dokumentieren die Ergebnisse. „Am Ende erhält der OEM eine funktionierende Lösung mit allen Konfigurationsdaten, Software, Messungen und technischer Dokumentation“, fasst Kolb zusammen.

Praxisbeispiele und globales Hub-Netzwerk

Wie schnell Co-Development wirken kann, zeigt ein Projekt mit einem Kranhersteller: Benötigt wurden zwei spezielle Funktionalitäten – Hoist Speed Optimization zur Verbesserung der Hubgeschwindigkeit und eine Limit-to-Limit-Funktionalität für optimales Fahren zwischen zwei Endpunkten. „Im Rahmen unserer Machbarkeitsstudie entstand schnell die Idee, dies nicht über die Steuerungsseite des Kunden zu implementieren, sondern direkt über unseren Frequenzrichter bereitzustellen“, erinnert sich Jonas Kolb. Entwicklung und Validierung liefen über Simulationen im Labor; vom Erstkontakt bis zum Aufbau und Test des Prototypen beim Kunden vor Ort vergingen drei Monate.

Geschwindigkeit und Skalierung unterstützt das globale Netzwerk der ABB Motion OEM Hubs: Weltweit gibt es sieben Kompetenzzentren mit insgesamt über 50 Applikationsingenieuren.

„Jedes Hub kennt seinen eigenen Markt und kann autark auf regionale Bedürfnisse eingehen“, sagt Kolb. „Gleichzeitig stehen wir innerhalb des Netzwerks im engen Austausch.“ Das erleichtert auch Support entlang internationaler Lieferketten: „Wenn beispielsweise ein deutscher OEM die mit uns entwickelte Maschine an Endkunden in die USA ausliefert, kennen unsere Kolleginnen und Kollegen in Wisconsin alle wichtigen Rahmendaten und können vor Ort einen schnellen Support gewährleisten.“

Dass Marktanforderungen direkt in Produkte zurückfließen, zeigt zudem ein Beispiel aus der Energieeinspeisung: Kleine Wasserwerke müssen bestimmte Rahmenbedingungen erfüllen, um Energie ins öffentliche Netz einspeisen zu dürfen. Der ABB-Frequenzrichter ACS880-11 erfüllte die technischen Voraussetzungen; zusätzlich entwickelte das Team um Jonas Kolb in Zusammenarbeit mit dem Zweckverband Ammertal-Schönbuchgruppe (ASG) weitere Funktionalitäten und führte Tests und Messungen für die VDE-Zertifizierung durch. „Heute ist unsere Lösung ein zertifiziertes und allgemein verfügbares Standardprodukt, das die Einspeisebürokratie für die Betreiber von Wasserkraft- und Windkraftanlagen deutlich vereinfacht“, betont der Leiter des OEM Hub von ABB Motion in Deutschland.

Partnerschaft mit Mehrwert

Auf dem ABB Campus Mannheim stehen zwei Labore bereit: ein Kundenlabor mit standardisierten Prüfständen sowie das Application Lab für Auslegung, Softwareentwicklung und Simulation. Ergänzend gibt es Motor- und Umrichter-Prüfstände sowie Technologie-Module für Steuerungen, Filtertechnologien und Bremsen. Insgesamt positioniert sich das ABB Motion OEM Hub in Mannheim als Entwicklungspartner, der OEMs von der Idee bis zur Serienreife begleitet – inklusive Wissenstransfer: „Wir wollen unsere Kunden befähigen, sich später auch selbst helfen zu können.“

OEM-Engineering in der Antriebstechnik

„Wir geben Know-how weiter“

Energieeffizienz und kurze Time-to-Market-Ziele setzen OEMs unter Druck. Jonas Kolb, Head of OEM Hub bei ABB Motion Deutschland erklärt, wie das OEM Hub in Mannheim im globalen Netzwerk die passende Expertise organisiert, Entwicklungsrisiken früh prüft und warum Wissenstransfer ein fester Teil jedes Projekts ist.

Das Interview führte: Christian Vilsbeck, A&D Bild: ABB



Wie kommt ein Projekt überhaupt zu Ihnen nach Mannheim – und was passiert dann als Erstes?

Häufig sehen unsere lokalen Vertriebseinheiten beim Kunden einen konkreten Bedarf und holen uns als technisches Rückgrat dazu. Dann starten wir mit Anforderungsanalyse und Machbarkeitsstudie: Was lässt sich mit Standard lösen – und wo braucht es Zusatzfunktionen? Und wenn ein Thema fachlich besser bei einem OEM Hub an einem anderen Standort aufgehoben ist, geben wir es in unser Netzwerk. Hauptsache, die Experten mit passender Kompetenz sitzen schnell am Tisch.

Viele OEMs kämpfen mit langen Entwicklungszyklen. Wie realistisch ist „schneller werden“?

Bei komplexen Neuentwicklungen reden wir oft über 1,5 bis 3–4 Jahre bis zur Serienreife – das ist die Realität. Aber wir können Zeit gut machen: indem wir früh einsteigen, Auslegung und Integration sauber aufsetzen und kritische Punkte vorab prüfen, statt erst an der realen Maschine zu lernen. Bei kleineren Projekten sind so auch wenige Monate von der Anfrage bis zum Test vor Ort möglich.

Sie unterstützen Kunden auch wegen des Fachkräftemangels – gleichzeitig wollen Sie sie „befähigen“. Wie passt das zusammen?

Das ist eine ideale Kombination. Denn kurzfristig können Kapazitäten ausgeglichen werden – nachhaltig wird es aber nur, wenn der Kunde versteht, was zu tun ist. Darum liefern wir nicht nur eine funktionierende Lösung, sondern auch Konfigurationsdaten, Messungen und eine belastbare technische Dokumentation. Und wenn aus einer kundenspezifischen Anforderung etwas entsteht, das öfter gebraucht wird, überführen wir das in Standardbausteine – dann ist es dokumentiert und weltweit supportfähig.

Was passiert, wenn Kunden Themen wie OPC UA oder Cloud-Services verlangen – wie kommt das in die Produktentwicklung?

Das ist eine unserer Rollen als Schnittstelle zwischen Markt und Entwicklung. Wir bringen Kundenanforderungen strukturiert in unsere R&D – in Deutschland zum Beispiel primär in Richtung industrielle Kommunikation, OPC UA und Cloud-Services. Und wir helfen, Prototypen und Pilotkunden zu definieren, damit neue Lösungen nicht nur im Labor „hübsch“ sind, sondern auch im Feld funktionieren. Für OEMs heißt das: weniger Experiment, mehr belastbare Roadmap.

Automation trifft Circular Economy

Interpack 2026

Vom 7. bis 13. Mai 2026 wird Düsseldorf erneut zum globalen Brennpunkt der Verpackungswelt.

Wer in der diskreten Fertigung Verantwortung trägt, erhält hier kompaktes Rüstzeug: neueste Robotik- und KI-Lösungen, Wege zur PPWR-Konformität und Impulse für nachhaltige Materialien – konzentriert in sieben Messetagen.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D BILD: Messe Düsseldorf / tillmann

Automatisierung, Robotik und künstliche Intelligenz zählen laut Messeveranstalter zu den gravierenden Transformationstreibern der Branche. Für Hersteller und Betreiber von Verpackungslinien wird das zum Hebel, um Output, Qualität und Flexibilität zugleich zu steigern – und um dem zunehmenden Fachkräftemangel mit stabilen, teil- bis vollautomatisierten Prozessen zu begegnen. Praxisnahe Einblicke soll das Spotlight Forum liefern:

Vorträge und Panels zeigen, wie datengetriebene Steuerungen, Robotik und vorausschauende Wartung die Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Verpackungslinien erhöhen können. Für Verantwortliche in Engineering und Produktion ist das vor allem dort relevant, wo häufige Formatwechsel, Variantenvielfalt und kurze Losgrößen auf anspruchsvolle Taktzeiten treffen. Im Fokus stehen vernetzte Sensorik und Echtzeit-Datenströme als

Grundlage für KI-gestützte Optimierung – von der Ausbringungsstabilisierung bis zur automatisierten Qualitätsprüfung. Ebe so wichtig: modulare Maschinen- und Linienkonzepte, die neue Produkte und Packstoffe ohne lange Stillstandszeiten in den laufenden Betrieb integrieren lassen.

PPWR als Investitionstaktgeber

Die künftige EU-Verpackungsverordnung PPWR prägt die Agenda – und dürfte auch auf der Messe ein zentrales Diskussionsthema werden. Für Unternehmen entlang der Verpackungswertschöpfungskette ist die regulatorische Perspektive mehr als Compliance: Sie beeinflusst Materialentscheidungen, Design-for-Recycling-Strategien und damit unmittelbar die Anforderungen an die Produktionstechnik.

Für den Maschinen- und Anlagenbau bedeutet das: Linien müssen Kennzeichnung, Rückverfolgbarkeit und Datenerfassung künftig noch konsequenter mitdenken. Wer heute in neue Module investiert, will morgen Materialwechsel (etwa in Richtung Monomaterial, faserbasierte Lösungen oder Rezyklatanteile) ohne Komplettumbau realisieren. Entscheidend sind dafür offene Schnittstellen, skalierbare Automatisierung und Upgrades, die sich in die Bestandsanlage einfügen.

Fordernde Materialwende

Neben der Automatisierung bleibt der Materialwandel ein zweites Schwergewicht: Innovative Packstoffe und Packhilfsmittel – von weiterentwickelten Kunststoffen über faserbasierte Konzepte bis zu Barrierebeschichtungen – erhöhen die Anforderungen an Siegeltechnik, Bahnführung, Handling und Inspektion.

In der diskreten Fertigung ist das besonders spürbar, weil Materialsteifigkeit, Reibwerte und Siegel Fenster stark variieren können. Hersteller und Betreiber benötigen daher adaptive Prozesse: verstellbare Bahnzüge, robuste Siegel- und Umformtechnologien sowie Sensorik, die Qualität unter wechselnden Materialbedingungen sicherstellt. Ergänzend gewinnen datenbasierte Ansätze an Bedeutung – etwa zur Ausschussreduktion, für schnellere Ursachenanalysen und für eine vorausschauende Instandhaltung.

Inspiration für Entscheider

Für Entscheider aus Verpackungstechnik und Automatisierung lohnt sich die Messe besonders dann, wenn Material- und Maschinenperspektive zusammen betrachtet werden. Wo neue Packstoffe Einzug halten, müssen Zuführung, Greifer, Siegelwerkzeuge, Sensorik und Software zusammenspielen – und sich im Tagesgeschäft schnell umrüsten lassen.

Wer seine Roadmap für 2026 bis 2030 schärfen will, findet in den Foren und Sonderbereichen Anknüpfungspunkte: von zirkulären Materialkonzepten über Digitalisierungs- und KI-Ansätze bis hin zu konkreten Engineering-Fragen rund um OEE, Formatwechsel und Linienverfügbarkeit. Für CEOs und CTOs ist das eine Gelegenheit, Technologieentscheidungen mit Blick auf Regulatorik, Lieferketten und Investitionsschutz zu validieren.

Ob für KI-gestützte Linienoptimierung, PPWR-konforme Verpackungskonzepte oder den Sprung in die Materialzirkularität: Die Interpack 2026 kann für Entscheidungsträger der diskreten Verpackungstechnik zum Kompass werden – und hilft, Investitionen so auszurichten, dass sie auch unter dynamischen Rahmenbedingungen tragfähig bleiben.

**Ready to boost your
packaging performance?**

Best-fit motion...

**AND
GO.**



Besuchen Sie uns auf der
interpack 2026

Halle 6
Stand D50

Lenze
engineers in motion

MOVE STRONGER.



KI, Vernetzung und Robotik machen die Verpackungslinie zur Plattform

TRENDREPORT VERPACKUNGSTECHNIK

Verpackungstechnik ist längst mehr als „das Ende der Linie“. Wer Primär- und Sekundärverpackung, Kennzeichnung und End-of-Line als Gesamtsystem denkt, gewinnt doppelt: höhere OEE durch stabilere Prozesse – und mehr Wandlungsfähigkeit bei Formaten, Materialien und wechselnden Absatzkanälen. Genau hier entsteht der Plattformgedanke: Digitale Zwillinge, KI-gestützte Prozessführung, vernetzte Robotik und herstellernerneutrale Modularität (MTP) bringen die Linie in eine Logik, die man aus der IT kennt: standardisieren, konfigurieren, iterativ verbessern.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: Gerhard Schubert; Multivac; Gemini, publishi-industry

In vielen Werken ist dieser Wandel kein Zukunftsbild, sondern Tagesgeschäft. Variantenvielfalt steigt, Produktlebenszyklen schrumpfen, Retrofit ersetzt den Komplettumbau. Gleichzeitig wächst der Druck, Material- und Prozessentscheidungen nachweisfähig zu machen – getrieben durch Digitalen Produktpass (DPP), PPWR und neue Sicherheits- und Cybersecurity-Anforderungen. Wer Verpackungsautomation weiterentwickelt, optimiert deshalb weniger „noch schnellere Mechanik“, sondern robuste, updatefähige Gesamtkonzepte.

Digitale Zwillinge: Engineering beschleunigen, Betrieb stabilisieren

Digitale Zwillinge sind der Taktgeber moderner Linienprojekte. Ihr Nutzen entsteht nicht in der 3D-Visualisierung, sondern im Zeitverhalten: Verpackungslinien sind hochdynamische Systeme. Kleine Abweichungen bei Zuführung, Greifen, Siegeln oder Etikettieren reichen, um Mikrostopps, Materialstau oder Qualitätsschwankungen auszulösen – und damit OEE

zu verlieren. Der Zwilling wird dann zum Produktivitätswerkzeug, wenn er mehr abbildet als Geometrie: Taktketten und Pufferlogik über mehrere Stationen; Steuerungslogik und Zustandsautomaten (inkl. Wiederanlauf-/Recovery-Szenarien); Kommunikations- und Synchronisationsverhalten zwischen Modulen; Rückfluss realer Betriebsdaten für prädiktive Wartung und stabilere Parameterführung. So verschiebt sich Risiko aus der Inbetriebnahme in die virtuelle Phase – und Verbesse-

Modulen (XML), die sich in übergeordnete Liniensteuerungen konfigurativ einbinden lässt. Mit der MTP Specification 2.0 (Veröffentlichung Anfang 2026) wird Interoperabilität über Herstellergrenzen hinweg praxisnäher. Für Betreiber ist das vor allem ein Kostenthema: Jede Stunde weniger Sonderintegration reduziert nicht nur Engineering-Aufwand, sondern auch Stillstandsrisiko in der Inbetriebnahme. Für Maschinenbauer wird Standardisierung zum Skalierungshebel:



WENIGER STECKER MEHR VERBINDUNG DURCH AS-INTERFACE

MEHR-VERBINDUNG.DE

rungen werden schneller testbar: neue Rezepte, neue Folienchargen, neue Kartonqualitäten, neue Greifer.

Plug-and-Produce: MTP ergänzt OPC UA und PackML

Vernetzung bedeutet 2026 nicht mehr „Daten abgreifen“, sondern Integrationsaufwand drastisch reduzieren. Das Zielbild heißt Plug-and-Produce. Technisch hat sich dafür eine klare Arbeitsteilung etabliert: OPC UA als Transport- und Sicherheitsrahmen für Daten; PackML als einheitliches Zustandsmodell (z. B. Execute, Held); MTP (Module Type Package) als herstellernerneutrale Funktionsbeschreibung von

weniger Einzellösungen und auch mehr wiederverwendbare Softwarebausteine.

KI: Von der Inspektion zur adaptiven Prozessführung

KI ist in der Verpackungstechnik dann ein echter Hebel, wenn sie vom reinen Erkennen zum Stabilisieren übergeht. Klassische Bildverarbeitung liefert „OK/N.i.O.“ – moderne Ansätze zielen auf adaptive Prozessführung: geschlossene Regelkreise, die Prozessparameter (Siegeltemperatur, Druck, Anpresskraft, Taktprofile) in Echtzeit an schwankende Materialqualitäten anpassen. Das wird besonders relevant, weil Nachhaltigkeits- und

Materialtrends die Prozessfenster enger machen: Rezyklate, Monomaterialien, Lightweighting und faserbasierte Alternativen streuen stärker. „Fixrezept“ wird zum Risiko – und Qualitätssicherung ohne Rückkopplung bleibt teuer. Typische Use Cases mit hohem Praxiswert: Siegelnahtqualität stabilisieren, bevor Ausschuss entsteht; Etiketten- und Drucklage nachführen trotz Materialtoleranzen; Ausschussursachen auf Prozessparameter zurückführen statt nur zu sortieren. Die Voraussetzung ist unromantisch, aber entscheidend: Datenhygiene. Konsistente Zeitstempel, saubere Rezept-/SKU-Zuordnung, standardisierte Zustandsdaten – sonst bleibt KI ein Inselprojekt, das im Shopfloor schnell an Vertrauen verliert.

Hochrisiko-KI werden auf EU-Ebene Umsetzungsmeilensteine ab August 2026 und August 2027 genannt. Das betrifft nicht nur Dokumentation und menschliche Aufsicht, sondern auch das Change-Management: Wer Greifer, Vision-Algorithmen oder Safety-Parameter häufig wechselt, braucht Prozesse, die Produktion, Safety und Compliance zusammenführen.

Datenanker & Effizienz: DPP, Kennzeichnung – und Security als Betriebsvoraussetzung

Kennzeichnungssysteme entwickeln sich vom Pflichtmodul zum Datenanker: Track & Trace, Chargenlogik, Rückverfolg-

interpack
PROCESSING & PACKAGING
07.05.2026 - 13.05.2026
Düsseldorf
Halle 18b, Stand D02

all about automation
20.05.2026 - 21.05.2026
Messe Wels (AT)
Stand 115

eXplore
Cyber Resilience Act (CRA) Tour
21.05.2026
Max-Morlock-Stadion, Nürnberg

all about automation
02.06.2026 - 03.06.2026
Hamburg Messe
Halle B6, Stand 557

MEHR-VERBINDUNG.DE

**WENIGER STECKER
MEHR VERBINDUNG
DURCH AS-INTERFACE**

Robotik & MRK: Flexibilität – aber „änderungsfest“ organisiert

Robotik bleibt der sichtbarste Trend, besonders am Linieneende: Palettieren, Case Packing, Mixed-Case und kommissionierernahe Anwendungen werden variantenfähiger. Kollaboration ist dabei in der Industrie angekommen – Cobots können auch in 24/7 Szenarien sinnvoll sein, wenn Prozess, Greifer, Sensorik und Sicherheitskonzept zusammenpassen. Mit der Flexibilität steigen jedoch die Anforderungen an Nachweissführung: Sobald KI in sicherheitsrelevante Funktionen hineinreicht (z. B. KI-gestützte Personenerkennung als Teil eines Schutzkonzepts), wird es regulatorisch anspruchsvoller. Für

barkeit – und perspektivisch DPP-fähige Informationsketten. Damit steigen die Anforderungen: Nicht nur „lesbar“ zählt, sondern „eindeutig“, „versioniert“ und prozessseitig verknüpft.

Parallel wird Cybersecurity zur Betriebsvoraussetzung. Der Cyber Resilience Act (CRA) setzt frühe Pflichten; das BSI verweist darauf, dass Verpflichtungen bereits ab 11. September 2026 greifen. In vielen Fahrplänen wird zudem der 11. Dezember 2027 als Datum genannt, ab dem neue Produkte vollständig CRA-konform sein müssen. Operativ bedeutet das: Schwachstellenmanagement, Updatefähigkeit und Transparenz über Softwarekomponenten – inklusive SBOM, klarer Patch- und Updateprozesse sowie definierter Rollen

(PSIRT/Incident Response). In der vernetzten Verpackungslinie ist das kein IT-Thema „nebenher“, sondern Teil der Verfügbarkeit.

Und auch Effizienz wird wieder greifbarer – im Wortsinn am Werkzeug: Leichtbaugreifer und elektrische Vakuumerzeugung reduzieren Energiebedarf und Wartungsaufwand. Das zahlt doppelt: geringere Betriebskosten und mehr Dynamikreserve für Variantenvielfalt.

PPWR & Maschinenverordnung: Materialwechsel und Retrofit neu denken

oder Safety-Änderungen nachrüstet, muss früh bewerten, ob neue Gefährdungen entstehen – und Retrofit-Pakete so bauen, dass Technik und Konformität zusammenpassen.

Fazit: Architektur vor Features

Die Richtung ist klar: Verpackungstechnik entwickelt sich zur modularen, datengetriebenen Plattform. Digitale Zwillinge beschleunigen das Engineering, MTP reduziert Integrationsaufwand, KI stabilisiert Qualität bei wachsender Materialvarianz. Gleichzeitig machen CRA, AI Act, Maschi-



**Bihl
+ Wiedemann**

PPWR wirkt direkt in die Technik: Für Um-, Transport- und E-Commerce-Verpackungen gilt ab 1. Januar 2030 ein Leerraumverhältnis von maximal 50 %. Das ist ein klarer Engineering-Auftrag: Right-Sizing, schnellere Formatwechsel, stabilere Prozesse bei wechselnden Packmitteln – und eine Linie, die Verpackungsdesignänderungen schneller verdaut.

Retrofit bleibt dafür ein Schlüssel, wird aber formaler. Ab 20. Januar 2027 ist die EU-Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 verbindlich anwendbar. Sie definiert auch die „wesentliche Veränderung“ ausdrücklich inklusive digitaler Änderungen, die vom Hersteller nicht vorgesehen waren. Für die Praxis heißt das: Wer Softwaremodule, KI-Funktionen

nenverordnung und PPWR Compliance zur technischen Disziplin. In der Umsetzung funktioniert ein zweistufiger Ansatz besonders gut: erst Standards und Datenmodell so aufsetzen, dass Module stabil integrierbar sind – dann KI, Robotik und neue Materialien iterativ ausrollen. Das reduziert Engineeringkosten, verbessert die Audit-Fähigkeit und stabilisiert die OEE über den gesamten Lebenszyklus. Erst dann wird aus Vernetzung ein skalierbares Betriebsmodell – statt einer wachsenden Sammlung individueller Schnittstellen. Wer 2026 belastbar liefern will, priorisiert „Architektur vor Features“ – und verankert Standardisierung, Datenqualität, Security-by-Design sowie Retrofit Konformität von Beginn an im Projektplan.





Kommentar von Anders Billesø Beck,
Vice President AI Robotics Products,
Universal Robots

VIER TRENDS ZUR PHYSISCHEN KI

Die Robotikbranche entwickelt sich schneller denn je. Wohin die Reise geht, ist bereits gut erkennbar. Aus meiner Perspektive zeichnen sich vier zentrale Trends ab, die ab 2026 grundlegend verändern werden, wie Roboter Wert schaffen: prädiktive mathematische Verfahren, kooperative Roboterteams, aufgabenspezifische KI-Lösungen und eine neue, datengetriebene Wertschöpfung.

TEXT: Anders Billesø Beck, Universal Robots BILD: Universal Robots

1. Prädiktive Mathematik

Der nächste große Fortschritt in der Robotik wird nicht aus der Hardware kommen, sondern aus der Mathematik. Heute reagieren Roboter auf Eingaben und passen sich in Echtzeit an. Morgen werden sie vorausdenken.

Neue mathematische Methoden wie Dualzahlen und sogenannte Jets – Modelle zur gleichzeitigen Beschreibung von Bewegungen und deren Ableitungen – verändern derzeit leise, aber grundlegend unser Verständnis davon, wie Veränderung mathematisch erfasst wird. Sie ermöglichen es Systemen, nicht nur zu berechnen, was bei einer Roboterbewegung geschieht, sondern auch, wie sich diese Bewegung auf Dynamik, Kräfte und Folgezustände im Gesamtsystem auswirkt. Das führt zu schnellerer Verbesserung, umfangreicherer Szenarienplanung und zu einer adaptiven Steuerung, die nahezu intuitiv wirkt.

Denkbar sind Roboter, die die Auswirkungen einer Bahnkorrektur berechnen, bevor sie diese ausführen – oder innerhalb von Millisekunden mehrere „Was-wäre-wenn“-Szenarien simulieren. Das ist keine Science-Fiction, sondern eine konsequente Weiterentwicklung moderner Ableitungs- und Prognoseverfahren. Prädiktive Intelligenz wird aus meiner Sicht die nächste Generation der Automatisierung definieren.

»Die Zukunft der Robotik wird durch das Zusammenspiel fortschrittlicher Methoden, intelligenter Anwendungen und datengetriebener Strategien geprägt.«

Die Frage ist nicht, ob dieser Wandel kommt – sondern wann und wer ihn anführt.

2. „Vernetzte Cobots“

Imitationslernen – also das Lernen durch Beobachtung menschlicher oder robotischer Vorbilder – wird zu einer Schlüsselkompetenz der nächsten Automatisierungswelle. Heute arbeiten die meisten Roboter als Einzelinstanzen, gesteuert durch zentrale Flottensysteme oder starre Programme. Künftig werden sie voneinander und vom Menschen lernen, teils geführt, teils autonom, und sich zu adaptiven Teams zusammenschließen, die Erfahrungen, Bewegungsmuster und Strategien in Echtzeit teilen

.Diese Entwicklung baut auf Forschungsansätzen auf, bei denen Roboter nicht nur einer vorgegebenen Trajektorie folgen, sondern Aktionen beobachten, imitieren und gemeinsam verfeinern. So entsteht dynamische Koordination ohne starre Skripte. Zwar haben industrielle Robotikanbieter mit Flottenmanagement und synchronisierten Mehrarm-Systemen bereits wichtige Grundlagen geschaffen, doch echtes Peer-to-Peer-Lernen und Selbstorganisation stehen noch am Anfang. Dennoch bin ich überzeugt, dass wir 2026 erste reale Anwendungen sehen werden, die auf imitationsgelernten Modellen physischer KI basieren, bei denen Wahrnehmung, Bewegung und Entscheidungsfindung eng miteinander verzahnt sind.

Die Vorteile liegen auf der Hand:

- Schnellere Konfiguration und Rekonfiguration von Prozessen durch Lernen aus Demonstrationen statt klassischer Programmierung
- Höhere Robustheit bei unerwarteten Veränderungen, etwa bei variierenden Bauteilen, Toleranzen oder Prozessabläufen
- Natürlichere Mensch-Roboter-Zusammenarbeit, bei der Roboter menschliche Absichten oder den Takt eines führenden Roboters interpretieren und adaptiv folgen

Mit der Weiterentwicklung von Sicherheitsstandards, Inter-Roboter-Kommunikation und Orchestrierungstools wird diese Form der Zusammenarbeit industriell skalierbar. Damit entwickeln sich Roboter von isolierten Einheiten zu kooperativen, kontinuierlich lernenden Teams.

3. Zweckgebundene KI

Anstelle generischer KI-Plattformen werden Hersteller zunehmend auf aufgabenspezifische KI-Anwendungen setzen – also Lösungen, die gezielt für einzelne Prozesse wie Schweißen, Schleifen, Inspektion oder Montage entwickelt wurden. KI-Schweißen, KI-Finishing, KI-Montage und KI-Inspektion werden zu Standardbestandteilen neuer Roboterzellen. Damit hält Automatisierung Einzug in Prozesse, die bislang als zu variabel oder zu komplex galten.

Diese vertikalen Anwendungen sind vortrainiert, vortrainiert und von Beginn an produktiv einsetzbar. Ein Vorzeigebeispiel ist das Schweißen, wo KI-gestützte Nahtverfolgung mittels Bildverarbeitung und maschinellem Lernen zur automatischen Parameteranpassung bereits heute Qualität, Stabilität und Reproduzierbarkeit verbessert. Die nächste Grenze liegt bei komplexen, feinmotorischen Aufgaben wie Montage, Verschraubung und anspruchsvollem Handling – Bereiche, die traditionell schwer zu automatisieren waren. In industriellen Anwendungen wird KI es Robotern ermöglichen, besser mit Bauteil- und Prozessvariabilität umzugehen. In Dienstleistungsbranchen kommen ähnliche Ansätze zunehmend bei Verpackung, Sortierung oder beim sensiblen Materialhandling zum Einsatz.

Auch in der Logistik sind in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte zu beobachten: KI-gestützte Robotersysteme übernehmen Pick-, Stau- und Touch-Prozesse inzwischen effizient und skalierbar. Für 2026 ist zu erwarten, dass sich Investitionen zunehmend vom Logistiksektor in Richtung

Einzelhandel verlagern – ein nächster Schritt, um robotische Automatisierung näher an den Alltag heranzuführen.

4. Datengetriebene Wertschöpfung

Der nächste große Wandel betrifft nicht nur Bewegung oder Intelligenz von Robotern, sondern die Art und Weise, wie ihre Daten wirtschaftlichen und technologischen Wert schaffen. Heute verbleiben die meisten der umfangreichen Daten – Sensordaten, Bildinformationen oder Kraftprofile – direkt vor Ort beim Kunden. Das ist ideal für Datenschutz und Reaktionsgeschwindigkeit, schränkt jedoch den Zugang zu realen Trainingsdaten für KI-Entwickler deutlich ein.

Künftig werden Roboterhersteller zunehmend zu Betreibern sicherer, freiwilliger Datenaustauschplattformen auf Hersteller- oder Ökosystemebene. Mit Zustimmung der Kunden und unter strengen Datenschutzauflagen könnten anonymisierte Leistungsdaten aggregiert und als Trainingsdatensätze oder modellbasierte Dienste bereitgestellt werden. Denkbar sind etwa Schweißroboter, die anonymisierte Qualitätsdaten von Nähten teilen, oder Schleifroboter, die Oberflächenparameter beisteuern – als Grundlage für intelligenter KI zur automatisierten Fehlererkennung, vorausschauenden Wartung und adaptiven Prozessregelung.

Die eigentliche Chance liegt darin, rohe Telemetriedaten in strukturierte, datenschutzkonforme Erkenntnisse zu überführen, die Weiterentwicklungen im gesamten Ökosystem

beschleunigen. Für Hersteller entstehen neue Erlösquellen sowie eine kontinuierliche Verbesserung der eigenen Systeme. Für Anwender bedeutet dies leistungsfähigere KI-Werkzeuge, trainiert unter realen Einsatzbedingungen – ohne Preisgabe sensibler Informationen. Das Ergebnis ist ein selbstverstärkender Innovationskreislauf: Jeder eingesetzte Roboter trägt dazu bei, die nächste Generation intelligenter zu machen.

Höherer Mission-ROI

Die Zukunft der Robotik wird durch das Zusammenspiel fortschrittlicher Methoden, intelligenter Anwendungen und datengetriebener Strategien geprägt. Moderne mathematische Verfahren verleihen Robotern die Fähigkeit, vorauszudenken und sich dynamisch anzupassen. Leader-Follower-Konzepte verwandeln bislang isolierte Maschinen in kooperative Teams, die Arbeitsabläufe flexibel neu konfigurieren. Vertikale KI-Anwendungen liefern sofort einsetzbare Intelligenz für spezifische Aufgaben und reduzieren Nacharbeit bei gleichzeitig höherer Qualität. Ergänzt wird dies durch eine neue Datenökonomie, in der anonymisierte Felddaten kontinuierlich bessere KI-Modelle ermöglichen.

Zusammen führen diese Entwicklungen zu einem deutlichen Sprung im Mission-ROI – also im wirtschaftlichen Nutzen pro Roboteranwendung: höhere Produktivität pro Roboterstunde, schnellere Inbetriebnahme und Umrüstung, geringere Stillstandszeiten sowie eine kontinuierliche Verbesserung auf Basis realer Einsatzdaten.

Luft aus – EC an!

Besuchen Sie uns auf der **all about automation** in **Heilbronn** (6. – 7.5.26) und **Hamburg** (2. – 3.6.26)

Nie war es so einfach und so günstig, Pneumatik zu ersetzen. Die elektrischen Aktuatoren der EC ELECYLINDER-Reihe von IAI sind nicht nur bei den Systemkosten eine echte Alternative: Sie sind praktisch wartungsfrei, effizient und ressourcenschonend, bieten hohe Flexibilität, eine einfache integrierte Steuerung, volle Kontrolle und längere Lebensdauer.

Optional
mit Wireless-
Steuerung über
Bluetooth

EC
ELECYLINDER

IAI Industrieroboter GmbH • Ober der Röth 4 • 65824 Schwalbach/Taunus
Tel.: 06196/8895-0 • Fax: -24 • E-Mail: info@iai-automation.com • www.iai-automation.com

IAI
Quality and Innovation

Roboter palettieren Tierfutterdosen 1200 Dosen pro Minute

Wenn Tierfutter immer stärker zu Premiumprodukten wird, steigen die Anforderungen an Formatvielfalt, Takt und Prozessstabilität. Eine roboterbasierte Lösung übernimmt das Handling von Dosen vor und nach der Sterilisation – und adressiert neben Hochleistung auch einen oft unterschätzten Hebel: Energieeffizienz durch lückenlose, stabile Lagen und sauber geführte Zwischenlagen.

TEXT: Kuka BILDER: Kuka; Gemini, publish-industry

Das italienische Unternehmen Cleverttech zählt zu einem Anbieter im Bereich Endverpackungen. Die roboterbasierten Lösungen von Cleverttech kommen vor allem in der Heimtierfutterindustrie zum Einsatz. Diese Industrie entwickelt sich besonders dynamisch. Deswegen setzen mehr als 80 Prozent der Cleverttech-Systeme auf Kuka Robotik. „Die ‚Vermenschlichung‘ von Heimtierfutter – etwa durch Joghurt, Smoothies oder Gemüse-Mischungen – stellt neue Anforderungen an die Verpackung“, erklärt Luca Carollo, Business Developer bei Cleverttech. „Präzise, schonende und schnelle Prozesse sind gefragt – hier ist Robotik unverzichtbar.“

Herausforderung Energieeffizienz

Neben der Produktgeometrie stand der Kunde auch vor Herausforderungen, die Energieeffizienz zu verbessern. Dafür muss sichergestellt sein, dass die zu Lagen zusammengestellten Dosen vollständig und stabil sind. Wenn die Schichten vollständig und stabil sind, wird der Wärmetransfer gleichmäßiger und effizienter, da mehr Masse (die Dosen) die Energie auf-





Kuka-Roboter befördern 1200 Dosen pro Minute auf das Fließband.

nimmt und weniger Energie verloren geht. Nach der Sterilisation verlagerte sich die Herausforderung: Die nun nassen und thermisch belasteten Dosen müssen entladen werden, ohne Feuchtigkeit ins System einzubringen.

Automatisierung für Heimtierfutter

„Im Heimtierfuttermarkt sehen wir eine Entwicklung hin zu kompakteren Verpackungsformaten – ähnlich wie einst im Getränkebereich“, erklärt Carollo. Die aktuelle Lösung verarbeitet bis zu 1200 Dosen pro Minute – mit Luft nach oben. Kernstück ist ein patentiertes Greifsystem, das Vakuumtechnik mit mechanischem Schub kombiniert. Die Hybrid-Sweep-off-Technologie ermöglicht eine lückenlose Bewegung der Lagen und präzise Steuerung beim Zusammenschieben.

Durch die Erhaltung der Zwischenlagen – Stabilisierungsschichten zwischen Produktstapeln – werden die Materialverschwendung und die Ersatzkosten reduziert. „Und jede verzogene Zwischenlage bedeutet Ersatzkosten. Dieses System

hilft dem Kunden, effizient und nachhaltig zu bleiben“, merkt Carollo an. Mit über 98 Prozent Betriebseffizienz und einem skalierbaren Design ist die Lösung nicht nur schnell – sie ist auf langfristige Leistung und Replizierbarkeit an mehreren Standorten ausgelegt.

Von Beuteln zu mobilen Palettierzellen

Die Vielseitigkeit der Lösung von Cleverttech und Kuka zeigt sich bereits in weiteren Anwendungen: In Rumänien kommt ein ähnliches robotergestütztes Setup beim Handhaben von Tierfutter-Beuteln zum Einsatz – dort erfordert die Produktbeschaffenheit besonders sensible Prozesse. „Das Prinzip bleibt gleich: Kuka beim Beladen, Kuka beim Entladen – ein Roboter übernimmt das Produkt, der andere übernimmt Verbrauchsmaterialien als Zwischenlage und Palette“, erklärt Carollo. „Wir präsentieren diese neue Lösung auf internationalen Fachmessen“, ergänzt Carollo.



Interpack 2026
Halle 14, Stand D39



KOLLABORATIV.
KONTROLLIERT.
KOMPAKT.

Präzise Antriebstechnik trifft integrierte Drehmomentsensorik – für sensible und sichere Robotiklösungen.

ALL ABOUT AUTOMATION
WELS | Stand 131
20.-21.05.2026
harmonicdrive.de



Interview: Wie Comau Robotik und Intralogistik vereint

„Wir schließen die Lücken in der Kette“

Der globale Markt für Logistikautomatisierung wächst laut Comau rasant mit über 10 Prozent jährlich. Inmitten dieses Umbruchs positioniert sich der Robotik-Hersteller gemeinsam mit Automha als Lösungsanbieter für durchgängige End-to-End-Lösungen. Nicole Clement, Chief Business Unit Leader bei Comau, erläutert im Interview mit A&D, wie das Unternehmen den Fachkräftemangel bekämpft, warum KI beim Picking den Unterschied macht und wie Mensch und Maschine durch modernste Exoskelette gesundheitsschonend zusammenarbeiten.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D BILD: Comau

Comau ist als Schwergewicht in der Automobilindustrie bekannt. Jetzt positionieren Sie sich massiv als Anbieter für die Intralogistik. Steht Ihr Unternehmen vor einer Transformation?

Wir befinden uns in einer sehr spannenden Phase der Unternehmensgeschichte. Es ist völlig richtig: Unser Standbein im Automotive-Sektor ist historisch gewachsen, es ist unser größtes und wird auch weiterhin eine zentrale Säule bleiben. Aber wir haben uns ein klares Ziel gesetzt: In den nächsten fünf bis sechs Jahren wollen wir massiv diversifizieren. Gemeinsam mit unserer Muttergesellschaft One Equity Partners dringen wir gezielt in neue Märkte vor, wobei die Logistik für uns Priorität hat. Warum? Weil dieser Bereich viel stärker softwaregetrieben ist als der klassische Maschinenbau. Software ermöglicht es uns, viel agiler in neue Märkte einzusteigen und Kunden zu gewinnen, die heute noch fast ausschließlich manuell arbeiten. Wenn man sich den US-Markt anschaut, ist immer noch jedes dritte Warehouse komplett manuell betrieben. Das ist eine riesige „grüne Spielwiese“ für uns. Wir wollen dort mitspielen, wo wir mit unserem Produktportfolio echten Mehrwert bieten können, etwa durch mobile Roboter oder unsere neuen Palettierzellen, die einfach zu replizieren sind. Es geht nicht darum, das Rad ständig neu zu erfinden, sondern bewährte Technologie klug auf neue Anwendungen zu übertragen – wie zum

Beispiel im Ersatzteillager-Bereich der Automobilindustrie, wo Schnelligkeit heute alles ist.

Ihr Fokus auf die Intralogistik zeigt sich auch durch die Übernahme von Automha im Jahr 2025. Wie tief greift diese Integration mittlerweile in Ihre operativen Prozesse ein?

Automha ist für uns weit mehr als nur eine Akquisition; es ist eine ideale Ergänzung. Wir sind mittlerweile voll integriert, und das fängt ganz oben an: Die beiden Kinder des Automha-Gründers sitzen bei uns im Board. Der Austausch zwischen unseren Standorten in Bergamo, Turin und den USA ist extrem intensiv. Wir legen Betriebsstätten zusammen, um Synergien zu nutzen und die Teams räumlich näher zusammenzubringen. Natürlich bringt so ein Prozess auch „Growing Pains“ mit sich – es wäre nicht ehrlich zu behaupten, dass bei einer solchen Integration von Anfang an alles reibungslos läuft. Aber die kulturelle Bereicherung ist enorm: Automha agiert sehr nah am Kunden, mit einer beeindruckenden Schnelligkeit und Agilität. Dieser Drive tut Comau gut. Wir bringen im Gegenzug unsere Stärke als globaler Integrator und unser tiefes Produkt-Know-how in der Robotik ein. So können wir Projekte stemmen, die für Automha alleine zu groß gewesen wären. Um die Agilität von Automha nicht durch Konzernstrukturen zu ersticken, lassen wir sie in vielen Bereichen bewusst

separat laufen, während wir gleichzeitig einen Pool von Comau-Experten bereitstellen, um große Anfragen gemeinsam abzuwickeln.

„End-to-End“ ist ein Begriff, der oft verwendet wird. Was bedeutet er konkret für einen Logistikleiter, wenn er auf Ihr Lösungsportfolio schaut?

Es bedeutet, dass wir die gesamte logistische Wertschöpfungskette optimieren – vom Inbound bis zum Outbound. Wir schauen uns den Materialfluss als Ganzes an: Das beginnt beim Wareneingang, wo wir künftig auch autonome Gabelstapler in unser Programm aufnehmen werden. Stellen Sie sich vor: Ein System nimmt die Ware direkt am Lkw auf, transportiert sie zu einer Station, an der unsere Roboter das De-Palettieren übernehmen – unterstützt durch intelligente Bildverarbeitung, um vielleicht sogar einzelne Boxen gezielt herauszupicken. Anschließend übernehmen unsere autonomen mobilen Roboter der MyMR-Familie den Weitertransport zum Lagersystem. Hier kommt die Stärke von Automha ins Spiel, etwa mit dem multidirektionalen Shuttle-System Quaterways. Im Gegensatz zu herkömmlichen Shuttles kann sich Quaterways orthogonal in den Gängen bewegen und bietet einen direkten Zugriff auf die Lagerkanäle, was die Zykluszeiten massiv reduziert und die Lagerdichte erhöht. Wir bieten also nicht nur die einzelnen Komponenten wie Roboter oder Shuttles,

A professional portrait of Nicole Clement, a woman with blonde hair pulled back, wearing glasses, a white collared shirt, and a dark blue blazer. She is smiling and looking towards the camera. Her hands are clasped in her lap. The background is a plain, light grey.

Nicole Clement ist Chief Business Unit Officer Advanced Automation Solutions bei Comau. In der Rolle treibt sie das Wachstum in neuen Märkten wie Fulfillment, erneuerbare Energien sowie Food & Pharma voran. Zuvor war sie seit 2021 Chief Marketing Officer bei Comau und verantwortete weltweit Strategie-Marketing, Demand Generation und Product Management. Stationen: VP Global Marketing & Business Development bei 3D Systems sowie Führungspositionen bei Stratasys, HID Global (Assa Abloy) und Konrad Hornschuch (Continental). Sie hat einen Bachelor of Business Administration sowie eine Zertifizierung in Product & Brand Management.

» Wir sind einer der wenigen großen Roboterhersteller, der seine Eigentümerschaft nicht in Asien hat. Wir sind weiterhin Europa für Europa.«

sondern auch das Prozessdesign, die Software-Orchestrierung und am Ende eine schlüsselfertige Lösung.

Ein treibender Faktor für Automatisierung der Logistik ist oft der Fachkräftemangel. Sehen Sie hier spezifische Branchen, die besonders unter Druck stehen?

Absolut, der Mangel an Arbeitskräften ist ein globaler Wachstumstreiber. Besonders deutlich wird das in extremen Arbeitsumgebungen. Nehmen wir den Tiefkühlbereich: Wir erhalten massiv Anfragen aus den USA, wo Lagerhäuser für Eiscreme mitten in der heißen Wüste stehen. Drinnen herrschen minus 20 Grad Celsius, draußen ist es brütend heiß. Arbeiter, die zwischen diesen Zonen wechseln, haben enorme gesundheitliche Probleme und wir verzeichnen dort extrem hohe Krankenstände. Niemand will dort mehr arbeiten. Hier ist der Ruf nach autonomen Lösungen, die in der Kälte verlässlich funktionieren, extrem laut. Ein weiteres Beispiel ist das Entladen von Lastwagen. In den Trailern herrschen oft hohe Temperaturen, die Boxen sind schwer und die Arbeit ist körperlich erschöpfend. Diesen Übergang vom heißen Lkw in die kühlere Lagerzone zu automatisieren, ist eine der Aufgaben, die wir mit Hochdruck angehen. Überall dort, wo die Arbeit schmutzig, gefährlich oder schlicht zu anstrengend ist, setzen wir an.

Jegliche Palette, Box oder Kiste muss ja erstmal gegriffen werden. Wie viel „Intelligenz“ steckt heute in Ihren Picking-Lösungen?

KI ist der Schlüssel, um mit Variabilität umzugehen. Wenn Sie einen Prozess haben, bei dem immer die gleiche Palette von A nach B geschoben wird, brauchen

Sie keine KI. Aber sobald die Varianz steigt, wird es spannend. Denken Sie an den Online-Handel mit Sportartikeln: In einem Paket kann ein Fahrradschlauch liegen, im nächsten ein Trikot und danach ein ganzer Reifen. Unsere KI-gestützten Vision-Systeme, die wir bereits bei großen Automobilkunden in den USA erfolgreich einsetzen, helfen dem Roboter, Formen und Haptik der unterschiedlichen Objekte zu verstehen. Er muss nicht mehr für jedes einzelne Teil neu programmiert werden; er lernt aus der Datenbank. Das macht das System am Ende schneller und präziser. Wir arbeiten intensiv daran, diese Datenbanken für Anwendungslösungen weiter zu füllen, damit unsere Roboter auch komplexeste Picking-Aufgaben in der gesamten Kette autonom lösen können.

Trotz aller Technik bleibt der Mensch ein Teil der Fabrik. Sie setzen auf das Konzept des „Human Manufacturing“. Was verbirgt sich dahinter?

Wir sind regelrecht verliebt in diesen Begriff. Wir wissen, dass es immer Aufgaben geben wird, die sich entweder wirtschaftlich nicht automatisieren lassen oder wo der Platz für Maschinen fehlt. Hier setzen unsere Mate-Exoskelette an. Wir haben zwei Varianten: Mate-XT für den Oberkörper, um die Schultern bei Überkopparbeiten zu entlasten, und Mate-XB für den unteren Rücken, was ideal beim Heben und Tragen von Kisten ist. Ich habe sie selbst getestet: Wenn man den ganzen Tag Pakete schleppt oder über Kopf montiert, spürt man abends einen gewaltigen Unterschied – man ist schlicht weniger müde. Um den Einsatz für Unternehmen noch attraktiver zu machen, haben wir eine neue, günstige-

re Variante auf den Markt gebracht, die preislich bei etwa 3.000 Euro liegt. Das Ziel ist klar: Weniger Krankheitsausfälle, gesündere Mitarbeiter und damit eine höhere Produktivität. Das Bewusstsein für diese ergonomische Unterstützung ist in Europa deutlich stärker ausgeprägt als in anderen Ländern.

Wo sehen Sie Comau in der Robotik der Zukunft? Welche technologischen Trends besetzen Sie?

Ein großer Fokus liegt auf der Präzisionsrobotik. Durch unsere Kooperation mit Siemens haben wir eine Software entwickelt, die fast die Genauigkeit von CNC-Maschinen erreicht. Das ist für viele Bearbeitungsprozesse wie das Schneiden völlig ausreichend und bietet eine kostengünstigere Alternative zu klassischen Werkzeugmaschinen. Zudem setzen wir verstärkt auf modulare Standardzellen, zum Beispiel für das Schweißen oder Palettieren. Die Kunden wollen heute Plug & Play. Sie wollen nicht mehr 80 Prozent ihres Budgets für die aufwendige Programmierung vor Ort ausgeben. Wir liefern Systeme, bei denen die Software bereits 80 Prozent der Standardaufgaben abdeckt. Ein weiterer wichtiger Pfeiler ist unser Ökosystem. Wir müssen nicht alles alleine machen. Deshalb bauen wir Partnerschaften mit Experten wie Schunk oder Schmalz aus und haben gerade eine zukunftsweisende Kooperation mit Reis Robotics in Deutschland unterzeichnet. Das ermöglicht uns, auch in Nischenmärkten wie den Verteidigungssektor oder die Pharmaindustrie effizient vorzudringen. Als europäischer Hersteller bieten wir unseren Kunden in diesen unsicheren Zeiten vor allem eines: Verlässlichkeit und technologische Souveränität.

Umfrage: Die neue Robotikgeneration

„MODULAR, MOBIL, SMART“

Viele Industrieunternehmen wollen Robotik heute schneller in die Linie bringen und anschließend flexibel erweitern – ohne lange Engineering-Schleifen. Wir haben Hersteller gefragt: Welche konkreten Lösungen bieten Sie 2026, damit modulare, mobile und KI-gestützte Robotik zügig integriert, sicher betrieben und wirtschaftlich skaliert werden kann?

UMFRAGE: Christian Vilsbeck, A&D

BILDER: ABB Robotics; Comau; Fraunhofer IPA; Kuka; Mitsubishi Electric; Omron; RobCo; Universal Robots; Yaskawa; Gemini, publish-industry



**MARTIN
KULLMANN**

Viele unserer Lösungen sind von Beginn an auf Skalierbarkeit und schnellen Einsatz ausgelegt – ein Prinzip, das tief in unserer Forschungs-DNA verankert ist. So steigern unsere modularen OmniVance-Zellen wie FlexLoader die Maschinenauslastung um bis zu 70 Prozent. In Kombination mit unseren autonomen mobilen Robotern ermöglichen sie durchgängige Materialflüsse. GoFa-Cobots beschleunigen dank intuitiver No-Code-Programmierung die Implementierung, während sich unsere modularen Großroboter schnell skalieren und an neue Aufgaben anpassen lassen. Gleiches gilt für unsere digitalen Lösungen: RobotStudio HyperReality, unsere neueste Innovation, bietet eine 99-prozentige Sim-to-Real-Genauigkeit und bis zu 80 Prozent kürzere Inbetriebnahmezeiten.

Cluster-Manager DACH,
ABB Robotics





**NICOLE
CLEMENT**

Die schnelle Verbreitung der Robotik braucht modulare, mobile und datengetriebene Plattformen. Mit dem Portfolio von Comau und Automha bieten wir einsatzbereite Systeme, die den vorgelagerten Engineering-Aufwand drastisch reduzieren: AMRs wie MyMR lassen sich innerhalb weniger Stunden per einfachem Mapping der Betriebsumgebung und ohne feste Infrastruktur installieren. So gelingt die schnelle Automatisierung des Materialflusses und die Skalierung über intelligentes Flottenmanagement. Die Lösungen integrieren sich mit Industrie- und kollaborativen Robotern, MATE-Exoskellerten für bessere Ergonomie sowie hochverdichteten Intra-logistiksystemen wie Quaterways und AutosatGTR-Shuttles für Handling und Lagerung mit kontinuierlicher Leistungsüberwachung. Ergebnis ist eine skalierbare Architektur, gestützt durch Software, Datenanalytik und prädiktiven Diagnosetools, die schrittweise Implementierungen mit messbarem Nutzen ermöglicht – vor allem bei Inbetriebnahmezeit, Verfügbarkeit, OEE und ROI.

Chief Business Unit Officer Advanced Automation Solutions, Comau



**DR. WERNER
KRAUS**

Viele Roboter machen heute nach wie vor nur „Motion replay“: Einmal programmiert, wiederholen sie Abläufe Tausende Male. Für viele zukünftige Anwendungen ist das nicht ausreichend: Roboter müssen flexibler werden, bspw. wegen hoher Variantenvielfalt, Bauteiltoleranzen bis hin zu biegeschlaffen Bauteilen wie Kabeln. Wir bieten Algorithmen an, die Roboter intelligenter machen, sodass Umrüstzeiten bei neuen Varianten gegen Null gehen. Ein Beispiel ist unsere „Pick&Pack-Lösung“: Teils noch heute muss in der Logistik jeder einzelne Artikel einmalig eingescannt werden, um danach automatisiert gehandhabt zu werden. Durch Foundation-Modelle kombiniert mit 3D-Kameras entfällt dieser Einrichtaufwand. Der Roboter erkennt durch KI beliebige Objekte und der 3D-Sensor mit Packalgorithmus sorgt für ordentlich gepackte Kisten. Dies senkt die Inbetriebnahmezeit deutlich.

Forschungsbereichsleiter „Automatisierung und Robotik“, Fraunhofer IPA



**KAI
BISWA**

Viele Industrieunternehmen wollen Automatisierung 2026 schneller und skalierbar umsetzen. KUKA adressiert das mit einem abgestimmten Portfolio: iiQWorks ermöglicht eine einheitliche, modulare Programmierung über Roboter und Anwendungen hinweg und reduziert den Engineering-Aufwand deutlich. Mit iiQWorks.Sim lassen sich Zellen virtuell planen und per digitalem Zwilling virtuell in Betrieb nehmen, was Anlaufzeiten verkürzt. iiQWorks.Copilot unterstützt Anwender KI-gestützt bei der Layout-Erstellung sowie Optimierung und beschleunigt neue Use Cases. Die Steuerung KR C5 für iiQKA.OS2 mit AI Extension bringt KI sicher in die Linie. Ergänzend orchestriert KUKA.AMR Fleet mobile Roboterflotten zentral. So skalieren Kunden vom Pilot bis zur Serie mit höherer Verfügbarkeit und schnellerem ROI.

Chief Regional Officer DACH, Kuka



**MICHAEL
FINKE**

Mitsubishi Electric ermöglicht 2026 eine schnellere Integration modularer, mobiler und KI gestützter Robotik. Die visuelle Programmierung mit RT ToolBox3 vereinfacht Einrichtung und Simulation und verkürzt die Inbetriebnahme deutlich. Die Smart-Plus Funktionen, bisher kostenpflichtig, stehen 2026 ohne Zusatzkosten bereit und reduzieren Einricht und Taktzeiten dank Maisart KI um bis zu 60%. CC Link IE TSN erweitert die Konnektivität für skalierbare, echtzeitfähige Linienintegration. MELFA SafePlus sorgt mit SLS und SLP für einen sicheren Betrieb. Die tiefe Einbindung in Software wie GENESIS und GEMIMI steigert Transparenz, OEE und Verfügbarkeit.

Produkt Manager Roboter, Mitsubishi Electric



Interpack 2026
Halle 6, Stand B74



**MIGUEL
GARCÉS**

Hersteller brauchen Robotiklösungen, die sich schnell einführen und ohne Unterbrechung skalieren lassen. Mit den OMRON AMRs und kollaborativen Robotern machen wir genau das möglich. Unsere AMRs erfordern keine baulichen Anpassungen an der Produktionsumgebung und skalieren rein per Software, während der OMRON Fleet Manager die Pfadplanung im gesamten Betriebsdynamisch optimiert. Unsere Cobots mit integrierter Kamera und Landmark-Vision lassen sich ohne Neuprogrammierung verlagern. Beide Systeme sind von Anfang an für die sichere Mensch-Roboter-Kollaboration ausgelegt. 2026 erweitern wir unser Portfolio mit dem aktualisierten AMR OL-450S und bauen auf den kürzlich eingeführten Cobot-Modellen TM6S, TM20S und TM30S auf.

EMEA Robotics Product Marketing
Manager, Omron



**ARJAN
VAN STAVEREN**

2026 reicht gute Hardware allein nicht mehr aus. Entscheidend ist, wie schnell sich Robotik integrieren, sicher betreiben und wirtschaftlich skalieren lässt. Dafür setzen wir auf eine neue Generation autonomer Industrieroboter, kombiniert mit Robotics-as-a-Service und Physical AI. Standardisierte Module, softwaregestützte Integration und datenbasierte Optimierung ermöglichen produktive Einsätze in wenigen Wochen und eine schrittweise Ausrollung über Linien und Standorte hinweg. So sinken Engineering-Aufwand und Investitionsrisiko, während Verfügbarkeit, OEE und ROI transparent messbar werden. Einen Ausblick auf diese nächste Generation haben wir in diesem Jahr auf der Hannover Messe gegeben.

Chief Revenue Officer,
RobCo



**GREGOR
SPIEKER**

Bei Universal Robots sehen wir täglich, dass Unternehmen Robotik schnell, ohne aufwendige Engineering-Projekte, in Betrieb nehmen und modular erweitern wollen. Anwendungen wie Palettieren, Maschinenbeschickung oder Pick-and-Place lassen sich mit vorkonfigurierten Lösungen oft in wenigen Stunden umsetzen und bei Produktwechseln schnell anpassen. Mit dem AI Accelerator bringen wir KI gezielt in die industrielle Anwendung und ermöglichen eine kontinuierliche, datenbasierte Optimierung. Der AI Trainer verkürzt die Zeit bis zur Inbetriebnahme, weil Anwender KI-Modelle direkt auf den später in der Produktion eingesetzten Robotern trainieren können. Unsere offene Plattform PolyScope X und das UR+ Ökosystem erleichtern Integration und skalierbare Erweiterung. In Kombination mit kollaborativer und mobiler Robotik entstehen durchgängige Automationslösungen mit kurzen Implementierungszeiten, hoher Verfügbarkeit sowie messbaren Verbesserungen bei OEE und ROI.

Sales Leader, Teradyne Robotics,
Universal Robots



**DR. MICHAEL
KLOS**

Als Roboter- und Softwarehersteller unterstützt Yaskawa den Systemintegrator auf vielfältige Weise beim Engineering, um die Programmierung und Inbetriebnahme effizienter zu machen und abzusichern. Zur intuitiven Programmierung helfen Smart Pendant und Software-Wizards. Für SPS-Programmierer bieten wir die SRCI-Schnittstelle sowie MotoLogix für alle gängigen SPS-Plattformen. Motoman NEXT ist eine neue KI-Robotik-Plattform, die den sicheren und wirtschaftlichen Einstieg in die adaptive Robotik mit Bildverarbeitung, Sensorik und KI ermöglicht. Unsere DigitalTwin-Software MotoSIM ist ein Standard-Engineering-Tool für Roboter-Anlagen. Mit dem YNX Robot Simulator kommen Features wie automatische kollisionsfreie Bahnplanung oder virtuelle Kameras hinzu.

General Manager,
Yaskawa Europe



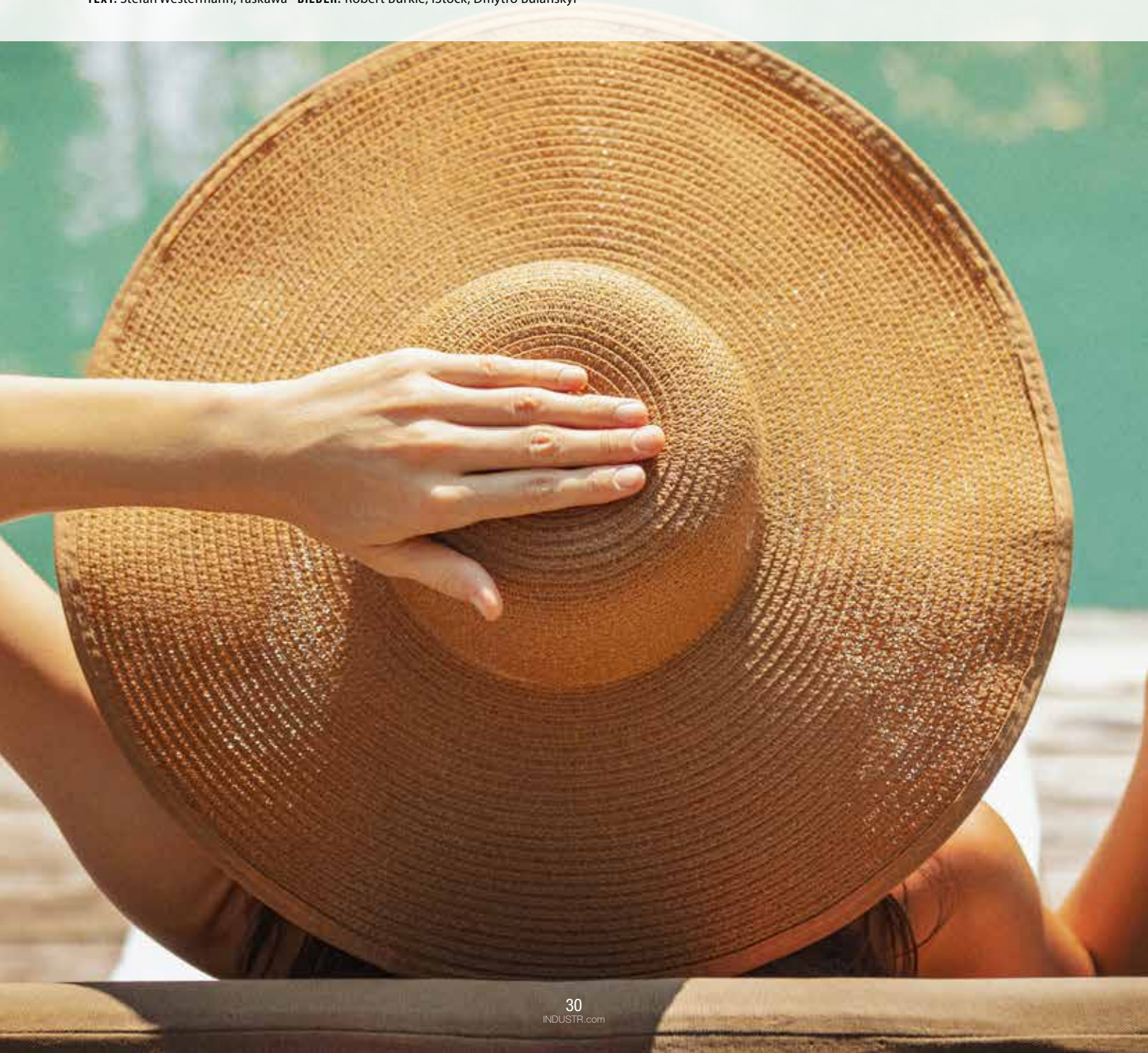
Interpack 2026
Halle 16, Stand D72-11

Roboterprogrammierung im Handumdrehen mit neuer Schnittstelle SRCI

Endlich weniger Aufwand

Mit steigender Automatisierung wächst der Bedarf an effizient integrierbarer Robotik. Gleichzeitig bleibt die klassische Roboterprogrammierung ressourcenintensiv und abhängig von spezialisiertem Know-how. Eine standardisierte Schnittstelle ermöglicht es nun, Roboterfunktionen direkt in der SPS abzubilden und vereinfacht so Engineering, Inbetriebnahme und Skalierung von Anlagen.

TEXT: Stefan Westermann, Yaskawa BILDER: Robert Bürkle; iStock, Dmytro Buianskyi





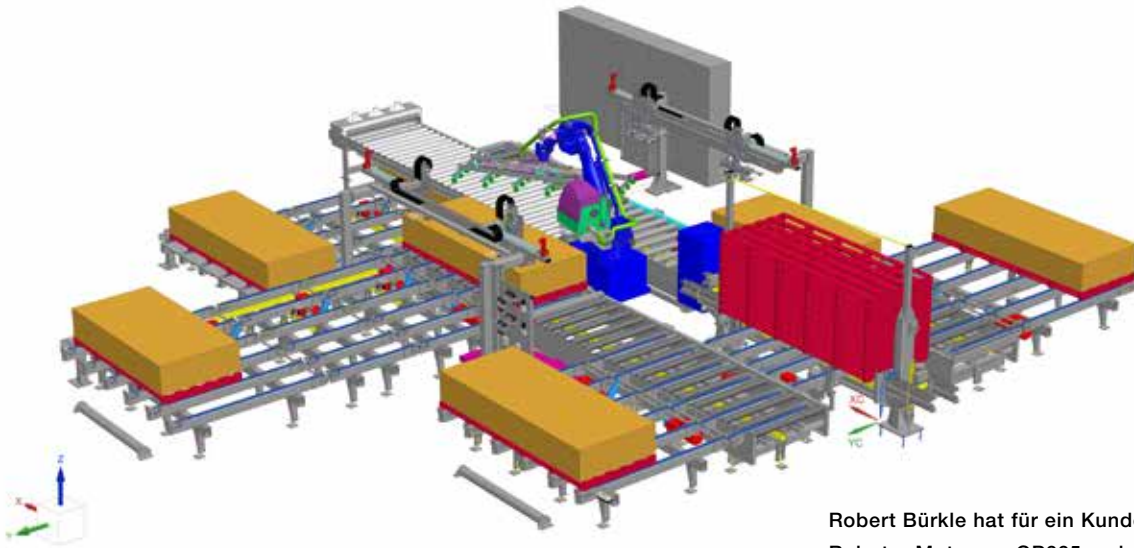
SRCI macht die Roboter-Programmierung auch für KMU sehr einfach.

Laminatoren für Kreditkarten und Photovoltaikmodule, Lackieranlagen für die Möbelindustrie und alles rund um die Holzbearbeitung: Die Produktpalette von Robert Bürkle aus Freudenstadt ist vielfältig. Die Firma ist unter anderem spezialisiert auf Pressen- und Beschichtungstechnologien für Fußböden, Türen und Holzwerkstoffplatten, auch Walz-, Gieß- und Spritzlackieranlagen gehören zum Portfolio. Gerade in der Holzverarbeitung hat es der Anlagenbauer häufig mit schweren Werkstücken zu tun. Dazu zählen Leichtbauplatten für die Caravanindustrie, die zwischen 180 und 250 kg wiegen – und damit zu schwer für einen Menschen sind.

„Bei diesen Anforderungen war es unvermeidlich, Roboter in neue Anlagenkonzepte einzubeziehen“, erinnert sich Marian Michels, der seit dem Abschluss seines Elektrotechnik-Studiums im Jahr 2018 als SPS-Programmierer tätig ist. Die Kunden fordern nämlich Robotik und Automatisierung immer häufiger ein. Die Krux: Für die Programmierung von Robotern braucht es geschulte Fachkräfte, die am Markt nur schwer zu erreichen sind. Die naheliegende Lösung von Michels war es, die in der Anlage installierten Yaskawa-Roboter selbst zu programmieren – dank der neuen Schnittstelle SRCI.

Einfache Programmierung direkt in der SPS

SRCI steht für Standard Robot Control Interface. Robert Bürkle ist eines der ersten Pilotunternehmen, das die neue Schnittstelle verwendet. Das Konzept von SRCI ist sehr intuitiv: Die Programmierung kann dank der Schnittstelle direkt in der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) stattfinden – es braucht keine spezifischen Kenntnisse über die Systeme der Roboterhersteller mehr. Die Schnittstelle bietet eine Bibliothek



Robert Bürkle hat für ein Kundenprojekt den 6-Achs-Roboter Motoman GP225 verbaut. Die Programmierung erfolgte unkompliziert über die neue Schnittstelle SRCI.

von SPS-Funktionsbausteinen, auch Library genannt, für verschiedene Roboterfunktionen an. Robert Bürkle kam in der Entwicklung der Pioniergeist seines Roboterlieferanten zugute.

„Yaskawa hat das Thema von Anfang an ernst genommen und die Entwicklung maßgeblich vorangetrieben“, erläutert Bertus de Groot, Anwendungsingenieur bei der Robotics Division von Yaskawa Europe. Die Idee zu SRCI geht zurück auf eine Initiative von Siemens. Der SPS-Hersteller hat seit 2018 ein umfassendes Gremium aus Roboterherstellern, Entwicklern und Anwendern unter der Koordination der Organisation Profibus & Profinet International (PI) aufgebaut. Nach mehreren Jahren der Abstimmung ist SRCI nun marktreif, wie das gemeinsame Projekt von Yaskawa und Siemens bei Robert Bürkle gezeigt hat. Der Anlagenbauer verbessert seine Systeme nun anhand eines digitalen Zwilling. Das virtuelle Abbild erlaubt den Konstrukteuren von Robert Bürkle, die vorhandenen Ressourcen in der Programmierung besser zu nutzen und viel Zeit zu sparen. Die in der Anlage verarbeiteten Platten sind drei Meter lang und einen Meter breit, jeder Testversuch mit echtem Material auf der Anlage würde einen großen Aufwand bedeuten. „Außerdem laufen die Konstruktion und das Fine-tuning effizienter“, weiß Michels.

Passend auch für kleinere Unternehmen

Trotz sorgfältiger Vorbereitung war dann der erste Härte-test für den digitalen Zwilling die virtuelle Inbetriebnahme der jüngsten Anlage. Dazu musste der verwendete Yaskawa-Roboter in das SPS-Programm integriert werden, inklusive Tests der richtigen Funktionsweise und der Arbeitsbereiche. Robert Bürkle hat in der Anlage den Handling-Roboter Motoman

GP225 mit einer Traglast bis zu 225 kg und einem maximalen Arbeitsbereich von 2.702 mm installiert. Der Mittelständler hatte sich bereits früh von Yaskawa überzeugt, deshalb gab es eine große Offenheit gegenüber der neuen Programmiermöglichkeit. „SRCI war einfach ein unschätzbare Vorteil“, erinnert sich Michels. Der SPS-Programmierer konnte in seiner gewohnten Umgebung arbeiten – und die Inbetriebnahme schnell abschließen. Trotz der Herstellerunabhängigkeit bleiben in der Anlage nun die Yaskawa-Bewegungssteuerung und die Bahngenaugigkeit erhalten. Aktuell werden die multiachs- und multitaskingfähige Motoman YRC1000-Steuerung und die Kompaktsteuerung YRC1000micro für Roboter bis 12 kg unterstützt. Gerade kleine Unternehmen profitieren von der Schnittstelle im besonderen Maße. „SRCI ist die passende Lösung für kleinere Kunden, die nicht alles selbst programmieren möchten“, meint Yaskawa-Experte de Groot. Denn zwar nehme die Bedeutung von Robotern im Anlagenbau immer weiter zu, für KMU wie Robert Bürkle gehört die Inbetriebnahme von Robotern allerdings nicht zum Alltag. „Die Schnittstelle ist aufgrund ihrer Einfachheit der beste und schnellste Weg, bei dieser Firmengröße Roboter einzusetzen“, erklärt Programmierer Michels. Schließlich könne man vor Ort in Freudenstadt nicht die Kapazitäten vorhalten, eine Vielzahl an Roboterexperten heranzuziehen.

Dennoch hat Michels schon einige seiner Kollegen von SRCI überzeugt. Als Hauptverantwortlicher für die Robotik gibt er Schulungen, erklärt die Arbeit mit der Schnittstelle im eigenen Haus. Die Rückmeldung von den Kollegen ist positiv, denn: „Die Einlernzeit ist sehr überschaubar“, sagt Michels. Die Programmierung mit SRCI fällt bei Robert Bürkle so leicht, dass nach den ersten Schritten mit zwei Robotern nun

bereits fünf Roboter in der Halle stehen. „Wir können mittlerweile guten Gewissens auch schwierigere Roboteranwendungen anbieten“, weiß der Programmierer.

MotoLogix spielt weiterhin wichtige Rolle

Michels und de Groot sind davon überzeugt, dass die Bedeutung von SRCI in der Industrie in den kommenden Jahren noch einmal deutlich steigen wird. Die tiefe Integration von Robotern in die bereits bestehenden Entwicklungsumgebungen für SPS und HMI, der geringe Programmieraufwand und die einfache virtuelle Inbetriebnahme sind dafür der Schlüssel. Dennoch heißt das nicht, dass bestehende Programmiermöglichkeiten abgelöst werden. Bereits seit 2015 bietet Yaskawa mit der eigenen Lösung MotoLogix eine Softwareschnittstelle zum Teachen und Programmieren von Robotern unter der Verwendung von SPS-Funktionsbausteinen an. MotoLogix findet vor allem Anwendung bei größeren OEMs, die selbst mehr Zeit und Know-How für die Roboter-Programmierung vorhalten können.

Viel Innovationsgeist in Freudenstadt

Auch Robert Bürkle hat bereits mehrere Projekte mit MotoLogix umgesetzt. „Die Firma ist immer ein Vorreiter, wenn es um den Einsatz neuer Technologien geht“, weiß de Groot. Mit den bisher umgesetzten SRCI-Projekten sind die Schwarzwälder sehr zufrieden. Zentral für den

Erfolg war die enge Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Firmen. „Wir hatten den direkten Draht in die Entwicklung“, erinnert sich Michels. Gemeinsam hat man auch Herausforderungen aufgedeckt und Lösungen gefunden. Wenn in Freudenstadt künftig weitere Roboter in den großen Anlagen verbaut werden, dann können sich Michels und seine Kollegen auf die Unterstützung von Yaskawa verlassen.

Driving the world

SEW
EURODRIVE

Mit dem StarterSET schneller zur fertigen Maschine



Das Grundpaket – von Anfang bis End-of-Line

Das StarterSET ist das Grundpaket, individuell auf die Maschinengrundanforderung erweiterbar, flexibel, modular und unabhängig – alles kann und nichts muss. Egal wofür Sie sich bei SEW-EURODRIVE entscheiden, gut zu wissen, dass die Antriebs- und Automatisierungstechnik komplett mit SEW-Produkten realisiert werden kann und gleichzeitig Unabhängigkeit bietet.

Ihre Vorteile im Überblick:

- hohe Freiheitsgrade
- vereinfachte Hard- und Softwareauswahl
- vordefinierte Maschinentypen
- Softwarelizenzen als Bundle
- unendlich individuell erweiterbar

www.sew-eurodrive.de/starterset





Praxis-Check einer Sammelschienen-Plattform

75 % SCHNELLER MONTIERT?

Termin- und Kostendruck treffen auf Fachkräftemangel – und selbst „alte Hasen“ staunen, wenn Montagezeiten plötzlich drastisch sinken. In einem Praxisvergleich in einem Schaltanlagenbau-Betrieb wurden Montageabläufe eines konventionellen Sammelschienen-Systems einem modularen, werkzeugarm ausgelegten Ansatz gegenübergestellt. Ergebnis: Je nach Aufbau sind bis zu 75 % Zeitersparnis drin – mit spürbaren Effekten auf Fehleranfälligkeit, Standardisierung und Erweiterungen im Feld.

TEXT: Martin Barde und Johannes Strähle, beide Riba; Steffen Maltzan, Rittal BILDER: Michael Koch/Digital Fotogroup; Gemini, publish-industry



Wer wissen will, wie es der Schaltbaubranche aktuell so geht, sollte sich mit Marcel Birkenberger vom Gladbecker Schaltanlagenbauer gefeba Elektro unterhalten. Der 46-Jährige hat bei dem Unternehmen bereits seine Ausbildung absolviert und ist nach 30 Jahren heute als Fertigungsleiter in der Produktion tätig. „Es ist schon irreführend, wie schnell sich der Markt gerade verändert“, sagt er etwa mit Blick auf den rasant steigenden Termin- und Kostendruck und die wachsenden Anforderungen an die Mannschaft. Auch die Qualität der digitalen Daten werde immer relevanter. „Hohe Kundenorientierung hat das Familienunternehmen gefeba schon seit Gründung vorangebracht. Wenn das so bleiben soll, dann brauchen wir ein waches Auge für Innovationen, mit denen wir die immer stärker nachgefragten maßgeschneiderten Lösungen mit kurzen Lieferzeiten anbieten können.“

Diese Erkenntnis hat Marcel Birkenberger und sein Team dazu bewogen, an einer von Rittal in Auftrag gegebenen Studie teilzunehmen. Unter unabhängiger Beobachtung wurde untersucht, wie schnell sich die neue Sammelschienen-Systemplattform RiLineX im Vergleich zu einem herkömmlichen Schienensystem montieren lässt. Die Ergebnisse hatte selbst der erfahrene Fertigungsleiter Marcel Birkenberger nicht erwartet.

Eine überraschende Innovation

Die erste Überraschung: „Wir waren erstaunt, dass bei der Sammelschientechnik überhaupt noch so ein Quantensprung möglich ist“, sagt der Schaltanlagenspezialist. „Wir haben alle Komponenten auf einen Tisch gelegt und einfach



Schneller zur Spannung: Die Einspeisung ist bei der Sammel-schienen-Plattform RiLineX flexibel und platzsparend gestaltet.



Die Schienen sitzen ohne Halterplanung sicher im Board – mit Berührungsschutz bis IP 2XB oder IP 3X.

ausprobiert. Schnell hat sich gezeigt, wie einfach alles funktioniert.“

Marcel Birkenberger sieht einen klaren Design-Vorteil, denn das werkzeuglose „Click & Work“-System lässt sich nur auf eine einzige Weise zusammenstecken und gibt exakt vor, wie Geräte eingehängt werden müssen. Montagefehler sind praktisch unmöglich. „Wir können jetzt sogar angelerntes Personal damit arbeiten lassen“, sagt der Experte, „angesichts des Fachkräftemangels ist das natürlich ein erheblicher Gewinn.“ Für Auszubildende fördere es zudem den Spaß an der Arbeit, wenn sie schnell und einfach zu Ergebnissen kommen. Junge Leute langfristig motiviert zu halten, sei heute eine viel größere Arbeitgeber-Aufgabe als noch vor wenigen Jahren.

Wissenschaftlich validiert

Wirtschaftlich besonders interessant für den Schaltanlagenbauer wird es immer dann, wenn Montagezeiten verkürzt werden können. Dieser entscheidende Mehrwert von RiLineX wurde nun wissenschaftlich bestätigt.

Unter der unabhängigen Leitung des Fraunhofer-Instituts für Material-

fluss und Logistik wurde mit gefeba akribisch ermittelt, wie viel Zeit für die Ausführung verschiedener Montageschritte mit dem neuen RiLineX sowie dem herkömmlichen RiLine60 benötigt wird. Verglichen wurden dabei auch verschiedene Einbauvarianten: Neben der Unterscheidung in eine rein manuelle sowie eine maschinenassistierte Montage – bei der eine automatisierte CNC-Fräse die Bohrungen an der Montageplatte übernimmt –, standen sich auch der bei RiLineX mögliche Einbau eines vorgefertigten Komplettboards sowie die Einzelmontage von Modulbauteilen vergleichend gegenüber.

„Für die Studie haben wir bewusst Arbeitsschritte identifiziert, die so fast bei all unseren Projekten notwendig sind“, sagt Marcel Birkenberger. „Insofern ist das, was wir hier gemacht haben, nicht nur graue Theorie, sondern bildet tatsächlich den Arbeitsalltag vieler Schaltanlagenbauer ab.“ Volker Schmidt, Leiter Produktmanagement RiLineX bei Rittal, ergänzt: „Für die Relevanz der Studie war uns wichtig, einen Betrieb mit Vollprofis auszuwählen, die viel Erfahrung mit dem effizienten Einsatz der alten Systeme haben. Bei gefeba hat alles gepasst.“

Ergebnisse der Studie

Die Ergebnisse jedenfalls hätten eindeutiger nicht ausfallen können. Die ermittelten Geschwindigkeitsvorteile sind so hoch, dass sie sogar die Schätzungen von Rittal deutlich übersteigen. Für das vorgefertigte Komplettboard etwa benötigten die gefeba-Profis bei rein manueller Montage durchschnittlich 75 Prozent weniger Zeit. Bei CNC-unterstützter Montage waren es sogar ganze 80 Prozent Zeitersparnis. Das liegt vor allem daran, dass bei RiLineX nicht mit Haltern gearbeitet wird, die individuell auf Kurzschlussfestigkeit ausgelegt werden müssen. Die Schienen liegen sicher und vollständig überbaubar im Board. Beim Komplettboard müssen auch Sammel-schienen und Berührungsschutz nicht zugeschnitten werden. Die fertig gelieferten Boards werden nur ausgepackt und verschraubt. Das war's.

Bei den modularen Boards steigt mit der gewonnenen Flexibilität auch der Arbeitsaufwand etwas, aber die Zeiterparnis im Vergleich zu RiLine60 bleibt signifikant. Bei manueller Montage sind es 60 Prozent, und bei maschinell unterstützter Montage immer noch 55 Prozent. Unabhängig von der jeweiligen Bauweise



„Wir sparen eine halbe Schicht pro Schaltschrank“, sagt Marcel Birkenberger, Fertigungsleiter bei gefeba.

macht sich das Design von RiLineX zudem sehr deutlich bei der Anreihung weiterer Schaltschränke bemerkbar. Für die nachträgliche Verbindung von zwei getrennten Schienensystemen benötigten die Experten von gefeba im Fall von RiLine60 mehr als 21 Minuten, im Fall von RiLineX weniger als dreieinhalb Minuten. „Für uns ist das einer der entscheidenden Mehrwerte von RiLineX“, ordnet Marcel Birkenberger den entstandenen Zeitvorteil ein. „Wenn es zum Beispiel um die Erweiterung der Stromverteilung in einem Fertigungsunternehmen geht, haben wir weniger Arbeit. Und, was noch wichtiger ist, die Produktion unseres Kunden muss deutlich weniger lange ruhen. Je nach Fertigungsumfeld ist damit für den Fabrikbetreiber die Kosteneinsparung durch kürzere Produktionsunterbrechungen immens.“

Ähnlich positiv wirkt sich auch der bei RiLineX massiv vereinfachte Einbau von Geräten aus. Im Zuge der Studie – gemessen wurde das Anbringen von Anschlussadapter mit und ohne Durchleitung, Sicherungslasttrenner, Leistungsschalter sowie Geräteadapter – ließen sich für die neue Sammelschienenlösung zum Teil sehr große Geschwindigkeitsvorteile verzeichnen. Beim Geräte-

adapter etwa waren es 85 Prozent im Vergleich zu RiLine60.

Halbe Schicht

„Es ist schon mehr als erstaunlich, dass sich allein mit dem richtigen Schienensystem so viel Zeit einsparen lässt“, resümiert Marcel Birkenberger die Ergebnisse der Studie. „Wenn ich die Prozentwerte in Arbeitszeit umrechne, dann heißt das, dass ich praktisch eine halbe Arbeitsschicht pro Schaltschrank einsparen kann. Der Effizienzgewinn ist also enorm.“ Mindestens ebenso wichtig ist dem gestandenen Schaltanlagenprofi aber auch, dass seine Kunden von der neuen Rittal-Lösung profitieren: „Die Studie hat ziemlich deutlich gezeigt, dass RiLineX eine jener Innovationen ist, mit denen wir wirklich sinnvoll auf die veränderten Marktanforderungen reagieren können. Wir selbst werden effizienter, und unsere Kunden erhalten eine sehr leicht zu handhabende und flexibel erweiterbare Lösung. Das ist also eine Win-Win-Situation.“ Auch die rote Farbe findet Birkenberger erwähnenswert: „Gefällt mir sehr gut, dass die Boards in der ungewöhnlich leuchtenden Farbe kommen. So sieht man schon von Weitem: Hier ist neueste Technologie verbaut!“



MODULARE ZEITRELAIS Typ 80.01



Das Typ 80.01 NFC-Zeitrelais ermöglicht eine einfache, kabellose Konfiguration über die FINDER TOOLBOX App – mit oder ohne Stromversorgung. Dank NFC lassen sich Zeitfunktionen schnell auswählen, speichern und übertragen. Eine effiziente Lösung für zahlreiche Anwendungen in der Automatisierungs- und Steuerungstechnik.

- Multispannung (24 ... 240) V AC/DC
- Automatische Spannungsanpassung (PWM)
- Multizeitbereiche:
bis zu 6 Bereiche, 0,1 s ... 24 h

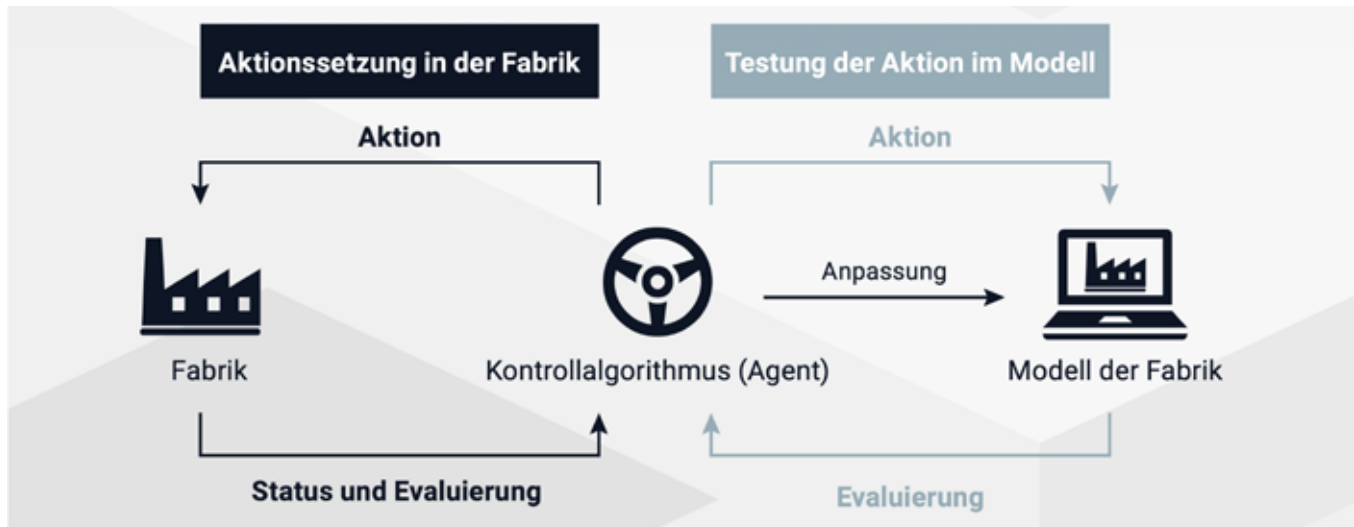


KI in der industriellen Energieoptimierung

Adaptiv lernende Algorithmen glätten Lastspitzen

Oft müssen Unternehmen für eine große Menge an bereitgestellter Energie bezahlen, obwohl sie diese schlussendlich nicht verbrauchen. Um die Energiekosten mehr an den tatsächlichen Verbrauch anzupassen, kann ein selbstlernendes KI-Steuerungssystem eingesetzt werden, das den Energieverbrauch optimiert. Damit kann der Energiekonsum nachhaltig gestaltet und Kosten können gesenkt werden. Genau daran forscht das Intelligent Data Analytics (IDA) Lab Salzburg in Zusammenarbeit mit Copa-Data.

TEXT: Copa-Data BILDER: Copa-Data; iStock, Erikona



Regelkreis eines selbstlernenden Energiemanagements: Modell prognostiziert Grundlast, der zenon-gekoppelte Agent simuliert und bewertet Schaltfolgen, setzt die beste Strategie um und verbessert das Prognosemodell kontinuierlich mit realen Betriebsdaten.

Berechnung des Energiepreises

Im Bereich der Industrie benötigen die Produktion von Waren und die Erhaltung von Gebäuden viel Energie. Die Kosten können in diesem Bereich sehr hoch ausfallen und setzen sich aus drei Teilen zusammen. Zu den beiden ersten gehören die Fixkosten für die Infrastruktur, die der Energieanbieter zur Verfügung stellt, und der Energiepreis für die Menge an verbrauchter Energie. Der dritte Teil ist der Bereitstellungspreis, mit dem die dauerhafte Bereitstellung einer an das Unternehmen angepassten Energiemenge beglichen wird. Die Höhe des Preises wird aus dem letzten Abrechnungszeitraum ermittelt, der beispielsweise ein Jahr oder einen Monat betragen kann. In diesem Zeitraum wurden die Mittelwerte von je 15-Minuten-Perioden festgehalten. Als Richtwert für die neue Abrechnungsperiode wird der höchste dieser Mittelwerte gewählt.

Optimierungspotenzial

Da der Energieverbrauch der meisten Unternehmen etwas schwankt, kommt es hin und wieder zu Lastspitzen. Diese sind ein plötzlicher starker Anstieg des Energieverbrauchs, der in der 15-Minuten-Periode, in der er auftrat, einen übermäßig hohen Mittelwert bewirkt. Daher kann es geschehen, dass am Ende der Abrechnungsperiode viele dem üblichen Energieverbrauch des Unternehmens entsprechende Mittelwerte und wenige sehr hohe Mittelwerte (die Lastspitzen enthalten) vorliegen. Da der höchste dieser Mittelwerte als Referenz für den Preis des folgenden Abrechnungszeitraums verwendet wird, liegt der Preis für die Bereitstellung des nachfolgenden Zeitraums weit über dem normalerweise auftretenden Verbrauch des Unternehmens. Daher kann ein großer Teil der zur Ver-

fügung gestellten Energie nicht genutzt werden, wobei dennoch die Bereitstellungskosten vom Energieversorger in Rechnung gestellt werden. In genau diesem Bereich der Kostenzusammensetzung kann mit der passenden Optimierung eine substantielle Menge an nicht nachhaltig eingesetzten Kosten gespart werden. Dafür müssen Mittelwerte aneinander angeglichen und daraus folgend Lastspitzen geglättet werden.

Methodik zur Lastspitzenglättung

Es gibt zwei Herangehensweisen, um eine Lastspitze zu glätten. Die erste ist das temporäre Abschalten oder Zurückschalten von Verbrauchern und die zweite ist das Zuschalten von Generatoren. Beide senken den allgemeinen Energieverbrauch und können auch in Kombination angewendet werden.

Um dies rechtzeitig einleiten zu können, muss im Vorhinein bekannt sein, dass eine Lastspitze auftreten wird. Dafür ist die Vorhersage der Grundlast verantwortlich. Der gesamte Energieverbrauch setzt sich aus dem Teil der Grundlast, dem unveränderlichen Teil des Energieverbrauchs, und der variablen Last, den zusätzlichen Generatoren und ausschaltbaren Verbrauchern, zusammen. Wenn eine sehr hohe Grundlast vorhergesagt wird, können die genehmigten Verbraucher ausgeschaltet und die Generatoren eingeschaltet werden. Die Entscheidung dafür trifft der „Agent“ (Kontrollalgorithmus) des Systems. Dieser hat unter anderem die Informationen über die vorzugsweise Reihenfolge der Ein- und Ausschaltung, und das Wissen über die konkrete Verfügbarkeit im Moment der Entscheidung, der Ein- und Ausschaltung von bestimmten Systemteilen. Der Agent berechnet die optimale Schaltstrategie im Rahmen dieser Einschränkungen.

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	Titel, 8, 11, 27	MHP	3
BECKHOFF Automation	U4	Mitsubishi Electric	28
Bihl+Wiedemann	15	Novotechnik	56
Comau	24, 28	Omron	29
Conrad Electronic	48	PE Schall	47
COPA-DATA	38	RITTAL	34
Deep Robotics	6	RobCo	29
Finder	37	Schubert System Elektronik	55
Fraunhofer IPA	28	SEW	33
Harmonic Drive	23	Siemens	53
Harting	5	SIGMATEK	44
IAI Industrieroboter	21	steute	64
Kuka	22, 28	TR Electronic	59
Lenze	13	Turck	3
makandra	41	Universal Robots	19, 29
Messe Düsseldorf	12	Yaskawa	29, 30

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller
Head of Content Manufacturing Christian Fischbach
Redaktion Christian Vilsbeck (Managing Editor/verantwortlich/-926), Carolina Bachmeier (-898), Emily Domingues Braga (-927), Katharina Huber (-938), Leander Jank (-937), Dana Neitzke (-930), Michaela Sandner (-916), Rieke Heine (freie Mitarbeiterin)
Newsdesk newsdesk@publish-industry.net
Head of Sales Kilian Müller
Media Caroline Häfner (Director Sales/verantwortlich/-914), Saskia Albert (-918), Beatrice Decker (-913), Ilka Gärtner (-921), Alexandra Klasen (-917);
 Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2026
Inside Sales Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929); sales@publish-industry.net
Verlag publish-industry Verlag GmbH, Claudius-Keller-Str. 3A, 81669 München, Germany
 Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net
Geschäftsführung Kilian Müller, Martin Weber
Leser- & Aboservice Tel. +49.(0)40.23714-240; leserservice-pi@dvmmedia.com
Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der A&D (derzeit 7 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte) sowie als Gratiszugabe das jährlich erscheinende Jahrbuch der Industrie, INDUSTRY.forward HAKAHAKA.
Jährlicher Abonnementpreis
 Ein JAHRES-ABONNEMENT der A&D ist zum Bezugspreis von 67 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschlands zzgl. MwSt. erhältlich (Porto: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes.
 Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die die A&D für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten.
 Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@dvmmedia.com
Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing)
Herstellung Veronika Blank-Kuen
Gestaltung & Layout Layoutstudio Daniela Haberlandt, Beethovenstraße 2a, 85435 Erding
Druck F&W Druck- und Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany
Nachdruck Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen.
 Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.
ISSN-Nummer 1618-2898
Postvertriebskennzeichen 49309
Gerichtsstand München
Der Druck der A&D erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.

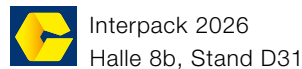


Der CO₂-neutrale Versand mit der Deutschen Post

Umfangreicher Kreislauf

Die Infografik im Bild (S. 39 oben) illustriert den gesamten Regelkreis: Zunächst prognostiziert ein Modell die Grundlast und den Energieverbrauch des Werks. Daraufhin simuliert der Kontrollalgorithmus, der in direkter Verbindung mit zenon steht, verschiedene Schaltfolgen von Verbrauchern und Erzeugern und bewertet jede Alternative. Die Variante mit der besten Bewertung wird in der Anlage umgesetzt, indem der Kontrollalgorithmus diese als Vorschlag an zenon übermittelt, der sie schließlich einleitet. Danach liefert das System den aktualisierten Gerätestatus und eine reale Bewertung zurück an zenon, die der Agent, nach der Weitergabe der Daten von zenon, mit der simulierten Bewertung vergleicht, um die Modellgüte zu prüfen. Abschließend aktualisiert er das Prognosemodell mit den neuesten Betriebsdaten. So bleibt das Modell verlässlich, passt sich laufend an neue Situationen an und verbessert sich durch kontinuierliches Lernen. Die Prognose bezieht sich jeweils auf die aktuelle Abrechnungsperiode. So kann der Algorithmus nicht nur die nächste Schaltaktion, sondern gleich eine ganze Abfolge von Schritten vorausplanen, verschiedene Aktionsketten optimieren und damit einen möglichst hohen Energieverbrauch erzielen, ohne die zulässige Spitzenlast zu überschreiten.

Der Agent wird in den nächsten Jahren weiterentwickelt und setzt dabei auf KI-Verfahren wie Deep Reinforcement Learning kombiniert mit robusten statistischen Methoden. So kann er flexibel und zuverlässig auf individuelle Kundenanforderungen reagieren, während die gewünschte Funktionsweise seiner Algorithmen jederzeit garantiert bleibt.



MODELLBAU

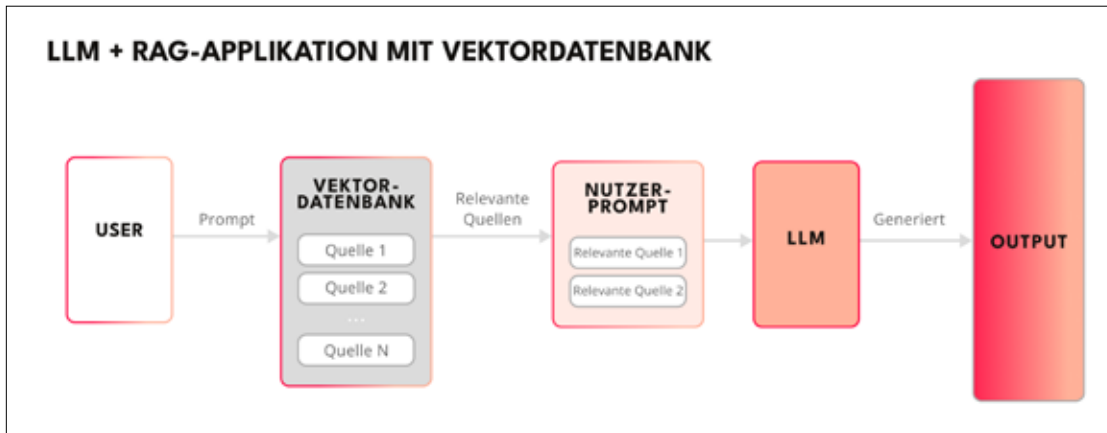
Das Modellieren der Anlage besteht aus den Teilen Modellspezifikation und Anpassung des Modells an die vorliegenden Daten. Für den ersten Teil wird festgelegt, welche Form das Modell haben soll. Dies kann in simplen Fällen ein gleichmäßiger linearer Anstieg oder in komplexeren Fällen eine gezielte Kombination aus linearen und saisonalen Komponenten sein. Dabei sind die Parameter (Stärke von Anstiegen und Ausprägung von saisonalen Komponenten) noch nicht fixiert. In der Anpassung an die vorliegenden Daten werden diese konkret bestimmt. Dafür werden diejenigen Parameter ermittelt, mit denen das Modell die Daten mit der höchsten Wahrscheinlichkeit vorhersagen würde, was in einem vorgegebenen komplexen Modell, das die Daten bestmöglich beschreibt, resultiert.

Sprachmodelle mit Retrieval-Augmented Generation

Brücke zwischen Unternehmensdaten und KI schlagen

Retrieval-Augmented Generation (RAG) verbindet die Stärke von Sprachmodellen (LLMs) mit aktuellem, unternehmensspezifischem Wissen und das, ohne sensible Daten aus der Hand zu geben. Lesen Sie, welche Vorteile RAG für Unternehmen bietet und wie sich der Ansatz Schritt für Schritt in die eigene Infrastruktur integrieren lässt.

TEXT: makandra BILDER: makandra; iStock, jonathanfilskov-photography



LLM+RAG-Applikation mit Vektordatenbank

Generative Sprachmodelle (sogenannte Large Language Model, kurz LLM) helfen Texte zu verfassen, Kundenanfragen schneller zu beantworten und Wissen gezielt zu suchen und aufzubereiten. Doch viele Unternehmen stehen vor der Frage: Wie lassen sich die immensen Effizienzpotenziale von KI nutzen, ohne sensible Daten preiszugeben oder in Abhängigkeit von Cloud-Anbietern zu geraten?

Die Antwort: Mit Lokal gehosteten LLMs in Verbindung mit Retrieval-Augmented Generation (RAG). Dieser Ansatz vereint die sprachliche Intelligenz moderner KI-Modelle und den direkten Zugriff auf aktuelles, unternehmensspezifisches Wissen. Mit dem Vorteil, dass vertrauliches Wissen und sensible Daten dort bleiben, wo sie hingehören: im Unternehmen. Das klingt nach einer guten Kombi aus Leistung und Kontrolle? Genau.

RAG-Ansatz erklärt

Retrieval-Augmented Generation (RAG) erweitert generative Sprachmodelle um aktuelles und unternehmensspezifisches Wissen.

- Ein LLM bleibt auf seine ursprünglichen Trainingsdaten beschränkt.
- RAG ergänzt es um den Zugriff auf interne Informationen in Echtzeit.

Eine RAG-Anwendung filtert in großen Datenbeständen die relevantesten Informationen in Echtzeit heraus. Der Schlüssel dafür ist die Vektorsuche in einer Vektordatenbank. Dazu werden alle Texte im Vorfeld durch ein Embedding-Modell verarbeitet. Dieses Modell wandelt jeden Text in einen hochdimensionalen Vektor um – also eine Zahlenreihe, die die semantische Bedeutung des Inhalts abbildet. Texte mit ähnlicher Bedeutung liegen dadurch in der Vektordatenbank nahe beieinander. Wird eine Anfrage gestellt, wird auch diese

in einen Vektor übersetzt. Das System vergleicht anschließend mathematisch die Anfrage-Vektoren mit den gespeicherten Dokument-Vektoren. Es werden die semantisch ähnlichsten Inhalte identifiziert und an das LLM übergeben.

So funktioniert's in Kürze

- **Embedding:** Texte werden in Vektoren verwandelt, die ihre Bedeutung abbilden.
- **Ablage:** Diese Vektoren landen in einer Vektordatenbank, optional mit Metadaten (Quelle, Datum, Seite).
- **Abruf (Retrieval):** Eine Anfrage wird ebenfalls in einen Vektor übersetzt und mit den gespeicherten Vektoren abgeglichen.
- **Antwort (Generation):** Das LLM erstellt eine Antwort auf Basis der passenden Textstellen.

Ergebnis: Aktuelle Fakten aus Ihren Quellen statt Halluzinationen.

Vorteile von RAG

RAG bringt nicht nur mehr Präzision in Antworten, sondern verändert auch die Art, wie Unternehmen ihre Daten nutzen. Neben einer verbesserten Ergebnisqualität ergeben sich entscheidende Vorteile: In der Praxis haben sich folgende Schritte bewährt:

- **Datenschutz & Souveränität:** Da die Daten im RAG-Ansatz lokal oder in einer kontrollierten Infrastruktur verarbeitet werden, verlassen sensible Informationen nicht das Unternehmen. Geschäftsgeheimnisse, Kundendaten und vertrauliche Prozesse bleiben geschützt und unter eigener Hoheit. Bevorzugen wir KI, ohne Datenabfluss? Natürlich!
- **Intelligente Suche & Semantik:** RAG geht über einfache Schlagworttreffer hinaus und ermöglicht eine semantische Suche. Das heißt: Anfragen werden nach ihrer Bedeutung

»KI ist für uns kein Hype, sondern ein Werkzeug, um echte Wettbewerbsvorteile zu schaffen – sicher, nachhaltig und mit voller Datenhoheit. Wir zeigen unseren Kunden, wie sie KI gezielt nutzen, ohne sich abhängig zu machen.«

Dr. Thomas Eisenbarth, CEO makandra

interpretiert. Wer nach „Urlaubsregelung“ sucht, bekommt auch Dokumente mit „Abwesenheitsrichtlinien“ oder „Ferienfreigaben“. Synonyme, Abkürzungen und unterschiedliche Formulierungen werden so zuverlässig erfasst. Das Ergebnis: weniger Suchen – mehr Finden.

- **Kostenkontrolle & Effizienz:** Ein weiterer Vorteil von RAG ist, dass neue Informationen kein teures Modell-Finetuning benötigen. Statt das LLM immer wieder neu zu trainieren, genügt es, die Vektordatenbank zu aktualisieren. Das Retrieval holt die passenden Informationen dynamisch zur Laufzeit, was deutlich effizienter ist. Die Konsequenz: niedrigere laufende Kosten, flexible Skalierung, technische Agilität.

Datenaufbereitung für RAG

Damit ein LLM mit RAG zuverlässig Ergebnisse liefert, muss die zugrunde liegende Vektordatenbank regelmäßig gepflegt und aktuell gehalten werden. Die Datenaufbereitung ist daher kein einmaliger Schritt, sondern ein fortlaufender Prozess. Vorteilhaft daran ist, dass neue oder geänderte Inhalte jederzeit eingespielt werden können, ohne dass das Sprachmodell selbst neu trainiert werden muss. Das klingt nach Aufwand, ja. Aber der Aufwand ist planbar. In der Praxis haben sich folgende Schritte bewährt:

- **Quellen identifizieren:** Auswahl der relevanten Dokumente – etwa PDFs, Webseiten, Handbücher, Support-Wikis oder interne Berichte.
- **Vorverarbeitung (Preprocessing):** Rohdokumente werden in ein geeignetes Textformat gebracht. Dazu können Bilder in Text umgewandelt, Tabellen extrahiert und unnötige Elemente wie Kopfzeilen oder Seitenzahlen entfernt werden.
- **Textaufteilung (Chunking):** Die Inhalte werden in kleinere Abschnitte („Chunks“) zerlegt. Die Größe dieser Chunks ist entscheidend für die Qualität

späterer Antworten und sollte je nach Dokumenttyp getestet werden.

- **Einbettung (Embedding):** Mithilfe eines Embedding-Modells werden die Textabschnitte in Vektoren umgewandelt. Diese Vektoren repräsentieren die Bedeutung der Inhalte und ermöglichen später den mathematischen Vergleich mit Nutzeranfragen.
- **Speicherung in der Vektordatenbank:** Die Embeddings werden in einer Vektordatenbank abgelegt, die speziell für das effiziente Verwalten und Durchsuchen großer Vektormengen optimiert ist. Durch zusätzliche Metadaten – wie Quelle, Datum oder Seitenzahl – lassen sich Ergebnisse gezielt filtern und transparent darstellen.

Fazit und Ausblick

Die Kombination aus LLM und RAG eröffnet Unternehmen die Möglichkeit, aktuelles mit internem Wissen zu verbinden. Entscheidend ist bei diesem Lösungsansatz jedoch eine saubere Datenaufbereitung und kontinuierliche Pflege. Damit können LLMs mit RAG präzise und kontextsensitive Antworten liefern. Doch die Einführung von RAG bringt auch Herausforderungen mit sich: Wie lässt sich die Qualität der Ergebnisse messen und bewerten? Was ist bei der Implementierung zu beachten? Und wie sieht ein konkreter Anwendungsfall in der Praxis aus? Lesen Sie hierzu das Whitepaper von makandra mit Bewertungskriterien, Implementierungs-Checkliste und einem realen Anwendungsfall, der die Funktionsweise von RAG Schritt für Schritt erklärt.



*Kostenfreier Download:
Whitepaper „Lokales LLM
mit RAG“ von makandra*

Qualitätssicherung durch statische Code-Analyse

Wenn der Bug gar nicht erst auf die Maschine kommt

Steuerungs-Software wächst – und mit ihr die Wahrscheinlichkeit, dass sich kleine Unsauberkeiten als große Stillstandsursachen entpuppen. Statische Code-Analyse prüft Structured-Text-Programme, bevor sie laufen, und macht Risiken wie undefiniertes Verhalten sichtbar. Warum das für OEMs und Betreiber zunehmend zum Effizienzhebel wird – und wie sich die Methode pragmatisch in Engineering-Prozesse integrieren lässt.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: Simatek; iStock, ATHVisions

Software ist in der Automatisierung längst kein „Add-on“ mehr, sondern Teil der Maschinenfunktion selbst. Gleichzeitig wird der Codeumfang größer: mehr Varianten, mehr Optionen, mehr

Schnittstellen, mehr Safety-Logik, mehr Diagnose. Unter diesem Druck entstehen Fehler oft nicht spektakulär, sondern leise – als nicht initialisierte Variable, als implizite Typkonvertierung, als ungüns-

tige Lebensdauer eines Zeigers oder als Randfall, der erst beim Kunden auftritt. Genau dort sind Bugs am teuersten, weil sie Inbetriebnahme, Verfügbarkeit und Servicefähigkeit beeinflussen.

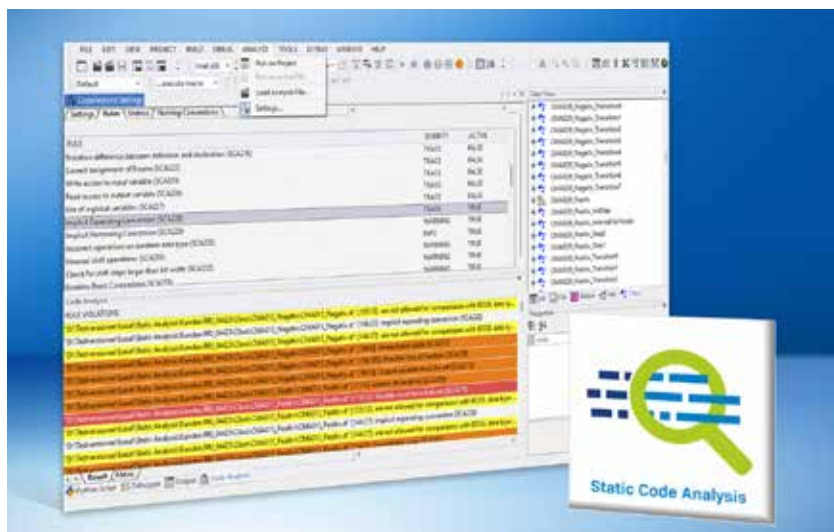


Früher prüfen statt später suchen

Statische Code-Analyse (Static Code Analysis, SCA) verschiebt die Qualitäts-

prüfung nach vorn. Anders als dynamische Tests bewertet sie den Quellcode ohne Ausführung und sucht nach Mustern, die auf mögliche Laufzeitfehler, undefiniertes Verhalten oder Verstöße gegen

definierte Regeln hinweisen. Für Teams, die IEC 61131 3-Programme in Structured Text entwickeln, ist das besonders interessant: Viele Probleme sind formal erkennbar, aber im laufenden Prozess nur schwer



Die SCA prüft den Code auf Laufzeitfehler und undefiniertes Verhalten, etwa nicht initialisierte Variablen, ungültige Pointer-Rückgaben oder implizite Konvertierungen.

zu reproduzieren. SCA wirkt hier wie ein Frühwarnsystem, das Standardfehler konsequent abräumt, bevor sie sich in einer Anlage „einbrennen“.

Wie sich so ein Ansatz in der SPS-Praxis anfühlt, lässt sich gut an einer konkreten Implementierung ablesen: Im Engineering Tool Lasal Class von Sigmatek gibt es eine optionale Erweiterung „Statische Code Analyse“, die Structured Text Steuerungscode untersucht, ohne dass der Code ausgeführt werden muss. Der Anbieter beschreibt typische Prüffälle wie nicht initialisierte Variablen, die Returnierung eines Pointers auf eine lokale Variable oder implizite Konvertierungen. Entscheidend ist dabei, dass die Analyse nicht erst am Ende eines Projekts ansetzt, sondern als wiederholbarer Schritt im Engineering verfügbar ist.

Die Methodik ist aus der IT-Welt bekannt, passt aber zunehmend in die OT-Realität. Denn Steuerungssoftware ist heute oft modular, objektorientiert und über Jahre im Einsatz. Genau diese Langfristigkeit macht Konsistenz und Wartbarkeit zum Produktionsfaktor: Wer bei Updates, Retrofits oder Variantenwechseln ständig an unübersichtlichem Code nacharbeiten muss, zahlt mit Zeit, Risiko und am Ende auch mit OEE. In integrierten Umgebungen wie der Lasal-Suite, in der Control,

Visualisierung, Motion und Safety zusammengeführt sind, wird Code zudem häufiger über Team- und Disziplinengrenzen hinweg geteilt. Das erhöht den Druck, Standards nicht nur zu definieren, sondern sie auch verlässlich zu prüfen.

SCA ist dabei kein Ersatz für Simulation, Integrationstests oder die Inbetriebnahme an der Maschine. Ihre Stärke liegt in der systematischen Breite: Sie prüft immer gleich, vergisst nichts und wird nicht müde. Damit entlastet sie Reviews, weil sich menschliche Prüfer stärker auf Logik, Architektur und Grenzfälle konzentrieren können. In Lasal Class ist das explizit als Ziel formuliert: Automatisierte Basisprüfungen sollen Reviewer von Routinefinden entlasten. Gleichzeitig können Metriken Hinweise darauf liefern, wo Komplexität wächst und Refactoring sinnvoll ist – nicht als „Gefühl“, sondern als messbarer Trend.

Vom Regelwerk zur täglichen Engineering-Routine

Entscheidend ist weniger, dass „eine Analyse existiert“, sondern wie sie konfiguriert und genutzt wird. In der Lasal-Class-Erweiterung laufen viele Prüffregeln parallel und markieren Qualitätsmängel, Richtlinienverstöße oder Abweichungen von internen Coding-Standards früh. Praktisch relevant sind dabei die Schrauben: Laut Sigmatek stehen über

50 vordefinierte Regeln für Variablen, Typen, Funktionen und Methoden bereit, die einzeln parametrierbar sind. Hinzu kommen konfigurierbare Naming Conventions sowie die Möglichkeit, Metriken zu berechnen. Regeln, Metriken und Namenskonventionen lassen sich individuell oder gruppenweise ein- und ausschalten – ein Detail, das die Einführung in gewachsenen Codebasen erleichtert.

Gerade in der Automatisierung kommt es selten zu „Greenfield“-Software. Wer eine Bestandsanlage modernisiert oder Funktionsbibliotheken über Jahre pflegt, braucht einen pragmatischen Einstieg: erst die Regeln, die wirklich Ausfallrisiken adressieren, dann schrittweise strengere Stil- und Strukturvorgaben. Eine SCA, die wie in Lasal Class flexibel parametrierbar ist, kann diese Reifegrade abbilden. Gleichzeitig bleibt das Thema Signal-Rausch-Verhältnis: Wenn Warnungen bewusst toleriert werden, muss das nachvollziehbar dokumentierbar sein. In Lasal Class ist dafür vorgesehen, Meldungen zeilenweise per Code-Kommentar zu unterdrücken – also dort, wo die Entscheidung entstanden ist.

Auch die Bedienlogik zählt. Die Lasal-Class-Analyse wird in einem eigenen Ausgabefenster angezeigt; per Doppelklick springt der Entwickler zur betroffenen Codezeile. Prioritäten sind farblich unterscheidbar, um kritische

Fehler früh erkennen
Probleme erkennen, bevor sie im Test auftreten

Bessere Wartbarkeit
Reduzierte Komplexität, klarere Strukturen

Einhaltung von Standards
Automatische Prüfung auf PLCopen und interne Vorgaben

Effizientere Reviews
Automatisierte Basisprüfungen entlasten Entwickler

SCA

Mit SCA lassen sich triviale, schwer auffindbare Fehler vermeiden – das entlastet Teams und steigert Produktivität sowie Softwarequalität in Entwicklung und Wartung.

Funde schneller zu triagieren. Solche Details entscheiden in der Praxis darüber, ob Analyseergebnisse tatsächlich konsequent abgearbeitet werden oder im Projektalltag untergehen.

Integrierte Toolketten und der „Shift Left“-Gedanke

SCA entfaltet den größten Effekt, wenn sie nicht als Einmal-Aktion vor der Auslieferung läuft, sondern als wiederkehrender Schritt im Engineering-Prozess. Das gelingt besonders gut in integrierten Toolketten, weil Ergebnisse dort bleiben, wo Entwickler ohnehin arbeiten. Die Lasal-Suite von Sigmatek ist als durchgängige Engineering-Umgebung konzipiert, die Control, Visualisierung, Motion und Safety kombiniert und objektorientiertes Programmieren gemäß IEC 61131 3 unterstützt. In so einem Setup kann SCA als Qualitätsstufe in Builds, Bibliotheksfreigaben oder Variantenableitungen mitlaufen – und nicht als separate „Abnahmeprüfung“ am Ende. Für Betreiber und Instandhalter zahlt sich das indirekt aus. Je sauberer die Codebasis, desto schneller lassen sich Ursachen eingrenzen, Updates durchführen und Änderungen dokumentieren. Wenn eine SCA wie die Lasal-Class-Erweiterung zusätzlich Metriken bereitstellt, können Teams Komplexitätsanstiege früh erkennen, bevor Wartbarkeit kippt. Und wenn Regeln und Naming Conventions konsis-

tent angewendet werden, sinkt das Risiko, dass sich bei Personalwechslern oder über mehrere Maschinenlinien hinweg stillschweigend unterschiedliche „Dialekte“ in Code etablieren.

Fazit: SCA wird zur Basis-hygiene industrieller Software

Die zentrale Entwicklung ist klar: Maschinen werden softwarelastiger, Varianten werden zahlreicher, und der Zeitdruck bleibt hoch. Statische Code-Analyse adressiert dabei keinen „Trend um des Trends willen“, sondern ein dauerhaftes Problem der Industrie: die Kosten von Fehlern, die zu spät gefunden werden. Als Ergänzung zu Tests und Reviews bringt SCA Wiederholbarkeit und Messbarkeit in die Codequalität. Der Nutzen entsteht vor allem dann, wenn SCA in der täglichen Engineering-Umgebung verankert ist – so wie es bei integrierten Erweiterungen à la Lasal Class der Fall ist.

Technologisch passt das zum breiteren Shift Left Gedanken in der Automatisierung: Qualitäts-, Safety- und zunehmend auch Security-Anforderungen wandern in frühere Phasen, weil spätere Korrekturen zu teuer sind. In diesem Sinne dürfte SCA in vielen Organisationen zur Basis-hygiene werden – als pragmatischer Baustein, der die wachsende Softwarekomplexität in der Produktion beherrschbarer macht.



Control EXPERT DAYS 2026

Das exklusive Experten-treffen der industriellen Qualitätssicherung

experts meet experts

AUSSTELLER-ANMELDUNG
control-messe.de/
control-expertdays/
standanmeldung



20.+ 21. Mai 2026
Stuttgart

QS-Innovationen kompakt und auf den Punkt - live in Ausstellung und Bühnenprogramm

control-messe.de/
control-expertdays

Veranstalter:

P. E. SCHALL GmbH & Co. KG

+49 (0) 7025 9206-0

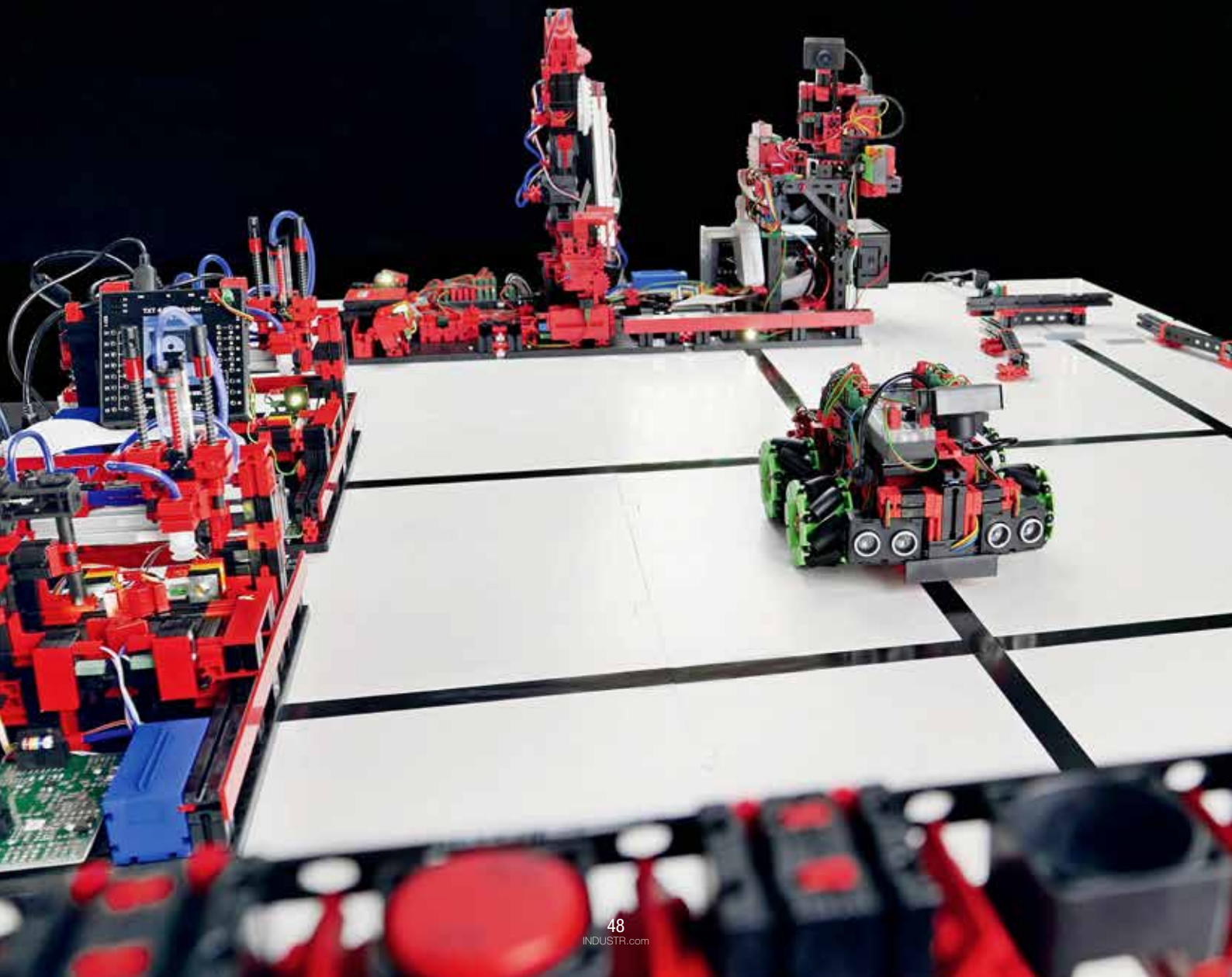
control-expertdays@schall-messen.de

Simulationsmodell für die modulare Fabrik der Zukunft

Agile Production Simulation

Losgröße 1, Variantenexplosion, immer kürzere Produktzyklen – und dazwischen eine Intralogistik, die bitte weder blockieren noch „nur nach Plan“ funktionieren soll. Agile Produktionssimulation setzt genau hier an: als sichere Testumgebung für Steuerung, Kommunikation und Materialfluss. Wer Prozesse in einer modularen Mini-Fabrik realitätsnah durchspielen kann, erkennt Abhängigkeiten früher, reduziert Risiken bei Änderungen – und trainiert Industrie-4.0-Kompetenz dort, wo sie später zählt: in der vernetzten Realität.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D; basierend auf Material von Conrad Electronic BILDER: Conrad Electronic; fischertechnik



Die Fischertechnik
Simulationsmodelle
ebnen den Weg für eine
vernetzte, nachhaltige
und intelligente Welt.



Agile Fertigung wird häufig mit schnellen Umrüstungen oder flexiblen Zellen gleichgesetzt. In der Praxis ist sie vor allem eines: das Zusammenspiel mehrerer Teilsysteme, die sich ständig gegenseitig beeinflussen. Produktindividualisierung führt zu Teilevielfalt und hoher Varianz; Produktionszyklen überlappen sich, statt in starren Linien zu laufen; interne Logistik gewinnt an Bedeutung, weil Produkte dynamisch von A nach B müssen – und das alles bei steigender Komplexität durch Vernetzung und Synchronisation. Die Produktion soll spontan reagieren können, ohne dass „gleich alles stoppt“.

Genau hier setzt der Gedanke der Agile Production Simulation (APS) Anlage von Fischertechnik an: als Modell, das typische Industrie-4.0-Herausforderungen nicht nur visualisiert, sondern als Systemverhalten erlebbar macht. Im Zentrum steht eine „fluide Produktion“ – weg von fest getakteter Fließbandlogik hin zu neuen Freiheitsgraden: keine fixen Taktzeiten, keine zwingende Reihenfolge, sondern flexibel zuordenbare Montageumfänge pro Station. Für Automatisierer ist das der spannende Teil: Agilität entsteht nicht durch ein einzelnes Tool, sondern dadurch, dass Steuerung, Sensorik, Aktorik, Kommunikation und Materialfluss gemeinsam „mitspielen“.

Die Mini-Fabrik

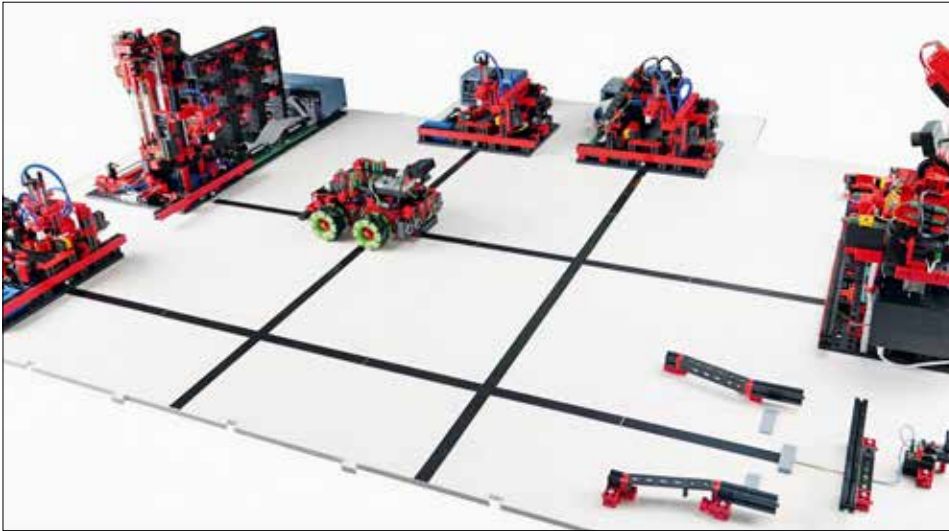
Die APS bildet eine Werkhalle mit fünf Stationen nach, verbunden über ein fahrerloses Transportsystem (FTS). Dazu gehören Wareneingang, Warenausgang, Hochregallager, Produktionsstationen (z. B. Fräs- und Bohrstation) sowie eine Qualitätssicherung. Das FTS fährt selbsttätig, stoppt und passt Wege automatisch an – ein Detail, das im Modell

schnell sichtbar macht, was im echten Werk oft „unter der Haube“ verschwindet: Transportlogik, Prioritäten, Staus, Rückstaus, Deadlocks.

Entscheidend ist der Maßstab: Die Prozesse sind vereinfacht und abstrahiert, aber so, dass sie reale Fertigungslogik treffen. Wolfgang Lex, Head of Technical Sales Project Business bei Conrad Electronic, beschreibt die Balance so: „Die APS ist einfach und doch komplex genug, um begreifbar zu sein, überfordert Lehrende und Lernende nicht, verfügt aber trotzdem über hochprofessionelles Equipment.“

Dieser „Sweet Spot“ ist mehr als Pädagogik – er ist auch Engineering-Strategie. Denn wer agile Produktionssysteme verstehen will, muss experimentieren dürfen: Parameter ändern, Module austauschen, neue Sensorik integrieren, Logik anpassen. Im Modell geht das gefahrlos; Lex betont den Sicherheitsaspekt ausdrücklich: „Die APS ist völlig gefahrlos zu bedienen, denn weder mit Blick auf Elektronik noch Mechanik besteht Verletzungsgefahr.“ Und genau diese Fehlerfreundlichkeit macht Simulation zum Beschleuniger: Man kann „etwas ein- oder ausschalten und schauen, was passiert“ – inklusive Modifizieren, Hinzufügen und Erweitern.

Dass der Lern- und Transferanspruch ernst gemeint ist, zeigt auch der Blick auf den Einsatzkontext: Conrad Electronic stellt die APS an Hochschulen und Ausbildungswerkstätten vor und arbeitet eng mit Industrieunternehmen wie beispielsweise BMW zusammen. Gleichzeitig wird die Anlage als Bildungsprodukt vor allem für Mechatronik-Ausbildung und technische Bildung adressiert – mit Käufergruppen



Die Agile Production Simulation von fischertechnik simuliert auf engstem Raum Prozesse einer agilen Fertigung und verdeutlicht so digitale und haptische Vorgänge in einer hochmodernen Zukunftsfabrik.

pen von Ausbildungsbetrieben über Berufsschulen bis Hochschulen/Universitäten. Für industrielle Anwender ist das ein Hinweis: Das System ist nicht als Hochglanz-Showcase gedacht, sondern als Trainings- und Simulationsumgebung, die sich in Lern- und Arbeitswelten integrieren lassen soll.

SPS & Netze

Wer Agilität in der Produktion erreichen will, muss sie in der Automatisierungsarchitektur abbilden – und die beginnt bei SPS-Programmierung und Kommunikation. In der APS sind fünf Siemens S7-1200-Steuerungen verbaut; programmiert wird klassisch per SPS-Engineering. Als Programmiersprache wird Structured Text (ST) genutzt, inklusive der Möglichkeit, objektorientiert zu arbeiten und wiederverwendbare Module zu bauen – genau in die Richtung, in die sich der Bedarf entwickelt. Lex beschreibt die Einarbeitung in das Siemens-Ökosystem sehr offen: „Auch die Einarbeitung ins TIA-Portal gehörte dazu. Da musste ich mich ganz schön reinknien.“ Der Satz ist fast schon beruhigend – weil er klar macht, dass hier nicht „einfach ein Demo-Dashboard“ wartet, sondern Engineering-Realität.

Ebenso praxisnah ist die Netzwerkseite. Die Anlage kommuniziert über Ethernet und zusätzlich über WLAN – mit Router und Hub als Teil des Setups. Der Grund ist banal und genau deshalb industriennah: Bewegliche Teile wie das Fahrerlose Transportsystem können nicht per Kabel angebunden werden, stationäre Komponenten schon. Wer schon einmal ein reales Projekt mit gemischter Netzwerktopologie, FunkSchatten oder QoS-Fragen begleitet hat, weiß: Genau an diesen Übergängen entstehen viele Fehler – und viele Learnings.

Auch die Protokoll-Ebene ist auf Standards ausgelegt. Michael Bronner, Regional Sales Director Europe Education & Industry bei fischertechnik, betont den Anspruch „Industrie zum Anfassen“ – und verknüpft ihn mit Kommunikation: „Die Kommunikation in der gesamten Anlage wird mit OPC UA gelöst, während das Fahrerlose Transportsystem nach dem VDA-5050-Standard in MQTT kommuniziert. Das ist ‚echte‘ Industrie zum Anfassen.“ Für Instandhaltung, Produktions-IT und Automatisierungsteams ist das der Punkt, an dem Simulation vom Anschauungsobjekt zum Testfeld wird: Wie modelliert man Zustände? Wie robust sind Datenflüsse? Was passiert bei Paketverlust, Timeout oder inkonsistenten Zuständen zwischen Transport- und Produktionslogik?

KI-Qualität

Agile Produktion bedeutet nicht nur, schneller zu fertigen – sondern schneller zu qualifizieren. In der APS ist eine Qualitätssicherung integriert, die Machine-Learning-Prinzipien nutzt: Fehlerbilder werden per Kamera erfasst und verglichen; „Neues“ wird erkannt, wenn Vorgaben nicht erfüllt sind – und nur einwandfreie Produkte werden freigegeben. Für die Praxis ist das ein wertvoller Diskussionsanker, weil sich daran typische Industriefragen aufhängen lassen: Wie integriert man KI-Ergebnisse in SPS-Abläufe, ohne dass die Linie instabil wird? Wie gestaltet man Quality Gates, wenn Modelle nachlernen oder sich Fehlertypen ändern? Und welche Schnittstelle braucht die QA-Station zur Fertigungs- und Transportlogik, damit ein Ausschleusen nicht den Materialfluss blockiert? Das Modell zwingt Teams, diese Fragen einmal konsequent als „End-to-End-Prozess“ zu betrachten – nicht als isoliertes KI-Projekt.



»Es ist faszinierend, wie dicht die APS an realen Gegebenheiten in der Fertigung dran ist.«

Wolfgang Lex
Head of Technical Sales Project Business
Conrad Electronic

Transfer in die Praxis

Der Nutzen von agiler Produktionssimulation zeigt sich dort, wo Veränderungen Alltag sind: Modularität ist vorgesehen; Module lassen sich ergänzen und in der Software ist das mitgedacht. Statt einer Bohrstation kann beispielsweise eine Stanzanlage realisiert werden. Gleichzeitig bringt das FTS als agiles Element typische Use-Cases auf den Tisch: Express-Aufträge, Engpass-Umfahrung, dynamische Reihenfolgen, Pufferstrategien – Regeln, die im Modell getestet werden können, ohne eine reale Linie zu riskieren.

Hinzu kommt ein Feature, das in vielen Roadmaps ganz oben steht: der digitale Zwilling. Lex formuliert es bewusst pragmatisch: „Obercool finde ich: Es gibt einen digitalen Zwilling der Fertigung – man kann die Prozesse also virtuell nachvollziehen und das ganze Produkt auch virtuell bedienen.“ In Zeiten hybrider Arbeitsmodelle hilft das, Analysen, Schulungen und Fehlersuche standortübergreifend zu organisieren. Und der Transfergedanke bleibt klar auf Effizienz gerichtet: „Es geht darum, Prozesse zu verbessern. Stichwort Abfallvermeidung oder Energieeinsparung.“ Dazu passt der Satz, der in technischen Runden oft als Türöffner wirkt: „Die APS ist kein Spielzeug ...“

Bronner ordnet die Relevanz strategisch ein: „Die Fabrik von Morgen ist Gegenstand von Forschung, Bildung und Industrie. Wir möchten die Menschen befähigen, diese Transformation aktiv zu gestalten, um Fortschritt möglich zu machen.“ Genau das ist der Kern: Technologie allein macht noch keine agile Fabrik – aber sie wird beherrschbar, wenn Teams sie in einer realitätsnahen Umgebung testen, verstehen und iterativ verbessern können.

Fazit

Agile Production Simulation ist dann besonders wertvoll, wenn Unternehmen Agilität nicht als Schlagwort, sondern als Systemeigenschaft begreifen: Materialfluss (Fahrerlose Transportsysteme), SPS-Software (z. B. Siemens S7-1200, Structured Text, TIA-Portal), Kommunikation (Ethernet/WLAN, OPC UA, MQTT/VDA 5050) und datenbasierte Qualitätssicherung (KI/Machine Learning) greifen ineinander. Das Modell macht diese Kopplungen sichtbar und bietet eine sichere Bühne, um Varianten, Erweiterungen und neue Regeln iterativ zu erproben.

Für Produktionsverantwortliche, Automatisierungsingenieure, CTOs und Instandhalter liegt der praktische Nutzen damit nicht im Miniatur-Effekt, sondern in der Beschleunigung von Lern- und Entscheidungsprozessen: Wer Abhängigkeiten im Kleinen versteht, reduziert teure Überraschungen im Großen – und schafft eine belastbare Grundlage, um die nächste Stufe der Digital Factory umzusetzen. Conrad Electronic unterstützt Kunden dabei, die Agile Production Simulation erfolgreich in Ausbildungs- und Arbeitsumgebungen zu integrieren.



Mehr Informationen über die Agile Production Simulation erfahren Sie im Whitepaper von Conrad Electronic über den Link im QR-Code.



Wie gelingen digitale Services trotz knapper Ressourcen?

Wenn die Community den Engpass entschärft

Nicht jedes Unternehmen hat ein großes Softwareteam – der Bedarf an datenbasierten Services steigt trotzdem. Zwei Anwendungsfälle aus dem Sondermaschinenbau machen sichtbar, wie Industrial Edge-Architekturen Diagnose und Dashboarding vereinfachen können und wie Austauschformate mit anderen Anwendern helfen, schneller von der Idee in die Umsetzung zu kommen.

TEXT: Frank Vogt und André Bee; beide Siemens BILDER: Siemens; HOLZ automation; iStock, kupicoo

Das Unternehmen HOLZ automation ist ein Full-Service Anbieter in den Bereichen Anlagenbau, Sondermaschinenbau und Automatisierungstechnik und zuhause im Herzen des schwäbischen Maschinenbaus. Am Firmensitz in Backnang nordöstlich von Stuttgart entwickelt das Unternehmen kundenspezifische Maschinen und Anlagen für die Automatisierung komplexer Prozesse. „Eines der Highlights der letzten Jahre ist unter anderem eine Linie zur vollautomatischen Fertigung von Wandelementen in Holz-Stroh-Bauweise“, erklärt Alexander Fromm, Bereichsleiter Software und Entwicklung bei HOLZ automation. Vieles, was er und sein Team entwickeln, ist wirklich einzigartig. Dennoch steht HOLZ automation vor Herausforderungen, die das Unternehmen mit vielen Maschinenbauern teilt.

Ein kleines Team für viele Aufgaben

Wie viele mittelständische Unternehmen muss HOLZ mit begrenzten Personalressourcen ein immer komplexeres Technologieumfeld beherrschen. „Gerade bei der IT/OT-Integration kommt man als relativ kleines Team da an Grenzen“, gibt Fromm offen zu. Ein Beispiel ist HOLZ Smart Data Control, eine Lösung, mit der HOLZ für seine Maschinen und Anlagen Daten erfasst und protokolliert sowie mit überlagerten Systemen austauscht. Als vor kurzem anstand, diese selbst entwickelte Applikation auf Windows-Basis auf die neueste Systemgeneration zu migrieren, entschied sich HOLZ automation, dafür neue Partnerschaften aufzubauen. „Wir wollten hier zukünftig eine Lösung nutzen, die auf Industriestandards aufsetzt und die von Haus aus wichtige Themen wie Verfügbarkeit und Cybersecurity in einem industriellen Umfeld abdeckt“, erinnert sich Fromm.

Sicherheit für die IT/OT-Schnittstelle

Da HOLZ mit Siemens eine langjährige Partnerschaft bei der Automatisierungstechnik verbindet, stand man auch bei diesem Thema schnell in

Kontakt. Mit Industrial Edge konnte Siemens eine Lösung bieten, die diese zwei zentralen Anforderungen abdeckt: „Wir können mit dem Industrial Edge-System in unseren Maschinen Daten puffern und einen Ausfall des ERP-Systems abfedern. Das heißt, wenn die Systeme der IT aufgrund eines Updates oder einer Störung nicht verfügbar sind, produzieren unsere Maschinen trotzdem für einige Stunden weiter, bis die IT-Systeme wieder laufen. Das ist eine Stärke von Industrial Edge“, so Fromm. Ein zweiter wichtiger Aspekt ist das Thema Cybersecurity, das mit dem CRA (Cyber Resilience Act) und erweiterten Vorgaben für Maschinenbauer nochmals stärker in den Fokus rückt: „Bei Industrial Edge haben wir integrierte Mechanismen, die Siemens kontinuierlich aktualisiert und pflegt. Dadurch können wir uns auf unsere Kernkompetenzen konzentrieren.“

Von der Idee zum Einstieg in die Praxis

Um den Einstieg in Industrial Edge effizient zu gestalten, entschied sich HOLZ, das Kicks for Edge-Programm zu nutzen, das im Rahmen der Initiative „Nächste Generation Cloud Infrastrukturen und Services“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie der Europäischen Union gefördert wird. Kicks for Edge ermöglicht es kleinen und mittelständischen Unternehmen, kostenfrei in das Thema „Industrielles Edge Computing“ einzusteigen. Die Teilnehmer erhalten ein Komplettpaket aus Edge Computing-Schulungen, Hardware und Software, um damit ein konkretes Thema schnell und effizient anzugehen. „Wir haben gerade durch den Workshop nicht nur schnell den Einstieg in Industrial Edge gefunden, sondern konnten uns so auch direkt mit anderen Nutzergruppen und Unternehmen austauschen. Das hat viele Impulse gesetzt und für mich hat sich der Workshop allein schon dadurch wirklich gelohnt.“, bestätigt Fromm. Der nächste Schritt war dann, erste Anwendungsfälle mit zwei Industrial Edge-Paketen aus dem Programm zu realisieren. Gleichzeitig stellte HOLZ intern ein Team aus Steuerungstechnik und Hochsprachenentwicklung, um Industrial Edge von Anfang an breit im Unternehmen zu



Den Nagelschuss eines Roboters über Industrial Edge überwachen: Mit dieser Challenge nahm HOLZ automation erfolgreich am Kicks for Edge Hackathon 2025 teil.

verankern. „Ziel war es, dass nicht nur Softwareentwickler, sondern auch SPS-Programmierer die neue Technologie einfach nutzen können“, erklärt Fromm.

Hochfrequente Einblicke

Für den ersten Use Case hatten sich Fromm und sein Team gleich eine „harte Nuss“ ausgesucht: eine Presse, in der Stroh für Holz-Stroh-Elemente gepresst wird. „Wir wollten letzten Endes einfach wissen, wie funktioniert dieser Prozess mit dem Naturmaterial Stroh genau: Wie verläuft die Kraft, welche Presskraft brauchen wir, um das Stroh optimal zu verdichten, woran erkennen wir, dass der Pressvorgang abgeschlossen ist? Dazu haben wir hochfrequente Daten aus den Pressenantrieben über den Profinet IO Connector im Industrial Edge Device erfasst und mit der Performance Insight App analysiert. Das Ganze war ganz einfach aufzusetzen und wir hatten sofort eindeutige Ergebnisse, die wir für unsere Entwicklung nutzen konnten.“

Automatisches Dashboard

Der zweite Use Case tritt in die Fußstapfen der Smart Data Control Applikation bei HOLZ: „Wir wollten eine Applikation aufsetzen, mit der sowohl unsere eigenen Inbetriebnehmer als auch Teams bei unseren Kunden ganz einfach ein Maschinen-dashboards nutzen können.“ Das Industrial Edge Device nutzt dafür die Daten aus der SPS der Maschine, die per MQTT übertragen werden. Aus diesen Daten speist sich ein Web-Frontend, das HOLZ automation selbst entwickelt hat, „eine Webseite, auf der wir Anlagenzustände automatisch und einfach nachvollziehbar für Anlagen und Module darstellen können.“

Das Besondere: Das Dashboard füllt sich automatisch mit Informationen, sobald die SPS mit der Applikation verbunden ist. „Der Anwender sieht den aktuellen Status und kann Fehlermeldungen ansehen, nach Häufigkeit und Dauer sortieren – eben alles, was man für eine effiziente Maschinenanalyse vor Ort braucht, ganz ohne, dass hier ein Programmierer nochmal Hand anlegen muss.“

Einfach, flexibel und kostengünstig

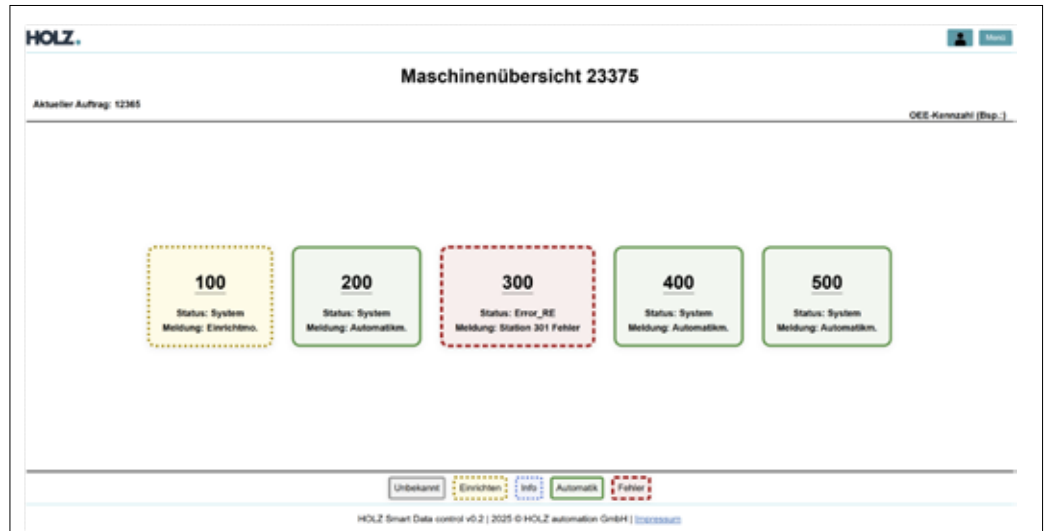
Die Bedienung des Maschinendashboards ist dabei so einfach wie die Navigation im Web: Hauptseite, Unterseite, alles einfach und logisch gegliedert und per Klick aufrufbar. Davon profitieren nicht nur die Anwenderteams beim Kunden, so Fromm: „Auch bei uns können intern viele Kolleginnen und Kollegen an einem Industrial-Edge-Projekt mitarbeiten, und das hilft uns natürlich, unsere Ressourcen optimal zu nutzen.“

Auch Updates kann HOLZ jetzt zentral einfach und ohne zusätzliche Lizenzen oder Hardwarekosten aufspielen. Zusammen mit einer flexiblen und skalierbaren Hardwareplattform ist Industrial Edge daher auch im Hinblick auf die Kosten eine sehr attraktive Lösung: „Wir nutzen unter anderem das Industrie-IoT-Gateway Simatic IOT2050 als Industrial Edge Device. Damit haben wir eine sehr kompakte Lösung, die wir ab sofort bei allen unseren Maschinen integrieren wollen.“

Vom Pilotprojekt zum Business Case

Der Anwender erhält damit die Möglichkeit, die HOLZ Smart Data Control als Industrial-Edge-Anwendung ein Jahr lang kostenlos zu nutzen: „Inklusive typischer Auswertungen

Die Industrial Edge App HOLZ Smart Data Control unterstützt Betrieb und Diagnose mit einem automatischen, webbasierten Dashboarding wichtiger Maschinenfunktionen.



wie Top-3-Störmeldungen, Störzeiten, Anlagenstatus. Wenn ihn das überzeugt, kann er direkt weitere kostenpflichtige Services buchen. Nach einem Jahr Testphase kann er dann das HOLZ Smart Data Control kostenpflichtig weiter nutzen oder er verzichtet auf diesen Dienst.“ Fromm ist sich sicher, dass die Anwender auf die Mehrwerte der App nicht verzichten wollen – aus einem einfachen Grund: „Wir sehen ja auch bei uns, welchen Nutzen die Informationen aus den Maschinen bieten. Wir können beim Ramp-Up oder bei Serviceanfragen jetzt detailliert nachvollziehen, welche Störung vorliegt, wo die Ursache liegt, wie lange die Maschine in Störung war. Dadurch können wir unsere Kunden viel zielgenauer unterstützen, damit sie dann auch den vollen Mehrwert aus der Maschine haben.“

Von der Lösung zum Ecosystem

Industrial Edge wird so auch die Zusammenarbeit zwischen Maschinenbauer und Anwendern unterstützen, sagt Fromm – ein Aspekt, den er auch am Kicks for Edge-Programm hervorhebt: „Dieser Community-Ansatz ist für uns wirklich wichtig, dass wir uns mit anderen Unternehmen austauschen können, von Erfahrungen profitieren können, aber auch einfach zusätzliches Know-how nutzen, gerade in Bereichen, die nicht zu unserem Kerngeschäft gehören.“ Aus diesem Grund nahm HOLZ automation auch am Kicks for Edge Hackathon 2025 mit einer Challenge teil. „Da gab es dann das Feedback aus der Community, dass wir richtig gut performt haben. Das hört man natürlich gerne“, sagt Fromm mit typisch schwäbischer Bescheidenheit. Nicht zuletzt deswegen denkt man bei HOLZ daran, sich auch weiter aktiv an der Community zu beteiligen: „Wir überlegen, unsere Smart Data Control App auf den Industrial Edge Marketplace zu bringen.“ Damit können noch mehr Anwen-

der von dieser Lösung profitieren – und das Industrial Edge Ecosystem wird um eine nutzbringende Applikation reicher.



Interpack 2026
Halle 6, Stand D27

LEISTUNGSSTARKE BOX-PCS FÜR DIE INDUSTRIE

prime
cube



- » Von der kleinen, schlanken Lösung bis zum High-Performance-IPC
- » Flexibel konfigurierbar in Hard- und Software
- » Robustes Systemdesign, passive Kühlung

 **SCHUBERT**
SYSTEM ELEKTRONIK

primecube@schubert-system-elektronik.de

True Power On Multiturn-Sensor in Seillängengebern

Präzises Positionswissen – auch ohne Strom

Viele Anwendungen zur Umdrehungsmessung stellen hohe Anforderungen an Messsysteme – auch Seillängengeber brauchen hohe Auflösung, Genauigkeit und Dynamik, dazu Langzeitstabilität und einfache Integration. Je nach Einsatz sind verschiedene analoge oder digitale Ausgangssignale erforderlich. Weil die Einsatzgebiete vielfältig sind, zählen außerdem mechanische Robustheit und geringer Wartungsaufwand. Der Beitrag zeigt am Beispiel von Seillängengebern, warum kontaktlose GMR-basierte Multiturn-Sensoren ideal für die hochpräzise Umdrehungsmessung sind.

TEXT: Stefan Sester, Novotechnik; Nora Crocoll, Redaktionsbüro Stutensee BILDER: Novotechnik; iStock, SafakOguz



Ein Seillängengeber wandelt die lineare Position eines Messseils in ein elektrisches Messsignal um – mit Kit-Sensor-Variante



Ein Seillängengeber ist ein Messsystem, das die lineare Bewegung eines Messseils in ein elektrisches Messsignal umwandelt. Dazu ist das Messseil, das meist aus Edelstahl besteht, auf eine Trommel gewickelt. Wird das Seil herausgezogen, dreht sich die Trommel. Die gemessene Länge ist proportional zur Umdrehung der Trommel. Ein Federmechanismus sorgt beim Wiedereinziehen des Seiles dafür, dass es stets einlagig aufgewickelt wird. Die Drehbewegung wird von einem gekoppelten Drehgeber in ein elektrisches Signal gewandelt. Die resultierenden Messwerte geben präzise Aufschluss über die Position des Messeiles und abgeleitet die Geschwindigkeit der Bewegung des Seils.

Breites Einsatzfeld für Seillängengeber

Durch dieses Bauprinzip lassen sich Seillängengeber sehr kompakt aufbauen und können dennoch über verhältnismäßig große Weglängen präzise messen. Sie sind einfach zu montieren, funktionsbedingt robust und vielseitig und auch in schmutzigen und rauen Umgebungen einsetzbar. Dadurch eignen sie sich für zahlreiche Anwendungsfälle. In Industrie und Maschinenbau messen sie zum Beispiel Ausfahrwege beziehungsweise Positionen von Hubarbeitsbühnen oder Kränen und helfen bei der präzisen Achsvermessung in Portal- und Werkzeugmaschinen. In mobilen Arbeitsmaschinen empfehlen sich die robusten Messsysteme wegen der rauen Arbeitsbedingungen – große Temperaturunterschiede, Vibrationen und Schmutz sind hier an der Tagesordnung. Prüfstände und Simulatoren für Luft- und Raumfahrt profitieren von Seillängengebern ebenso wie die Gebäude- und Bühnentechnik. Auch in der Lager- und Fördertechnik finden sich Einsatzbereich zum Beispiel in Regalbediensystemen.

Anforderungen an die eingesetzte Messtechnik

Wegen der mehrfachen Umdrehung der Trommel beim Abwickeln des Messseils sind Seillängengeber der ideale



Die neue Generation von Novotechnik-Multiturn-Sensoren: MZ1-2200 (Gehäusedurchmesser 22 mm und Zentralbefestigung zur einfachen Montage – Bild Mitte), der MC1 2800 (Gehäusedurchmesser 30 mm, wahlweise mit Steckkupplung oder indexierter Welle – Bild hinten) und MB1-3600 (Gehäusedurchmesser von 36 mm, für raue Umgebungsbedingungen – Bild vorne).

Einsatzort für Multiturn-Sensoren. Allerdings kommen verschiedene der heutigen Sensorvarianten aufgrund der hohen Anforderungen je nach Anwendungsfall an ihre Grenzen. Kostengünstige Mehrgang-Potentiometer beispielsweise bieten häufig nicht die geforderte Genauigkeit und Lebensdauer. Für Seillängengeber, die kompakt bauen sollen, sind optische Encoder meist zu teuer und zu groß. Getriebelösungen wiederum scheiden aus, weil sie verschleißbehaftet und damit wartungsintensiv sind.

Hier kann die neue Generation von Multiturn-Sensoren aus dem Hause Novotechnik zum Problemlöser werden. Sie basiert auf dem GMR-Effekt (Giant Magneto Resistance Effect). Dieser wird in Strukturen beobachtet, die aus sich abwechselnden magnetischen und nichtmagnetischen dünnen Schichten mit einigen Nanometern Schichtdicke bestehen. Der Effekt bewirkt, dass der elektrische Widerstand der Struktur von der gegenseitigen Orientierung der Magnetisierung der magnetischen Schichten abhängt; er ist bei Magnetisierung in entgegengesetzte Richtungen deutlich höher als bei Magnetisierung in die gleiche Richtung. Dieser Unterschied kann genutzt werden, um mithilfe eines speziell designten Sensorelementes mit mehreren Widerstandssegmenten Umdrehungen zu erfassen und gleichzeitig zu speichern, und beides sogar im stromlosen Zustand („True Power-On“). Lediglich für die Ausgabe des Messerwerts über analoge oder digitale Schnittstellen wird die Versorgung benötigt.

Sensor-Generation auf Basis des GMR-Effekts

Die neue Generation Multiturn-Sensoren von Novotechnik liefert auf Basis des GMR-Effekts den Drehwinkel der Trommel in Kombination mit dem nicht flüchtigen Umdrehungszähler als absolute Positionswerte über mehrere Umdrehungen mit hoher Auflösung als lineares Signal. Die Sensoren arbeiten

komplett berührungslos, sind daher verschleißfrei und benötigen dank GMR-Technologie keine Pufferbatterien. Der Messwert steht bei diesem echten „True Power-on“-System sofort nach dem Start zur Verfügung. Verdrehungen innerhalb des Messbereiches von 44 Umdrehungen werden auch im stromlosen Zustand erfasst. Angeboten werden die Sensoren in verschiedenen Bauformen. Wo die Platzverhältnisse besonders beengt sind, eignet sich der MZ1-2200 mit einem Gehäusedurchmesser von gerade einmal 22 mm und Zentralbefestigung zur einfachen Montage. Der MC1 2800 hat ein Gehäusedurchmesser von 30 mm und wird wahlweise mit Steckkupplung oder indexierter Welle angeboten. Für raue Umgebungsbedingungen empfiehlt sich die Baureihe MB1-3600 mit einem Gehäusedurchmesser von 36 mm. Alle Baureihen können aufgrund ihrer Schutzart von außen am Seillängengeber montiert werden.

Für kostenoptimierte Projekte und OEMs ist die Kit-Lösung interessant, zum Beispiel auch zur Integration in das Seillängengebergehäuse. Diese Lösung reduziert den Sensor auf seine Grundkomponenten und auf einen minimalistischen Adapter, der die Sensorkomponenten miteinander verbindet. Der Sensor kommt ohne Welle aus, stattdessen wird der integrierte Positionsgeber direkt auf das Wellenende der Trommel gesteckt und mechanisch zum Beispiel durch zwei Befestigungslaschen mit Langlöchern justiert. Das reduziert Größe, Kosten und Gewicht und eignet sich auch bei anderen Anwendungen, in denen ohnehin eine Haube oder Gehäuse um das fertige Produkt gebaut wird. Insbesondere die Kit-Variante eignet sich daher ideal für die Integration in Seilzugsystemen.

Präzise, flexibel und effizient

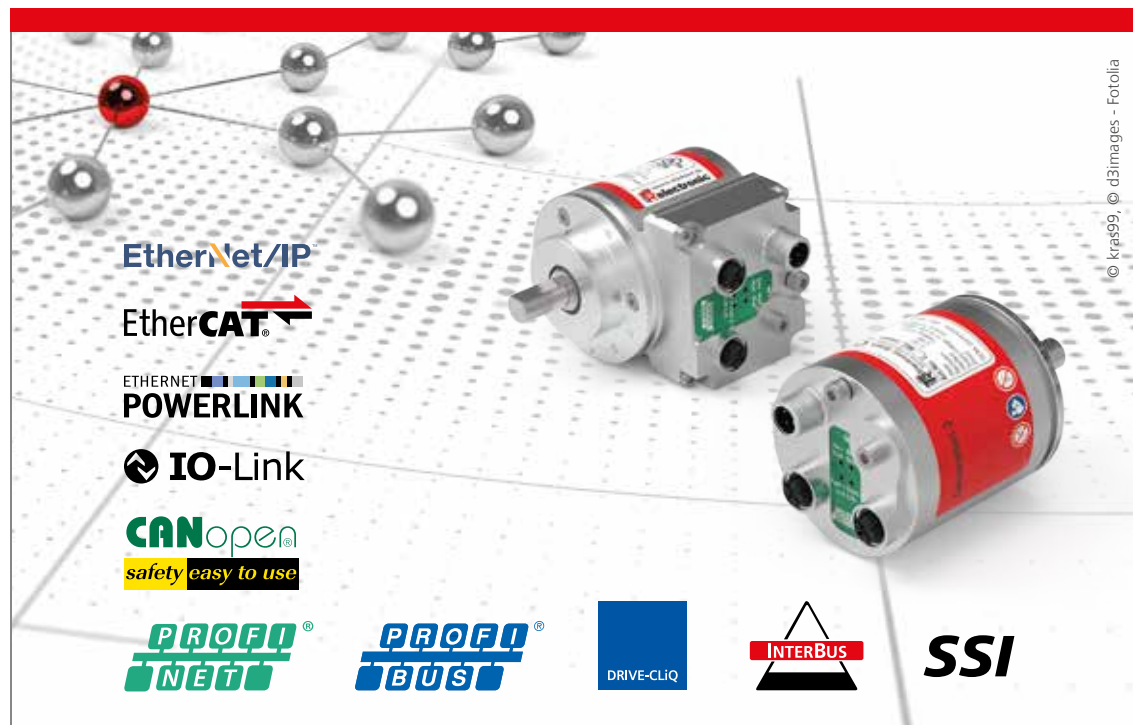
Alle Bauvarianten messen magnetisch und kontaktlos, arbeiten daher verschleißfrei und haben eine hohe Lebensdauer. Messen lässt sich ein elektrischer Nutzwinkel von 15840°

(das entspricht 44 Umdrehungen). Pro Umdrehung haben die Sensoren eine Auflösung von bis zu 16 Bit. Als echte True-Power-On Systeme bleiben die Positionen der Sensoren bei Spannungsausfall erhalten und Umdrehungen werden auch stromlos erfasst. Dabei sind die Sensoren auch noch ausgesprochen genau. Über den gesamten Messbereich liegt die Linearitätsabweichung unter $\pm 1^\circ$. Sie sind angepasst für den Einsatz in mobilen Anwendungen mit höchsten EMV-Anforderungen (Störfestigkeit bis 30 V/m gemäß ISO 11452-5).

Um ein breites Anwendungsspektrum abdecken zu können, werden die Multiturn-Sensoren mit diversen Schnittstellen angeboten. Einerseits gibt es verschiedene analoge Schnittstellen, andererseits diverse digitale wie IO-Link, CANopen, CAN J1939, SPI oder SENT (Single Edge Nibble Transmission). Gerade die digitalen Schnittstellen ermöglichen zusätzliche Smart Sensor Funktionalitäten zur Zustandsüberwachung wie Statistikdaten zu Temperatur, Betriebszeit, Versorgungsspannung und Laufleistung.

Die Sensoren sind einfach zu integrieren. Aufgrund der absoluten Messung sind weder Kalibrierung noch Referenzfahrten notwendig. Sie werden angeboten in Schutzarten IP54 bis IP67. Die hohe Performance, die die Multiturnsensoren auf engstem Raum bieten, gepaart mit ihrer Verschleißfreiheit und

flexibler Kommunikation über vielfältige Schnittstellen empfehlen sie für den Einsatz in Seillängengebern aber auch in vielen anderen industriellen Anwendungen, in denen auf engstem Raum über mehrere Umdrehungen Drehwinkel äußerst präzise gemessen werden müssen.



Flexibel, schnell, kompakt

C__582 Drehgeber: Die bewährte Generation

Vielseitiger Netzwerker als Standard

- _ **Industrial Ethernet:** PROFINet, EtherCAT, Ethernet/IP, Powerlink
- _ **Feldbusse:** CANopen, PROFIbus, Interbus
- _ **Punkt-zu-Punkt:** SSI, Analog, Parallel, RS485, IO-Link, DRIVECLiQ
- _ Von magnetisch robust bis optisch hochpräzise
- _ Voll-, Sackloch-, Hohlwelle, Seilbox, Klauenkupplung
- _ Schutzart bis IP67, M12-Stecktechnik
- _ Single- oder Multiturn
- _ schmales 58mm-Gehäuse
- _ Lager, Logistik, Fabrikautomation, Metallbearbeitung, erneuerbare Energien, Verpackung uvm.



Multifunktionszeitschalter im industriellen Einsatz

Immer ein präzises Timing

Ob Förderband-Nachlauf, Hallenbeleuchtung oder Spülzyklen – in vielen Anwendungen bestimmt das Timing Energieverbrauch und Prozessstabilität. Multifunktionszeitschalter mit Wochenprogrammen, Astro-Funktionen und digitaler Parametrierung ermöglichen eine standardisierte, reproduzierbare Zeitsteuerung. Besonders im Retrofit und bei begrenzten Personalressourcen entsteht so ein klarer Effizienzgewinn.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: Finder; iStock, Anton Vierietin

In der Automatisierung entscheidet Timing über Takt und Qualität, aber auch über Dinge, die in keiner KPI Grafik sofort auffallen: unnötige Laufzeiten von Lüftern, Pumpen oder Beleuchtung, ungenutzte Lastverschiebepotenziale oder manuelle Eingriffe in wiederkehrende Routinen. Klassische Zeitschalter konnten das nur begrenzt abbilden, weil sie meist auf starre Uhrzeiten und lokale Bedienung ausgelegt waren. Heute treffen Betreiber auf veränderte Marktbedingungen: mehr Varianten,

engere Energieziele, knappere Instandhaltungsressourcen und ein hoher Erwartungsdruck an Nachvollziehbarkeit.

Multifunktions Zeitschalter sind die Antwort auf diese Gemengelage. Sie bündeln mehrere Zeitfunktionen in einem Gerät und bringen Bedienkonzepte, Speicher und Synchronität auf ein Niveau, das besser zu Industrie 4.0 Realitäten passt. Dabei geht es nicht darum, eine SPS zu ersetzen, sondern



Moderne Multifunktions-
zeitschalter steuern Prozesse
präzise nach Zeitplänen und
tragen so zu höherer Energie-
effizienz und stabilen Abläufen
in industriellen Anlagen bei.



Zeitlogik dort bereitzustellen, wo sie wirkt: nah am Verbraucher, robust im Schaltschrank, schnell anpassbar.

Kompakt, digital parametrierbar, praktisch

Ein besonders praxisnahes Beispiel ist der Finder 12.C1. Die Idee dahinter ist klar: Wochenprogrammierung und astronomische Uhr in einem kompakten Multifunktionszeitschalter zu vereinen und die Parametrierung so zu gestalten, dass sie im Feld schnell, reproduzierbar und servicefreundlich bleibt. Die 17,5 mm Bauform ist dabei kein Detail, sondern ein echtes Retrofit Argument. Wer schon einmal versucht hat, in voll belegten Reihen nachträglich Funktionalität unterzubringen, weiß: Platz ist oft der limitierende Faktor – nicht die eigentliche Technik.

Spannend ist auch der bewusste Bruch mit klassischen Bedienparadigmen. Statt komplexer Menüs am Display rückt die digitale Konfiguration in den Vordergrund. Das passt zur Realität moderner Inbetriebnahmen: Parameter werden vorbereitet, versioniert, übertragen und bei Bedarf dupliziert – statt in jeder Anlage neu „zusammengeklickt“ zu werden.

Parametrierung wird zum Workflow

In der industriellen Praxis ist die Zeit, die ein Techniker am Gerät verbringt, oft teurer als die Komponente selbst. Genau hier spielen App basierte Ansätze ihre Stärke aus. Beim Finder 12.C1 steht die komfortable Programmierung per Smartphone im Fokus, inklusive der Möglichkeit, Programme zu speichern, zu kopieren und auf weitere Installationen zu übertragen. Das reduziert typische Fehlerquellen wie Zahlendreher, unvollständige Einstellungen oder uneinheitliche Parameterstände in baugleichen Schaltschränken.

Für Betreiber mit mehreren Linien, Filialen oder verteilten Technikräumen ist das ein echter Hebel: Ein sauber definiertes Zeitprofil lässt sich standardisieren. Und Standardisierung ist die leise Schwester der Verfügbarkeit – sie verhindert nicht jeden Ausfall, aber sie verhindert viele „kleine“ Abweichungen, die über Wochen Performance kosten.

Astro-Funktionen ohne Saisonstress

Astro-Zeitsteuerung ist längst nicht nur Gebäudekomfort. In industriellen Umgebungen betrifft sie häufig Außen-

bereiche, Werkzufahrten, Sicherheitsbeleuchtung, Flächenlogistik oder periphere Anlagen, die sich an Tageslichtfenstern orientieren. Eine astronomische Uhr schaltet nicht nach starrer Uhrzeit, sondern nach Sonnenauf- und -untergang – und kann Offsets berücksichtigen, etwa um Sicherheitsanforderungen, Betriebszeiten oder lokale Gegebenheiten einzupreisen.

Der Finder 12.C1 adressiert diesen Bedarf mit integrierter Astro-Logik und der Option, Zeit- und Positionsdaten über eine GPS Antenne automatisch aktuell zu halten. Das ist besonders in verteilten Infrastrukturen wertvoll, weil manuelle Korrekturen zur Sommer /Winterzeit oder bei driftenden Uhren nicht nur nerven, sondern auch reale Betriebsrisiken erzeugen: Licht schaltet zu spät, Wege sind nicht ausreichend beleuchtet, oder Verbraucher laufen länger als nötig.

Betriebssicherheit und Nachhaltigkeit

Ein typisches Instandhaltungsärgernis bei Zeitsteuerungen ist die Frage: Was passiert bei Stromausfall? Und wie viel Aufwand entsteht, bis alles wieder so läuft wie geplant? Der Finder 12.C1 setzt hier auf ein batterieloses Konzept mit Superkondensator, der Einstellungen über mehrere Tage puffern kann. Das reduziert Wartungsaufgaben, weil kein Batteriewechsel ansteht, und erhöht die Betriebssicherheit, weil Programme und Zeitbasis nach kurzen Unterbrechungen nicht „vergessen“ werden.

Gerade im industriellen Alltag ist das mehr als Komfort. Jede ungeplante Parametrierung bindet Personal, erzeugt Dokumentationsaufwand und erhöht das Risiko, dass Nebenprozesse stillschweigend falsch laufen. Wartungsarme Pufferkonzepte zahlen deshalb direkt auf Verfügbarkeit, Prozessstabilität und Nachhaltigkeitsziele ein.

Wirklich Geld sparen

Der praktische Sweet Spot von Multifunktionszeitschaltern liegt in wiederkehrenden Nebenfunktionen. In der Fertigung sind das etwa Nachlaufzeiten von Absaugungen, zeitgesteuerte Spül- oder Reinigungsfenster, Vorwärmsequenzen, Intervallbetrieb von Medienversorgung oder die Synchronisation von Hilfsaggregaten mit Schichtmodellen. In der hybriden Welt aus Produktion und Gebäudetechnik kommen Licht, Heizung, Bewässerung oder Zugangssysteme hinzu – genau jene Anwendungen, für die der Finder 12.C1 explizit gedacht ist. In

all diesen Fällen ist die technische Tiefe nicht die komplizierte Logik, sondern die robuste Umsetzung: präzise Schaltpunkte, einfache Änderungen, konsistente Wiederholung und geringe Wartungslast. Hier zeigen Lösungen wie der Finder 12.C1 ihre Stärke, weil sie Funktionen bündeln, Platz sparen und den Engineering Aufwand in Richtung digitaler, wiederverwendbarer Konfigurationen verschieben.

Kleine Komponente, großer Trend

Multifunktionszeitschalter werden nicht zur „Zentrale“ der digitalen Fabrik. Aber sie sind ein Musterbeispiel für pragmatische Digitalisierung: Dort, wo heute noch manuell nachgestellt, improvisiert oder überdimensioniert wird, schaffen sie Standardisierung und Effizienz. Die Trendlinien dahinter sind eindeutig. Bedienung wandert in digitale Workflows, Zeitlogik wird smarter und kontextbezogener, und Betriebskonzepte werden wartungsärmer.

Fazit

Wer Energieverbräuche senken, Nebenprozesse sauber takten und Instandhaltung entlasten will, sollte Zeitsteuerung nicht als Randthema behandeln. Moderne Multifunktionszeitschalter liefern genau den Mix aus Funktionalität, Robustheit und Bedienbarkeit, den Anlagen heute brauchen. Der Finder 12.C1 steht exemplarisch für diese Entwicklung: kompakte Bauform für Retrofit-Schaltschränke, Wochenprogramm plus Astro-Logik für bedarfsgerechte Schaltfenster, digitale Parametrierung für schnelle und reproduzierbare Inbetriebnahmen sowie ein Superkondensator-Pufferkonzept für weniger Wartung und höhere Betriebssicherheit. Die Relevanz dieser Technologien liegt weniger im „Feature Feuerwerk“ als im Alltagseffekt: weniger manuelle Eingriffe, weniger Abweichungen, weniger unnötige Laufzeiten – und damit mehr Effizienz und Verfügbarkeit in genau den Bereichen, die oft still und unbemerkt Kosten verursachen.

2. Fachkonferenz

Zukunft.DEFENCE

Geschäftsmodelle für die zivile Industrie
im Sicherheits- & Verteidigungssektor

11.06.2026 | Düsseldorf

industry-forward.com/zukunft-defence



JETZT TICKET
SICHERN

publish
industry
verlag

INDUSTRY.FORWARD
NAVIGATE THE CHANGE



griephan

RHEINISCHE POST

Fachlicher Partner

zvei
electrifying
ideas

HORVÁTH Partner



Industriegerecht und robust: Fußschalter mit neuem Funksystem

Low-Energy-Funksysteme für Fußschalter

Stolperfallen, mechanischer Verschleiß und eingeschränkte Flexibilität: Kabelgebundene Fußschalter stoßen im industriellen Einsatz an Grenzen. Drahtlose Lösungen sorgen für mehr Sicherheit, höhere Lebensdauer und stabile Signalübertragung.

TEXT + BILD: Steute

Funk bringt Vorteile: Das kann auf viele Bauarten von Schaltgeräten zutreffen und besonders auf Fußschalter. Denn bei ihnen wirkt sich die Leitungsverbindung negativ auf die Arbeitssicherheit aus (Stichwort Stolperfälle) und auch auf die Funktion oder Lebensdauer des Schalters, wenn zum Beispiel die Ummantelung durch Schweißspritzer oder mechanische Beanspruchung angegriffen wird. Deshalb sind Fußschalter ein fester Bestandteil des Funk-Schaltgeräte-Programms,

das der steute-Geschäftsbereich Controltec der Industrie bietet. Jetzt gibt es von steute eine neu entwickelte Funk-Fußschalter-Baureihe.

Die Fußschalter mit der Bezeichnung RFGFSW2.4LE-IND sind schon auf den ersten Blick an der neuen Farbgebung (gelb/ grau) zu erkennen. Zu den grundlegenden Unterschieden gegenüber der Vorgängerserie gehört ein neues Low Energy




Funksystem, das sich bereits bei Fußschaltern für die Medizintechnik bewährt. Dieses System zeichnet sich unter anderem durch eine hohe Reichweite (bis 45 m in Innenräumen) aus sowie dadurch, dass mehrere Funk-Schaltgeräte parallel an einer Maschine oder in einem Fertigungsbereich betrieben werden können.

Zu den weiteren Verbesserungen im Vergleich zur Vorgängerbaureihe gehört der deutlich reduzierte Energieverbrauch, der lange Akku-Laufzeiten zwischen den Ladezyklen gewährleistet. Die Güte der Konnektivität, das heißt des Funksignals, wird permanent überwacht und an der Antenneneinheit angezeigt.

Auf der „Hardware“-Ebene ist die neue Funk-Fußschalter-Baureihe auf lange Lebensdauer auch unter widrigen Bedingungen eingerichtet. Das Aluminiumgehäuse ist pulverbeschichtet, die Schaltgeräte können in feuchter Umgebung

(Schutzart IP 67) und bei Temperaturen von -20 °C bis $+60\text{ °C}$ betrieben werden. Optional werden die wahlweise ein- oder zweipedaligen Fußschalter mit Schutzhaube geliefert.

Ebenfalls neu ist der zugehörige Empfänger mit der Bezeichnung RF RxT SW2.4LE-IND. Als schlanke 23-mm-Einheit benötigt er nur wenig Platz auf der Tragschiene und bietet dennoch vier Schließer als Ausgangskontakte und ein Validate-Relais, ebenfalls als Schließer, für die Signalauswertung. Das Funksystem bietet somit dank redundanter Übertragung zwischen Sender und Empfänger eine besonders hohe Zuverlässigkeit. Das „Pairing“ des Empfängers mit dem Fußschalter ist einfach, LEDs informieren den Anwender über die relevanten Betriebszustände. Damit ergänzt das Unternehmen das Wireless-Programm um Funk-Fußschalter als Systemlösung, die sich für den Einsatz unter anspruchsvollen Industriebedingungen eignen und einen Beitrag zu Ergonomie und Arbeitssicherheit an der Mensch-Maschine-Schnittstelle leisten.



Der Körper bewegt sich mit

SCHWINGEN STATT STOLPERN

Trotz ihres massiven und schwerfälligen Eindrucks bewegen sich Krokodile in unebenem Gelände erstaunlich sicher und kontrolliert. Das liegt daran, dass bei ihrer Fortbewegung nicht nur die Beine, sondern der gesamte Körper arbeitet. Rumpf, Schwanz und Gliedmaßen greifen dabei eng ineinander und sorgen so für Stabilität. Genau dieses Prinzip macht das Tier nun auch für die Robotik interessant.

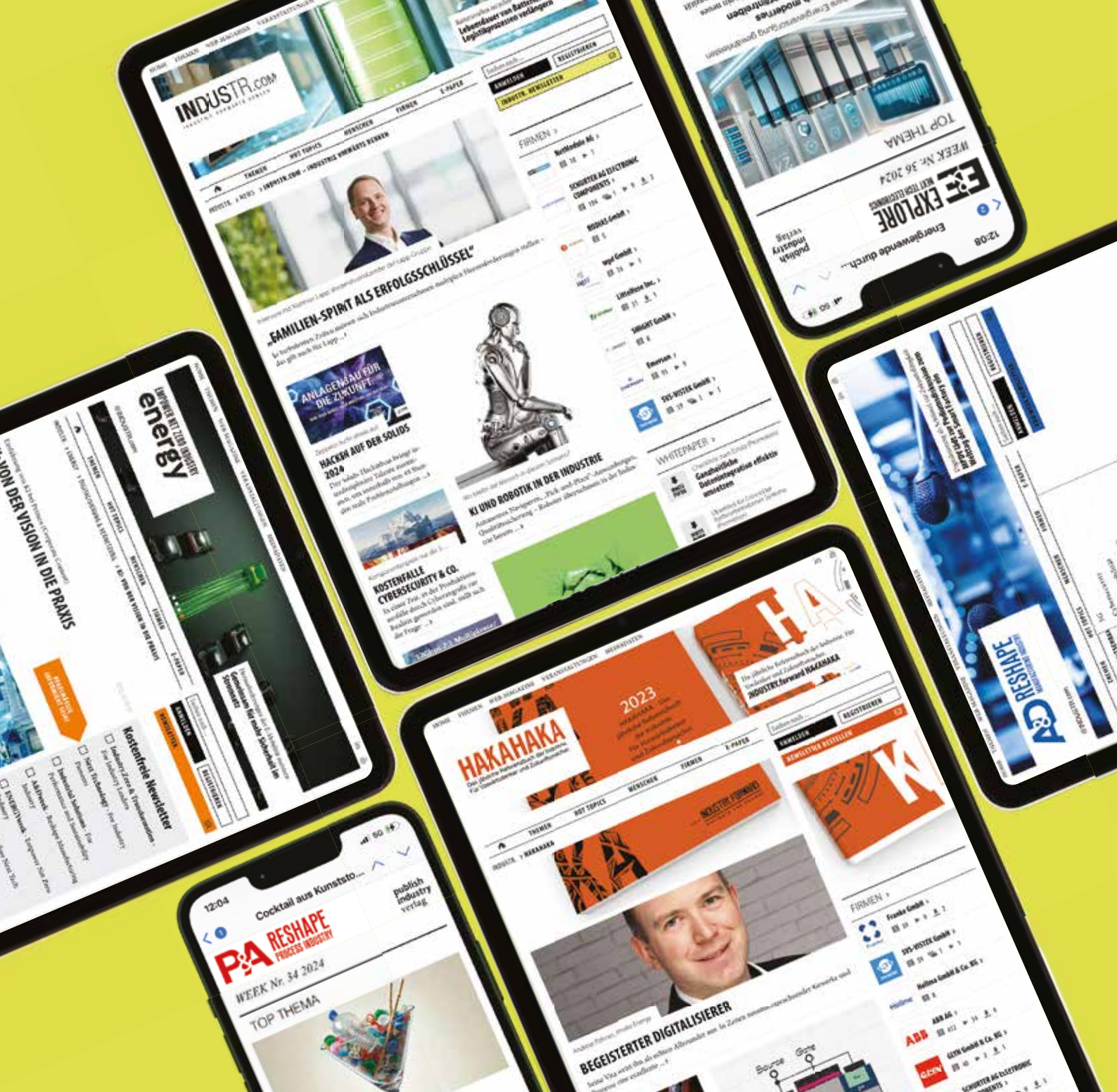
TEXT: Rieke Heine, Freie Redakteurin BILD: iStock, Tanto Yensen

Krokodile sind extrem geländegängig. Statt nur ihre Beine zu nutzen, bewegt sich beim Laufen ihr ganzer Körper mit. In der Robotik ist meist das Gegenteil üblich: Viele vierbeinige Systeme arbeiten mit starrem Rumpf, während die Bewegung vor allem über die Beine erzeugt wird. Ein Forschungsteam der China University of Mining and Technology in Xuzhou hat nun einen Roboter entwickelt, der sich am Bewegungsprinzip des Krokodils orientiert. Damit soll demonstriert werden, wie die Koordination zwischen Rumpf und Gliedmaßen verbessert werden kann.

Der Roboter verfügt technisch gesehen über eine bewegliche Wirbelsäule und einen aktiven Schwanz. Somit läuft er

nicht einfach auf vier Pfoten, sondern schwingt und biegt sich wie das natürliche Vorbild. Dadurch bleibt er viel stabiler und kann Hindernisse flüssiger überwinden. Die Bewegung kommt nicht mehr nur aus den einzelnen Motoren der Beine, sondern aus dem gesamten System. Dadurch wird der Roboter insgesamt anpassungsfähiger auf schwierigem Boden.

Die Einsatzmöglichkeiten in der Industrie sind groß. Einsatzmöglichkeiten gibt es beispielsweise bei der Inspektion in engen Tunneln, in der Landwirtschaft oder im Katastrophenschutz. Überall dort, wo Räder stecken bleiben und normale Laufroboter umkippen, können diese krokodil-inspirierten Roboter punkten.



NETZWERK WISSEN BUSINESS

INDUSTR.com – INDUSTRIE VORWÄRTS DENKEN

INDUSTR.com unterstützt nachhaltig Ihre Informations- und Kaufprozesse. Mit hoher Industrie- und Technikexpertise fokussiert INDUSTR.com die Märkte Energie & Energietechnik, Maschinen- & Anlagenbau, Industrieautomation, Elektronik & Elektrotechnik, Chemie & Pharma, Kunststoffindustrie, Food & Beverage, Bio- & Umwelttechnik – die gesamte produzierende Industrie. www.industr.com

Ihr Vorsprung im Packaging? Wächst mit effizienter Automatisierung

MX-System.



XPlanar.

Mit unserer Automatisierungstechnik konstruieren Sie Verpackungsmaschinen schneller, einfacher und zu wettbewerbsfähigen Kosten:

- **Komplexitätsreduktion** durch schaltschranklose Automatisierung mit dem MX-System
- **Vereinfachtes Engineering** mit der Automatisierungssoftware TwinCAT
- **Kosteneffizienz und Motion-Performance** kombiniert mit dem Economy Drive System
- **Ressourceneinsparungen** durch weniger Kabel und weniger Schaltschrankplatz
- **Reduzierter Maschinenfootprint** dank intelligenten Transportsystemen
- **Kürzere Time-to-Market** durch Flexibilität im Maschinendesign

 **interpack**
PROCESSING & PACKAGING

Halle 11, Stand D26



Scannen und alles
über PC-based
Control für die
Verpackungs-
industrie erfahren

New Automation Technology

BECKHOFF