

A&D RESHAPE

MANUFACTURING INDUSTRY

OKTOBER | 2026

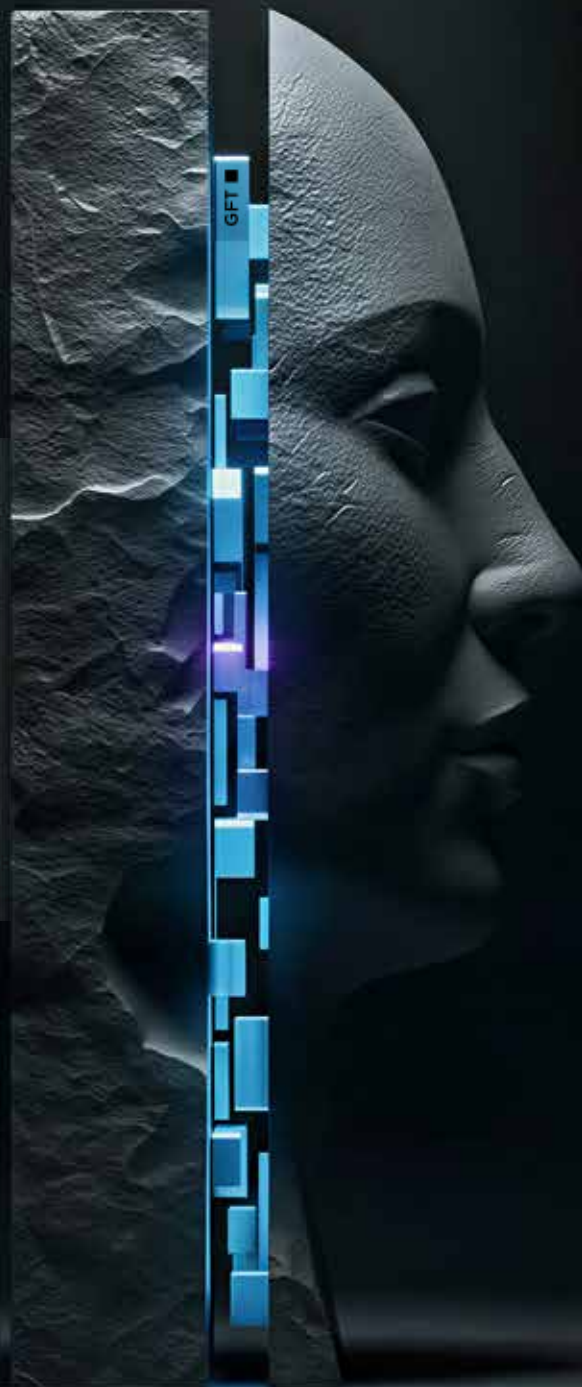


DAS WISSEN STECKT IM BESTAND

AI MODERNIZATION MACHT LEGACY ZUR STÄRKE

...mehr ab S. 8

GFT macht Altsysteme zur Basis
moderner Produktionsarchitekturen



SMARTE SENSORIK

Wenn die Maschine
selbst hinsieht S. 16-27

SPEZIAL: OT-SECURITY

Produktion CRA-konform
absichern S. 47-60

HUMANOIDE ROBOTIK

Hype oder echter Nutzen
in der Produktion? S. 64

TITELBILD-SPONSOR: GFT

Ihr
B2B
Partner

**Ja! Läuft wieder.
Mit Conrad.**

Passende Ersatzteile schnell geliefert



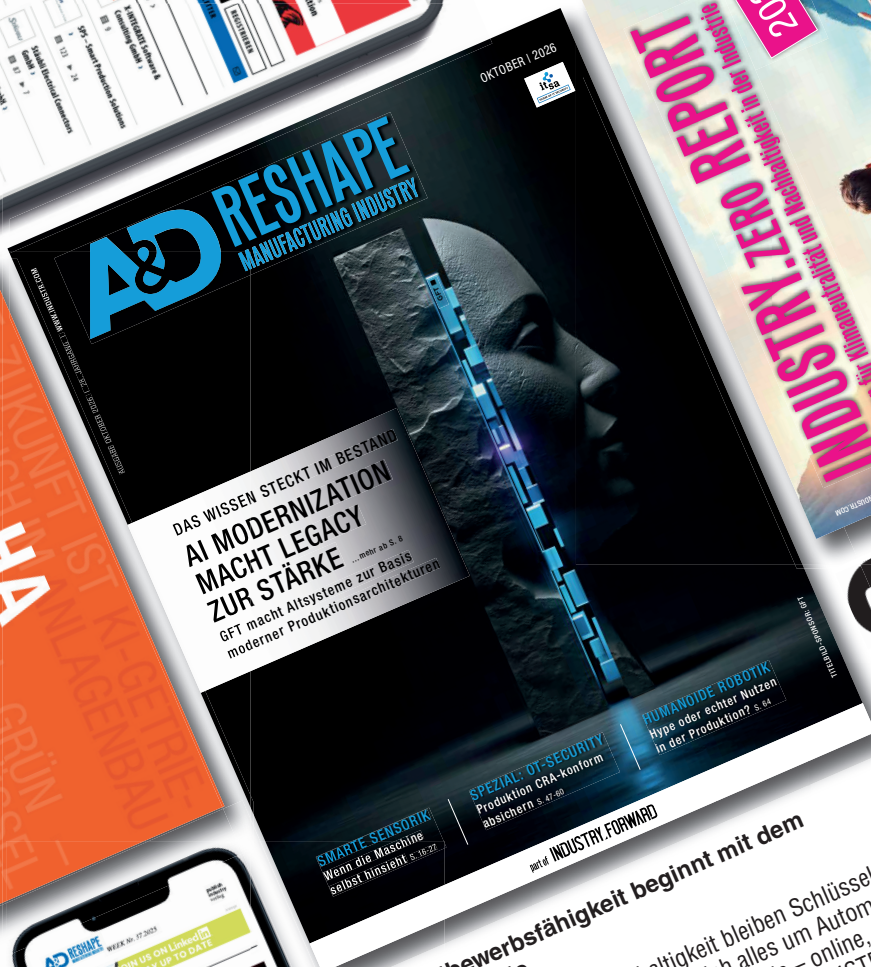
conrad.de/ja-momente

Alle Teile des Erfolgs

CONRAD

RESHAPE

Manufacturing Industry



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 @INDUSTRY.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:**

Überall wird über die KI-Disruption und den damit verbundenen, erhofften Produktivitätsschub gesprochen. Doch für viele Unternehmen stellt sich die dringende Frage, wie sie diesen Wandel konkret gestalten können, ohne dabei die Kontrolle über ihre wertvollsten Güter – ihre Daten und ihr Know-how – zu verlieren. Wie finden Unternehmen also die Balance zwischen Effizienzgewinn und dem Schutz ihrer Souveränität? Genau das frage ich

Ralf Pechmann, CEO der Deutschen Telekom MMS:

KI ERFOLGREICH NUTZEN UND TROTZDEM SOUVERÄN BLEIBEN?

Effizienz und Souveränität sind hier für mich kein Widerspruch. Je stärker KI Teil unserer Wertschöpfung wird, desto wichtiger ist die bewusste Entscheidung, welche Technologie wir für welchen Anwendungsfall einsetzen. Unternehmen müssen wissen, welche Daten verarbeitet werden, wo neues geistiges Eigentum entsteht und welche Kontrolle sie darüber behalten. Genau diese Wahlfreiheit verstehe ich unter digitaler Souveränität.



Für den Produktivitätsschub durch KI sehe ich drei zentrale Hebel. Erstens die Kernwertschöpfung, gerade in der Produktion: KI muss dort wirken, wo sie Qualität verbessert, Ausschuss reduziert und Prozesse effizienter macht. Zweitens die Customer Journey: Sichere KI-Anwendungen können Vertrieb, Service und Produktion enger verzahnen. Drittens die Corporate-Funktionen, in denen KI-Agenten großes Potenzial bieten, Aufgaben zu übernehmen und Abläufe zu koordinieren.

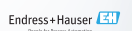
Je näher KI an geschäftskritische Prozesse rückt, desto höher sind die Anforderungen an Daten, Sicherheit und Governance. Je nach Anwendungsfall kann ein Hyperscaler die richtige Wahl sein. Bei sensiblen Daten, Prozesswissen oder geistigem Eigentum gewinnen deutsche und europäische Infrastrukturen oder On-Premises-Lösungen an Bedeutung. Auch hier gilt wieder: Souveränität heißt für mich nicht Abschottung, sondern Wahlfreiheit und Kontrolle.

Und KI ist eine Führungsaufgabe. Wir müssen Neugier wecken, Freiräume zum Lernen schaffen und gleichzeitig klare Leitplanken setzen. Denn die nächste KI-Phase entscheidet sich im Maschinenraum der Unternehmen. Dort wird aus Technologie messbare Wirkung – wenn Prozesse, Daten und Menschen zusammenspielen.



Vom Sensor bis zum Schaltschrank

**Starke Marken aus einer Hand.
Individuelle Beratung.
Schnelle Lieferung.**



INHALT

AUFTAKT

- 06 Bildstory: Mit 3D-Kameratechnik zum automatisierten Produktionsprozess
- 12 Menschen im Fokus: Ileana Honigblum, Vice President, Aveva

TITELTHEMA

- 08 Titelstory: AI Modernization macht Legacy zur Stärke
- 10 Titelinterview: „IT am KI-Scheideweg: Fundament schaffen oder Anschluss verlieren?“

FOKUS: SMARTE SENSORIK & MACHINE VISION

- 16 Wenn die Maschine selbst hinsieht: Von der Datenerfassung zur autonomen Qualitätsentscheidung
- 20 Umfrage: „Sensoren werden zu echten Entscheidungsträgern“
- 24 Sehen, lernen, entscheiden: Flexible Qualitätskontrolle und Identifikation in der Produktion

RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 46 Impressum & Firmenverzeichnis
- 57 Storyboard: Schmersatz
- 66 Rücklicht

TITELBILD: publish-industry; KI-based (Gemini)



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

TITELSTORY AI MODERNIZATION MACHT LEGACY ZUR STÄRKE

AB SEITE **16**

FOKUSTHEMA

Smarte Sensorik & Machine Vision



64

HUMANOIDE ROBOTIK

Warum sie nicht zur industriellen
Praxis passt



8

TITELTHEMA

AI Modernization macht
Legacy zur Stärke



NET ZERO INDUSTRY

- 28 Net Zero Highlights der Branche
- 30 Retrofit in engem Zeitfenster:
Elektrohängebahn zukunftssicher modernisiert

DIGITAL FACTORY

- 34 Mehr Flexibilität: Entkopplung von Hardware
und Software bei HMIs
- 38 Digitales Rückgrat fürs Gepäck:
81 km Fördertechnik immer im Blick
- 41 Zentrale Steuerung für Stockholms Arenen:
SCADA-Modernisierung für wechselnde
Veranstaltungsformate
- 44 Der Y-Weg macht Sensordaten cloudfähig

SPEZIAL: MACHINE SAFETY & INDUSTRIAL SECURITY

- 47 Patch-Management der OT:
Die Achillesferse in der Fertigung
- 50 Interview mit Andreas Schader, Global
Product Manager Standardization, ABB:
„Cybersecurity wird zum Wettbewerbsvorteil“
- 54 Funk statt Kabel:
So werden Schaltgeräte flexibel
- 58 Softwarelizenzierung in der Industrie:
Vom Dongle auf die Überholspur

FACTORY AUTOMATION SOLUTIONS

- 61 Vom Werk ins Wohnzimmer: 22 mobile
Roboter halten die TV-Produktion am Laufen
- 64 Die Daten-Illusion: Warum humanoide
Robotik nicht zur Praxis passt



TURCK

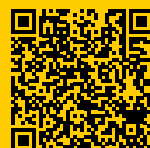
Your Global Automation Partner



Ein IIoT-Ökosystem.
Vier Module.
Unendliche
Möglichkeiten.

Die **TURCK Automation Suite (TAS)** ist Ihre zentrale Lösung für smarte Automatisierung über den gesamten Maschinen-Lebenszyklus – von der ersten Idee bis zum After-Sales Service, intuitiv, skalierbar und sicher!

MEHR ERFAHREN



turck.com/de/tas

ToF-Kamera für Retrofit

MIT 3D-KAMERATECHNIK ZUM AUTOMATISIERTEN PRODUKTIONSPROZESS

Bestehende Produktionsprozesse nachträglich automatisieren und dabei komplexe Abläufe intelligent verknüpfen: Die AM-T100 3D-Kamera von Schmersal ist flexibel programmierbar und lässt sich individuell in bestehende Anlagen integrieren.

TEXT: Schmersal BILDER: Dominik Gierke

Präzise Objekterkennung

In diesem Anwendungsfall erfasst die AM-T100 3D-Kamera Anzahl, Position und Füllhöhe der Teile und liefert die Informationen für die automatisierte Robotersteuerung – auch im Mehrschichtbetrieb.

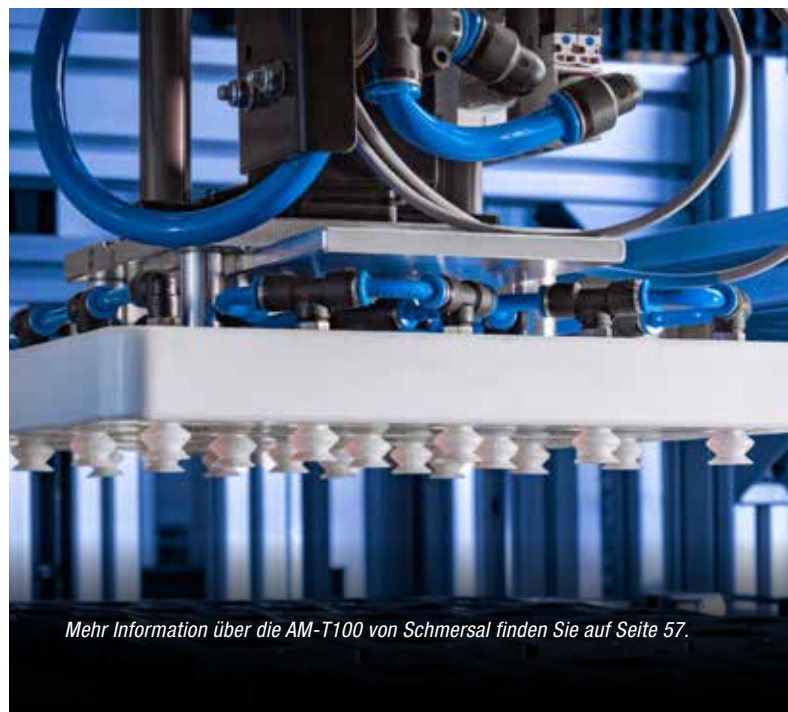
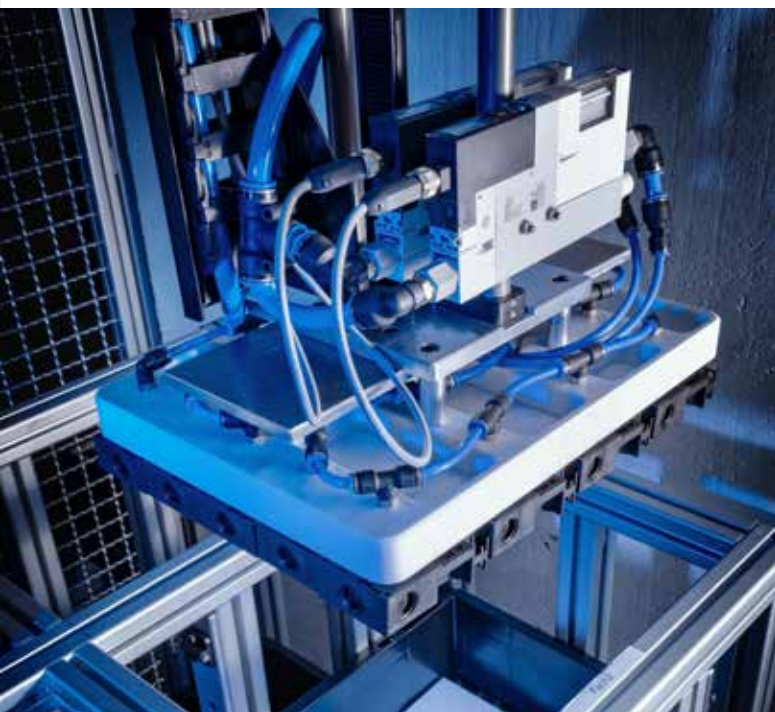
Prozesssteuerung

Der Roboter entnimmt das im Spritzguss gefertigte Kunststoffteil und legt es geordnet auf dem Laufband ab.

Die AM-T100 von Schmersal erfasst dabei die Position der Teile und liefert wichtige Informationen für die weitere Prozesssteuerung.

Intelligente Handhabung (Bilder unten)

Auf Basis der 3D-Daten steuert der Roboter den weiteren Ablauf: Eine vollständige Lage wird erkannt, eine Zwischenlage eingelegt und anschließend die nächste Lage aufgebaut.



Mehr Information über die AM-T100 von Schmersal finden Sie auf Seite 57.

Die Renaissance der industriellen Altsysteme

AI Modernization macht Legacy zur Stärke

Autonome Prozesse, Echtzeitdaten und KI-Entscheidungen treffen in der Fertigung auf historisch gewachsene IT-Landschaften. Ein neuer Modernisierungsansatz nutzt KI, um das in Altsystemen verborgene Geschäftswissen zu erschließen, nutzbar zu machen und schrittweise in eine zukunftsfähige Architektur zu überführen.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: publish-industry, KI-based (Gemini)

Auf den Fachmessen ist die Fabrik der Zukunft längst Realität: Anlagen melden Anomalien, Wartung wird vorausschauend geplant und Daten fließen in Echtzeit. Im Alltag treffen diese Ansprüche jedoch auf jahrzehntealte Kernsysteme. Monolithische Anwendungen, proprietäre Schnittstellen und fragmentierte Daten erschweren die digitale Erneuerung. Viele dieser Systeme wurden für Transaktionen gebaut – nicht für adaptive Prozesse in einer vernetzten Produktion.

Warum KI-Initiativen oft ins Stocken geraten

Unternehmen investieren in KI-Piloten, doch der produktive Betrieb gelingt häufig nicht. Die Grenze bilden weniger die Modelle als die IT-Voraussetzungen. Ein Algorithmus braucht verfügbare, konsistente und aktuelle Daten und muss mit ERP, MES, Instandhaltung und Maschinendaten zusammenspielen. Liegen Informationen in Silos, bleibt die KI auf isolierte Anwendungsfälle beschränkt. Ein Komplett-austausch kritischer Systeme wäre riskant. Gefragt ist ein Verfahren, das Bestandsschutz und Erneuerung verbindet: Die vorhandene Logik wird verstanden, gezielt entkoppelt und schrittweise in eine moderne Zielarchitektur überführt.

KI als Archäologe des Quellcodes

Legacy-Systeme sind nicht nur technische Altlasten. In ihnen steckt das Prozesswissen mehrerer Generationen: Freigabelogiken, Sonderfälle, Qualitätsregeln und kundenspezifische Abläufe. Oft ist dieses Wissen nur lückenhaft dokumentiert. Zugleich gehen erfahrene Fachkräfte in den Ruhestand oder wechseln den Arbeitgeber. Ein vollständiger Ersatz auf der grünen Wiese wäre deshalb nicht nur teuer, sondern fachlich riskant.

AI Modernization für Legacy-Systeme

Hier setzt die AI Modernization an. Spezialisierte KI-Werkzeuge übernehmen die Rolle digitaler Archäologen: Sie analysieren alten Quellcode wie Cobol oder veraltete Java-Stacks, erkennen Abhängigkeiten und rekonstruieren die darin enthaltene Geschäftslogik. GFT nutzt dafür unter anderem die Plattform Wynxx. Marco Santos, Global CEO von GFT, bezeichnet technische Altlasten als eines der größten Hindernisse für Effizienz, Time-to-Market, regulatorische Compliance und die Nutzung von KI.

Der entscheidende Unterschied zu einer rein technischen Konvertierung: Ziel ist nicht, den alten Code lediglich in eine neue Programmiersprache zu übersetzen. Die Analyse soll sichtbar machen, welche Funktionen fachlich notwendig sind, wo sich Regeln vereinfachen lassen und welche Teile entfallen können. So wird die Legacy-Anwendung vom undurchsichtigen Block zum Ausgangspunkt einer kontrollierten Erneuerung. KI hilft dabei, Wissen zu erschließen und die Vorarbeit für Architekturentscheidungen zu beschleunigen. GFT versteht AI Modernization deshalb nicht als KI-basierte Code-Konvertierung, sondern als durchgängigen, agentischen Engineering-Ansatz. Er reicht vom Reverse Engineering, bei dem KI-Agenten Abhängigkeiten und Geschäftslogik erschließen, über die Entwicklung und kontinuierliche Weiterentwicklung der Zielarchitektur bis zur Umsetzung in einer kontrollierten Engineering-Umgebung mit automatisierten Tests und Continuous Delivery.

Damit KI-Agenten nicht nur Code generieren, sondern zuverlässig an komplexen Legacy-Systemen arbeiten können, stellt ihnen ein sogenannter Harness eine kontrollierte Engineering-Umgebung mit Entwicklungswerkzeugen, Build-Systemen sowie automatisierten Test-, Security- und Qualitätsmechanismen zur Verfügung. Die Agenten können so Änderungen implementieren, Prüfungen anstoßen, deren Ergebnisse verarbeiten und ihre Implementierung iterativ verbessern. Fach- und Architekturexperten bleiben dabei im Sinne eines Human-in-the-Loop-Ansatzes eingebunden, während Erkenntnisse aus Implementierung und Betrieb kontinuierlich in die weitere Modernisierung zurückfließen.

»Im Unterschied zu klassischen Ansätzen geht AI Modernization über reine Infrastruktur-Updates hinaus. Sie stellt sicher, dass Systeme bereit sind, intelligente und adaptive Prozesse zu unterstützen.«

Carlos Kazuo Missao, Head of Global Business Development Platform, GFT Technologies

Von der Bestandsaufnahme zur Zielarchitektur

Eine belastbare Modernisierung beginnt mit dem Systemverständnis. Anwendungen, Datenflüsse und Abhängigkeiten werden erfasst und nach Geschäftskritikalität bewertet. Entscheidend ist, welche Produktionsprozesse abhängen, wie schnell Änderungen nötig sind und welche Folgen ein Ausfall hätte. Darauf folgt ein strukturierter Transformationspfad: KI-gestützte Werkzeuge analysieren die Landschaft, Datenquellen und Verantwortlichkeiten werden geordnet. Danach priorisiert das Unternehmen Anwendungsfälle nach Nutzen, Risiko und Umsetzbarkeit. Ausgewählte Funktionen werden modularisiert und anschließend skaliert. Neue Komponenten entstehen neben dem Bestand und übernehmen nach und nach einzelne Aufgaben. So lässt sich die Zielarchitektur erproben, ohne die gesamte Anwendung stillzulegen. Klare Datenverantwortlichkeiten, Tests und Rückfalloptionen verhindern eine bloße Verlagerung der Komplexität.

Datenqualität entscheidet über den Nutzwert

Die Modernisierung muss mit der Ordnung der Datenlandschaft einhergehen. Für KI braucht es Qualitätskriterien, einheitliche Begriffe, nachvollziehbare Herkunft und passende Zugriffsrechte. Eine AI-Ready Data Platform führt fragmentierte Quellen zusammen. APIs bleiben wichtig; für KI-Agenten kommen kontextgebende Mechanismen hinzu. Dabei wird auch die im Zuge der Modernisierung erschlossene Geschäftslogik relevant: Sie dient nicht nur als Grundlage für die Erneuerung bestehender Systeme, sondern kann künftig als Wissensgrundlage für Agentic AI genutzt werden. Maßgeblich sind Prozessrisiken und Verantwortlichkeiten, nicht der Techniktrend. In der Fertigung bedeutet das auch, Daten aus Maschinen, Steuerungen, MES und ERP zeitlich und fachlich zusammenzuführen. Damit KI-Agenten die komplexen Zusammenhänge einer Fabrik verstehen können, benötigen sie mehr als Rohdaten. Entscheidend ist eine semantisch angereicherte Struktur, die Daten mit ihrem fachlichen und prozessualen Kontext verknüpft. So entsteht ein digitales Gedächtnis der Produktion, das die Wissensgrundlage für intelligente Agenten bildet. Erst dann lassen sich Zustände vergleichen, Anomalien zuverlässig bewerten und Entscheidungen

in den laufenden Prozess zurückspielen. Die Datenplattform wird damit zu einem verbindenden Element zwischen Anlagenbetrieb, Instandhaltung und Unternehmens-IT.

Sicherheit und Resilienz mitplanen

Je stärker Systeme automatisiert handeln, desto wichtiger werden Leitplanken. Zugriffe müssen begrenzt, Aktionen protokolliert und kritische Entscheidungen nachvollziehbar gemacht werden. Der Mensch muss jederzeit Teil des Prozesses bleiben und trifft letztlich die finale Entscheidung, insbesondere bei kritischen Ergebnissen und Entscheidungen der KI: Im Sinne eines „Human in the Loop“-Ansatzes werden die Ergebnisse durch Fach- und Architekturexperten validiert. So verbindet die Modernisierung die Geschwindigkeit KI-gestützter Analyse mit menschlicher Kontrolle und Verantwortung. Governance-Regeln wie klare Verantwortlichkeiten und Rollen gehören daher ebenso bereits in die Architektur wie NIS2, Datenschutz und branchenspezifische Regulierung. Offene Schnittstellen helfen, Abhängigkeiten zu kontrollieren.

Messbarer Nutzen statt KI-Demonstration

Der Erfolg zeigt sich nicht an einer Demo, sondern im Betrieb. Relevant sind Betriebskosten, Änderungsdauer, Fehlerquoten, Wiederherstellungszeiten und Time-to-Market; in der Produktion auch Stillstandszeit, Ausschuss und Reaktionsdauer. GFT nennt mögliche Betriebskostensenkungen von 25 bis 60 Prozent und konkrete Transformationsresultate innerhalb von 8 Wochen statt 12 Monaten. AI Modernization führt damit von der isolierten KI-Anwendung zur erneuerten industriellen Plattform. Unternehmen müssen ihre Geschäftslogik nicht wegwerfen, sondern sichtbar machen, bewerten und gezielt weiterentwickeln. Die intelligente Fabrik entsteht durch die kontrollierte Evolution des Bestehenden.



Mehr Informationen über
AI Modernization von GFT
erhalten Sie über den
Link im QR-Code.

Strategien für die intelligente Fabrik der Zukunft

„Fundament schaffen oder Anschluss verlieren?“

Viele KI-Piloten überzeugen technisch, schaffen aber nicht den Sprung in den industriellen Betrieb. Frank Ihnen, Chief Revenue Officer von GFT Deutschland, erklärt, warum Legacy-Modernisierung zur Managementaufgabe wird, welche Rolle Agentic AI und MCP spielen und weshalb menschliche Verantwortung unverzichtbar bleibt.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D

BILDER: GFT; publish-industry, KI-based (Gemini)

Warum entscheidet die Modernisierung der Kern-IT darüber, ob Industrieunternehmen KI skalieren können?

KI ist im Mainstream angekommen. Niemand hinterfragt mehr, ob KI eingesetzt wird, sondern wie. Genau hier liegt der Knackpunkt: Viele KI-Initiativen kommen über erste Erfolge nicht hinaus und stoßen bei der Skalierung an ihre Grenzen. Selbst wenn der Business Case gesichert ist, Use Cases klar definiert sind und das Team den Nutzen in der täglichen Arbeit sieht, scheitern KI-Initiativen auf den letzten Metern. Denn nicht das KI-Modell ist das Problem, sondern die bestehende Systembasis und die historisch gewachsene IT-Infrastruktur. Daten stecken in Monolithen und Silos, Schnittstellen fehlen, Abhängigkeiten sind kaum dokumentiert. Ein Pilot kann funktionieren, doch für den produktiven Einsatz muss die KI verlässlich mit ERP-, MES- und Shopfloor-Systemen interagieren und höchste Sicherheitsanforderungen erfüllen – gerade im Zeitalter zunehmender IT/OT-Konvergenz. Für eine nachhaltige Skalierung müssen deshalb auch Kernsysteme und Datenquellen entsprechend weiterentwickelt werden. Die Modernisierung der Kern-IT ist deshalb kein reines IT-Projekt, sondern oftmals Grundlage für erfolgreiche Skalierung von KI-Anwendungen und daher eine geschäftskritische Transformation.

Wie verändert KI den Blick auf Legacy-Systeme?

Ich arbeite seit mehr als 25 Jahren in der IT. Neue Business Anforderungen ha-

ben eine Modernisierung der darunter liegenden IT-Landschaft schon immer erfordert. Doch der Unterschied zu früher liegt heute durch KI im Tempo und in der Chance, Prozesse neu zu denken und ehemalige Mammutaufgaben der Legacy-Transformation, wie die Ablösung von Mainframes, jetzt anzugehen. Die heutige Entwicklung übertrifft dennoch alles, was ich bisher erlebt habe. Früher galt Legacy-IT vor allem als Klotz am Bein. Dabei steckt in diesen Systemen das Wissen ganzer Generationen: Prozesse, Sonderfälle und Geschäftsregeln. Häufig ist es nur lückenhaft dokumentiert und schwer zugänglich. KI macht diese verborgene Logik wieder zugänglich, indem sie die Geschäftslogik transparent rekonstruiert und es unseren Kunden ermöglicht, Legacy-Systeme schrittweise statt in einem Big-Bang-Ansatz zu modernisieren. Mit Reverse-Engineering-Werkzeugen wie beispielsweise unserer Plattform Wynxx können wir alten Quellcode analysieren, Abhängigkeiten erkennen und fachliche Zusammenhänge rekonstruieren. Zudem machen wir die Daten nutzbar, die Unternehmen für die Automatisierung von Prozessen bis hin zu Agentic AI dringend benötigen. Sie haben dann die Möglichkeit zu entscheiden, was von der Legacy Umgebung erhalten, neu entwickelt oder stillgelegt werden soll. Es ist also ein Paradigmenwechsel: Vom oft als „Klotz am Bein“ wahrgenommenen Bremsfaktor bei der KI-Skalierung können sich Legacy-Systeme zum Befähiger einer tiefgreifenden KI-Transformation entwickeln.

Wie gelingt die Erneuerung, ohne kritische Systeme und die laufende Produktion zu gefährden?

Die Erneuerung gelingt durch ein schrittweises Vorgehen. Entscheidend ist zunächst, die bestehende Geschäftslogik transparent zu machen und Abhängigkeiten genau zu verstehen. Bei der Umsetzung haben wir mit „Strangler Pattern“ sehr gute Erfahrungen gemacht. Die Kernprinzipien sind ein schrittweises Vorgehen sowie eine Zwischenschicht, die beispielsweise den Zugriff der bestehenden Frontends auf das sich verändernde Backend – bestehend aus Alt- und Neusystem – „kapselt“. So bleibt die Nutzererfahrung erhalten, während gleichzeitig die Schnittstellenkomplexität reduziert wird. Anders formuliert: Beim „Strangler Pattern“ entstehen neue Funktionen neben dem Bestand und übernehmen nach und nach dessen Aufgaben. Der Monolith wird kontrolliert zurückgebaut, während die neue Architektur bereits Mehrwert und Nutzen liefert. Neben dem schrittweisen Vorgehen ist es außerdem sinnvoll, mit beherrschbaren und wenig komplexen Anwendungsfällen zu beginnen, die messbaren Geschäftswert versprechen.

Welche Architektur benötigen Unternehmen für Agentic AI?

APIs bleiben das Fundament. Darüber entsteht eine Kontextschicht, in der Daten, Kontext, Governance und explizites Unternehmenswissen zusammengeführt werden. Standards wie das Model Context Protocol (MCP) können diese Architektur unterstützen und Agenten einen strukturierten Zugriff auf relevante Werkzeuge

»Vom oft als ‚Klotz am Bein‘ wahrgenommenen Bremsfaktor bei der KI-Skalierung können sich Legacy-Systeme zum Befähiger einer tiefgreifenden KI-Transformation entwickeln.«

Frank Ihnen
Chief Revenue Officer, GFT Deutschland



und Informationen ermöglichen. Ein KI-Agent muss nicht nur eine Schnittstelle aufrufen können, sondern auch den fachlichen Kontext verstehen: Welche Werkzeuge und Daten sind relevant? Welche Geschäftsregeln gelten? Wie hängen Prozesse zusammen und welche Berechtigungen sind zu beachten? In der Produktion könnte ein KI-Agent beispielsweise einen Materialengpass erkennen, Bestände und Aufträge prüfen und einen Beschaffungsvorgang vorbereiten. Ein weiterer Agent bewertet die Auswirkungen auf Planung und Liefertermine. Während MCP den Zugang zu Werkzeugen und Kontext regelt, beschreibt Agent2Agent (A2A) die Verständigung der Agenten untereinander. So entsteht ein vernetztes System spezialisierter Agenten. Klare Freigaberegeln bleiben dabei unverzichtbar.

Was zeichnet eine AI-Ready Data Platform in der Fertigung aus?

Eine AI-Ready Data Platform in der Fertigung ist mehr als ein zentraler Speicher. Sie verbindet fragmentierte Quellen, sichert die Datenqualität und stellt aktuelle Informationen bereit. Für Predictive Maintenance muss die KI Zustandsdaten mit dem Kontext aus Produktion und Instandhaltung verknüpfen. Ebenso wichtig sind Metadaten, Zugriffsrechte und eine nachvollziehbare Datenherkunft. Dazu gehört auch die Semantik: Ontologien und Knowledge Graphs beschreiben, was ein Datenpunkt fachlich bedeutet und wie er mit Anlagen, Aufträgen und Prozessen zusammenhängt. Wer seine Daten beherrscht, entscheidet schneller und fundierter.

Wenn Agenten selbstständig handeln, wie behalten Unternehmen die Kontrolle?

Governance wird zu einer zentralen Managementaufgabe. Unternehmen benötigen klare AI Boundaries bzw. Guardrails: Welche Daten darf ein Agent nutzen? Welche Aktionen darf er selbstständig ausführen? Wann ist eine menschliche Freigabe erforderlich? Diese Regeln dürfen nicht nur in einer Richtlinie stehen. Sie müssen technisch durchgesetzt und überwacht werden. Entscheidungen der Agenten müssen protokolliert, erklärbar und auditierbar sein. Das betrifft längst nicht mehr nur den Finanzbereich. Steigende Anforderungen an Cyberresilienz und regulatorische Vorgaben wie NIS2 erhöhen auch für Industrieunternehmen den Druck, Sicherheit und Governance von Beginn an mitzudenken. Regulierung kann sogar zum Modernisierungstreiber werden: Wer Security, Compliance und Daten-Governance von Beginn an integriert, schafft robustere Systeme. Der CEO muss nicht programmieren können, aber die Leitplanken der digitalen Organisation verstehen und verantworten.

Welche Rolle spielt digitale Souveränität bei Cloud- und KI-Infrastrukturen?

Europäische Unternehmen profitieren stark von der Innovationsfähigkeit, Skalierbarkeit und Verlässlichkeit der großen Hyperscaler und haben mithilfe ihrer Angebote ihre Systeme skaliert und modernisiert. Das hat zugleich zu einer starken Abhängigkeit von außereuropäischen Anbietern geführt, die bisher häufig durch eine Multi-Cloud-Strategie adressiert wurde. Jüngste geopolitische Herausfor-

derungen haben jedoch bei vielen unserer Kunden zu einem Umdenken geführt. Unternehmen müssen festlegen, wo Datenhoheit, Regulierung oder strategische Interessen mehr Unabhängigkeit verlangen. Gerade bei geschäftskritischen Daten sehen wir bei unseren Kunden deshalb ein zunehmendes Interesse an souveränen oder selbst gehosteten Modellen. Offene Standards und modulare Architekturen schaffen zusätzlich Wahlfreiheit und verhindern den nächsten Vendor Lock-in.

Was muss die Industrie jetzt tun, damit aus Pilotprojekten produktive KI wird?

Meine Empfehlung: Deutsche Industrieunternehmen sollten mutiger priorisieren und konsequenter umsetzen. Viele Unternehmen haben bereits erfolgreiche Experimente durchgeführt, verfügen aber noch nicht über eine skalierbare Daten- und Systembasis. Wer Modernisierung, Security und Compliance gemeinsam plant, baut Resilienz direkt in die Architektur ein. Erfolgreiche Modernisierung entsteht zudem häufig in Co-Creation: Kunden- und Technologieexperten arbeiten in gemeinsamen Teams und sorgen so dafür, dass mit der Modernisierung gleichzeitig Wissen übertragen wird. Diesen Ansatz verfolgen wir beispielsweise mit unserer Modernization Factory. Wir müssen die Pilotphase verlassen und KI im industriellen Alltag verankern. Entscheidend dafür ist die Symbiose aus menschlicher Strategie, industrieller Erfahrung und maschineller Exzellenz. Dazu gehört auch, das Potenzial von Altsystemen zu erschließen und für die Transformation zu nutzen.



Interview über Resilienz, Datenökosysteme und den Faktor Mensch

„Resilienz ist heute keine Option mehr – sie ist eine Überlebensstrategie“

Zwischen Energiekrise, volatilen Märkten und Fachkräftemangel steht die Industrie unter enormem Druck. Ileana Honigblum, Vice President DACH & Eastern Europe bei Aveva, erklärt im Gespräch mit A&D, warum technologische Innovation allein nicht ausreicht, wie Unternehmen Silos aufbrechen und weshalb echte industrielle Resilienz im Kopf beginnt.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D **BILD:** Aveva

»KI leistet keinen guten Job bei schlechter Datenbasis. Ohne Transparenz und Kontext bleibt sie ein Experiment.«

Was ist derzeit Ihr Hauptfokus in der Zusammenarbeit mit Industriekunden?

Mein klarer Schwerpunkt liegt auf dem Thema Resilienz. Sie ist heute keine bloße Option mehr – weder für die Führungsebene noch für Unternehmen insgesamt. Wir müssen unsere Kunden dabei unterstützen, widerstandsfähig und handlungsfähig zu bleiben. Für mich bedeutet das vor allem Agilität: die Fähigkeit, in einem hochkomplexen Umfeld sehr schnell fundierte Entscheidungen zu treffen. Früher haben wir Resilienz häufig als Wettbewerbsvorteil betrachtet. Heute sehe ich das anders: Es geht schlicht ums Überleben. Das hat auch viel mit Innovation zu tun. Innovation bedeutet für mich nicht nur, die „beste Idee“ zu haben. Innovation heißt, am Markt relevant zu

bleiben – für Endkunden ebenso wie für Partner. Wir begleiten unsere Kunden in diesem Wandel, indem wir ihnen die nötige Agilität und passende Lösungen an die Hand geben.

Wenn wir über Resilienz in der Fertigung sprechen, denken viele zuerst an Lieferketten. Woran lässt sich Resilienz darüber hinaus konkret festmachen?

Es geht definitiv um mehr als nur die Lieferkette. Wir bei Aveva fokussieren uns auf die „Essential Industries“, also auf Bereiche wie Energie, Gesundheit und Lebensmittel. Das sind Sektoren, die für unser tägliches Leben essenziell sind. Die Energiekrise, Zölle oder Exportbeschränkungen haben diese Ketten massiv gestört. Ich glaube, wir haben in der Covid-

Zeit viel gelernt, aber wir sind noch lange nicht am Ziel. Covid war ein Weckruf. Unsere Kunden müssen verstehen, dass Veränderung heute eine Konstante ist. Es geht nicht um ein einmaliges Ereignis wie eine Pandemie oder einen geopolitischen Konflikt. Unternehmen müssen kontinuierlich Wege finden, um Plan B und Plan C in der Tasche zu haben.

Sie haben einen interessanten persönlichen Hintergrund und leben seit 20 Jahren in Deutschland. Wie beeinflusst Ihre Herkunft aus Argentinien Ihren Blick auf Krisenmanagement?

Das hilft mir tatsächlich sehr. Ich komme aus einem Land, in dem man zwangsläufig resilient sein muss. In Argentinien erleben wir gefühlt alle zehn Jahre eine

automade for you

Weniger Stillstände und mehr Effizienz mit motion plastics®

- Maximaler ROI durch langlebige Komponenten
- Planbare Sicherheit durch Predictive Maintenance
- Weniger Wartungsaufwand durch schmierfreie Komponenten
- Prozesskosten senken per Klick: Smarte Online-Tools
- Sofort verfügbar ab Lager

igus.de
/automade



»Unsere Kunden müssen verstehen, dass Veränderung heute eine Konstante ist.«

tiefe Krise – wirtschaftlich oder politisch. Man muss sich ständig anpassen. Wir haben dieses Mindset: „Okay, hier kommt das nächste Problem – also packen wir es an.“ In Deutschland habe ich anfangs beobachtet, wie die Gesellschaft auf Herausforderungen reagiert. Mein Ziel ist es, dieses positive Anpacker-Mindset auch in mein Team und zu unseren Kunden zu tragen. Ja, die Probleme sind da, und ja, die Situation ist schwierig. Aber es ist keine Option zu sagen: „Oh Gott, wie schrecklich.“ Wir müssen einen Weg finden. Technologie ist dabei letztlich das Werkzeug, mit dem sich Lösungen umsetzen lassen.

Hatten es deutsche Industrieunternehmen vielleicht zu lange „zu gut“, sodass sie nun etwas träge auf den notwendigen Wandel reagieren?

Ich habe in den vergangenen zwei Jahrzehnten viel über die deutsche Kultur gelernt. Sie ist stark ingenieurgetrieben. Deutsche Ingenieurinnen und Ingenieure sind brilliant darin, Probleme bis ins kleinste Detail zu analysieren. Gleichzeitig ist in vielen Unternehmen die Risikosensibilität sehr hoch. In meiner Kultur ist das anders. Ich musste erst lernen, wie man Risiken aktiv managt, statt sie nur zu vermeiden. In den lebenswichtigen Industrien darf man keine Fehler machen – das verstehe ich vollkommen. Aber man darf auch nicht vor lauter Risikoanalyse in eine Schockstarre verfallen und am

Ende gar nichts tun. In Deutschland war der Druck lange Zeit nicht so stark, man fühlte sich in Sicherheit. Das hat sich massiv verändert. Der Druck ist jetzt da – und er wird nicht wieder verschwinden.

Viele Unternehmen digitalisieren zwar, schaffen aber nicht den Sprung in die Skalierung. Was bremst aus Ihrer Sicht am stärksten?

Silos sind ein riesiges Problem – sowohl organisatorisch als auch bei den Daten. Wenn man allerdings tiefer bohrt, landet man sehr schnell beim Thema Kulturwandel und bei Ängsten.

Welche Ängste meinen Sie konkret?

Vor allem Ängste rund um Security und die Cloud. Beim Thema Cloud haben wir in der IT-Welt schon vor 15 Jahren mit Banken diskutiert. Damals hieß es: „Nie im Leben gehen wir in die Cloud.“ Heute läuft dort fast alles. In der Industrie investieren wir bei Aveva viel Zeit, um unsere Kunden über unsere Connect-Plattform aufzuklären. Wir zeigen, warum ein Ökosystem und das Teilen von Informationen wichtig sind. Natürlich nehmen wir Sicherheit extrem ernst. Für uns ist das kein formaler Pflichtpunkt, sondern strategisches Fundament. Im Zuge des Cyber Resilience Acts haben wir beispielsweise alle unsere Produkte einem Assessment unterzogen, um sicherzustellen, dass sie die Anforderungen erfüllen – etwa im Hinblick auf ISO 27001. Wenn ein Pro-

dukt nicht konform war, mussten wir auch harte Entscheidungen treffen. Aber wir gehen an dieser Stelle kein Risiko ein.

Ist Geschwindigkeit der entscheidende Faktor für Resilienz – und damit auch Avevas Spielfeld?

Absolut. Unsere Kunden brauchen Erkenntnisse, um fundierte Entscheidungen zu treffen – und keine Bauchentscheidungen. Wir sprechen hier über Erkenntnisse in Echtzeit. Es bringt nichts, erst morgen zu wissen, was gestern passiert ist. Je mehr wir wissen, desto schneller können wir entscheiden: Gehen wir nach links oder nach rechts? Vielleicht treffen wir nicht immer die perfekte Entscheidung. Aber wir verstehen zumindest, warum wir sie getroffen haben. Deshalb ist das Aufbrechen von Datensilos so essenziell. Wir aggregieren große Datenmengen, um Transparenz und Sichtbarkeit zu schaffen.

Derzeit spricht jeder über KI, Copiloten und Agenten. Müssen Sie Kunden manchmal bremsen und sagen: Sortiert erst einmal eure Datenbasis?

Definitiv. Mit einer schlechten Datenbasis lässt sich auch mit KI kein guter Job machen. Wir müssen unseren Kunden zuhören und ihre spezifischen Schmerzpunkte verstehen, statt blind Pilotprojekte zu starten. Man wird nie eine hundertprozentige Sicht auf alles haben. Aber schon ein Prozent mehr Transparenz kann enorme Auswirkungen auf die

Qualität von Entscheidungen haben. Ob es um die Vorgänge in einer Anlage geht, um einzelne Sensoren oder um jede Leitung – diese ganzheitliche Sicht auf Daten ist der Schlüssel.

Warum scheitern KI-Projekte in der Industrie so oft im Pilotstadium?

Oft liegt es an den bereits erwähnten Silos. Aber auch daran, dass viele zu groß denken. Ich bin ein Fan von „Schritt für Schritt“. Man muss mit konkreten Anwendungsfällen anfangen, daraus lernen und so die Akzeptanz im Unternehmen vorantreiben. Unser Job bei Aveva ist es dabei auch, Orientierung zu geben. Wir bauen Ängste mit Information und Erfahrung ab. KI ist für uns übrigens nichts Neues – Aveva nutzt KI-Fähigkeiten schon seit 20 Jahren. Heute ist das Thema lediglich demokratisierter und entwickelt sich rasant, was natürlich zunächst verunsichert.

Zum Abschluss: Wenn ein Unternehmen resilienter werden und KI skalieren will – ohne gleich ein Big-Bang-Projekt zu starten –, warum ist Aveva der richtige Partner?

Weil wir mehr sind als ein reines Softwareunternehmen. Es geht nicht nur um Technologie, auch wenn unsere Lösungen natürlich führend sind. Der entscheidende Unterschied liegt in unserer tiefen Branchen- und Prozesskompetenz aus der Zusammenarbeit

mit mehr als 20.000 Kunden weltweit. Wir verstehen das eigentliche Geschäft unserer Kunden, ihre Prozesse und ihre Herausforderungen. Wir versuchen nicht, alles für jeden zu sein. Wir konzentrieren

uns auf die Bereiche, in denen wir echte Erfahrung einbringen können. Genau das macht am Ende den Unterschied – und das zeigt sich für Kunden oft sehr schnell in der operativen Wirkung.



Eine Plattform. Unendliche Möglichkeiten.

Mobile Robotik beginnt
mit einer starken Plattform.

Mobile Robot Plattform 1600 mit integriertem Hub, Rollenförderer oder Schnittstelle für die individuelle Lastaufnahme. Präzise Übergaben und nahtlose Integration in bestehende Fördertechnik für einen optimalen Materialfluss.

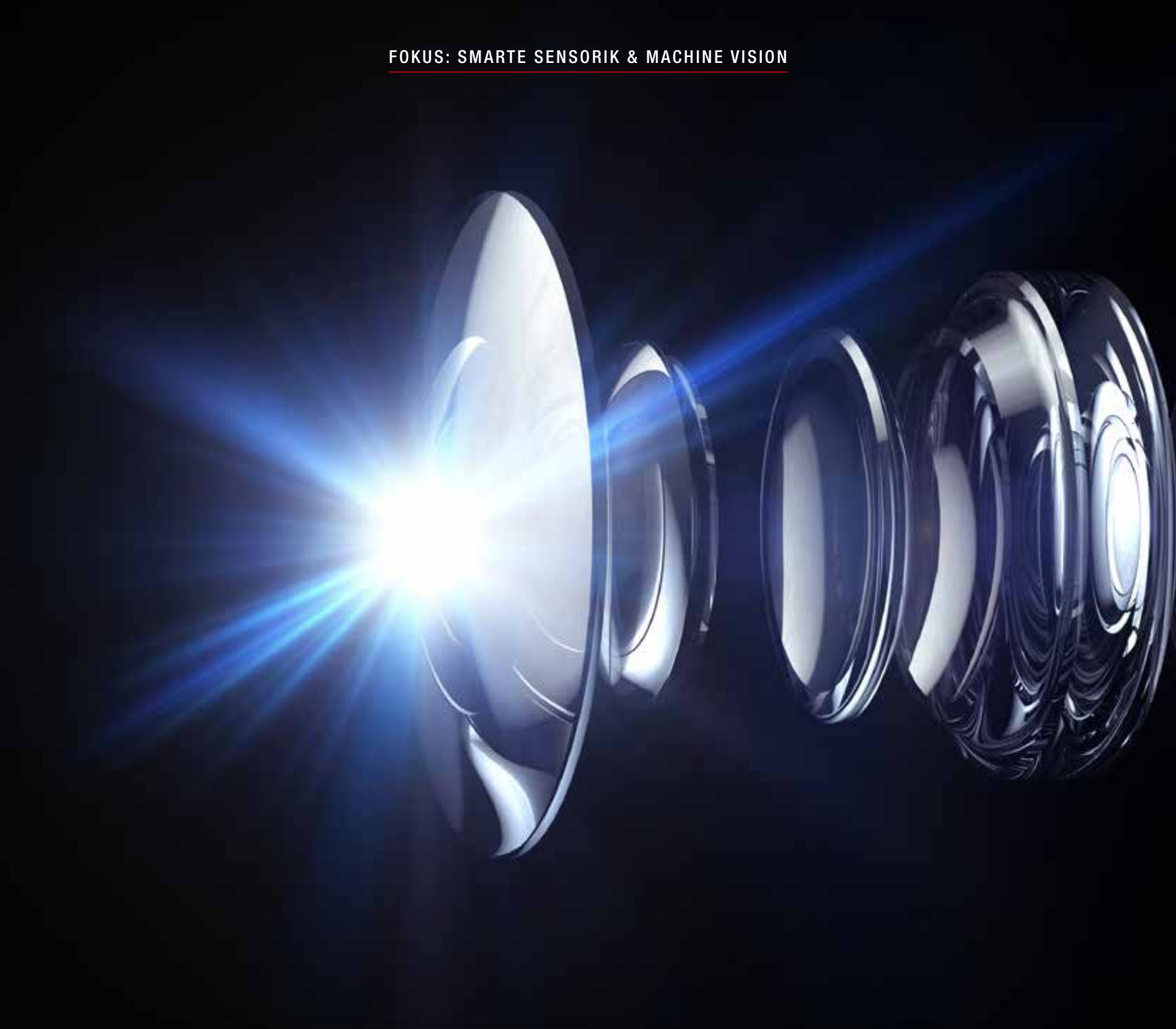
- modulare Bauweise: langlebig und wartungsfreundlich
- hohe Zuverlässigkeit: bis zu 80 % SEW-EURODRIVE-Technologie
- schnell verfügbar: 20 Tage, Express 5 Tage
- VDA 5050: herstellerunabhängige Kommunikation
- MOVITRANS®: kontaktlose Energieversorgung ohne Ladezeiten



Driving the world

Neugierig? Mehr erfahren!





Von der Datenerfassung zur autonomen Qualitätsentscheidung

WENN DIE MASCHINE SELBST HINSIEHT

Smarte Sensoren, Edge-KI und Machine Vision werden zu tragenden Bausteinen der modernen Fabrikautomation. Sie erfassen nicht mehr nur Messwerte oder Bilder, sondern interpretieren Prozesszustände, führen Roboter und liefern die Datenbasis für vorausschauende Instandhaltung. Entscheidend ist dabei, wie robust, integrierbar und wirtschaftlich diese Intelligenz im Feld arbeitet.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D BILD: iStock, fpm



Der nächste Automatisierungsschub beginnt nicht mit KI im Rechenzentrum, sondern direkt an der Maschine. Sensoren messen nicht mehr nur Temperatur, Druck, Vibration oder Abstand. Moderne Geräte verarbeiten Signale, überwachen ihre eigene Funktion und stellen zusätzliche Zustandsdaten bereit. Kamerasysteme wiederum entwickeln sich zu kompakten Recheneinheiten, die Defekte klassifizieren, Objekte lokalisieren und Qualitätsentscheidungen innerhalb des Produktionstakts treffen.

Der Begriff „smarter Sensor“ wird bei moderner Sensorik dabei häufig großzügig verwendet. Technisch relevant wird er dort, wo ein Gerät neben dem eigentlichen Messwert weitere Funktionen übernimmt: Signalaufbereitung, Diagnose, Parametrierung, Ereigniserkennung oder lokale Merkmalsextraktion.

Ein Vibrationssensor kann beispielsweise nicht nur einen Effektivwert ausgeben, sondern Frequenzbänder überwachen und Auffälligkeiten melden. Ein optischer Sensor kann Kontrast, Objektabstand und Verschmutzungsreserve gleichzeitig erfassen. Dieser Wandel verändert die Datenarchitektur. Statt jeden Rohwert ungefiltert in eine Cloud zu übertragen, werden Daten am Entstehungsort verdichtet. Die Steuerung oder ein Edge-System erhält dann nicht unbedingt die komplette Zeitreihe, sondern Zustandsmerkmale, Qualitätskennzahlen oder eine Anomaliewahrscheinlichkeit. Das reduziert Netzwerk- und Speicherbedarf und erleichtert schnelle Reaktionen.

Edge-KI erweitert dieses Prinzip. Kleine neuronale Netze können auf intelligenten Kameras, IPCs oder spezialisierten

»Künstliche Intelligenz, schnellere Produktionslinien und steigende Qualitätsanforderungen treiben die nächste Generation der industriellen Bildverarbeitung voran. Eine zuverlässige Inspektion hängt nicht länger von einer einzelnen Komponente ab, sondern vom perfekten Zusammenspiel aus Optik, Beleuchtung und Bildverarbeitung.«

Vision Systems Design

Beschleunigern ausgeführt werden. Die Inferenz bleibt nahe am Prozess; Trainings- und Flottenmanagement können weiterhin zentral erfolgen. Für Anwender zählt dabei weniger das Etikett „KI“ als die garantierte Zykluszeit, die Nachvollziehbarkeit des Ergebnisses und ein kontrollierter Umgang mit Modellversionen.

Machine Vision wird hybrid

In der industriellen Bildverarbeitung setzt sich ein hybrider Ansatz durch. Regelbasierte Verfahren bleiben stark, wenn Geometrien, Kontraste und Toleranzen eindeutig beschrieben werden können. Deep Learning spielt seine Vorteile bei variierenden Oberflächen, komplexen Fehlerbildern, organischen Strukturen und schwankenden Erscheinungsformen aus. In der Praxis werden beide Welten kombiniert: Ein klassisches Verfahren richtet das Bauteil aus und misst Konturen; ein KI-Modell segmentiert Kratzer, Poren oder Beschichtungsfehler.

Der Nutzen liegt nicht nur in höheren Erkennungsraten. Hybride Systeme können Trainingsaufwand und Validierungsrisiko begrenzen, weil nicht jede Teilaufgabe einem neuronalen Netz überlassen wird. Zudem bleiben geometrische Entscheidungen messbar. Für regulierte oder audittierbare Prozesse ist das wichtig: Ein System muss nicht nur „N.i.O.“ melden, sondern den Fehler lokalisieren, die Entscheidung dokumentieren und die verwendete Modell- und Parametersituation zuordnen können.

Auch bei der Softwareentwicklung verschiebt sich der Fokus auf Performance

und Bedienbarkeit. MVTec kündigte im April 2026 für Halcon 26.05 unter anderem automatische Konturoptimierung, eine Rektifizierung verzerrter Data-Matrix-Codes und eine neue Generation der Deep-Learning-Objekterkennung an. Laut Hersteller erreicht diese bis zu fünfmal schnellere Inferenz bei gleichbleibend hoher Erkennungsgenauigkeit. „Unser Ziel ist es, dass Machine-Vision-Applikationen in sämtlichen Industriebranchen und auch in anspruchsvollen Automatisierungsszenarien nicht nur robust und präzise arbeiten, sondern auch schnell“, sagte Produktmanager Jan Gärtner. Die Leistungsangabe bleibt eine Herstellerangabe und muss für den konkreten Datensatz sowie die Zielhardware validiert werden. Sie zeigt aber, wohin die Entwicklung geht: KI muss den Takt der Anlage einhalten, nicht umgekehrt.

3D-Vision verlässt die Spezialanwendung

Ein zweiter Schwerpunkt ist 3D-Vision. Stereo-, Time-of-Flight- und strukturlichtbasierte Systeme werden kompakter und einfacher integrierbar. Sie liefern Tiefeninformationen für Bin Picking, Palettierung, Volumenmessung, Vollständigkeitskontrolle sowie die Navigation autonomer mobiler Roboter. RGB-D-Systeme verbinden Farbbild und Tiefenkarte; in schwierigen Anwendungen ergänzen LiDAR, Kraft-Momentensensoren oder klassische Abstandssensoren das Kamerabild.

Welche Technologie passt, entscheidet die Umgebung. Time of Flight eignet sich für schnelle Tiefenbilder und größere Arbeitsbereiche, kann aber an

stark reflektierenden oder lichtabsorbierenden Oberflächen Grenzen zeigen. Stereosysteme benötigen ausreichend Textur oder eine aktive Beleuchtung. Lasertriangulation liefert hohe Genauigkeit, erfasst eine Fläche jedoch häufig erst durch Relativbewegung. Die Auswahl darf deshalb nicht bei Megapixelzahl und Reichweite enden. Entscheidend sind Punktwolkenqualität, Latenz, Fremdlichtrobustheit, Kalibrierstabilität und die verfügbare Softwareintegration.

Ein aktuelles Marktsignal ist die im März 2026 bekannt gegebene Technologiepartnerschaft von Basler und Orbbec. Das erste gemeinsame Produkt, eine kompakte Stereokamera, zielt auf Navigation, Hinderniserkennung und Umfelderkennung bei mobilen Robotern. Basler-Manager René von Fintel betonte dabei neben dem 3D-Portfolio ausdrücklich Preis-Leistung und geringe Baugröße. Für Anwender ist vor allem die angekündigte Integration in bestehende Vision-Workflows relevant: 3D-Technik skaliert in der Fabrik erst dann, wenn Kalibrierung, Software, Diagnose und Ersatzteilstrategie beherrschbar bleiben.

Sensorfusion macht Prozesse verständlicher

Das Kamerabild allein erklärt nicht jeden Fehler. Eine matte Stelle kann ein Oberflächendefekt, eine Beleuchtungsänderung oder Prozessverschmutzung sein. Werden Bilddaten mit Temperatur, Druck, Kraft, Schwingung oder Maschinenparametern zeitlich verknüpft, lassen sich Ursachen besser eingrenzen. Aus Qualitätskontrolle wird Prozessdiagnose. Besonders interessant ist diese Sensorfusion



für Predictive Maintenance und zustandsorientierte Instandhaltung. Nicht ein einzelner Schwellenwert, sondern das gemeinsame Muster mehrerer Signale kündigt Verschleiß an. Ein Motor kann erhöhte Vibrationen zeigen, während Stromaufnahme und Temperatur noch unauffällig sind. Ein Vision-System erkennt parallel eine langsam zunehmende Maßabweichung. Zusammen ergibt sich ein belastbareres Zustandsbild als aus jedem Kanal für sich. Voraussetzung ist eine saubere Zeitbasis und Kontextinformation: Welches Produkt lief? Welches Werkzeug war montiert? Welche Rezeptur und welche Modellversion waren aktiv? Ohne diese Metadaten bleibt der Datensee schnell nur ein teurer Teich.

IO-Link und OPC UA statt Datensilos

Für die breite Umsetzung zählt Konnektivität mehr als spektakuläre Einzelwerte. IO-Link bringt Prozess-, Parameter- und Diagnosedaten standardisiert aus der Feldebene. Die IODD beschreibt das Datenmodell eines Geräts; Master übernehmen die Protokollumsetzung. Über Integrationsspezifikationen lassen sich die Informationen unter anderem in Profinet, EtherNet/IP, EtherCAT, JSON und OPC UA überführen. Die IO-Link Community verweist zudem auf eine gemeinsam mit der OPC Foundation erarbeitete Companion Specification.

Damit entsteht noch keine vollständige semantische Interoperabilität. Unterschiedliche Bezeichnungen, Einheiten und Zustandsmodelle müssen weiterhin vereinheitlicht werden. Doch standardisierte Gerätebeschreibungen reduzieren

manuelle Zuordnung und erleichtern Gerätetausch, automatische Parametrierung sowie Condition Monitoring. OPC UA kann den vertikalen Datenaustausch zu SCADA, MES und IT-Systemen ergänzen. 5G und TSN bleiben für mobile, weitläufige oder streng deterministische Anwendungen relevant, sind für viele Sensor- und Vision-Projekte aber nicht der Startpunkt. Häufig schaffen erst konsistente Datenmodelle und robuste Schnittstellen den größeren Nutzen.

Fazit: Intelligenz muss industrietauglich werden

Smarte Sensoren und Machine Vision prägen die nächste Stufe der Fabrikautomation nicht durch ein einzelnes technisches Wunder, sondern durch ihr Zusammenspiel. Edge-KI bringt Entscheidungen näher an den Prozess. Hybride Bildverarbeitung verbindet lernende Modelle mit messbaren Regeln. 3D-Vision und Sensorfusion erweitern den Blick auf Objekt und Maschinenzustand. IO-Link und OPC UA helfen, daraus nutzbare Informationen statt neuer Datensilos zu machen.

Für Anwender entscheidet am Ende nicht die größte KI, sondern die robusteste Gesamtlösung: beherrschbare Zykluszeiten, dokumentierte Datenqualität, offene Schnittstellen, sichere Updates und ein klarer wirtschaftlicher Nutzen. Wer Projekte an realen Fehlerkosten, Stillstandszeiten und Materialverlusten ausrichtet, kann klein beginnen und gezielt skalieren. Die Maschine muss nicht alles sehen. Aber sie sollte das Richtige erkennen – rechtzeitig, nachvollziehbar und direkt dort, wo die Entscheidung fällt.

O3P – 3D-Kamera der nächsten Generation

Die Kamera, die Serviceroboter wählen würden



Mit der O3P bringen Sie die Umgebungswahrnehmung Ihrer Serviceroboter auf ein ganz neues Level.

Mit interner KI-unterstützter Bildverbesserung, einem weiteren Sichtfeld und höherer Auflösung werden selbst gemeinste Stolperfallen wie schwarze Stuhlbeine zuverlässig erkannt.

Der verwendete Time-of-Flight-Kamerasensor ist bis heute bereits millionenfach in Industriegeräten im Einsatz und kommt jetzt auch der Servicerobotik zugute. Verschaffen Sie Ihren mobilen Helfern das Plus an Weitsicht.

Mit der neuen O3P.



sensors. software. solutions. **ifm.com**

Umfrage: Smarte Sensorik & Machine Vision

„Echte Entscheidungsträger“

Die Anforderungen an industrielle Sensorik und Machine-Vision-Systeme steigen: Sie sollen präzise messen, Abweichungen erkennen, sich einfach parametrieren lassen und relevante Informationen ohne Umwege in die Automatisierung liefern. Mit integrierter Vorverarbeitung, Edge Computing und lokalen KI-Funktionen wandert immer mehr Auswertung an den Entstehungsort der Daten. Wir haben Hersteller gefragt, welche Anwendungen sich dadurch für Robotik, Qualitätsprüfung und adaptive Prozessregelung eröffnen – und wo die Grenzen der dezentralen Intelligenz liegen.

UMFRAGE: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: Allied Vision; Gefran; Kistler, Turck; VMT; publish-industry, KI-based (Gemini)





**OLIVER
MARKS**

Intelligente Sensoren entwickeln sich vom reinen Datenerfasser zum aktiven Entscheidungsträger im Automatisierungsprozess. Sie erkennen Auffälligkeiten, bewerten Messergebnisse und liefern der Steuerung oder smarten I/O-Modulen die Information für eine schnelle Reaktion. Die Verarbeitung kann bereits im Gerät passieren: Unsere CMVT-Vibrationssensoren etwa ermitteln Frequenzen und Amplituden und schlagen erst Alarm, wenn die Werte für den Maschinentyp kritisch werden. Ergänzt wird das durch ARGEE-Logik in Turck I/O-Modulen oder über TAS Edge, das neue Modul unserer Turck Automation Suite. Das eröffnet neue Möglichkeiten für die Robotik bei wechselnden Werkstücken, für Qualitätsprüfungen mit kürzeren Reaktionszeiten und für adaptive Prozesse mit mehr Maschinentransparenz. Dezentrale Intelligenz bleibt Teil eines Gesamtsystems – bei großen Datenmengen zählen zentrale Plattformen und Cloud. Die Zukunft liegt im Zusammenspiel der Ebenen, nicht im Entweder-oder.

Leiter Geschäftsbereich
Automation Products, Turck



**VINCENT
KRULL**

Mit der Alecs Open Smart Camera verlagert Allied Vision Bildverarbeitung und KI direkt an den Entstehungsort der Daten. Die Kombination aus industrieller Kamera, Nvidia Jetson Edge-Computing und offener Softwarearchitektur ermöglicht Bildverarbeitung, KI-Inferenz und eigene Applikationslogik direkt auf der Kamera – ohne zusätzlichen Industrie-PC. So lassen sich Defekte erkennen, Objekte für Robotik lokalisieren oder Barcodes verarbeiten und Ergebnisse direkt an die Automatisierung übergeben. Die offene Plattform unterstützt eigene Algorithmen und Softwarebibliotheken. Mit VSWIR erschließt Alecs Anwendungen wie Recycling, Sortierung, Food & Agriculture und Halbleiterinspektion. Grenzen liegen bei sehr hoher Rechenleistung oder komplexen Multi-Kamera-Auswertungen.

Product Manager, Allied Vision



**DR. RUEDIGER
LANGE**

In der Stanz- und Spritzgussindustrie sehen wir, dass Datenerfassung und Produktionsanlagen immer enger zusammenwachsen. Kameras und optische Sensoren speisen Qualitätsdaten wie Maß, Kontur, Oberfläche und Lage in Echtzeit in die Prozessregelung ein, sodass Abweichungen früh erkannt und Korrekturen automatisch ausgelöst werden. Dabei setzen wir Edge Computing dort ein, wo es den größten Mehrwert bietet. Unsere Bildverarbeitungssoftware KiVision läuft beispielsweise auf Smart-Cams und wertet Bilddaten für viele Prüfaufgaben direkt an der Kamera aus. So stehen Ergebnisse ohne Umwege für Prozesssteuerung und Sortierung zur Verfügung. Bei besonders komplexen Bildverarbeitungsaufgaben erfolgt die Auswertung auf leistungsstarken Vision-PCs. Entscheidend ist also nicht, möglichst viel Rechenleistung an den Edge zu verlagern, sondern die Auswertung passend zur jeweiligen Anwendung dort durchzuführen, wo sie technisch und wirtschaftlich am sinnvollsten ist. So schafft man die Grundlage für adaptive, stabile und effiziente Produktionsprozesse.

Head of BU Vision Inspection, Kistler

**ONE
POWER
SUPPLY**

ENDLESS COMBINATIONS



Ein Schaltnetzteil – unzählige Kombinationen

Mit der neuen PFA10-T-Familie denkt E-T-A den Systemgedanken konsequent weiter. Diese neuartigen Schaltnetzteile sind die Basis für unzählige Lösungen: Ein überzeugendes Systemkonzept aus Stromversorgung, Stromverteilung und Absicherung. Auch für Ihre Anwendung.

Mehr erfahren:
[e-t-a.de/
onepowersupply](http://e-t-a.de/onepowersupply)



E-T-A[®]
ENGINEERING TECHNOLOGY

INDUSTRY.FORWARD EXPO

DIGITAL. CONFERENCE. FESTIVAL.

ONLINE | 26.–30.10.2026

DIE DIGITALE INDUSTRIE- KONFERENZ

Technik, Wandel, Zukunft –
Smarte Lösungen für die
Industrie



**LUKAS
NEUMANN**

Heute funktioniert dezentrale Auswertung vor allem in der Inspektion. Prüfaufgaben lassen sich in kleine Schritte teilen, und die löst einfache Algorithmen direkt am Sensor sehr verlässlich. Die größte Lücke liegt bei dokumentationspflichtigen Prüfungen. Ein Messwert allein reicht dort nicht. Es fehlt der Nachweis, wie genau gemessen wurde und worauf sich die Messung zurückführen lässt. Dazu gehört, dass Bilder und Modellstände im Gerät nachvollziehbar gespeichert bleiben. Bei Robot Vision ist die Kalibrierung die eigentliche Hürde. Sie ist deutlich aufwändiger, als man einem Smart Device heute zutraut, weil Sensor und Roboter ein gemeinsames Bezugssystem brauchen, das eingemessen und im Betrieb nachgeführt werden muss. Deshalb bleibt am Ende meist ein KI-Modell oder einfache 2D-Algorithmen übrig. 3D-Sensoren mit eigener Auswertung gibt es, aber nur für feste Messaufgaben. Ein wirklich flexibles 3D-Gerät fehlt noch. Das wäre der nächste große Schritt, wobei über den Erfolg vor allem der Einrichtungsaufwand entscheidet.

Head of Business Development, VMT



**TORSTEN
FUCHS**

Bei Gefran verstehen wir smarte Sensorik als Teil einer durchgängigen Automatisierung. Unsere Sensoren liefern präzise Prozessdaten, G-Mation verarbeitet sie direkt in der Maschinensteuerung und mit MAX und GAIA schaffen wir die Basis für Analyse, Optimierung und zunehmend intelligente Funktionen. Gleiches gilt für Machine Vision: Entscheidend ist nicht die einzelne Datenquelle, sondern die Fähigkeit, Sensor-, Vision- und Prozessdaten zusammenzuführen. So entstehen adaptive Regelkreise, bessere Qualitätsüberwachung und effizientere Maschinen. Dezentrale Intelligenz beschleunigt Entscheidungen – komplexe Zusammenhänge benötigen jedoch weiterhin die übergeordnete Sicht auf Maschine und Prozess.

Geschäftsführer, Gefran Deutschland



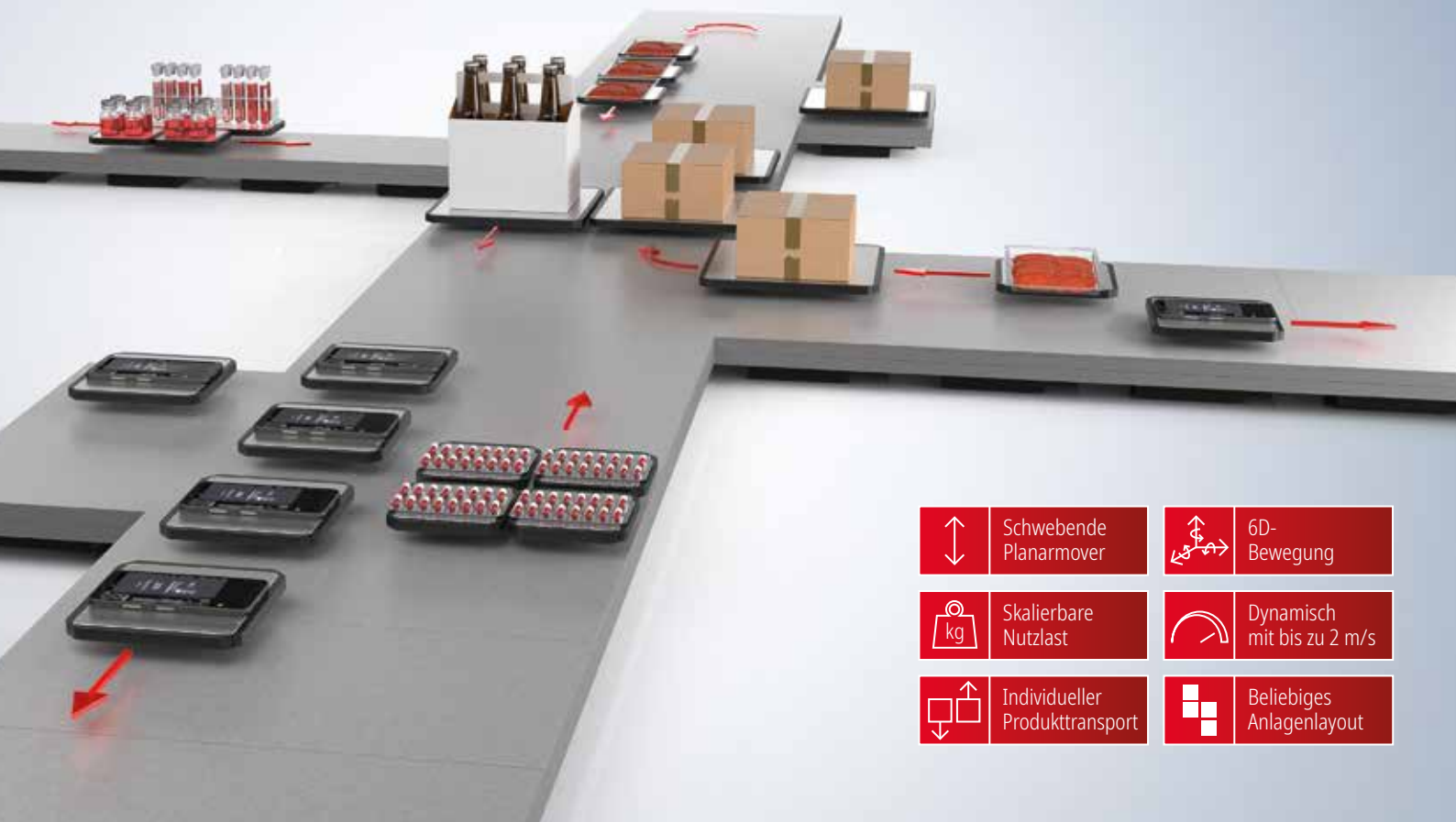
JETZT
SICHERN!

IHR
KOSTENFREIES
ONLINE-TICKET
industry-forward.com/expo

STRATEGIE, TECH & USE CASES

XPlanar®: Schwebend, kontaktlos, intelligent!

Freie 2D-Produktbewegung mit bis zu 6 Freiheitsgraden



	Schwebende Planarmover		6D-Bewegung
	Skalierbare Nutzlast		Dynamisch mit bis zu 2 m/s
	Individueller Produkttransport		Beliebiges Anlagenlayout

XPlanar eröffnet neue Freiheitsgrade im Produkthandling: Frei schwebende Planarmover bewegen sich über individuell angeordneten Planarkacheln auf beliebig programmierbaren Fahrwegen.

- Individueller 2D-Transport mit bis zu 2 m/s
- Bearbeitung mit bis zu 6 Freiheitsgraden
- Transport und Bearbeitung in einem System
- Verschleißfrei, hygienisch und leicht zu reinigen
- Beliebiger Systemaufbau durch freie Anordnung der Planarkacheln
- Multi-Mover-Control für paralleles und individuelles Produkthandling
- Voll integriert in das leistungsfähige PC-basierte Beckhoff-Steuerungssystem (TwinCAT, PLC IEC 61131, Motion, Measurement, Machine Learning, Vision, Communication, HMI)
- Branchenübergreifend einsetzbar: Montage, Lebensmittel, Pharma, Labor, Entertainment, ...

sps

smart production solutions

Halle 7, Stand 406



Scannen und
XPlanar direkt
im Einsatz
erleben

New Automation Technology

BECKHOFF

Flexible Qualitätskontrolle und Identifikation in der Produktion

Sehen, lernen, entscheiden

Die moderne Fertigung ist geprägt von Dynamik, Variantenvielfalt und steigenden Qualitätsanforderungen. Dabei stoßen klassische, regelbasierte Bildverarbeitungssysteme zunehmend an ihre Grenzen: Jede neue Prüfaufgabe erfordert aufwendige Anpassungen, jede Produktvariante zusätzliche Regeln. Lernende KI-Kameras setzen an diesem Punkt an. Sie werden mit Beispielbildern trainiert, erkennen relevante Muster und lassen sich bei veränderten Anforderungen nachtrainieren. So können Qualitätskontrollen und Identifikationsaufgaben flexibler, präziser und schneller direkt an der Produktionslinie umgesetzt werden.

TEXT: Raphael Penning, Turck BILDER: Turck; iStock, HbrH

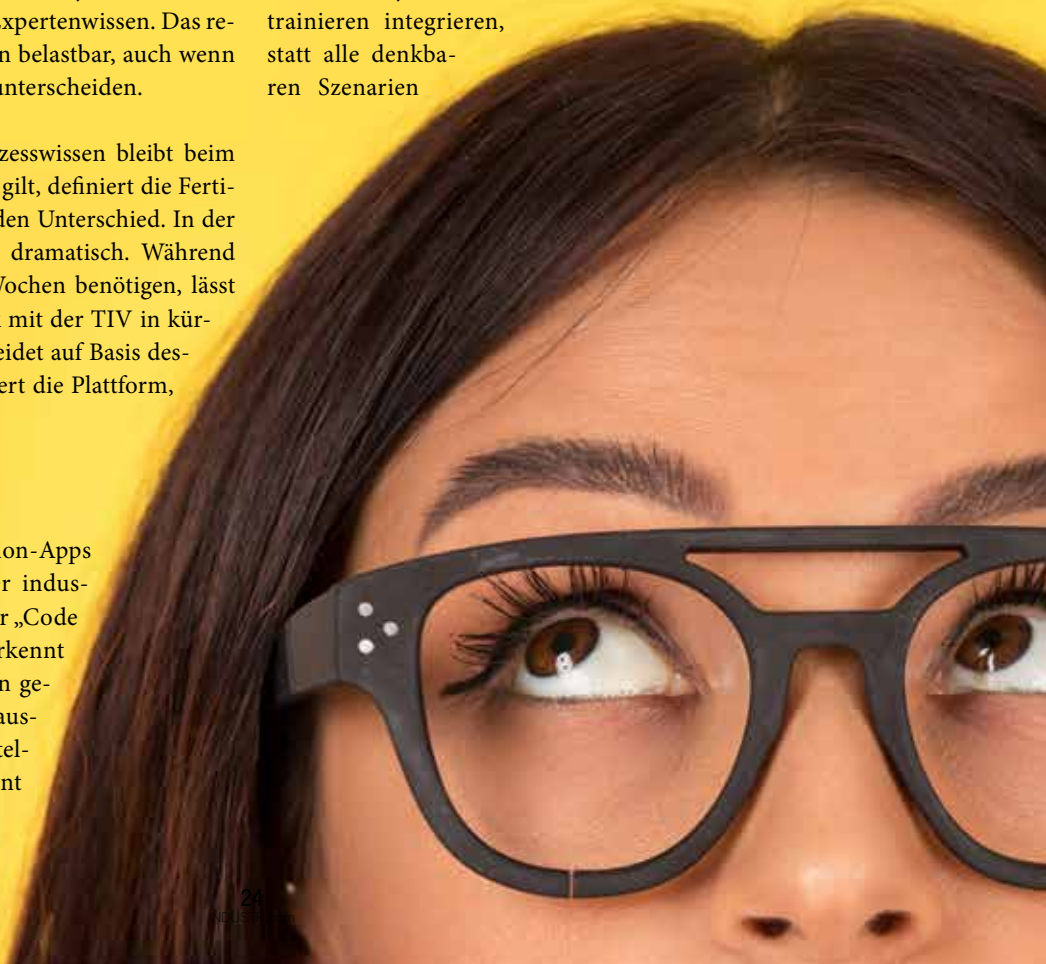
Innovative Technologien mit Künstlicher Intelligenz verändern die industrielle Produktion und Intralogistik rasant – und die Bildverarbeitung steht dabei im Fokus. Traditionelle Bildverarbeitung verlangt für jede Abweichung eine neue Handlungsanweisung. Das ist zwar exakt, aber in der Praxis oft langsam und wenig skalierbar. Turcks KI-basierte Kamera TIV (Turck Intelligent Vision) bricht mit diesem Prinzip: Sie lernt aus Beispielbildern, erkennt Muster und Unterschiede selbstständig und überträgt das Gelernte auf neue Situationen. Schon wenige Aufnahmen genügen, um Gut- und Schlechtzustände oder verschiedene Klassen sicher zu unterscheiden. Anpassungen an Produkten oder Prüfmerkmalen lassen sich jederzeit durch Nachtrainieren integrieren – ganz ohne Expertenwissen. Das reduziert Fehlalarme und macht Prüfungen belastbar, auch wenn sich Komponenten visuell nur minimal unterscheiden.

Ein entscheidender Vorteil: Das Prozesswissen bleibt beim Anwender. Was als „gut“ oder „schlecht“ gilt, definiert die Fertigung selbst – die Kamera lernt lediglich den Unterschied. In der Praxis verkürzt das die Inbetriebnahme dramatisch. Während komplexe, regelbasierte Prüfungen oft Wochen benötigen, lässt sich ein typischer Vollständigkeits-Check mit der TIV in kürzester Zeit aufsetzen. Die Kamera entscheidet auf Basis dessen, was der Kunde ihr zeigt – Turck liefert die Plattform, der Prozess liefert das Wissen.

KI-Tools für die Praxis

Die TIV bringt vier KI-basierte Vision-Apps mit, um die wesentlichen Aufgaben der industriellen Bildverarbeitung abzudecken. Der „Code Scan“ liest 1D- und 2D-Barcodes, erkennt Typ, Ausrichtung und Position und kann gezielt Codes auf angelernten Objekten auslesen. Der „Difference Check“ führt intelligente Soll-Ist-Vergleiche durch, erkennt

Abweichungen auch bei komplexen oder variierenden Objekten und bewertet einzelne Prüfbereiche separat. Der „Classifier“ ordnet das gesamte Bild einer vordefinierten Klasse zu – ideal für Sortier- und Klassifizierungsaufgaben. Und der „Detector“ erkennt und klassifiziert mehrere Objekte gleichzeitig, bewertet Position, Orientierung und Ähnlichkeit zu den Trainingsdaten und gibt einen Confidence Score aus. So entstehen klare, SPS-taugliche Ergebnisse – vom einfachen IO/NIO-Signal bis zu strukturierten Datenpaketen, die sich unmittelbar weiterverarbeiten lassen. Das Training der KI erfolgt mit wenigen Beispielbildern – Änderungen an Produkten oder Prüfmerkmalen lassen sich jederzeit durch Nachtrainieren integrieren, statt alle denkbaren Szenarien





KI-basierte Lösungen wie die robuste AI-Kamera TIV lernen aus Beispielbildern und erkennen Muster sowie Unterschiede selbstständig – auch bei komplexen oder variierenden Objekten.

in Regeln zu gießen. Die Kamera lernt kontinuierlich dazu und bleibt so flexibel für zukünftige Anforderungen.

Industrietauglich bis ins Detail

Herzstück der TIV ist ein 12-Megapixel-Global-Shutter-Sensor von Sony, der schnelle und präzise Aufnahmen mit hoher Tiefenschärfe ermöglicht. Die Bildverarbeitung läuft komplett auf dem Gerät – Echtzeit-Ergebnisse inklusive. Für die KI-Rechenleistung sorgt eine Nvidia Jetson Nano GPU mit 4 GB, auf der neuronale Netze direkt auf dem Gerät trainiert und ausgeführt werden. Über vier M12-Anschlüsse für Strom, Netzwerk, Trigger und I/O lässt sich die Kamera flexibel in bestehende Anlagen integrieren. Externe Beleuchtungen können mit bis zu 4 A direkt versorgt werden, die I/Os sind push/pull-fähig und galvanisch getrennt. Das System arbeitet stand-alone, kommuniziert dank Ethernet-Multiprotokoll über Profinet, Modbus TCP und EtherNet/IP, zeigt Zustände über LEDs an und speichert Netze sowie Bilder intern oder auf SD/MMC.

Über C-Mount lassen sich alle gängigen Objektive anbinden; ein optionaler Schutztubus bringt das Gesamtsystem auf IP67 – ein echter Vorteil, wenn die Kamera direkt an der Linie sitzt. Die Bedienung erfolgt intuitiv über den Webbrowser, die Integration in die Turck Automation Suite (TAS) erleichtert das Gerätemanagement und die Einbindung in digitale Wartungs- und Monitoringprozesse. Als Stand-alone-Lösung benötigt die Kamera keine zusätzliche Steuerung oder Edge-Computer. Das macht sie besonders attraktiv für Anwendungen, bei denen Platz, Zeit und Ressourcen knapp sind.

SAFE INDUSTRIAL AUTOMATION



Funk-Induktivsensoren RF IS FL



Funk-Induktivsensoren ermöglichen eine zuverlässige, berührungslose Erfassung metallischer Objekte und eignen sich besonders für Anwendungen, in denen herkömmliche Installationen an Grenzen stoßen.



.steute



Der „Difference Check“ ermöglicht die automatisierte Qualitätskontrolle durch das Einlernen von Objekten mit mehreren Prüfregionen (ROIs) – Fehler in Montage- und Bestückungsprozessen werden zuverlässig erkannt.

Kommissionierung, Endmontage, Identifikation

In der Kommissionierung sichert die TIV-Kamera die Vollständigkeit von Sets ohne starre Regeln. Sie erkennt, ob die vorgesehenen Komponenten vorhanden sind, zählt mit und unterscheidet zwischen ähnlichen Teilen. Gerade bei variantenreichen Kits senkt das Reklamationen, Nacharbeit und Ausschuss – und beschleunigt zugleich das Feedback an Bediener und Systeme.

In der Endmontage prüft die Kamera, ob alle Bauteile an Ort und Stelle sind – etwa Verschlusskappen, Schrauben oder Unterlegscheiben. Statt alle Fehlerszenarien zu programmieren, reicht es, korrekte und typische Fehlerzustände einzulernen. Die TIV erkennt Abweichungen im Millimeterbereich, unabhängig von Position oder Anordnung, und meldet das Ergebnis sofort an SPS oder Visualisierung. Auch die Identifikation profitiert: Die Kamera liest Codes dort, wo sie hingehören, und ignoriert störende Markierungen im Umfeld, wenn diese nicht zu den trainierten Objekten zählen. Ergänzend ordnet der Classifier Produkte Varianten zu, der Detector liefert Koordinaten und Mengen – etwa, um Teile automatisch zu vereinzeln oder nachzubefüllen.

Kundennähe statt Katalogware

Sollten die Standardfunktionen der TIV-Kamera nicht ausreichen, erarbeitet Turck gemeinsam mit dem Anwender auch passgenaue Lösungen für seine Anwendung. Das Spektrum reicht von kundenspezifisch trainierten KI-Netzen und zusätzlichen Prüflogiken über eigens definierte Datenformate und Schnittstellen (z. B. SPS-Telegramme, MES/ERP Hooks) bis hin zu ergänzenden Apps für besondere Prüfaufgaben oder Prozessschritte. Pilotierung und Feintuning erfolgen direkt an der Linie: Turck bringt Domänenwissen und Applikationserfahrung zusammen, adaptiert Modelle per Nachtraining und sichert

die robuste Umsetzung unter realen Umgebungsbedingungen (IP67, wechselnde Beleuchtung, Taktzeiten). Die Einbindung in bestehende Steuerungs- und IT-Landschaften erfolgt nahtlos – von der SPS-Ansteuerung über TAS (Desktop/Cloud) bis zur Dokumentation von Prüf- und Traceability-Daten. So entsteht aus einer leistungsfähigen AI-Kamera bei Bedarf eine einsatzfertige, individuell abgestimmte Gesamtlösung.

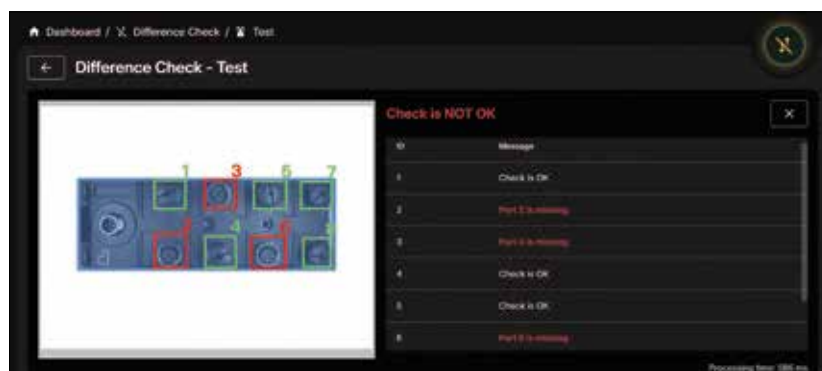
Nahtlose Integration

Die TIV-Kamera fügt sich nahtlos in bestehende OT/IT-Strukturen ein. M12-Konnektivität sorgt für robuste Anschlüsse, Trigger-Signale und Indikationen werden ohne Umwege an die Linie gebracht, Beleuchtungen direkt gespeist. Als Multiprotokoll-Gerät unterstützt die Kamera die Ethernet-Protokolle Profinet, Modbus TCP und EtherNet/IP, um Daten mit der Steuerungsebene auszutauschen. Konfiguration und Betrieb laufen über den integrierten Webserver oder die Turck Automation Suite (TAS) – separate Kamera-Software und aufwendige Client-Installationen entfallen.

Ein weiterer Pluspunkt ist die On-Premise-Arbeitsweise. Die TIV benötigt keine Cloud-Anbindung, was Sicherheitsrichtlinien und Produktionsstabilität entgegenkommt, denn Bilddaten kann der Anwender auch auf eigenen FTP-Servern ablegen. Software-Updates erweitern den Funktionsumfang kontinuierlich, ohne versteckte Lizenzkosten. Und weil Datensätze und neuronale Netze übertragbar sind, lassen sich erfolgreiche Setups zügig auf weitere Kameras ausrollen.

Wirtschaftlichkeit aus der Anwendung gedacht

Wenn Lernkurven und Inbetriebnahmen kurz sind, rechnet sich Bildverarbeitung schneller. Auch hier punktet Turcks AI-Kamera: Training statt Programmierung, Stand-alone-Betrieb statt zusätzlicher Edge-Computer, Web-Setup statt Spezialsoftware.



Die Kamera erkennt Abweichungen selbstständig, selbst kleinste Unterschiede oder visuell ähnliche Komponenten werden präzise erfasst – unabhängig von Position oder Anordnung.

Interne Benchmarks zeigen, dass viele Standardaufgaben ohne externe Integratoren umgesetzt werden können – besonders dort, wo Fachpersonal knapp ist und Änderungen häufig sind. Hinzu kommt die Investitionssicherheit einer industrietauglichen Plattform: robuste Metallbauform, passiv gekühlt, erweiterbarer Speicher, regelmäßige sicherheitsrelevante Updates. Wer klein beginnt – etwa mit einem Arbeitsplatz – skaliert auf weitere Stationen, ohne das Konzept zu wechseln. Die Kamera bleibt dieselbe, die Netze wachsen mit den Anforderungen.

Lösung statt Einzelkomponente

Die TIV ist mehr als eine performante Kamera. Sie ist Teil eines Gesamtsystems aus Sensorik, Beleuchtung, Anschluss- und Spannungskonzepten bis hin zur Steuerungsanbindung. Für Anwender bedeutet das weniger Schnittstellen, weniger Integrationsrisiko und einen Partner, der bei Bedarf auch kundenspezifische Lösungen liefert – von angepassten Apps

bis zu speziellen Datenpaketen. Diese Systemkompetenz unterscheidet die TIV in einem Markt, in dem reine Komponenten längst nicht mehr genügen.

Die Zukunft der Bildverarbeitung ist lernfähig

Mit der Turck Intelligent Vision wird Bildverarbeitung nicht nur einfacher, schneller und robuster – sie wird auch zukunftssicher. Die Kombination aus lernenden Verfahren, industrietauglicher Hardware und durchdachter Integration macht die TIV zum Werkzeug der Wahl, wenn Qualität unter Takt sichergestellt werden muss. Doch das Potenzial ist noch längst nicht ausgeschöpft: Mit der fortschreitenden Entwicklung von KI-Algorithmen, neuen Sensorik-Generationen und der zunehmenden Vernetzung von Produktionssystemen wird die Bildverarbeitung immer autonomer, flexibler und intelligenter. Die TIV ist bereit für diese Zukunft – und bringt künstliche Intelligenz dorthin, wo sie am meisten bewirkt: direkt an die Linie.

SOLUTIONS. CLEVER. PRACTICAL.

di-soric



NEU!

VISION SENSOR CS-52 Flexibilität und Performance für Neuanlagen und Retrofit

- Quad Core-Prozessor für hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit in komplexen Applikationen und bei hohen Geschwindigkeiten
- Ultra-kompakte Bauform, geringes Gewicht
- Auflösung bis 3.2 Megapixel, 4 Brennweiten verfügbar
- Integrierte LED-Beleuchtung
- Zukunftssichere Software mit performanten Tools, integrierter Bildoptimierung und Web-Interface
- Upgrades: Messen, ID/ID PRO, OCR, OCV, SMART
- Flexible Profinet- und EtherNet/IP-Konfiguration

www.di-soric.com



EtherNet/IP™



6

Net Zero Highlights

Phoenix Contact zeigt Wege zu einer energieeffizienten Produktion, während Factory-X die CO₂-Bilanzierung von Industrieprodukten vereinheitlichen will. Trimet baut die Sortierung von Aluminiumschrott aus, und eine Studie hinterfragt die Bilanzierungsregeln für klimafreundlichen Wasserstoff. Zudem untersucht das Ifo Institut die Zurückhaltung bei Klimainvestitionen, während Schneider Electric Fortschritte bei seiner Nachhaltigkeits-Roadmap meldet.



1



2



3



4



5



6

Fabrik neu gedacht

Wie produzierende Unternehmen Energie sparen und wettbewerbsfähig bleiben, zeigt Phoenix Contact am 15. Oktober 2026 bei den „All Electric Society Insights“ in Blomberg. An einer fiktiven Fabrik wird erläutert, wie sich bestehende Produktionsumgebungen schrittweise nachhaltiger gestalten lassen. Im Fokus stehen industrielle Energiesysteme, Sektorenkopplung, Energiedaten, Gleichstromnetze und KI für mehr Energieeffizienz in der Praxis.

1

Orientierung im Alltag

Der neue Factory-X-Leitfaden „PCF Guidance“ zeigt, wie sich der CO₂-Fußabdruck komplexer Industrieprodukte standardisiert, automatisiert und bis auf Bauteilebene berechnen lässt. Dafür führt er Prozess-, Energie-, Material- und Logistikdaten entlang der Wertschöpfungskette zusammen. Konkrete und praxisnahe Beispiele für Fräs-, Schmiede- und additiv gefertigte Teile sollen insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen Orientierung bieten im Alltag.

2

Schrott wird Rohstoff

Mit einer neuen Sortieranlage bereitet Trimet in Hamm Aluminiumschrott für die Wiederverwertung auf. Die LIBS-Technik analysiert bis zu 150 Teile pro Sekunde, erkennt selbst geringe Anteile verschiedener Legierungselemente und trennt das Material automatisch in Fraktionen. Der Standort soll ab Oktober 2026 jährlich bis zu 40.000 t verarbeiten, Primärrohstoffe ersetzen, Stoffkreisläufe stärken und die CO₂-Bilanz hochwertiger Aluminiumwerkstoffe verbessern.

3

Grün gerechnet?

Strenge CO₂-Bilanzierungsregeln bremsen Investitionen in elektrolytischen Wasserstoff offenbar in der Regel nicht: Eine Studie der Universität Mannheim ermittelt trotz stündlicher Nachweise Renditen von acht bis 15 Prozent. Emissionsarm ist der Wasserstoff deshalb jedoch nicht automatisch. Hohe Preise können den Einsatz von Netzstrom attraktiv machen und die CO₂-Intensität erhöhen. Entscheidend ist daher, wie der verwendete Strom angerechnet wird.

4

Zurückhaltend geplant

Deutschlands Unternehmen wollen 2026 durchschnittlich 10,6 Prozent ihrer Investitionen für Klimaschutz im eigenen Betrieb einsetzen, und damit kaum mehr als im Jahr 2025. Im verarbeitenden Gewerbe liegt der geplante Anteil sogar nur bei 8,8 Prozent. Das Ifo Institut sieht wirtschaftspolitische Unsicherheit als möglichen Grund für die Zurückhaltung. Verlässliche Rahmenbedingungen seien wichtiger als ein hoher, aber schwer kalkulierbarer CO₂-Preis.

5

Auf Klimakurs

Schneider Electric hat seine betrieblichen Scope-1- und Scope-2-Emissionen gegenüber 2017 um 82 Prozent reduziert, Scope 3 sank seit 2021 um 12 Prozent. Die Lösungen des Unternehmens halfen Kunden im ersten Halbjahr 2026, 129,5 Millionen MWh Energie einzusparen oder zu elektrifizieren und mehr als 50 Millionen t Emissionen zu vermeiden. Zudem wird das Lieferantenprogramm Zero Carbon Pathway auf 1.500 Unternehmen erweitert. KI hilft bei Scope 3.

6

Effizienteres Crimpen von gedrehten Kontakten.

Die neue Crimp-Wechseleinheit von HARTING ermöglicht eine effiziente Verarbeitung gedrehter Kontakte vom Band.

KOSTENLOSES
PRODUKTMUSTER ANFORDERN



- **Taktzeiten von einer Sekunde** pro Crimp (Abisolieren und Crimpen)
- **Zeitersparnis von bis zu 67 %** (abhängig von der individuellen Maschinenkonfiguration)
- **Schnellere Lieferzeiten** für Kabelkonfektionen ohne Qualitätseinbußen
- **Erhöhte Prozesssicherheit** durch den Einsatz hochwertiger Kontakte
- **Return on Invest (ROI) Berechnung** basierend auf Ihrer individuellen Konfiguration möglich

One Range. No Limits:

www.HARTING.com/contacts-on-reel





Elektrohängebahn zukunftssicher modernisiert

Retrofit in engem Zeitfenster

Mit modularen und skalierbaren Konzepten ermöglicht SEW-Eurodrive die Modernisierung bestehender Anlagen für mehr Verfügbarkeit, geringere Stillstandszeiten und eine schnellere Wiederinbetriebnahme. Ein Retrofitprojekt bei Kögel Trailer zeigt, wie sich eine zentrale Förderanlage unter engen Rahmenbedingungen modernisieren lässt.

TEXT: Paul Koch und Thomas Madel, SEW-Eurodrive **BILDER:** SEW-Eurodrive; iStock, artisteer

In der Decklackanlage von Kögel Trailer transportieren 18 EHB-Fahrzeuge die Trailer durch Lackierung, Trocknung und Abkühlung.



In der bayrischen Gemeinde Burtenbach, auf halber Strecke zwischen Ulm und Augsburg gelegen, hat Kögel Trailer ihren Firmensitz. Das Unternehmen entwickelt und fertigt Sattelaufleger, Lkw-Anhänger und Wechselaufbauten für den europäischen Markt. Seit 1934 verbindet das Unternehmen Qualität „Made in Germany“ mit nachhaltigen Produktionszielen – in der Praxis bedeutet das hohe Fertigungstiefe, getaktete Prozesse und zuverlässige Anlagen. Aktuell wird der Standort weiter ausgebaut, um zusätzliche Kapazitäten für die Serienproduktion sowie für Service-, Reparatur- und Refurbishment-Leistungen zu schaffen.

Decklackanlage mit 18 EHB-Fahrzeugen

Ein zentraler Abschnitt im Produktionsprozess bei Kögel ist die Decklackanlage zur Endbeschichtung von Trailer-Bauteilen und kompletten Aufliegerkomponenten. Sie umfasst zehn Streckensegmente mit einer Gesamtlänge von mehr als 600 m. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Verfügbarkeit, Synchronität und Diagnosefähigkeit. In der Decklackanlage gibt die Elektrohängebahn (EHB) den Takt vor. Insgesamt 18 EHB-Fahrzeuge transportieren die Trailer durch Lackierung, Trocknung und Abkühlung und übergeben sie dann an die Endmontage. Fällt die Förderstrecke aus,

gerät der Prozess ins Stocken. „Ein Stillstand zieht sich durch die komplette Linie. Ausweichmöglichkeiten gibt es nicht“, sagt Ewgeni Schlichenmaier, Leiter Instandhaltung bei Kögel Trailer.

Steigender Modernisierungsbedarf

Die Anlage aus dem Jahr 2000 war mit einer stationären Steuerung und einem Datenübertragungssystem ausgestattet. Kommunikation und Energieversorgung der Fahrzeuge erfolgten über ein Schleiflersystem. Auf jedem Fahrzeug lief eine separate Steuerung für den Fahrtrieb. Sie übermittelte unter anderem Abfragen wie „Transporttraverse vorhanden“ und „Transporttraverse verriegelt“ an die Anlagensteuerung. Mit zunehmendem Alter der Anlage verschärften sich Herausforderungen: Die eingesetzte Steuerung war nicht mehr am Markt verfügbar, Ersatzteile wurden knapp und ein verlässlicher Support war nicht mehr gegeben. Gleichzeitig nahm die Störanfälligkeit zu. Vor diesem Hintergrund bestand dringender Handlungsbedarf, um den Produktionsprozess nicht zu gefährden. Die mechanische Grundstruktur der Anlage war intakt, die vorhandene Infrastruktur ließ sich weiter nutzen. Kögel entschied sich daher für ein gezieltes Retrofit gemeinsam mit SEW-Eurodrive.

Retrofit unter engen Randbedingungen

Retrofitprojekte stellen besondere Anforderungen: Bestehende Hard- und Softwarechnittstellen müssen genau verstanden werden, jede Änderung wirkt direkt auf den Produktionsablauf. Kögel plante für den Umbau zwei Stillstandsphasen über jeweils zwei Wochen, im Sommer 2025 sowie zum Jahreswechsel 2025/26. Sorgfältig bereitete man das Projekt vor, indem über mehrere Monate hinweg Planung, Abstimmung und Umsetzung konsequent auf dieses Zeitfenster ausgerichtet wurden. Dem Projekt ging eine gemeinsame Engineeringphase von Kögel und SEW voraus, in der beide Seiten frühzeitig in die Analyse der bestehenden Anlage, ihrer Schnittstellen und der mechanischen Integration investierten. Dieser Schritt erwies sich als entscheidend: Ein Großteil der später relevanten Fragestellungen war bereits vor Beginn der Umbauphase geklärt. „Von der Bedienebene bis zu den beteiligten Lieferanten hat jeder von dieser Phase profitiert“, erläutert Andreas Haugg, Leiter des Retrofit-Projekts bei Kögel Trailer. Die Umsetzung erfolgte in zwei Schritten. Zunächst installierten die Projektbeteiligten die neue Kommunikationsstruktur auf Basis von ASi-5 parallel zur bestehenden Lösung. Der Umbau der Fahrzeuge selbst erfolgte gebündelt im zweiten Zeitfenster.



Für den reibungslosen und effektiven Umbau wurden alle neuen Komponenten vormontiert, verkabelt und auf einer Palette als Set für ein EHB Fahrzeug bereit gestellt.

Musterfahrzeug reduziert Projektrisiken

Ein zentrales Element der Vorbereitung war der Aufbau eines Musterfahrzeugs. Dazu wurde ein Fahrzeug auf dem Wartungsplatz vollständig auf den neuen technischen Stand gebracht und im regulären Anlagenbetrieb an der bestehenden Förderstrecke getestet. Unter anderem wurde dabei geprüft, ob alle neuen Komponenten (Schaltschrank, Umrichter, Motor) wie geplant auf das Fahrzeug passen sowie die Maschinenparameter und Bewegungsprofile unter realen Bedingungen erfasst werden können. Kabelführungen wurden überarbeitet, Kabellängen neu definiert und Komponenten neu angeordnet. Die ursprünglich vorgesehene Anordnung der neuen Schaltschränke wurde so angepasst, dass sie sich ohne Einschränkungen in die vorhandene Anlagenstruktur einfügt. Zugänglichkeit und Wartungsfreundlichkeit standen dabei im Mittelpunkt. „Ohne das Musterfahrzeug hätten wir noch offene Fragen in die eigentliche Umbauphase mitgenommen. Dann wären die zwei Wochen viel zu kurz gewesen“, berichtet Haugg. Auch bei der Positionserfassung konnte auf bestehende

Infrastruktur zurückgegriffen werden. Das bereits installierte Barcodepositioniersystem blieb erhalten und wurde in das neue Gesamtsystem integriert.

Modular und vernetzt

Für die modernisierten Fahrzeuge sah SEW-Eurodrive einen modularen Aufbau vor, bestehend aus Motor, dezentralem Frequenzumrichter, EHB-Controller und ASi-5-Railbus-Client. Die Kommunikation erfolgt nun über die vorhandene Stromschiene auf Basis eines 60-V-Railbus mit ASi-5. Dieses System ermöglicht eine schnelle, robuste und zyklische Datenübertragung mit hoher Bandbreite zwischen den stationären und mobilen Teilnehmern. Pro stationärem ASi-Gateway lassen sich Strecken bis zu 2 x 200 m mit jeweils bis zu 40 Teilnehmern zuverlässig abdecken. Gleichzeitig konnte die bestehende Infrastruktur des Schleifleitersystems mit seinen zwei Stromschienen und angepassten Schienenschnitten vollständig weiterverwendet werden. Dadurch ließ sich die Modernisierung ohne zusätzliche Verkabelung und mit minimalem Eingriff in die Anlage umsetzen. Das ist ein wesentlicher Faktor für die Wirtschaftlichkeit des Retrofits. Die

verwendeten Komponenten sind Teil des modularen Automatisierungsbaukastens Movi-C von SEW-Eurodrive. Er vereint Antriebstechnik, Steuerung, Software und Kommunikation in einem standardisierten System und vereinfacht damit sowohl die Integration als auch künftige Erweiterungen.

In den neuen Schaltschränken sind EHB-Controller vom Typ UHX25A integriert. Auf ihnen läuft das Softwaremodul Movikit-RGS, das Funktionen wie Positionierung, Fahrprofile und Bewegungsabläufe vorkonfiguriert bereitstellt. Die Softwaremodule reduzieren den Engineering- und Integrationsaufwand erheblich und ermöglichen eine deutlich schnellere Inbetriebnahme. Der Wiederanlauf nach Störungen, der zuvor bis zu zweieinhalb Stunden dauern konnte, ist heute in rund 15 Minuten möglich. Ergänzt wird das System durch eine Webvisualisierung zur Parametrierung und Diagnose sowie eine Codesys-Laufzeitumgebung für spezifische Funktionserweiterungen durch Systemintegratoren und OEMs.

Eine besondere Anforderung ergab sich aus der gemeinsamen Nutzung einer Schiene durch zwei Förderanlagen: Da

Modular, einfach, energieeffizient!

nur eine Anlage modernisiert wurde, mussten beide Systeme parallel betrieben werden. „Im Übergabebereich haben wir deshalb eine automatische Umschaltung zwischen den Kommunikationssystemen realisiert. Das ließ sich auf Basis von ASi-5 elegant lösen, weil die neue Kommunikationslösung die bestehende Infrastruktur nutzen konnte“, sagt Paul Koch, Leiter des Retrofit-Projekts bei SEW-Eurodrive.

Antriebstechnik und Sicherheit

Im Zuge des Retrofits wurde die gesamte Antriebstechnik erneuert. Hoch-effiziente EHB-Antriebe des Typs HK60 mit synchronen Servomotoren CM3C71S ersetzen die bisherigen Aggregate, werden über dezentrale Frequenzumrichter vom Typ Movimot flexibel angesteuert und tragen durch ihren verbesserten Wirkungsgrad zur Reduzierung des Energiebedarfs bei. In Verbindung mit dem integrierten, funktional sicheren Motor-encoder EK0Z wird die Sicherheitsfunktion „Sicher reduzierte Geschwindigkeit“ realisiert. Sie greift in Bereichen, in denen Mitarbeitende die Anlage kreuzen, und wird streckenabhängig über Magnetstrasschalter aktiviert. Für die Lackboxen wurde ergänzend eine Notstrategie implementiert, die sicheres Arbeiten im Servicefall gewährleistet. Optimierte Fahrprofile reduzieren ruckartige Bewegungen und damit den mechanischen Verschleiß, was zu längeren Wartungsintervallen beiträgt.

Stabiler Betrieb, transparente Diagnose

Die Kombination aus standardisierten Hardwarekomponenten, durchgängiger Kommunikation und vorkonfigurierten Softwaremodulen sorgt für eine robuste,

skalierbare und wartungsfreundliche Anlage. Sie reduziert den Aufwand für Betrieb und Instandhaltung nachhaltig. Die integrierte Webvisualisierung stellt Diagnosedaten in Echtzeit bereit, sodass etwaige Störungen gezielt und schnell eingegrenzt werden können. „Wir lassen uns regelmäßig die Fehlerspeicher als Auswertung bereitstellen. Seit der Modernisierung sind diese bislang ohne Einträge“, betont Instandhaltungsleiter Schlichenmaier.

Zusammenarbeit als Erfolgsfaktor

Neben der Technik spielte die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten eine zentrale Rolle. Die Abstimmung erfolgte eng und transparent über alle Projektphasen hinweg. „Das klassische Kunde-Lieferant-Verhältnis hat hier kaum eine Rolle gespielt. Es war eher ein gemeinsames Arbeiten auf Augenhöhe“, so Kögel-Projektleiter Hagg. „Die Kommunikation war durchgehend offen, Themen wurden früh adressiert und gemeinsam gelöst.“ Auch die Qualifizierung der Mitarbeitenden wurde frühzeitig berücksichtigt. Schulungen für die eingesetzten SEW-Komponenten sowie für Instandhaltung und Bedienpersonal begleiteten das Projekt. Weil viele Mitarbeitende die neuen Systeme bereits während des Umbaus kennenlernen konnten, reduzierte sich der anschließende Schulungsaufwand. „In Kombination mit der eingesetzten Antriebstechnik entstand ein System, das im Betrieb stabil und gut beherrschbar ist“, resümiert Thomas Madel, Projektmanager Retrofit bei SEW-Eurodrive. Das Retrofit zeigt, wie sich bestehende Anlagen gezielt weiterentwickeln lassen – und damit Verfügbarkeit, Ressourceneinsatz und Lebensdauer nachhaltig verbessern.



Das System **AirSTREAM** für die kanallose Schaltschrankverdrahtung:

- Optimierung der passiven Schaltschrankkühlung durch intelligente Luftführung
- Mehr Platz im Schaltschrank
- Verringerung der Gefahr von Hot-Spots
- **AirTEMP 2.0** Temperatursimulation
- Neue Maßstäbe bei Stabilität, Modularität und Energieeffizienz
- Großes Einsparpotential bei Energie und CO₂
- **AirSTREAM Compact** für kleine Schaltschränke und Schaltkästen
- Homogenes Klima im Schaltschrank mit **AirBLOWER + AirBLOWER Compact**
- Condition Monitoring im Schaltschrank mit **AirTEMP Controller**

**LÜTZE auf der SPS in Nürnberg
Halle 9 Stand 361**

LÜTZE 
A U T O M A T I O N
powered by Amphenol

Friedrich Lütze GmbH · D-71384 Weinstadt
info@luetze.de · www.luetze.de



Die Vorteile der Entkopplung von Hardware und Software in HMIs

Mehr Flexibilität durch Modularität

Wenn Bediengeräte in der Industrie zur Schaltzentrale vernetzter Maschinen werden, entscheidet ihr Konzept über Tempo, Wartbarkeit und Zukunftssicherheit. Der Beitrag zeigt, warum starre Komplettsysteme oft bremsen – und wie ein Baukasten aus Recheneinheit, Display und flexiblem Software-Stack Produktvarianten, Updates und neue Vorgaben deutlich leichter beherrschbar macht.

TEXT: Rodney Feldman, Seco BILDER: Seco; publish-industry, KI-based (Gemini)

Ein modulares HMI ermöglicht es Designern, die Rechen- und Display-Hardware auszuwählen, die ihren Anforderungen entspricht, während der kompakte Formfaktor eines Panel-PCs erhalten bleibt.



Ein Human-Machine Interface, kurz HMI, ist ein Gerät, das es Anwendern ermöglicht, industrielle Maschinen zu steuern. Auch bekannt als Panel-PCs, haben sich HMIs von einfachen, tastengesteuerten Displays zu hochentwickelten Touchscreens entwickelt, die häufig als lokale Schnittstelle für die Steuerung vernetzter Geräte dienen.

In dieser neuen Rolle ist das HMI-Design zu einem entscheidenden Faktor für den Markterfolg industrieller Geräte geworden. Eine durchdachte HMI-Strategie verbessert nicht nur die Benutzererfahrung, sondern trägt auch zu einer einheitlichen Markenidentität über verschiedene Produkte hinweg bei. Darüber hinaus erleichtert sie die Skalierbarkeit, da die Software unterschiedliche Funktionsumfänge innerhalb einer Produktfamilie bereitstellen kann.

Dieser Artikel untersucht die Anforderungen moderner Panel-PCs und beschreibt die Vorteile eines neuen modularen Ansatzes. Er konzentriert sich auf die Bedürfnisse von Geräteherstellern mit mittleren Stückzahlen und erklärt, wie die Entkopplung von Hardware und Software die Entwicklung industrieller Maschinen erleichtern kann.

Die Grenzen traditioneller HMIs

Ingenieure stehen bei der Entwicklung von HMIs vor einer Vielzahl von Herausforderungen. Individuelle Hardwareentwicklung und Verifizierungsaufwände können überraschend langwierig und komplex sein und machen die Entwicklung eines HMI-Frontends oft unpraktisch, insbesondere für Hersteller mit mittlerem Produktionsvolumen und begrenzten Engineering-Ressourcen.

Um die Entwicklung industrieller Maschinen zu vereinfachen, greifen viele Teams auf Panel-PCs zurück, die Anzeige- und Rechenfunktionen in einem einzigen Gehäuse kombinieren. Diese Standardlösungen bieten Komfort, da sie montagefertig für Maschinen geliefert werden. Allerdings gehen viele von ihnen mit erheblichen Kompromissen einher. Feste Hardwarekonfigurationen und Einschränkungen des Betriebssystems können gestaffelte Produktstrategien behindern und Produktlebenszyklen verkürzen.

Die Widerstandsfähigkeit ist auch ein Thema. Einige Panel-PCs bieten möglicherweise keinen ausreichenden Schutz gegen Staub, Vibrationen oder Feuchtigkeit und sind daher für den Einsatz im Fertigungsbereich ungeeignet. Fehlende Zertifizierungen wie UL oder MET-Kennzeichnung können den Einsatz in bestimmten Anwendungsbereichen ausschließen. Darüber hinaus können begrenzte Schnittstellen und Montagemöglichkeiten dazu führen, dass Designkompromisse eingegangen werden müssen.

Auch Softwareeinschränkungen treten häufig auf. In stark integrierten Systemen kann es schwierig sein, Software über Produktlinien hinweg zu aktualisieren oder wiederzuverwenden, insbesondere wenn die Hardware nicht einfach ausgetauscht oder aufgerüstet werden kann.

Modularität als Lösung

Eine modulare HMI-Plattform bietet einen Ausweg aus den Einschränkungen konventioneller Panel-PCs. Basierend auf einer flexiblen Kombination aus Rechenplattform, Display und portablen Betriebssystem-Bausteinen lässt sich eine solche Plattform



Das Modular Vision 10.1 MX8M-Plus ist ein 10,1-Zoll-HMI auf Basis eines NXP i.MX 8M Plus.

leicht an spezifische Produktanforderungen anpassen und ermöglicht schnellere Entwicklungszyklen, einfachere Anpassungen und reibungslosere Upgrades.

Das modulare Design konzentriert sich auf eine Embedded-Rechenplatine, die als System-on-Module, kurz SoM, bezeichnet wird. Das SoM wird in ein Carrier-Board eingesteckt, das die I/O-Schnittstellen bereitstellt und mit dem Display verbunden ist. Diese Architektur ermöglicht es einer einzigen HMI-Plattform, eine Vielzahl von Rechenplattformen sowie Displays in unterschiedlichen Größen und Auflösungen zu unterstützen. Der HMI-Anbieter übernimmt sämtliche Design- und Zertifizierungsanpassungen, sodass Gerätehersteller mit minimalem Designaufwand die für sie passende Kombination auswählen können.

SoMs verwenden typischerweise einen Industriestandard-Formfaktor wie SMARC, um langfristige Skalierbarkeit und Interoperabilität zwischen Anbietern sicherzustellen. Wird zu einem späteren Zeitpunkt mehr Rechenleistung benötigt, kann ein anderes SoM eingesetzt werden, ohne das gesamte HMI neu zu entwickeln.

Diese Flexibilität ermöglicht es Herstellern außerdem, eine breite Palette von Produktvarianten auf Basis einer gemeinsamen Plattform zu unterstützen. So kann beispielsweise ein energieeffizientes Arm-basiertes Modul in einem Einstiegsmodell verwendet werden, während ein High-End-Modell eine leistungsstärkere x86-Variante nutzt.

Auch die Integration in industrielle Maschinen wird vereinfacht. Ein modulares System bietet über alle Konfigurationen hinweg ein konsistentes I/O-Layout, was die mechanische

Konstruktion vereinfacht und die Kabelführung sowie die Abdichtung des Gehäuses erleichtert. Mit mehreren verfügbaren Montageoptionen wie Panel-, Flush-, Rear- oder VESA-Montage können Entwickler das HMI mit weniger Kompromissen in eine größere Bandbreite von Geräten integrieren.

Robuste Software

Ein wesentlicher Vorteil einer modularen HMI-Plattform ist die Möglichkeit, Software von Hardware zu entkoppeln. In konventionellen Systemen ist Software häufig eng an bestimmte Hardwarekonfigurationen gebunden, was die Wiederverwendung erschwert und Upgrades kostspielig macht. Ein modularer Ansatz löst diese Abhängigkeit auf und ermöglicht es Entwicklern, mehrere Produktvarianten zu unterstützen, ohne separate Software-Codebasen pflegen zu müssen.

Um dieses Ziel zu erreichen, können HMI-Plattformen architekturunabhängige Software-Stacks nutzen, die Betriebssysteme, IoT-Middleware, Kommunikationsprotokolle und Entwicklungstools zusammenführen. Mit diesem flexiblen Framework kann Anwendungscode mit minimalen Änderungen über verschiedene Hardware hinweg wiederverwendet oder portiert werden, unabhängig davon, ob es sich um Arm- oder x86-Plattformen handelt.

Die Vorteile gehen über die Entwicklungsgeschwindigkeit hinaus. Eine einheitliche Softwareumgebung verbessert die Wartbarkeit, erhöht die Sicherheit und vereinfacht das Onboarding von Entwicklungsteams. Sie unterstützt außerdem die langfristige Effizienz. Sobald eine Anwendung auf einer Konfiguration validiert wurde, kann sie auf andere Modelle innerhalb der Produktlinie ausgerollt werden, ohne von Grund auf neu beginnen zu müssen. Angesichts neuer Cyber-

sicherheitsanforderungen in Europa – etwa des Delegierten Rechtsakts zur Funkanlagenrichtlinie (RED-DA) und der Normenreihe EN 18031 – erleichtert eine gemeinsame Codebasis die konsistente Umsetzung der Anforderungen über mehrere Prozessorplattformen hinweg.

Modulare HMIs in der Praxis

Die Modular Vision Plattform von Seco veranschaulicht, wie eine modulare HMI-Architektur in industriellen Umgebungen eingesetzt werden kann. Kunden können aus HMI-Lösungen von der Stange wählen, die ausgewählte Arm- und x86-Embedded-Rechenplattformen sowie drei Standard-Displaygrößen von 7 Zoll, 10,1 Zoll und 15,6 Zoll bieten. Die Rechenplattform wird über ein Seco SMARC SoM umgesetzt.

Zentral für die Minimierung des Software-Portierungsaufwands über verschiedene Prozessorplattformen hinweg ist Secos Clea OS, ein auf Yocto basierendes Linux-Framework, das zentrale IoT-Datenorchestrierung, Remote-Gerätemanagement, Over-the-Air-Updates, Cybersicherheit und DevOps-Technologien integriert. Für die Softwareerstellung muss lediglich die Zielprozessorplattform angegeben werden. Weitere Anpassungen sind nicht erforderlich.

Dieses modulare Design trägt dazu bei, den Entwicklungsaufwand zu reduzieren und die Wiederverwendung über Produktlinien hinweg zu unterstützen. Es ermöglicht eine vergleichsweise einfache Implementierung alternativer Prozessor-Display-Kombinationen, die nicht als Standard verfügbar sind. Hardwarevarianten können eingeführt werden, ohne den Software-Stack zu verändern, und umgekehrt. Dadurch können Engineering-Teams schneller auf sich ändernde Anforderungen reagieren und gleichzeitig eine einheitliche Plattformstrategie beibehalten.

Fazit

Modulare HMI-Plattformen überwinden viele der Einschränkungen traditioneller Panel-PCs. Durch die Entkopplung von Hardware und Software erleichtern sie die Skalierung der Leistung, die Wiederverwendung von Code und die Anpassung an sich wandelnde Anforderungen.

Dieser Ansatz reduziert den Entwicklungsaufwand, verkürzt die Markteinführungszeit und unterstützt eine einheitliche Strategie über Produktlinien hinweg. Mit steigenden Anforderungen an Konnektivität und Flexibilität bieten modulare Architekturen eine praktikable Grundlage für langfristige Anpassungsfähigkeit.

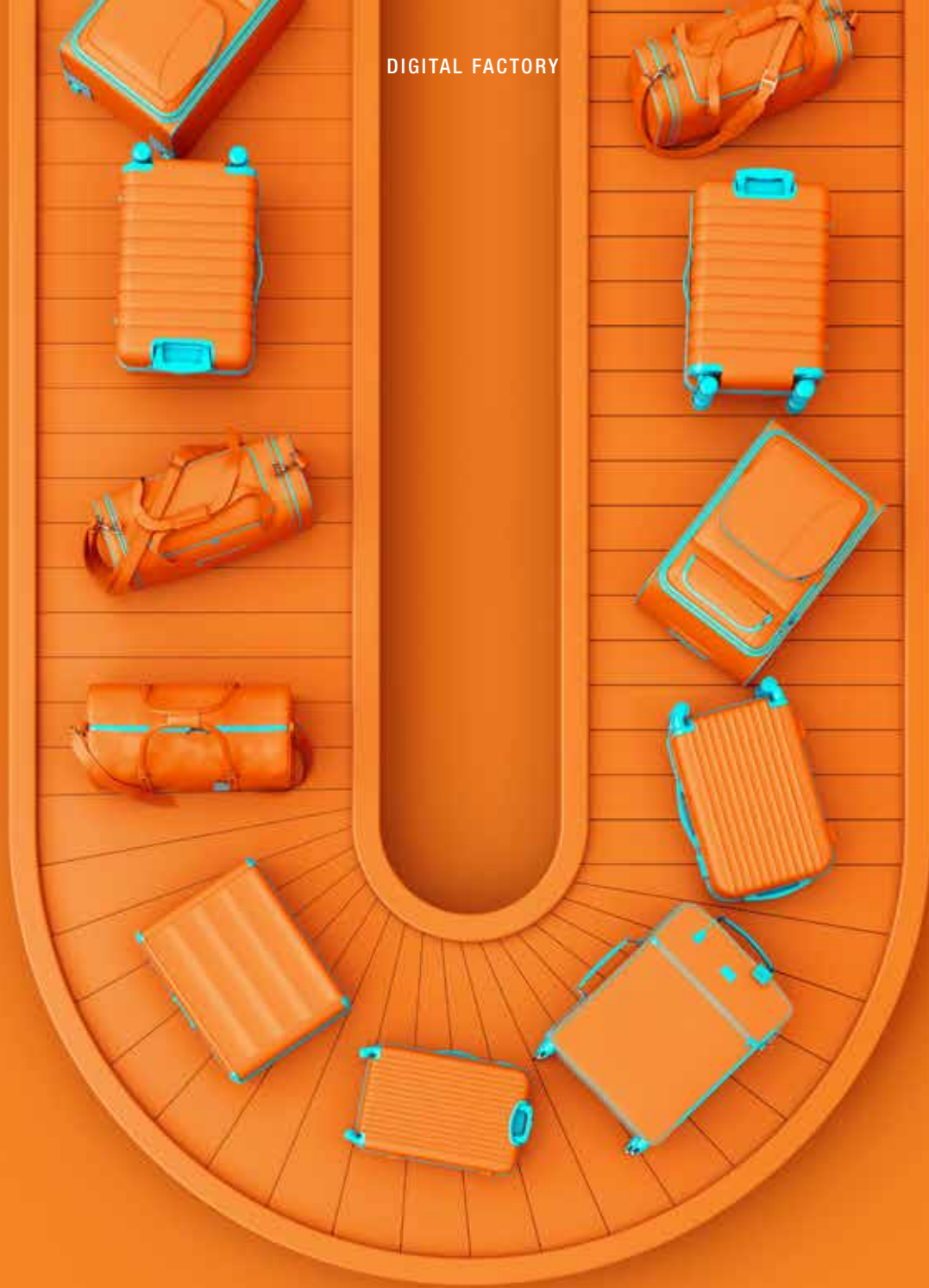
MADE IN GERMANY



FLEXITAST DIE INNOVATIVE DISPLAYTASTE

- HIGH-KONTRAST:** Innovative ZBD-Technologie für perfekte Darstellung.
- DYNAMIC-CONTENT:** Symbole und Texte jederzeit flexibel anpassen.
- PURE-COLOR:** Brillante Farben und echtes Weiß dank RGBW-LEDs.
- ZERO-POWER-SAFE:** Informationen bleiben auch ohne Strom dauerhaft sichtbar.
- EFFIZIENZ-PLUS:** Komplexität reduzieren, Energie sparen und Kosten nachhaltig senken.


www.schlegel.biz



81 Kilometer Fördertechnik immer im Blick

Digitales Rückgrat fürs Gepäck

Am Flughafen Frankfurt sorgt eine der komplexesten Gepäckförderanlagen der Welt dafür, dass jedes Jahr Millionen Koffer zuverlässig ihren Weg ans Ziel finden. Damit das auch bei wachsendem Verkehrsaufkommen reibungslos funktioniert, hat Fraport die Visualisierung der Gepäckförderanlage grundlegend modernisiert.

TEXT: Copa-Data BILDER: Copa-Data; iStock, Marcin Jastrzebski,



Die Gepäckförderanlage am Flughafen Frankfurt bewegt täglich enorme Mengen an Reisegepäck. Mit einer zentralen Visualisierung modernisiert Fraport die Steuerung und Überwachung des komplexen Systems.

Der Flughafen Frankfurt ist mit mehr als 61 Millionen Passagieren pro Jahr eines der wichtigsten internationalen Luftverkehrsdrehkreuze Europas. Für einen reibungslosen Transport des Reisegepäckes betreibt das Unternehmen Fraport hier eine der weltweit größten und leistungsfähigsten Gepäckförderanlagen weltweit. Aktuell ist die Gepäckförderanlage rund 81 km lang und umfasst etwa 22.500 Elektroantriebe. Mit der Inbetriebnahme von Terminal 3 erhöht sich die Gesamtlänge auf rund 100 km und die Anzahl der Antriebe steigt auf etwa 26.500. An Spitzentagen werden mit einer Transportgeschwindigkeit von bis zu 18 km/h mehr als 120.000 Gepäckstücke vollautomatisch sortiert und verteilt. Ein Ausfall der Gepäckförderanlage oder eine ineffiziente Steuerung könnten massive Auswirkungen auf den gesamten Flughafenbetrieb haben.

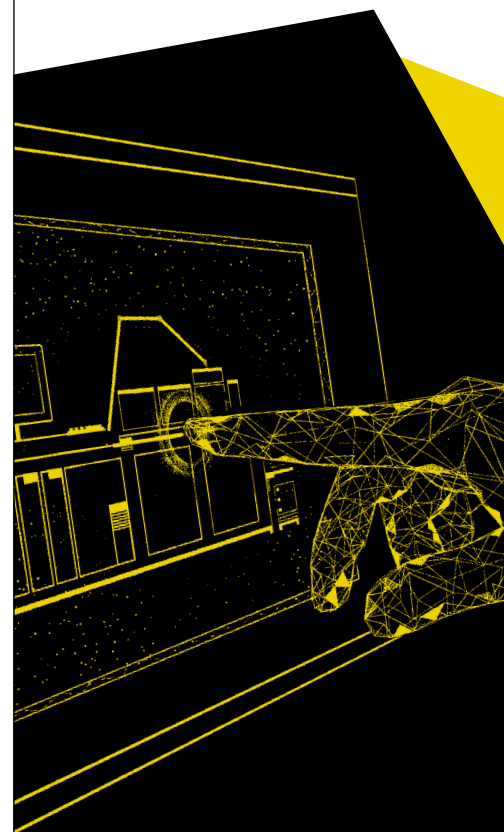
Veraltete Systeme erschweren Betrieb

Vor dem Projektstart arbeitete das Baggage Control Center für die Visualisierung, Steuerung der Gepäckförderanlage und Anzeige der Ankunftsgepäckbänder mit drei verschiedenen Softwarelösungen. Diese Fragmentierung führte zu erheblichem Mehraufwand bei der Bedienung

und hohen Wartungskosten. Auch die veraltete analoge Mosaik-Anzeigetafel stellte das Team vor Herausforderungen: Änderungen daran waren nur durch externe Firmen möglich, was Kosten, Wartezeiten und Flexibilitätsverluste bedeutete. Zudem geriet die physische Erweiterbarkeit der Mosaikfläche beim Ausbau neuer Terminalbereiche wie dem Flugsteig A-Plus an ihre Grenzen. Weitere Anlagenteile konnten nicht mehr dargestellt werden. Durch die fortlaufende Modernisierung und zahlreiche Neubauten im Gepäckfördersystem waren regelmäßige Änderungen an der Visualisierung und Steuerung notwendig. Die bisherigen Systeme waren dafür zu unflexibel und konnten diese Anforderungen nur mit hohem Aufwand erfüllen.

Neue zentrale Visualisierungsplattform

Nach eingehender Evaluierung entschied sich Fraport für zenon – eine modulare, skalierbare Plattform, die durch ihre offene Architektur und umfangreiche Standardfunktionen überzeugte. Ziel war es, sämtliche Teilbereiche der GFA in eine zentrale Visualisierung zu überführen. Die Umsetzung gelang in 61 strukturierten Unterprojekten mit derzeit mehr als 1,37 Millionen Tags. Die Kommunikation erfolgt



HMI & SCADA – Visualisierung ohne Grenzen

Eine Plattform für Alles.
∞ viele Datenpunkte.

Nur ein Browser!

Flexibilität anstelle von Restriktion durch OPC UA im Kern und Webtechnologien in der Visualisierung.

Schnell erstellt!

Durchgängige Objektorientierung ergibt einfachstes Engineering bei jeder Projektskalierung – von HMI bis SCADA.

Besuchen Sie uns:
SPS Nürnberg, DEU
Stand: 7-370

www.atvise.com





Der erste mit zenon visualisierte
Flugsteig im Terminal 1 mit
Zu- und Abförderstrecken sowie
Entnahmestellen

über rund 160 Treiber mit ca. 680 Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Ein Großteil der Funktionen konnte mit zenon Standardfunktionen umgesetzt werden. Komplexere Anforderungen, wie spezielle Prozesslogiken, wurden über Add-ins und die Programmierschnittstelle (API) in C# realisiert. „Bei der Umsetzung zusätzlicher Programmierungen unterstützte uns Dr. Matthias Oertel von unserem externen Partner Helix. Auch in Hochlastphasen konnten wir in der Projektierung auf seine Unterstützung setzen“, sagt Alex Fuchs, FGS-IG, Fraport. „Durch die große Funktionsvielfalt von zenon – beispielsweise durch zahlreiche verfügbare Treiber und eine flexible Programmierschnittstelle – können wir das System sehr flexibel an unsere individuellen Anforderungen anpassen und optimal in unsere bestehende Infrastruktur integrieren. So konnten wir auch auf viele Wünsche des operativen Personals im Baggage Control Center eingehen und die Visualisierung optimal an deren Bedürfnisse anpassen“, ergänzt Sebastian Spitzbart, FGS-IG, Fraport.

Umstellung im laufenden Betrieb

Eine besondere Herausforderung bestand darin, die Umstellung im laufenden

Betrieb umzusetzen – ohne Beeinträchtigung des Flughafenalltags. Dazu wurde die Visualisierung mit zenon zunächst als Parallelsystem aufgebaut und umfangreich getestet. Erst als alle Funktionen einwandfrei liefen, nahm das Team die bestehende Mosaik-Wand endgültig außer Betrieb. Seitdem läuft die Visualisierung auf modernen 86"- und 42"-Monitoren an einer Videowand sowie auf 16 Operator-Arbeitsplätzen mit je drei Monitoren im Baggage Control Center. Für Flughäfen, deren Infrastruktur beinahe rund um die Uhr in Betrieb ist, sind solche Modernisierungen im Live-Betrieb grundsätzlich anspruchsvoll und erfordern eine exakte Planung sowie enge Abstimmung aller Beteiligten.

Mehr Kontrolle, höhere Effizienz

Durch den Umstieg auf zenon konnte Fraport nicht nur die gesamte GFA zentralisieren, sondern auch die betriebliche Effizienz erheblich steigern. Anpassungen an Visualisierungen oder Anlagenstrukturen können nun intern durchgeführt werden – unabhängig von Dienstleistern. Dies spart Kosten, beschleunigt Projektzyklen und reduziert Reaktionszeiten im Störfall. Auch die

Integration neuer Terminalbereiche kann unkompliziert erfolgen. Ein wesentlicher Vorteil: zenon ermöglicht durch die übersichtliche Darstellung aller Zustände und Prozesse eine deutlich verbesserte Betriebsüberwachung. Fehlerquellen können frühzeitig erkannt und schnell behoben werden. „Das Projekt hat zu einer deutlichen Modernisierung und Vereinfachung der Systemlandschaft geführt. Durch die Einführung von zenon konnte die vorher bestehende Fragmentierung mehrerer Einzelsysteme aufgelöst und durch eine zentrale, integrierte Lösung ersetzt werden“, sagt Spitzbart. „Die Plattform ist zudem beliebig erweiterbar – auch zukünftige Funktionalitäten lassen sich nahtlos einbinden“, ergänzt Fuchs.

Mehr als geplant erreicht

Ursprünglich als reine Visualisierung gedacht, übernimmt zenon heute zusätzliche Aufgaben: Steuerung von Weichen, Ansteuerung von Lesestellen und Kontrolle zusätzlicher Komponenten. Auch Predictive-Maintenance-Konzepte lassen sich künftig integrieren. zenon ist damit weit mehr als eine HMI. Es bildet das digitale Rückgrat der GFA-Überwachung und wird nach der Fertigstellung des Terminals 3 auch dieses visualisieren.

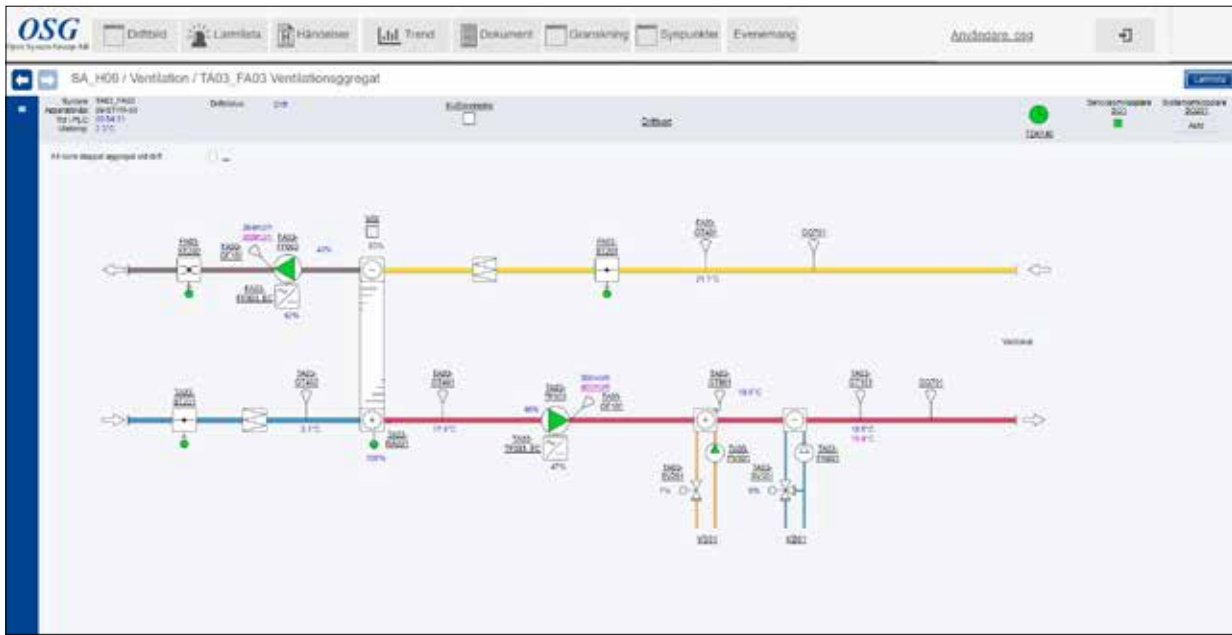


SCADA-Modernisierung für wechselnde Veranstaltungsformate

Zentrale Steuerung für Stockholms Arenen

Fußball, Eishockey oder Konzert: In Stockholms Veranstaltungshallen ändern sich die Anforderungen an Gebäudetechnik und Betrieb laufend. Unterschiedliche Steuerungs- und Überwachungssysteme wurden deshalb auf einer offenen Web-SCADA-Plattform zusammengeführt. Dabei galt es, nicht nur Bedienung und Visualisierung zu vereinheitlichen, sondern auch externe Datenbanken, OPC-UA-Steuerungen und flexible HLK-Betriebsmodi zu integrieren.

TEXT: Bachmann BILDER: Bachmann electronic / Adobe Stock; SGA Fastigheter



Durch den Umstieg auf atvise kann das Lüftungssystem in der Stockholm-Arena und der Stockholm Globe-Arena nun leicht an die Erfordernisse von verschiedenen Veranstaltungsarten angepasst werden.

Die Stockholm-Arena und die Stockholm Globe-Arena, zwei ikonische Mehrzweckarenen, waren mit unterschiedlichen Steuerungs- und Überwachungssystemen ausgestattet. Der Eigentümer, SGA Fastigheter AB, hatte sich entschieden, beide Anlagen auf ein einheitliches SCADA-System zu migrieren, um eine moderne Web-Lösung zu schaffen, die auf einer offenen Plattform basiert. Darüber hinaus waren verbesserte Planungswerkzeuge für die Veranstaltungsverwaltung gefordert, beispielsweise optimierte Einstellungen der Systeme für Heizung, Lüftung und Klimaanlage für verschiedene Sportarten und Veranstaltungen, detailliertere Grundrisse und erhöhte Kapazitäten zur Datenerfassung sowie -analyse.

Umfangreiches Portfolio

Der Systemintegrator OSG begann mit der Durchführung des Turnkey-Projekts, bei dem nahezu alle Aspekte der Implementierung wie Software- und Hardwarelieferung, Programmierung, Inbetriebnahme und Tests abgedeckt wurden. Das Ziel des Projekts war die Einrichtung eines atvise-SCADA-Systems als einer leistungsstarken und flexiblen Web-SCADA-Lösung.

Im Rahmen des Projekts hat OSG eine breite Palette an Produkten und Dienstleistungen beigetragen, darunter eine redundante Serverlösung mit atvise, bei der zwei physisch getrennte, aber virtuell gekoppelte Server für hohe Performance und maximale Verfügbarkeit der SCADA-Applikation sorgen. Eine der Anforderungen für dieses Projekt bestand darin, die Daten

auch in einem kundenseitigen MS SQL Server bereitzustellen. Dank der Offenheit von atvise konnte OSG eigene modulare und wiederverwendbare Komponenten erstellen, um Alarme und historische Daten mühelos mit einer externen Datenbank zu synchronisieren. Ebenso wurde eine eigene Komponente implementiert, die es ermöglicht, in Displays Notizen hinzuzufügen. Dies steigert die Effizienz in der Bedienung und erleichtert den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Bedienern. „Unsere neuen Module OSG Trends und OSG Alarms & Events interagieren mit einer MS SQL-Datenbank, durch die Offenheit von atvise, konnte dies sehr effizient umgesetzt werden.“ erläutert Magnus Raunio von OSG die Hintergründe.

Standardisierte Integration in atvise

Um den Bedienern ein einheitliches Erscheinungsbild und Benutzererlebnis über alle verwendeten Softwarelösungen hinweg zu gewährleisten, wurden verschiedene Elemente entwickelt: darunter eine JavaScript-Library, eine Bibliothek mit HTML-Bausteinen, zahlreiche spezifische Bedien- und Interaktionselemente, Online-Kartenansichten, Navigations- und Menüstrukturen. Die Vielseitigkeit von atvise ermöglichte eine nahtlose Integration dieser Komponenten. „Der externe Event Scheduler wurde als Webanwendung in atvise eingebettet, wobei die gleichen Webkomponenten wie in atvise verwendet wurden“, erläutert Magnus Raunio weiter. Zur Erhöhung der Interoperabilität wurde ein bestehendes Feuer-Alarmierungssystem integriert und vielzählige S7-1200 und S7-1500 Steuerungen auf Basis von OPC UA eingebunden.



Die Stockholm Globe-Arena (r.) und die Stockholm Arena (l.) gehören zu den Symbolen von Schwedens Hauptstadt Stockholm. Jetzt erhielten die beiden Veranstaltungshallen ein einheitliches SCADA-System auf der Basis von atvise.

Das Ergebnis: Kosten- und Leistungsvorteile

OSG hat das volle Spektrum an Programmier- und Gestaltungsarbeiten für sämtliche Grafiken übernommen und einen Symbole-Katalog für atvise erstellt, der auf dem schwedischen Standard für Systemkomponenten beruht. Nach Abschluss des Projekts konnte das gesamte SCADA-System und die Überwachung der Stockholm-Arena und der Stockholm Globe-Arena erfolgreich unter atvise zusammengefasst werden. Dies führte zu signifikanten Verbesserungen in puncto Betriebsflexibilität, Leistung, Zuverlässigkeit sowie betrieblicher Effizienz. Die Anzahl der notwendigen Serviceeinsätze konnte deutlich reduziert werden, was wiederum Kosten sparte.

Parzin Seradji, Technischer Manager bei SGA Fastigheter: „Wir sind unglaublich glücklich mit OSG als Integrator und Systemlieferanten. Und atvise SCADA entspricht voll unseren Erwartungen. Unsere Mitarbeiter sind begeistert vom intuitiven Design und der klaren Struktur der Oberflächen. Obschon die Arena während der Implementierung weiterhin genutzt wurde, bewältigte OSG die damit verbundenen Herausforderungen sehr gut.“

Pläne für Zukunft

Angesichts des großen Projekterfolgs plante OSG die Fortsetzung der Arbeiten durch die Integration weiterer kleiner Arenen wie Hovet und Annexet in Stockholm in die entwickelte atvise SCADA-Plattform.



WEB-PANELS

MODERNES BEDIENEN

■ FLEXIBEL

- Webbasierte Visualisierung mit HTML5, CSS3, JavaScript
- Einfaches Konfigurieren mit einsatzbereiten Controls

■ PERFORMANT

- Flüssiger Seitenaufbau durch leistungsstarke CPUs
- Integrierter Webbrowser bzw. -server

■ VIELFÄLTIG

- Widescreen Multitouch-HMIs von 10,1 bis 21,5 Zoll
- Einbau- oder Tragarmpanels
- Für mobile Anwendungen im 10,1-Zoll-Format

sps

smart production solutions

 Halle **7** Stand **270**

Wireless-HMI



CPU, I/O & Safety



All-in-one Software Remote Access



Die Datenbrücke zwischen OT und IT

Der Y-Weg macht Sensordaten cloudfähig

Prozessdaten für die Steuerung, Servicedaten für Analyse und Instandhaltung: Getrennte Kommunikationspfade entlasten klassische Automatisierungsnetze und erleichtern die sichere IIoT-Anbindung. IODD-Interpretation und integrierte Edge-Funktionen verwandeln Rohwerte bereits in der Feldebene in nutzbare Informationen.

TEXT: Peter Wienzek, ifm BILDER: ifm; publish-industry, KI-based (Gemini)

Egal, in welche Medien man schaut: Es geht um Künstliche Intelligenz. Immer mehr Applikationen werden identifiziert, im „normalen“ Leben wie auch in der Industrie. Was oft vergessen wird sind qualitativ hochwertige Datenquellen, um die Machine-Learning-Algorithmen der KI zu füttern. Beispiele hierfür sind vorausschauende Instandhaltung, Prozessoptimierung oder Qualitätskontrolle. Heruntergebrochen auf die industrielle Automatisierung wird als Datenquelle zunächst die SPS verwendet. Hier befinden sich die Maschinenparameter, Warn- und Störmeldungen. Durch den Einsatz smarter Sensorik entsteht eine weitere „Intelligenzstufe“ unterhalb der SPS.

Smarte Sensorik und Big Data

In den vergangenen zehn Jahren haben sich die verfügbaren Datenmengen auf ein Vielfaches erhöht, von reinen Prozesswerten (Bytes) hin zu Servicedaten (kBytes). Diese sind über klassische Feldbusse und eine SPS nicht mehr zu verarbeiten, da sie für diese Leistungsdaten nicht ausgelegt sind. Die Bandbreite ist zu gering und Prozessorleistung und Speicher sind hierfür ebenfalls unterdimensioniert. Wenn man also die

Servicedaten in IT-Anwendungen nutzen möchte, gibt es nur wenige gangbare Lösungen. Profinet auf Gbit-Physik aufzurüsten würde zu erheblichen Rückwärts-Kompatibilitätsproblemen führen. Eine einfachere Variante ist der Y-Weg, der auf der I/O-Ebene zusätzlich zu der bestehenden Feldbus-OT-Schnittstelle eine zweite Schnittstelle zum Industrial Internet of Things (IIoT) hinzufügt. Das bringt den Vorteil der strikten OT/IT-Trennung, was die Security vereinfacht und für eine problemlose Integration bestehender OT-Hardware- und Software-Strukturen sorgt.

Der Y-Weg im IO-Link Master

Der Y-Weg ist bereits im Master vorkonfiguriert. Es verfolgt die Idee, getrennte Datenkanäle für Steuerung und IT zur Verfügung zu stellen – Prozess- und Servicedaten sind so auf die beiden Kanäle aufgeteilt. Dies ist auf verschiedenen Wegen möglich: Bei der software-gesteuerten Variante werden beide Datenströme über eine Ethernet-Leitung, meist den Feldbus gemeinsam übertragen. Es macht

die Master etwas kostengünstiger, hat aber Einflüsse auf die Performance.

Die meist verwendete hardware-gesteuerte Variante verwendet zwei physikalisch getrennte LAN-Ports: einen für den Feldbus, den zweiten für die IIoT-Schnittstelle. Beide Ports arbeiten in unterschiedlichen IP-Adressbereichen, was eine zusätzliche Sicherheit gegenüber Cyberangriffen auf die Automatisierung gewährleistet. Dementsprechend spielen Echtzeit-Protokolle auf der einen Seite mit IIoT-Protokollen auf der anderen Seite zusammen. Die Quelle



der Daten bildet natürlich IO-Link auf der Geräteseite.

Aus Daten werden Informationen

Die immer noch verbreiteten Analogschnittstellen (4...20mA, 0...10V) werden im A/D-Wandler der SPS-Eingangskarte in 2-Byte-Rohdaten digital abgebildet. Sind diese Daten bereits Informationen? Wenn man Informationen so definiert, dass sie für Menschen verständlich interpretierbar sind, dann trifft das für Analogdaten nicht zu. Sie müssen erst aus den Rohdaten umgerechnet werden, damit aus einem temperaturäquivalenten Messstrom tatsächlich Grad Celsius oder Kelvin werden.

Dieses Problem hat IO-Link elegant gelöst. Mit Hilfe der IO Device Description (IODD) Datei, die für jedes Gerät in der „IODD-Finder“-Cloud abrufbar ist, stehen alle Informationen des Sensors oder Aktuators zur Verfügung. Somit können

Analogwerte der angeschlossenen Geräte direkt in einem menschenlesbaren Wert angezeigt und weiterverarbeitet werden. IO-Link stellt verschiedene Informationsarten zur Verfügung: Prozess- und Parametrierdaten, Service- und Identifikationsdaten. IO-Link bildet mit seinen Informationen die Grundlage für den digitalen Zwilling und die Verwaltungsschale im Industrie-4.0-Umfeld.

Der All-in-One IO-Link-Master

Üblicherweise wird die Integration der IODD auf einer höheren Ebene wie der SPS, dem SCADA-System, dem Edge-Gateway oder der IIoT-Cloud vorgenommen. Dass es auch effizienter geht, zeigt der neue SolutionBlock von ifm. In den Bereichen Automatisierung, IIoT-Anbindung und Security hat dieser IO-Link-Master die Nase vorn.

- **Automatisierung:** Mit der Multiprotokoll-Feldbusschnittstelle können Profinet- und Ethernet/IP-Steuerungen bedient werden. Das sorgt für geringere Lagerhaltung und mehr Flexibilität im Maschinenbau. Mit dem moneo configure Plug-In können die relevanten Sensordaten,

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); 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@dvvmedia.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@dvvmedia.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

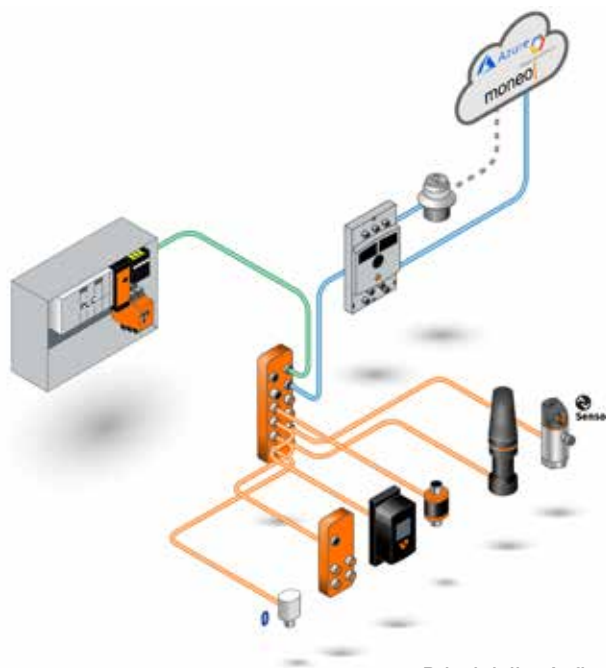
Gerichtsstand München

Der Druck der A&D erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.



GOGREEN

Der CO₂-neutrale Versand
mit der Deutschen Post



Prinzipieller Aufbau des
Y-Weges mit IO-Link-Master
und Edge-Gateway

die an die Steuerung übertragen werden, reduziert werden, was zur Verbesserung der Performance führt.

- **IO-Link Master:** Mit je vier IO-Link A- und B-Ports ist man für alle möglichen Anforderungen der Sensorik und Aktuatorik gerüstet. Die L-kodierten M12-Stecker können bis zu 15 Ampere durchschleifen und erleichtern die dezentrale Verdrahtung.
- **IT-Anbindung:** Der integrierte Switch sorgt für eine einfache Verdrahtung mehrerer Master-Module ohne zusätzliche Hardware. Die strikte Trennung der IP-Adressierung von der OT-Seite wirkt wie eine interne Firewall. Die integrierten IIoT-Protokolle OPC UA, REST API und MQTT können über sichere Verbindungsprotokolle verschlüsselt übertragen werden. Eine Funktion die bisher das Edge-Gateway übernommen hatte.
- **Edge-Gateway:** Der integrierte IODD-Interpreter stellt auch für die IIoT-Datenbank lesbare Informationen zur Verfügung. Zur lokalen Datenaufbereitung oder Anpassung von Datenflüssen steht das einfach zu bedienende Node-RED zur Verfügung. Und schließlich sorgt der eingebaute OPC-UA-Server für eine herstellerunabhängigen Datenaustausch zu anderen Geräten oder Maschinen. Die integrierte Echtzeituhr und das NTP-Protokoll sorgen für synchrone Datenübertragung.

Der neue IO-Link SolutionBlock ist mehr als nur ein Problemlöser. Er findet überall Anwendung, wo es auf interpretierte Daten ankommt und der Y-Weg von der Anlage bis in die Cloud konsequent umgesetzt werden soll.

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	50, 51	igus	13
Allied Vision	21	Kistler	21
Automation 24	3	Kuka	61
Aveva	12	Lütze	33
Bachmann	39, 41	Mesago	U3
BECKHOFF	23	NTT Data	47
Bihl+Wiedemann	U4	P.E. SCHALL	59
Conrad	U2	Phoenix Contact	29
COPA-DATA	38	Schlegel	37
Delta Electronics	64	Schmersal	6, 57
Deutschen Telekom MMS	3	Schneider Electric	29
di-soric	27	Seco	34
E-T-A	21	SEW-Eurodrive	15, 30
Factory-X	29	SIGMATEK	43
FRIZLEN	63	steute Technologies	25, 54
Gefran	22	Trimet	29
GFT	Titel, 8, 10	Turck	5, 21, 24
HARTING	29	Universität Mannheim	29
ifm	19, 44	VMT	22
Ifo Institut	29	Wibu-Systems	58

Patch-Management der OT

Die Achillesferse in der Fertigung

Die zunehmende Vernetzung kritischer Produktionsanlagen eröffnet Cyberkriminellen eine neue, weitreichende Angriffsfläche. Vor diesem Hintergrund rückt die Absicherung der Operational Technology (OT) zunehmend in den Fokus. Ein wesentlicher Bestandteil eines ganzheitlichen Sicherheitskonzepts ist das Patch-Management – ein Bereich, in dem viele Hersteller erheblichen Nachholbedarf haben.

TEXT: Christian Koch, NTT Data BILDER: iStock, Hispanolistic; publish-industry, KI-based (Gemini)



Die meisten Fertiger haben ihre Produktions- und Logistikprozesse weitgehend optimiert, Nachholbedarf gibt es allerdings bei der Absicherung der Systeme.

Traditionell wurden OT-Systeme in abgeschotteten Umgebungen fernab der klassischen IT entwickelt. Diese Trennung ist heute weder sinnvoll noch realisierbar: Um das Ziel der Effizienzsteigerung und Kostensenkung zu erreichen, müssen die Systeme mit dem Firmennetzwerk verbunden werden. Dieser Paradigmenwechsel stellt die Fertiger vor zahlreiche Herausforderungen, angefangen bei der fehlenden Sicherheitsexpertise. Produzierende Unternehmen haben in der Regel wenig spezifische Erfahrung mit dem Schutz sensibler Systeme und Anwendungen – ihr Hauptaugenmerk liegt nach wie vor auf der Aufrechterhaltung eines störungsfreien Produktionsbetriebs. Die OT-Verantwortlichen kennen sich zwar bestens mit industrieller Steuerungstechnik wie ICS, SCADA, PLC und deren proprietären Protokollen aus, aber Themen der klassischen IT-Sicherheit sind ihnen zumeist fremd. Dadurch haben sie Probleme, Angriffe und Anomalien im Netzwerk frühzeitig zu erkennen und darauf zu reagieren. Die fehlende Transparenz über die zugrundeliegenden Kommunikationsstrukturen tut ihr Übriges, sodass Angriffsflächen oft unentdeckt bleiben.

Alte Systeme, neue Risiken

Eine weitere Herausforderung ist das Alter der Anlagen: In der Fertigung sind 15 Jahre und deutlich mehr durchaus üblich. Jede Änderung an der Systemsoftware birgt das Risiko, den reibungslosen Betrieb zu stören oder gar die Funktionsfähigkeit der Maschinen zu gefährden. Hinzu kommt, dass viele OT-Geräte, die kritische Infrastrukturen unterstützen, nicht für einen schnellen Neustart ausgelegt sind. Daher werden potenziell notwendige Patches aus Angst vor Betriebsunterbrechungen oft einfach nicht eingespielt. Während in der IT das regelmäßige Updaten mehr oder weniger Standard ist, gestaltet sich das in der OT deutlich schwieriger. Dies korreliert wiederum mit der sich ständig verändernden Cyber-Bedro-

hungslandschaft. Die Angriffe nehmen Jahr für Jahr zu und werden immer zielgerichteter. Das Ausnutzen von Sicherheitslücken kann von der Manipulation der Fertigungsprozesse bis hin zum Produktionsstopp oder Komplettausfall führen.

Die Maschinensoftware nicht zu aktualisieren, ist natürlich keine Lösung. Denn die Fertiger haben durchaus Möglichkeiten, ihre OT-Umgebung vor modernen Bedrohungen zu schützen. Bevor jedoch irgendwelche Maßnahmen ergriffen und Patches installiert werden, empfiehlt sich eine umfassende Bestandsaufnahme. Dabei sollten alle Geräte, deren Lieferanten, das Alter sowie die spezifischen Funktionen dokumentiert werden. Anschließend gilt es, die kritischsten Anlagen und Netzwerke zu identifizieren und die Prioritäten für zukünftige Patch-Maßnahmen festzulegen. Ein entscheidender Schritt ist die Durchführung von Updates in einer kontrollierten, isolierten Testumgebung, in der die realen Betriebsbedingungen, Schnittstellen und Kommunikationsprotokolle nachgebildet werden. Zusätzlich sollte immer ein Backup der bestehenden OT-Systeme vorhanden sein, um im Notfall auf die vorherige Version zurückgreifen zu können. Neben dieser Rollback-Strategie ist ein engmaschiges Monitoring wichtig, um eventuelle Auffälligkeiten oder Beeinträchtigungen der Systemfunktionalität frühzeitig zu erkennen.

Patch-Lücken absichern

Da das Einspielen von Software-Updates oftmals eine Unterbrechung der Produktion erfordert, kann nicht die gleiche Patch-Frequenz wie in der IT erreicht werden. Die Fertiger benötigen daher grundlegende Schutzmaßnahmen, um Schwachstellen in der Zeit zwischen den Updates zu entschärfen. Eine der effektivsten ist die Segmentierung von Netzwerken inklusive eingeschränkter Zugriffsrechte. Dadurch werden die Kom-

Christian Koch ist Senior Vice President Cybersecurity IoT/OT, Innovations und Business Development bei NTT Data DACH.



munikationsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Anlagen und Systemen eingeschränkt, was die Gefahr von Malware und anderen Bedrohungen verringert. Bestimmte Daten und Protokolle müssen jedoch durchgelassen werden. Daher versuchen Hacker oft, erlaubte Protokolle zu nutzen, um bösartige Datenpakete zu übertragen. Hier helfen beispielsweise OT-Threat-Detection-Systeme weiter: Sie erkennen frühzeitig ungewöhnliche Verkehrsmuster oder Fehlkonfigurationen und geben diese Alarme an das SOC (Security Operation Center) weiter.

Mindestens ebenso sinnvoll ist eine zentrale Management-Konsole. Sie sammelt Informationen von allen Anlagen und Standorten, um Echtzeiteinblicke in die OT-Netzwerke und deren Aktivitätsmuster zu erhalten. So kann das Sicherheitsteam die manuelle Fehlersuche und den forensischen Aufwand reduzieren und schneller auf mögliche Schwachstellen reagieren.

Patching als Service

Angeichts fehlender Ressourcen und Expertise bietet sich die Einbindung eines Managed Service Providers mit langjähriger Erfahrung an, der das Schwachstellenmanagement und die damit verbundenen Aufgaben übernimmt. Ein gut organisiertes Patch-Konzept schützt nicht nur die sensiblen Daten, sondern reduziert auch die rechtlichen Risiken, denen die Hersteller ausgesetzt sind, wenn sie ihrer Sorgfaltspflicht nicht nachkommen. Durch automatisierte Prozesse werden Updates zu günstigen Zeitpunkten eingespielt – oft auch außerhalb der regulären Geschäftszeiten. Dies minimiert menschliche Fehler, reduziert Systemausfallzeiten und stellt sicher, dass kein Update verpasst wird. Darüber hinaus bietet diese Lösung ein umfassendes Tracking und Reporting, das es ermöglicht, den Netzwerkstatus in Echtzeit zu überwachen, fehlende oder fehlgeschlagene Patch-Versuche schnell zu identifizieren und

durch einfache Reports jederzeit den Überblick über alle durchgeführten und geplanten Updates zu behalten. Der MSP stellt sicher, dass alle Patches den gesetzlichen Anforderungen entsprechen und schützt Fertiger so vor Compliance-Verstößen. Das Outsourcing ist zudem wirtschaftlich attraktiv, da eine monatliche Pauschale alle Patch-Aufgaben abdeckt und keine zusätzlichen Investitionen in Infrastruktur oder interne IT-Ressourcen notwendig sind.

Der externe Partner geht dabei Schritt für Schritt vor: Zunächst erfolgt mittels OT-Endpoint-Management-Software eine Erfassung der Assets mit fehlenden Sicherheitsupdates, die kontinuierlich wiederholt wird. Für sicherheitskritische Geräte werden auf Basis von Empfehlungen und Best Practices der OT-Hersteller die notwendigen Patches identifiziert. Relevante Updates werden schließlich anhand der individuellen Anforderungen jedes Systems, bekannter Einschränkungen und geplanter Wartungspläne erfasst, priorisiert und bereitgestellt. Im Anschluss können die OT-Verantwortlichen entscheiden, wann welche Patches eingespielt werden. Das Expertenteam des MSP unterstützt sie bei Bedarf.

Der Druck steigt

Der Druck auf Fertiger, ihre OT-Landschaft besser abzusichern, wird in jedem Fall steigen. Zum einen wird der Gesetzgeber weitere Regelungen einführen, aktuell nehmen NIS2 oder die neue EU-Maschinenverordnung die Betriebe in die Pflicht. Zum anderen werden die Maschinen immer stärker vernetzt, einschließlich der Einbindung von Partnern und Zulieferern, sodass Kontakte nach außen unvermeidlich sind.



it-sa 2026
Halle 9, Stand 428+528

Interview über den Cyber Resilience Act und die neue EU-Maschinenverordnung „Cybersecurity wird zum Wettbewerbsvorteil“

Seit September 2026 greifen erste Meldepflichten des Cyber Resilience Act, im Januar 2027 folgt die EU-Maschinenverordnung. Andreas Schader, Global Product Manager Standardization bei ABB, erklärt, warum Maschinenbauer jetzt Prozesse, Risikobeurteilung und Produktpflege neu verzahnen müssen – und weshalb frühes Handeln im Exportgeschäft zum Vorteil wird.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D

BILDER: ABB

Ist die neue EU-Maschinenverordnung tatsächlich ein Generationenwechsel für den Maschinenbau?

Ja, nach rund 20 Jahren kann man von einem Generationenwechsel sprechen. Trotzdem ist das für mich eher Evolution als Revolution. Die Risikobeurteilung bleibt, die grundlegenden Anforderungen ändern sich nicht und auch die bewährten Mechanismen der Konformitätsbewertung bleiben im Kern erhalten. Neu ist vor allem, dass Cybersecurity expliziter adressiert wird. Die Maschinenverordnung schärft den Schutz vor Korruption nach und macht klar: Ein erfolgreicher Cyberangriff darf nicht dazu führen, dass eine Maschine für Bediener oder Umgebung unsicher wird. Maschinenbauer müssen diese mögliche Rückwirkung auf die funktionale Sicherheit künftig systematisch betrachten und dokumentieren.

Was bedeutet diese Rückwirkung auf die funktionale Sicherheit in der Praxis?

Zunächst einmal bedeutet sie nicht, dass jede Maschine gegen jeden denkbaren Angriff absolut geschützt sein muss. Einen ultimativen Schutz gibt es nicht. Entscheidend ist, dass die Maßnahmen zum Risiko der Maschine und zur Kritikalität der jeweiligen Sicherheitsfunktion passen. Eine Funktion, deren Fehlverhalten vielleicht nur einen kleinen Kratzer verursachen kann, muss anders abgesichert werden als eine Funktion, die Menschen vor tödlichen Gefahren schützt. Genau diese risikobasierte Logik kennen Maschinenbauer bereits aus der funktiona-

len Sicherheit. Sie müssen sie nun um Cyberrisiken erweitern. Die EN 50742 „Safety of machinery – Protection against corruption“ soll diese Anforderungen methodisch konkretisieren. Wichtig ist: Nicht überall muss man mit Kryptografie und maximaler Absicherung alle Register ziehen. Die Maßnahmen müssen zur realen Gefährdung passen – sonst wird Cybersecurity unnötig teuer.

Welche Fristen müssen Maschinenbauer jetzt besonders im Blick behalten?

Wir haben drei entscheidende Termine. Seit dem 11. September 2026 gelten die Meldepflichten des EU Cyber Resilience Act, kurz CRA. Ab dem 20. Januar 2027 ist die EU-Maschinenverordnung anzuwenden. Und ab dem 11. Dezember 2027 gilt der CRA umfassend. Bei der Maschinenverordnung sind viele Unternehmen inzwischen aus der Orientierung heraus und arbeiten an der Umsetzung. Beim CRA ist der Reifegrad unterschiedlicher. Für viele Maschinenbauer ist OT-Security noch eine neue Aufgabe. Dafür brauchen sie Prozesse, Verantwortlichkeiten und dauerhaft verfügbare Kompetenzen.

Was genau löst seit September 2026 eine Meldung aus?

Die Meldepflicht bezieht sich nicht auf jede theoretisch bekannte Schwachstelle. Relevant sind insbesondere aktiv ausgenutzte Schwachstellen und schwerwiegende Sicherheitsvorfälle. Wenn ein Sicherheitsforscher mir nachvollziehbar zeigt, dass mein Produkt eine Schwachstelle besitzt, muss ich diese bewerten

und gegebenenfalls beheben. Das ist aber noch nicht automatisch der Fall einer aktiven Ausnutzung im Feld. Kommt dagegen beispielsweise von einem Betreiber die belastbare Information, dass mit einem unserer Produkte etwas passiert ist, müssen wir die nötigen Daten einholen, Logfiles auswerten und den Vorgang nachvollziehen. Sobald feststeht, dass tatsächlich eine aktive Ausnutzung oder ein meldepflichtiger Vorfall vorliegt, läuft die Frist: Innerhalb von 24 Stunden ist eine Frühwarnung abzugeben, innerhalb von 72 Stunden folgt eine ausführlichere Meldung. Unternehmen dürfen eine unklare Information zunächst prüfen, aber diese Prüfung natürlich nicht schuldhaft verschleppen. Das organisatorisch Anspruchsvolle ist: Diese Meldepflicht erfasst auch ältere Produkte im Feld. Hersteller müssen deshalb Meldekanäle offenhalten und in der Lage sein, Informationen zu längst ausgelieferten Produktgenerationen einzuordnen. Wer erst beim Vorfall überlegt, wer zuständig ist, wie die Eskalation funktioniert und welche Behörde informiert werden muss, wird die Fristen kaum einhalten können.

Welche organisatorischen Prozesse braucht ein Maschinenbauer dafür?

Er braucht keinen riesigen neuen Apparat, aber eindeutig definierte Rollen: Wer nimmt Meldungen entgegen, wer führt die technische Bewertung durch, wer entscheidet über die Meldepflicht und wer informiert Kunden sowie Behörden? Entwicklung, Service, Qualitätsmanagement, Recht und Kommunikation müssen



»Die Maschinenverordnung schärft den Schutz vor Korruption nach und macht klar: Ein erfolgreicher Cyberangriff darf nicht dazu führen, dass eine Maschine für Bediener oder Umgebung unsicher wird.«

Andreas Schader, Global Product Manager Standardization bei ABB

zusammenspielen – im Kern als Product Security Incident Response Team. Hinzu kommt das kontinuierliche Schwachstellenmanagement. Spätestens ab dem 11.12.27 muss der Hersteller während des gesamten Produktlebenszyklus inklusive der Supportperiode neue Schwachstellen in Bibliotheken, Treibern, Betriebssystemen und Komponenten beobachten und die Risiken mitigieren. Nicht jede Schwachstelle ist für die konkrete Maschine relevant: Nutzt sie nur eines von 67 Protokollen eines Kommunikations-Stacks, kann eine Lücke in einem nicht erreichbaren Teil ohne praktische Wirkung bleiben. Diese Bewertung muss nachvollziehbar sein. Solche Mengen lassen sich nicht dauerhaft manuell bewältigen. KI-gestützte Agenten können Da-

Ich brauche eine Safety-Risikobeurteilung und eine Cybersecurity-Risikobeurteilung, aber die Schnittstellen müssen verbunden sein. Wenn eine manipulierte Kommunikation, Firmware oder Parametrierung eine Sicherheitsfunktion beeinflussen kann, darf das nicht zwischen zwei Abteilungen verloren gehen. Genau dort treffen Safety und Security technisch und organisatorisch aufeinander.

Wie weit reicht die Verantwortung des Komponentenlieferanten – und was bleibt beim OEM?

Wir als Frequenzumrichterhersteller verantworten den Frequenzumrichter. Für den Maschinenbauer bleibt dessen interne Software weitgehend eine Blackbox. Er braucht von uns aber belastbare Informa-

einem segmentierten Netz hat ein anderes Risikoprofil als ein frei zugängliches Gerät im Feld. Es kommt auf Architektur, Zugänglichkeit, Funktion und Schadenspotenzial an.

Was bedeutet das für Updates und die bei vielen OEMs üblichen eingefrorenen Firmwarestände?

Das ist eine der größten praktischen Veränderungen. Viele OEMs qualifizieren eine Maschine mit genau definierten Firmwareversionen und frieren diesen Stand anschließend ein. Das ist verständlich, weil Feldbuskommunikation, Timing und Prozessqualität geprüft sind. Künftig kann ein Hersteller aber keine Version weiter ausliefern, in der bekannte und relevante Schwachstellen stecken. Eine Firmware nach dem Motto „Die lief vor sechs Jahren, also bleibt sie drauf“ wird immer schwieriger. Der OEM muss seinen Qualifizierungsprozess so gestalten, dass Updates schneller bewertet werden können. Alternativ kann er Komponenten kapseln und das Risiko durch eine abgesicherte Architektur reduzieren. Auch der Betreiber muss relevante Cybersecurity-Updates einspielen. Bleibt eine Anlage trotz verfügbarer Updates jahrelang ungepatcht, kann das nicht allein dem Hersteller zugerechnet werden. Jedes Update muss auf Nebenwirkungen geprüft werden. Ein reiner Security-Fix ist etwas anderes als eine Version, die zusätzliche Kommunikationsfunktionen aktiviert. Dann kann sich das Risikoprofil der Gesamtmaschine ändern. Der Maschinenbauer muss dieses Delta bewerten und dokumentieren.

Maschinen laufen häufig 20 Jahre oder länger. Wie lässt sich eine so lange Cybersecurity-Unterstützung wirtschaftlich darstellen?

Hier sehe ich einen Konstruktionsfehler des CRA. Eine Maschine besitzt eine mechanische, eine leistungselektronische und eine digitale Lebensdauer – und diese Zeiträume sind nicht identisch.

»Eine Firmware nach dem Motto ‚die lief vor sechs Jahren, also bleibt sie drauf‘ wird immer schwieriger.«

tenbanken überwachen und Meldungen vorfiltern. Entscheiden sollte am Ende weiterhin ein fachkundiger Mensch.

Müssen Maschinenbauer CRA und Maschinenverordnung getrennt bearbeiten?

Das wäre keine gute Idee, denn beide Regelwerke blicken aus unterschiedlichen Richtungen auf dasselbe Produkt. Die Maschinenverordnung interessiert, ob Manipulationen die Sicherheit der Maschine beeinträchtigen können. Der CRA betrachtet Cybersicherheit umfassender: Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit, also etwa Datendiebstahl, Manipulation oder Denial-of-Service-Angriffe. Der CRA begleitet das Produkt außerdem über seinen digitalen Lebenszyklus. In der Entwicklung sollten beide Perspektiven deshalb in einer gemeinsamen Produktstrategie zusammenlaufen.

tionen: Supportperiode, Sicherheitshinweise, Updates, relevante Schwachstellenmeldungen, technische Eigenschaften und vorgesehene Einsatzbedingungen. Der OEM muss die Komponente trotzdem korrekt in seine Maschine integrieren. Wenn er einen Umrichter mit offenen Ports, festem Port-Forwarding und ohne Zugriffsschutz direkt an ein ungeschütztes Netz hängt, kann er die Verantwortung nicht auf den Komponentenhersteller verlagern. Er muss den Kreis um seine Maschine ziehen, Angriffsvektoren bewerten und geeignete Maßnahmen treffen. Dazu können Netzwerksegmentierung, Firewalls, Zugriffsbeschränkungen, deaktivierte Schnittstellen und ein abgeschlossener Schaltschrank gehören. Die erwartete Betriebsumgebung muss klar dokumentiert sein. Ein Umrichter in einem verriegelten Schaltschrank und

Bis zum 20. Januar 2027 müssen Hersteller von Maschinen sowie Anlagenbauer und Händler ihre Produkte, Prozesse und Dokumentationen an die neuen Anforderungen der Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 anpassen.



Trotzdem verlangt der CRA eine definierte Supportperiode, in der Schwachstellen behandelt und Sicherheitsupdates bereitgestellt werden. Ich rechne damit, dass sich bei vielen Industrieprodukten Supportperioden um zehn Jahre etablieren. Bei Frequenzumrichtern passt das beispielsweise zu bestehenden Anforderungen an die Ersatzteilverfügbarkeit und zu Lebensdauerannahmen aus der Nachhaltigkeitsbewertung. Für eine Maschine mit 20 Jahren mechanischer Nutzungsdauer braucht es dann ein Konzept für die digitale Erneuerung: Welche Komponenten werden dann getauscht oder sind noch supportfähig? Wo ist eine Migration vorgesehen? Diese Fragen müssen bereits in die Produktarchitektur und in das Geschäftsmodell einfließen.

Drohen kleinere Maschinenbauer an diesem Aufwand zu scheitern?

Der Aufwand ist real, aber kleinere Unternehmen müssen nicht jede Kompetenz selbst aufbauen. Risikoanalyse, Supportperiode, Bewertung relevanter Schwachstellen und Gesamtverantwortung für die Konformität bleiben beim OEM. Prüfungen, Monitoring, Beratung oder Teile des Incident Response lassen sich vergeben. Wichtig ist, nicht mit maximaler Technik auf jedes theoretische Risiko zu reagieren. Zuerst muss der Hersteller klären, ob sein Produkt überhaupt in den Anwendungsbereich des CRA fällt und welche extern erreichbaren digitalen Elemente vorhanden sind. Eine intern kommunizierende, vollständige

abgeschlossene Maschine ohne externe Schnittstelle ist anders zu bewerten als ein vernetztes Bearbeitungszentrum mit Cloud-Anbindung und Kommunikation zu vor- und nachgelagerten Anlagen. Wer zielgerichtet priorisiert, kann Aufwand und Kosten begrenzen.

Kann nachweisbare Cyberresilienz am Ende sogar ein Wettbewerbsvorteil sein?

Davon bin ich überzeugt. Der deutsche Maschinenbau ist exportorientiert. Andere Märkte werden bei Cybersecurity nachziehen – China, die USA und weitere Industrieregionen arbeiten bereits an vergleichbaren Anforderungen. In drei bis fünf Jahren wird kaum ein anspruchsvoller Betreiber eine vernetzte Maschine kaufen wollen, deren Hersteller keine belastbaren Security-Prozesse nachweisen kann. Zu viele Unternehmen haben erlebt, was es bedeutet, wenn Ransomware die Produktion über Wochen stilllegt. Europa ist regulatorisch früher dran. Das erzeugt zunächst Aufwand, kann aber einen Vorsprung schaffen. Wer Security by Design, Schwachstellenmanagement, Updateprozesse und nachvollziehbare Dokumentation heute beherrscht, kann diese Fähigkeiten international nutzen. Für die kommenden Jahre ist das ein klarer Wettbewerbsvorteil; später wird es zum Standard werden. Der CRA kommt auch nicht völlig überraschend. Wir haben gelernt, elektrische und mechanische Risiken systematisch zu beherrschen. Jetzt müssen wir dasselbe mit digitalen Risiken

tun. Ja, die Lernkurve ist steil. Aber für Unternehmen, die früh handeln, steckt darin eine echte Marktchance.

Wie kann ABB Maschinenbauern helfen, sicher und kosteneffizient durch den CRA- und MVO-Dschungel zu navigieren?

Wir können auf mehreren Ebenen unterstützen. Für größere Maschinen- und Anlagenbauer haben wir Einheiten, die Cybersecurity als eigene Leistung anbieten und Unternehmen auch beratend begleiten. Auf Produktebene liefern wir Komponenten, bei denen Security-Prozesse, kontinuierliche Tests und Schwachstellenmanagement bereits organisatorisch verankert sind. Dazu gehören belastbare Angaben zu Sicherheitseigenschaften, vorgesehener Betriebsumgebung, Supportperioden, Updates und relevanten Schwachstellen. Für den Maschinenbauer ist entscheidend, dass er nicht die interne Software jeder einzelnen Komponente selbst überwachen muss. Wir kümmern uns um unsere Produkte und stellen die Informationen bereit, die der OEM für seine Risikobeurteilung und die Konformität der Gesamtmaschine benötigt. Gleichzeitig helfen standardisierte, gut dokumentierte Komponenten dabei, Test- und Integrationsaufwand zu reduzieren. Die Verantwortung für die Gesamtmaschine können wir dem OEM nicht abnehmen. Aber wir können dafür sorgen, dass er auf einer belastbaren Basis arbeitet – und nicht bei jeder Komponente wieder bei null anfangen muss.

Fußschalter, Sensoren, Positionsschalter –
alle mit Wireless-Anbindung

Funk statt Kabel: So werden Schaltgeräte flexibel

Funkschaltgeräte haben sich ihren Platz in der Automatisierungstechnik erobert, weil der Verzicht aufs Kabel Vorteile vor allem in Sachen Flexibilität bringt. Das gilt nicht nur für die Sensorik z.B. am „End of Arm“ der Robotik, sondern auch für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, insbesondere für Fußschalter.

TEXT: Argient Fetahaj, steute Technologies BILDER: steute Technologies; publish-industry, KI-Based (Gemini)



Universell einsetzbar: Die neue Funkfußschalter-Baureihe

Funk bringt Vorteile: Das trifft auf viele Bauarten von Schaltgeräten zu, besonders aber 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 z. B. die Ummantelung durch Schweißspritzer oder mechanische Beanspruchung angegriffen wird. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der freien Platzierung ohne Rücksicht auf die Zuleitung: Das verbessert die Ergonomie an der Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Aus diesen Gründen setzen Hersteller von Maschinen z. B. für die Metallverarbeitung (Schweißen, Stanzen, Biegen) auf Funkfußschalter. Hier bietet sich der Einsatz einer neuen Baureihe für den universellen Einsatz in der industriellen Produktion an, die der steute-Geschäftsbereich Control entwickelt hat.

Funksystem mit hoher Übertragungssicherheit

Zu den grundlegenden Unterschieden gegenüber der Vorgängerserie gehört ein neues, ebenfalls von steute entwickeltes Funksystem SW2.4LE-IND, das sich bereits bei steute-Fußschaltern für die Medizintechnik bewährt. Dieses System zeichnet sich u.a. durch eine hohe Reichweite (bis 45 Meter in Innenräumen) aus sowie dadurch, dass bis zu zehn Funkpaare parallel an einer Maschine oder in einem Fertigungsbereich betrieben werden können. Außerdem wird auch unter den oft ungünstigen Bedingungen des Industriebetriebs (viele Abstrahlungen und Koexistenz mit anderen Funksystemen) eine hohe Übertragungssicherheit erreicht. Die Güte der Konnektivität, d.h. des Funksignals, wird permanent überwacht und an der Empfangseinheit angezeigt.

Zu den weiteren Verbesserungen im Vergleich zur Vorgängerbauweise gehört der deutlich reduzierte Energieverbrauch. Er schafft die Voraussetzung für lange Akku-Laufzeiten zwi-



Die Antenne ist gut geschützt an der Rückseite der Funkfußschalter angebracht.



Dank der digitalen Autokalibrierung erkennen die Funk-Induktivsensoren selbsttätig, ob sie bündig eingebaut sind oder nicht.

schen den Ladezyklen. Die Antenne ist gut geschützt an der Rückseite des Fußschalters angebracht und funkt direkt zur Empfangseinheit im Schaltschrank.

Funk-Induktivsensoren mit digitaler Autokalibrierung

An beweglichen Komponenten von Automatisierungsanlagen – zum Beispiel an Roboterköpfen oder Rotationsgreifern – sind Funkschaltgeräte ebenso vorteilhaft wie an der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Deshalb hat steute die Baureihe der zylindrischen Induktivsensoren einem Re-Design unterzogen. Zu deren neuen Eigenschaften gehört die Möglichkeit des bündigen Einbaus. Er war bisher nicht möglich, weil Induktivsensoren mit fest eingestelltem Schalterpunkt in einem solchen Fall das umgebende metallische Material erfassen und entsprechend schalten. Damit war der Einsatz in einigen Anwendungen bisher nicht möglich – z. B. beim Erfassen von Werkstücken in Werkzeugmaschine.

Das ändert sich nun mit der digitalen Autokalibrierung, die den Schalterpunkt automatisch und dynamisch an die jeweiligen Gegebenheiten anpasst. Dazu gehört auch das Unterscheiden zwischen bündigem und nicht bündigem Einbau. Sogar an dynamische Veränderungen wie z. B. zunehmende Verschmutzung kann sich die Sensorik anpassen. Die Sensoren sind somit immer einsatzfähig und schalten nur dann, wenn die Situation bzw. der Bedienerwunsch es erfordert. Und – ein weiterer großer, von den Anwendern gewünschter Vorteil – der Energiebedarf von Sensoren und zugehörigem

Funkmodul konnte im Vergleich zum Vorgängermodul um rund 80 Prozent reduziert werden.

Neues Funkmodul

Diese Funkmodule übernehmen sowohl die Energieversorgung der zugehörigen Schaltgeräte als auch die bidirektionale Übertragung der Funksignale, und auch hier gibt es eine Neuheit. Der jetzt vorgestellte und in Kürze in Serie gehende Funk-Universalsender RF 97 BU für die Anwendung mit Funk-Induktivsensoren und Funk-Magnetsensoren zeichnet sich durch eine ebenso kompakte wie robuste Bauweise aus. Die kontinuierliche Energieversorgung über eine auswechselbare Lithium-Batterie erlaubt die Nutzung von Zusatzfunktionen wie z. B. die Überwachung des Schaltgerätes per Statussignal und das Management der Signalübertragung bei möglichen Interferenzen durch die LBT („Listen before talk“)-Technologie. Und die Befestigungsmaße nach EN 50047 schaffen die Voraussetzung für die universelle Integrierbarkeit des Sendemoduls in die Umgebungs konstruktion.

Das Programm wird immer größer

Aufgrund der genannten Vorteile wächst der Bedarf an Funkschaltgeräten und –sensoren kontinuierlich. Mit der stetigen Erweiterung des Programms erleichtert steute die Voraussetzungen dafür. Darüber hinaus erweitert steute sein Wireless-Programm kontinuierlich um robuste Schaltgeräte für anspruchsvolle Industrie- und Heavy-Duty-Anwendungen.



AM-T100 | TIME-OF-FLIGHT (ToF)-KAMERA

3D-Technologie für industrielle Höchstleistung

Mit der AM-T100 3D-Kamera von Schmersal lassen sich Effizienz, Sicherheit und Präzision in der Produktion steigern: Ob Muting-System, Füllstandskontrolle, Vollständigkeitsprüfung oder Pick-and-Place – die Kamera bietet flexible, einfach implementierbare Lösungen für unterschiedlichste industrielle Anwendungen. Auch die Nachrüstung bestehender Anlagen ist möglich. (vgl. Seite 6)

TEXT: Schmersal BILDER: Schmersal; Dominik Gierke

Die AM-T100 Kamera erkennt Objekte in 3D und liefert präzise Tiefeninformationen in Echtzeit – bis zu 60 Bilder pro Sekunde. Mit einer Auflösung von 640×480 Pixeln, IR-Beleuchtung und einem Sichtfeld von $67^\circ \times 51^\circ$ erfasst sie zuverlässig Entfernungen bis sechs Meter. Damit lassen sich Position, Größe und Lage von Objekten präzise erfassen.

Die GigE Vision 2.0-konforme Kamera lässt sich über GenICam problemlos in bestehende Systeme integrieren. Ein SDK unterstützt Entwickler bei Konfiguration und Applikationen. Robust (IP67), kompakt ($70 \times 70 \times 72$ mm) und flexibel anschließbar – die AM-T100 kombiniert modernste Technik mit einfacher Integration für maximale Effizienz und Sicherheit in anspruchsvollen Produktionsumgebungen.

Kundenspezifische Anwendungen

Für spezifische Anforderungen entwickelt das Schmersal Engineering Team individuelle Softwarelösungen und integriert diese in die bestehende Systemumgebung. Je nach Aufgabenstellung können konfigurierbare Applikationen direkt auf der Kamera ausgeführt oder komplexe 3D-Bildverarbeitungslösungen auf externen Industrie-PCs umge-

setzt werden. Dabei arbeitet Schmersal bei Bedarf mit spezialisierten Partnern aus den Bereichen Automatisierung und Machine Vision zusammen.

AM-T100: VORTEILE AUF EINEN BLICK

- Millimetergenaue 3D-Tiefenbilder durch Sony DepthSense Technologie
- Optimal an verschiedene Umgebungs- und Montagebedingungen anpassbar
- Software zur einfachen Konfiguration von 3D-Überwachungsbereichen
- Kompakte Bauweise und robuste Ausführung in IP67
- Flexible Anschlussmöglichkeiten



Alle Anwendungen der AM-T100 3D-Kamera im Überblick finden Sie über den Link im QR-Code.

Softwarelizenzierung in der Industrie

Vom Dongle auf die Überholspur

Software wird zum wiederkehrenden Bestandteil industrieller Produkte – und damit auch ihre Lizenzierung zur strategischen Aufgabe. Gefragt sind Schutz vor Manipulation und unkontrollierter Weitergabe ebenso wie flexible Modelle für Kauf, Subscription, Testzugang oder zeitlich begrenzte Nutzung. Cloudfähige Plattformansätze versprechen dabei eine schnelle Umsetzung, werfen aber Fragen zu Offline-Betrieb, Netzwerklizenzen, Skalierbarkeit und Kontrolle auf. Entscheidend ist, wie sich Sicherheit, Nutzungsrechte und Monetarisierung in der Praxis zusammenführen lassen.

TEXT: Elke Spiegelhalter, Wibu-Systems BILDER: Wibu-Systems; iStock, iLexx

Der Schutz und die Lizenzierung von Software haben sich grundlegend gewandelt: Vom klassischen Dongle als Hardwareanker führt der Weg heute hin zu flexiblen, softwarebasierten und cloudfähigen Lizenzplattformen. Für Softwarehersteller und Hersteller intelligenter Geräte geht es längst nicht mehr nur darum, ein technisch ausgereiftes Produkt anzubieten. Wirtschaftlicher Erfolg hängt ebenso davon ab, geistiges Eigentum wirksam zu schützen, Nutzungsrechte präzise zu steuern und unterschiedliche Geschäftsmodelle zuverlässig abzubilden. Genau hier entsteht jedoch oft erheblicher Aufwand, denn die Stärke der meisten Hersteller liegt in der Entwicklung ihrer Lösungen und nicht im Aufbau einer eigenen Lizenzierungsplattform.

Gleichzeitig steigen die Anforderungen. Anwendungen sollen vor Reverse Engineering geschützt sein, lokal, im Netzwerk und in Cloud-Umgebungen funktionieren und sich flexibel monetarisieren lassen. Neben klassischen unbefristeten Lizenzen werden heute Subscriptions, Testlizenzen oder zeitbasierte Nutzungskontingente verlangt. Was strategisch nach größerer Marktnähe klingt, wird in der Praxis schnell zu einer technisch und organisatorisch anspruchsvollen Aufgabe. An diesem Punkt setzt CodeMeter Licensing-as-a-Service, kurz CmLaaS, von Wibu-Systems an.

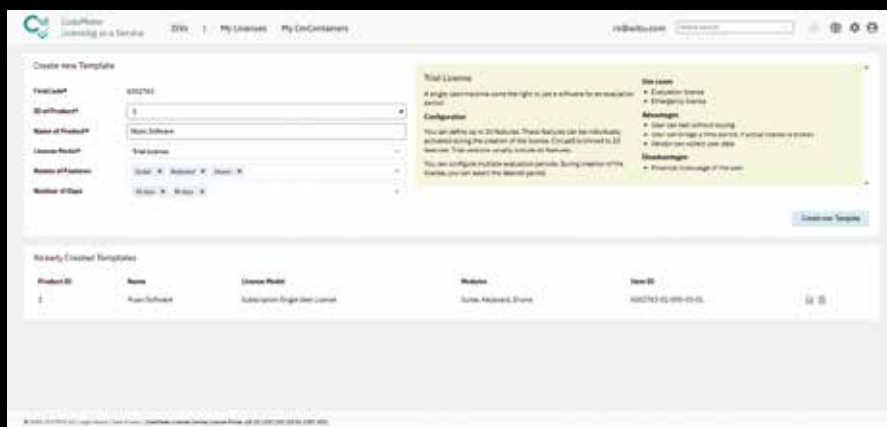
Schneller Einstieg mit CmLaaS

Die auf der CodeMeter-Technologie basierende Lösung ist auf einen schnellen

Praxiseinsatz ausgelegt. Hersteller können Schutz- und Lizenzierungsprozesse deutlich schneller umsetzen, als dies beim Aufbau eigener Systeme möglich wäre. Statt Schnittstellen, Abläufe und Backend-Strukturen selbst zu entwickeln, nutzen sie vorkonfigurierte Lizenzmodelle, die sofort verfügbar sind. Dazu zählen unbefristete Lizenzen, Subscription-Modelle, Trial-Lizenzen und interne Lizenzen. Das reduziert die Einstiegshürde und ermöglicht eine skalierbare Monetarisierung, ohne Sicherheit und Kontrolle aus dem Blick zu verlieren.

Im CmLaaS-Portal definieren die Vertriebsmitarbeiter von Wibu-Systems gemeinsam mit dem Hersteller Product ID, Produktname und gewünschtes Lizenzmodell. Auf dieser Basis entsteht mit





CodeMeter Licensing-as-a-Service enthält vorkonfigurierte Lizenzmodelle.

wenigen Klicks ein Lizenz-Template. Anschließend erhält der Hersteller Zugang zum Portal sowie die AxProtector-Konfigurationsdatei. Mit AxProtector lässt sich Software verschlüsseln; das Werkzeug steht in unterschiedlichen Varianten für verschiedene Zielsysteme und Programmiersprachen zur Verfügung. Über das CmLaas-Portal können Lizenzen anschließend gezielt an Anwender vergeben werden. Ein begleitendes Webinar unterstützt den Einstieg. In vielen Fällen kann ein Produkt auf diese Weise innerhalb von rund einer Stunde lizenziert werden.

Die Lösung bildet Szenarien moderner Softwarevermarktung ab. Für klassische Kaufmodelle stehen Perpetual Licenses zur Verfügung, die zeitlich un-

befristet gelten. Als Single User License können sie an ein Gerät, einen Dongle oder einen persönlichen Cloud-Account gebunden werden. Je nach Ausprägung ist auch ein vollständig offlinefähiger Betrieb möglich. Für größere Installationen und gemeinsam genutzte Umgebungen sind Floating Network Licenses vorgesehen. Diese werden auf einem zentralen Lizenzserver bereitgestellt und erlauben die parallele Nutzung durch eine definierte Anzahl von Anwendern oder Geräten. So lassen sich Szenarien sowohl für Einzelplätze als auch für Netzwerke abbilden.

Subscriptions und Trials

Besonders relevant für viele Hersteller sind Subscription-Modelle, da sie für wiederkehrende Umsätze sorgen. Solche



30. Fakuma

Internationale Fachmesse für Kunststoffverarbeitung

12.-16. Okt. 2026

Montag-Freitag

Friedrichshafen



Sichern Sie jetzt Ihr kostenfreies Ticket:

Registrierungsseite:
www.schall-registrierung.de
 Ticket-Code: FZRT-RTXHN

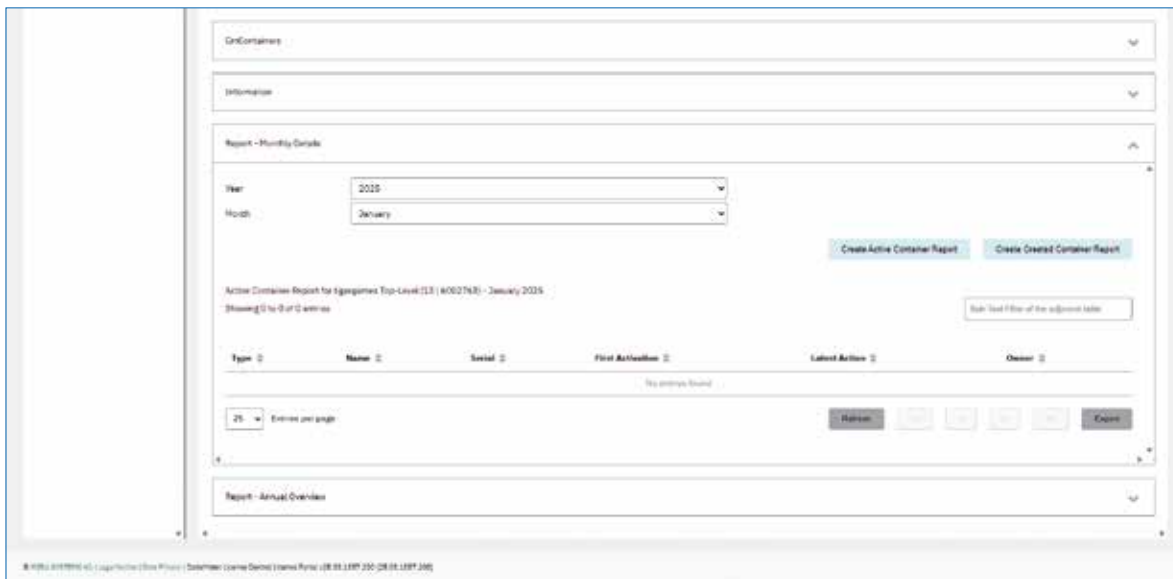
- Spritzgießtechnik
- Thermo- und Umformtechnik
- Extrusionstechnik
- Additiv-Manufacturing / 3D-Drucktechnik
- Werkzeuge, Werkstoffe, Prozesstechnik und Dienstleistungen

fakuma-messe.de
#fakuma2026

Veranstalter:

P. E. SCHALL GmbH & Co. KG
 +49 (0) 7025 9206-0
fakuma@schall-messen.de





Im CmLaas-Portal ist das Reporting integriert.

Lizenzen besitzen ein Ablaufdatum, können mit Kündigungsfristen kombiniert und bei Bedarf automatisiert verlängert werden. Auch in Offline-Umgebungen bleibt dieses Modell nutzbar, etwa über Update-Dateien zur Verlängerung der Laufzeit. In Netzwerkszenarien erfolgt die Verwaltung über den Lizenzserver. Subscription-Ansätze sind damit nicht auf reine Online-Modelle beschränkt.

Ergänzend unterstützt CmLaaS Trial-Lizenzen und Prepaid Time-Based Licenses. Trial-Lizenzen ermöglichen Interessenten einen kontrollierten, zeitlich klar begrenzten Zugang zur Software. Potenzielle Kunden können die Anwendung im realen Einsatz kennenlernen, während der Hersteller die Nutzung unter Kontrolle behält. Prepaid Time-Based Licenses bilden definierte Nutzungskontingente ab, etwa für 30, 90 oder 365 Tage. Werden mehrere Kontingente erworben, lassen sie sich bei der Aktivierung kumulieren. Solche Modelle eignen sich besonders für Softwarevarianten mit festem Funktionsumfang, aber auch für featurebasierte Modelle.

Für Präsentationen, Demonstrationen oder Supportzwecke lassen sich zudem

zeitlich begrenzte interne Lizenzen einrichten und bei Bedarf verlängern. Dadurch sinkt das Risiko, dass eigentlich nur intern vorgesehene Nutzungsrechte dauerhaft aktiv bleiben oder durch Verlust beziehungsweise unkontrollierte Weitergabe missbräuchlich verwendet werden.

Auch die Verwaltungsseite ist auf Skalierbarkeit ausgelegt. Anwender können ihre Lizenzen im CmLaaS-Portal selbst verwalten. Hersteller wiederum haben die Möglichkeit, Reseller einzubinden und ihnen Lizenzen zur Weitergabe oder sogar eigene Erzeugungsrechte zuzuweisen. Gleichzeitig bleibt die Kontrolle über sämtliche ausgegebenen Lizenzen erhalten. Ein integriertes Reporting schafft Transparenz über Verteilung und Nutzung und unterstützt sowohl die Nachvollziehbarkeit als auch die Abrechnung. Gerade für wachsende Hersteller vereinfacht das administrative Prozesse, ohne die Übersicht zu beeinträchtigen.

Wirtschaftlich ist CmLaaS auf typische Wachstumsphasen von Softwareherstellern zugeschnitten. Niedrige Einstiegskosten und ein geringer laufender Ressourcenbedarf erleichtern insbesondere kleinen Teams den Start, wenn

Entwicklung, Markteinführung und Kundenaufbau im Vordergrund stehen. Zugleich endet der Ansatz nicht bei einer reinen Einstiegslösung. Der Zugang zur vollständigen CodeMeter-Technologie bleibt erhalten, sodass sich die Lizenzierungsinfrastruktur bei steigenden Anforderungen ausbauen lässt, etwa durch den späteren Einsatz einer eigenen CodeMeter License Central.

CmLaaS versteht Lizenzierung damit nicht als isolierte Einzelaufgabe, sondern als Bestandteil einer durchgängigen Sicherheits- und Monetarisierungsstrategie. Der Ansatz verbindet Schutz des geistigen Eigentums, Kontrolle über Nutzungsrechte und flexible Vermarktungsmodelle in einer Lösung, die sich schnell einführen und bei Bedarf erweitern lässt. Für Softwarehersteller und Hersteller intelligenter Geräte entsteht so ein praxisnaher Weg in die professionelle Lizenzierung; sie können je nach Anforderungen ihre Lizenzen im CmDongle, in einer CmActLicense oder im CmCloudContainer speichern. Nachhaltige Monetarisierung gelingt vor allem dann, wenn Schutzmechanismen, Nutzungsmodelle und wirtschaftliche Logik von Beginn an ineinandergreifen.

22 mobile Roboter halten die TV-Produktion am Laufen Vom Werk ins Wohnzimmer

In der Produktion eines europäischen TV-Herstellers hat sich der Arbeitsalltag deutlich verändert: Wo früher Mitarbeitende elektrisch betriebene Wagen durch die Hallen manövrieren mussten, übernehmen heute selbstfahrende Transportroboter die Arbeit. Eine Flotte von 22 autonomen mobilen Robotern von Kuka sorgt dafür, dass Materialien zuverlässig zwischen Lager und Produktion bewegt werden – und das rund um die Uhr.

TEXT: Kuka BILDER: Kuka; iStock, Victoriia Kovalchuk





In der TV-Produktion von TPV Displays Polska sorgen mobile Kuka-Roboter für einen kontinuierlichen, automatisierten Materialfluss. Die mobilen Roboter bewegen Bauteile eigenständig durch die Produktion und optimieren Routen sowie Abläufe in Echtzeit.

TPV Displays Polska zählt zu den Herstellern von Fernsehgeräten in Europa. In der Produktion kommen bereits zahlreiche Industrieroboter zum Einsatz. Vor der Automatisierung des innerbetrieblichen Materialtransports waren interne Transporte jedoch stark von manuellen Tätigkeiten abhängig: Mitarbeitende bewegten TV-Panels und Bauteile mit elektrisch betriebenen Wagen durch die Produktionshallen – ein zeitaufwändiger und körperlich belastender Prozess. Gleichzeitig war der Materialfluss ungleichmäßig, schwer planbar und nur begrenzt flexibel an neue Produktionsanforderungen anpassbar.

Automatisierter Materialtransport mit autonomen Robotern

Mit der Einführung von 22 autonomen mobilen Robotern wurde der innerbetriebliche Transport vollständig automatisiert. Die selbstfahrenden Roboter

bewegen sich eigenständig durch die Produktionsumgebung und übernehmen zentrale Aufgaben: Sie transportieren TV-Panels und Bauteile vom Lager zu zehn Montagelinien, bringen leere Verpackungen zurück und optimieren ihre Routen laufend. Die Roboter arbeiten sicher Seite an Seite mit den Mitarbeitenden und entlasten diese von körperlich anspruchsvollen Tätigkeiten.

Ein reibungsloses Zusammenspiel von Robotern

Bereits vor der Einführung der mobilen Roboter setzte das Unternehmen auf stationäre – also fest im Hallenboden verankerte – Industrieroboter. Heute greifen beide Systeme ineinander und sorgen gemeinsam für eine zuverlässige Versorgung der Produktion. „Das Zusammenspiel aus stationären Robotern und AMRs steigert die Effizienz der Versorgung der Montagelinien, erhöht die Flexibilität und verzahnt



Die autonomen mobilen Roboter übernehmen den innerbetrieblichen Transport und entlasten Mitarbeitende von manuellen Tätigkeiten.

Materialfluss und Lagerung zu einem leistungsfähigen Gesamtsystem“, so Grzegorz Benda, Technischer Direktor bei TPV Displays Polska.

Smarte Software sorgt für planbare Abläufe

Die Integration der mobilen Roboter wurde von dem Automatisierungsspezialisten Saicon umgesetzt. Eine zentrale Software steuert die gesamte Roboterflotte, weist Transportaufträge zu, überwacht die Abläufe in Echtzeit und optimiert Wege sowie Auslastung. Dank induktivem Laden arbeiten die Roboter nahezu ohne Unterbrechung im 24/7-Betrieb. „Die nahtlose Integration der neuen Technologie in die vorhandenen TPV-Prozesse war die zentrale Herausforderung. Unsere Lösung automatisierte die Intralogistik vollständig und machte sie zuverlässig planbar“, erklärt Łukasz Sobczak, Leiter des Softwareentwicklungsteams bei Saicon.

Mehr Transparenz und Zukunftssicherheit

Der Status der gesamten Roboterflotte ist jederzeit einsehbar. Die gewonnenen Daten helfen dabei, Abläufe gezielt zu analysieren und kontinuierlich zu optimieren. Gleichzeitig ist das System so ausgelegt, dass es sich flexibel an zukünftige Anforderungen anpassen lässt. Auch aus Sicht von Kuka zeigt das Projekt, welches Potenzial in der Technologie steckt: „Die Implementierung belegt, dass autonome mobile Roboter schon heute die Produktionsstabilität erhöhen – durch verlässliche Abläufe, höhere Transparenz im Materialfluss und eine bessere Beherrschung intralogistischer Komplexität“, sagt Mateusz Nowakowski, AMR Business Developer bei Kuka Polska. Damit wird deutlich, wie automatisierter Materialtransport Unternehmen dabei unterstützt, ihre Produktion langfristig stabil, effizient und zukunftssicher aufzustellen.

BEWEGUNG!



FRIZLEN Brems- und Anlasswiderstände sorgen weltweit für Dynamik bei Hub- und Fahrantrieben in Krananlagen, im Logistikbereich sowie bei mobilen Systemen im Hafenbereich und Offshore.

- Leistungen von 10 W bis 500 kW
- Bis IP67, mit UL / CE

FRIZLEN Leistungswiderstände

- Belastbar
- Zuverlässig
- Made in Germany

+100 JAHRE DYNAMIK DURCH WIDERSTAND

Tel. +49 7144 8100-0
www.frizlen.com

Warum humanoide Robotik nicht zur industriellen Praxis passt

DIE DATEN-ILLUSION

Der globale Wettlauf um humanoide Roboter wird über riesige Trainingszentren ausgetragen. Doch während Projekte versuchen, den menschlichen Körper softwareseitig zu kopieren, fehlen in Produktionshallen oft die Grundlagen für den stabilen Dauereinsatz. Die Automatisierung der Zukunft entscheidet sich nicht an einer menschenähnlichen Hülle, sondern an praxistauglichen Lernräumen und wirtschaftlicher Funktionalität.

TEXT: Delta Electronics BILDER: Delta Electronics; publish-industry, KI-based (Perplexity)

Industrielle Robotik orientiert sich an der konkreten Aufgabe. Spezialisierte Systeme können Prozesse präzise, schnell und effizient automatisieren, ohne den menschlichen Körper nachzuahmen.



In der Diskussion um die autonome Fabrik dominieren spektakuläre humanoide Prototypen, die auf Technologiemesen komplexe Bewegungen vorführen. Dahinter steht ein massiver Aufwand, berichtet das Magazin *Rest of World*: In China wurden über 40 staatliche Trainingszentren errichtet, in denen menschliche Bediener alltägliche Handgriffe simulieren. Über diese Bewegungsdaten sollen Humanoide das Agieren in der physischen Welt lernen. Für den Dauereinsatz im industriellen Umfeld zeigt diese Methode jedoch ein grundlegendes Missverständnis von Automatisierung.

Das technische Limit des biologischen Vorbilds

Der Versuch, den menschlichen Körper in Stahl und Servomotoren zu übersetzen, basiert auf einem Konstruktionsfehler. Die menschliche Anatomie ist kein optimiertes Werkzeug für industrielle Prozesse, sondern das Ergebnis biologischer Evolution, bei der Überleben im Vordergrund stand. Wer diesen evolutionären Kompromiss kopiert, schränkt die Leistungsfähigkeit moderner Maschinen künstlich ein.

In der Technologiesgeschichte war die Orientierung an der Biologie selten der Weg zu echter Effizienz. Erste Automobile erinnerten an Kutschen. Der Durchbruch der Luftfahrt gelang erst, als Ingenieure den Vogelflug nicht mehr durch schlagende Flügel nachahmten. Das Generieren von Bewegungsdaten in Trainingscamps verlagert die Ineffizienz des menschlichen Körpers auf die Softwareebene, löst aber nicht die physikalischen Nachteile in der Werkhalle. Ein System, das auf zwei Beinen die Balance halten muss, ist Radkonstruktionen in Geschwindigkeit, Energieeffizienz und Taktzeit strukturell unterlegen.

Die Grenzen der reinen Daten-Imitation

Hier kommt die Rolle der Künstlichen Intelligenz ins Spiel. KI gilt zwar als Schlüssel für autonome Roboter, ist in der physischen Welt aber kein Zauberstab. Ein System muss mit Reibung, Toleranzen und unerwarteten Situationen umgehen. Reine Datenmasse aus nachgeahmten menschlichen Bewegungen reicht dafür nicht aus.

Michael Mayer-Rosa, Senior Director der Industrial Automation Business Group EMEA und Head of Intelligent Robot Systems (IRS) bei Delta Electronics, warnt vor einer Verkürzung der tatsächlichen Herausforderungen: „Robotik bleibt Systemarbeit. Mechanik, Elektronik, Software, Sensorik, Sicherheit, Daten und Prozessverständnis müssen zusammenpassen. Ein Roboter ist kein künstlicher Mensch, er ist eine funktionale Erweiterung unserer produktiven Möglichkeiten. Wenn wir den Menschen kopieren, bauen wir oft nur eine teure, langsame und fehleranfällige Version unserer selbst.“

Strategische Weichenstellung für Europa

Während globale Märkte von Kapital oder staatlichen Datenfabriken getrieben werden, hinkt die europäische Debatte oft hinterher. Europa darf sich nicht in Diskussionen über optische Erscheinungsbilder von Maschinen verlieren, während andere Regionen vollendete Tatsachen schaffen. Mayer-Rosa sieht darin einen klaren Standortauftrag: „In China werden Maschinen systematisch mit der physischen Realität gekoppelt. Europa braucht eigene industrielle Lernräume, schnellere Umsetzung und bessere Bedingungen für Talente. Sonst redet man über technologische Souveränität, während andere sie praktisch entwickeln“, betont Mayer-Rosa. Gute Automatisierung kopiert nicht den Arbeiter, sondern optimiert den Ablauf.

Pragmatismus als Erfolgsfaktor

Für produzierende Unternehmen leitet sich daraus ein klarer Handlungsauftrag ab: Bei der Bewertung neuer Robotik-Generationen muss die konkrete Aufgabe der absolute Ausgangspunkt sein. Anwender sollten bestehende Prozesse digital und mechanisch neu strukturieren, anstatt schlecht automatisierbare Abläufe durch ein menschenähnliches System zu ersetzen. Investitionen fließen besser in die Modernisierung der Prozessarchitektur und den Aufbau eigener, robuster Datenstrukturen. Zudem braucht es flexible, funktionale Systeme wie anwendungsspezifische Greifer oder mobile Plattformen. Die wirtschaftlichste Lösung sieht selten spektakulär aus – aber sie löst das reale Problem im industriellen Alltag am stabilsten.

Schmetterlingsrüssel inspiriert
programmierbare Keramikaktoren

CLEVER FINGEROLLT

Schmetterlinge rollen ihren langen Saugrüssel nach der Nahrungsaufnahme zu einer kompakten Spirale zusammen und strecken ihn bei Bedarf wieder aus. Nach diesem Prinzip haben Forschende der Universität Stuttgart und des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung winzige keramische Strukturen entwickelt, die sich mithilfe von Magnetfeldern kontrolliert bewegen lassen. Sie könnten neue Antriebskonzepte für die Mikro- und Softrobotik ermöglichen.

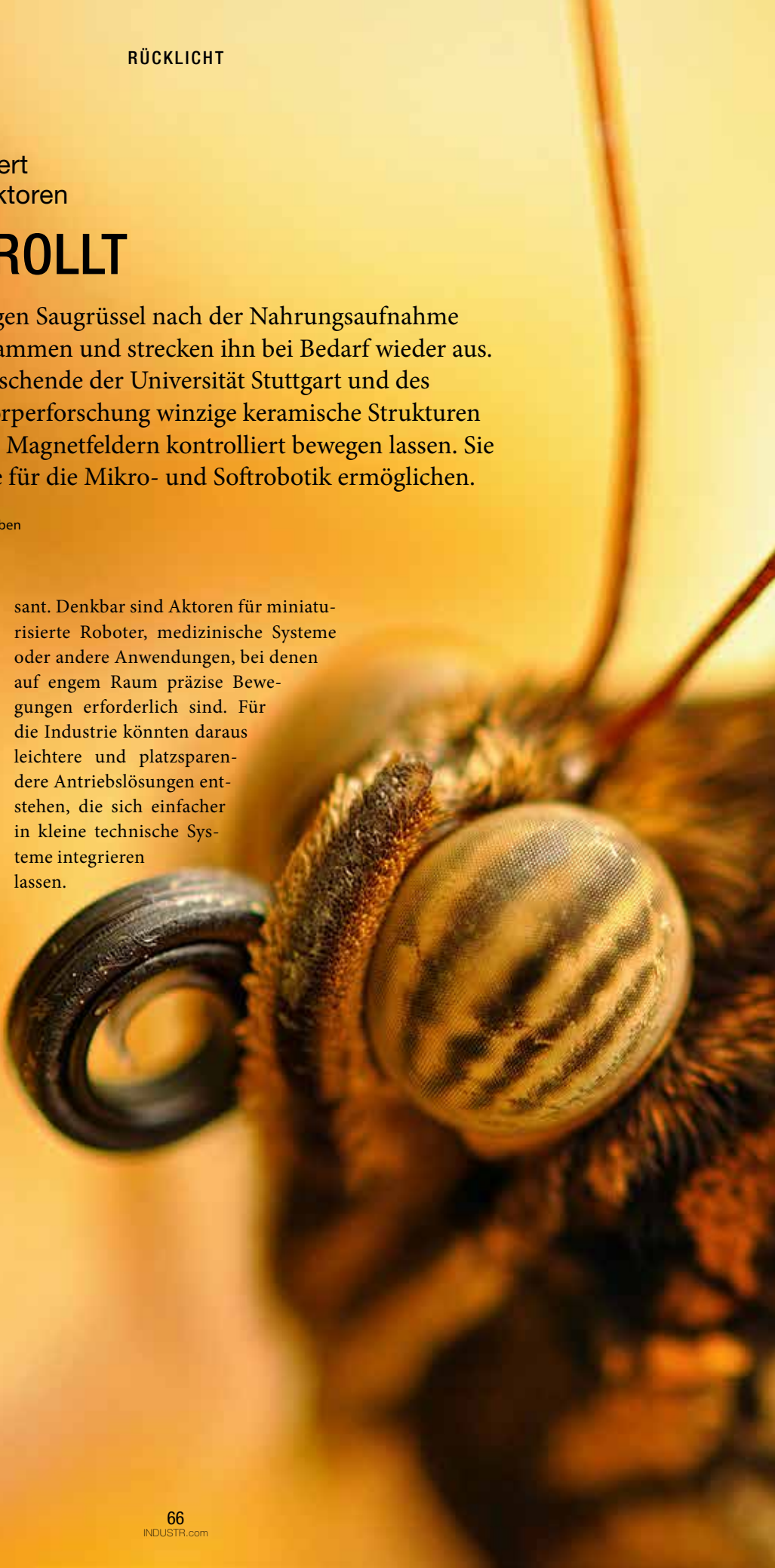
TEXT: Rieke Heine, freie Redakteurin BILD: iStock, sduben

Filigran, flexibel und exakt an die Nahrungssuche in Blüten angepasst: Der Saugrüssel eines Schmetterlings ist filigran genug, um tief bis zum Nektar vorzudringen, und zugleich so flexibel, dass er sich auch durch enge Blütenstrukturen führen lässt. Diese Verbindung aus feiner Geometrie und hoher Flexibilität diente den Forschenden als Vorbild für dünne keramische Schichten. Dafür kombinierten sie bioinspirierte Materialkonzepte mit keramischen Nanomaterialien, magnetischer Funktionalität, Mechanik und Fertigung.

Das Ergebnis sind keramische Mikrorollen, die sich mithilfe von Magnetfeldern gezielt auf- und abrollen lassen. Dabei sind die kleinen Rollen trotz ihrer geringen Größe enorm belastbar. In Versuchen funktionierten sie auch nach 5.000 Zyklen zuverlässig und bewegten mehr als das 30-Fache ihres Eigengewichts. Über Materialaufbau und Geometrie lässt sich zudem bestimmen, wie sie sich verformen und bewegen. So können die dünnen Keramiksichten selbst als Aktoren dienen und auf kleinstem Raum gezielte Bewegungen ausführen.

Gerade diese Kombination aus geringer Größe, Belastbarkeit und steuerbarer Bewegung macht die Technologie für die Mikro- und Softrobotik interes-

sant. Denkbar sind Aktoren für miniaturisierte Roboter, medizinische Systeme oder andere Anwendungen, bei denen auf engem Raum präzise Bewegungen erforderlich sind. Für die Industrie könnten daraus leichtere und platzsparendere Antriebslösungen entstehen, die sich einfacher in kleine technische Systeme integrieren lassen.



sps

24. – 26.11.2026
NÜRNBERG

Spot the World of Industrial AI

See you at the SPS!

Intelligenz entsteht im klugen Zusammenspiel.

Industrial AI sowie Lösungen aus Antriebstechnik, Sensorik, Software und industrieller Kommunikation treiben die Automatisierung zielsicher voran.

Entdecken Sie das gesamte Spektrum auf der
SPS – Smart Production Solutions, der internationalen
Fachmesse für Automatisierung.

Create the Future with Automation



sps-exhibition.com

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



MEHR-VERBINDUNG.DE



14.10.2026 - 15.10.2026
Schmiedehalle, Stand 707
Areal Böhrler, Düsseldorf



03.11.2026 - 05.11.2026
Stand 20-529
Messezentrum Bad Salzuflen



smart production solutions

24.11.2026 - 26.11.2026
Halle 7, Stand 200 + 201
Messe Nürnberg