

A&D RESHAPE

MANUFACTURING INDUSTRY

SEPTEMBER | 2026



Bihl
+ Wiedemann



FLEXIBEL, ZUKUNFTSSICHER, EFFIZIENT

BEST BUDDIES

Warum sich ASi-3, ASi-5 und IO-Link
ideal ergänzen ...mehr ab S. 8

SMARTE WARTUNG

Ausfälle vorausschauend
vermeiden S. 16-33

DOPPELINTERVIEW

C-Level von Eplan und
Siemens über KI S. 40

SPEZIAL: INNOTRANS

Automatisierungstechnik
auf der Schiene ab S. 71

TITELBILD-SPONSOR: BIHL+WIEDEMANN

EtherCAT-Klemmen nahtlos optimiert

Die ED-Serie: schnelle Installation, einfache Diagnose

EtherCAT®



Seit langem schätzen Anwender die hohe Performance, Skalierbarkeit und Anwenderfreundlichkeit der EtherCAT-Klemmen von Beckhoff. Die ED-Serie erweitert das Portfolio und liefert mit technologischen Upgrades eine zukunftssichere Plattform für die Einführung neuer Funktionen und Signalarten.

- **Kompatibel:** ED- und EL-Klemmen sind mechanisch miteinander kompatibel.
- **Kosteneffizient:** Funktionale Verbesserungen bei reduzierten Systemkosten.
- **Gewohnt schnell:** Highspeed-EtherCAT-Kommunikation bis in die letzte Klemme.
- **Anwenderfreundlich:** Vollständig werkzeugloser Anschluss erleichtert die Installation.
- **Übersichtlich:** Einheitlicher Formfaktor erleichtert Setup, Wartung und Diagnose.
- **Smart:** Ein DMC-Code ermöglicht die Klemmenidentifikation und Diagnose per App.
- **Langzeitverfügbar:** Die Klemmen der bewährten EL-Serie bleiben verfügbar.



Scannen und
den Standard
der Zukunft
erleben

New Automation Technology

BECKHOFF

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: Die deutsche Industrie ist für Präzision und Qualität bekannt. Doch im globalen Wettbewerb wird eine weitere Disziplin immer wichtiger: Geschwindigkeit. Chinesische Unternehmen verkürzen Entwicklungszyklen, bringen Produkte schneller in den Markt und skalieren konsequent. Für deutsche Maschinenbauer und Produktionsunternehmen reicht es deshalb nicht, nur an einzelnen Prozessen zu drehen. Gefragt sind schnellere Entscheidungen, mehr lokale Verantwortung und Organisationsmodelle, die Dynamik nicht ausbremsen. Genau deshalb frage ich **Dr. Ralf Sauter, Partner bei Horváth:**

WIE KÖNNEN WIR CHINA-SPEED KONTERN?

Die globale Wettbewerbsfähigkeit entscheidet sich heute nicht mehr nur über Kosten, sondern über das Tempo. Der Benchmark für dieses Tempo in der Industrie wird heute oft als „China Speed“ bezeichnet, da nirgendwo Produkte so schnell entwickelt, produziert und skaliert werden wie in China.

Unsere neue 7. jährliche Horváth CxO Priorities Studie belegt diesen Druck: Neun von zehn Unternehmen geben an, dass sie Marktanteile verlieren, wenn sie in Entwicklung, Produktion und Vertrieb nicht deutlich schneller werden. Gleichzeitig erwarten 74 Prozent der Befragten, dass der Wettbewerb durch chinesische Hersteller den Druck weiter erhöht, was Risiken für Marktanteile und Überkapazitäten birgt. Hinzu kommen externe Belastungen wie unterbrochene Lieferketten, steigende Energiepreise und Zölle. Der Weg nach vorn besteht jedoch nicht darin, chinesische Unternehmen lediglich zu kopieren. Stattdessen müssen wir China quasi als „Fitnesscenter“ für die eigene Organisation verstehen. Es geht um ein „Speed over Perfection“-Mindset und ein neues Organisationsmodell.

Wer heute global wettbewerbsfähig sein will, muss sich vom klassischen exportorientierten Denken lösen und zu einer wirklich globalen Aufstellung finden. Das bedeutet: Lokale Standorte benötigen mehr Verantwortung und einen größeren Entscheidungsspielraum. Es müssen Strukturen geschaffen werden, die echte Geschwindigkeit ermöglichen. Unternehmen müssen den Anspruch aufgeben, alles zentral steuern zu wollen. Stattdessen müssen die Wertschöpfung und die Entscheidungshoheit direkt dort verankert werden, wo die Kunden und die Dynamik entstehen. Nur so lassen sich Geschwindigkeit, Kundennähe und Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichern.



Automation24

Motoren & Antriebe
energieeffizient
starten und regeln

automation24.de

SIEMENS

Schneider
Electric

Invertek
Drives

E.T.N



Unsere Bestseller

Kostenlose Broschüre:

 automation24.de/katalog



Wir sind für Sie da



0800 24 2011 24

info@automation24.de

INHALT

AUFTAKT

- 06 Bildstory: Autonome Outdoor-Robotik
- 12 Menschen im Fokus: Michael Hanisch, Head of Technology, AWS

TITELSTORY

- 08 Best Buddies: Warum sich ASi-3, ASi-5 und IO-Link ideal ergänzen

FOKUS: VORAUSSCHAUENDE INSTANDHALTUNG

- 16 Gesünder mit Werkzeugüberwachung
- 22 Umfrage: Lösungen für vorausschauende Wartung
- 26 Predictive Maintenance mit dem richtigen Dreh
- 30 Resiliente Automatisierung: Technik trifft Beschaffung

NET ZERO INDUSTRY

- 34 Net Zero Highlights der Branche
- 36 Interview mit Dr. Nico Fritsch, Siemens: „DC ist eine Business-Case-Entscheidung“

RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 15 Storyboard PCB
- 21 Storyboard Kuka
- 63 Impressum & Firmenverzeichnis
- 82 Rücklicht



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



AB SEITE

16

FOKUSTHEMA

Condition Monitoring &
Predictive Maintenance



AB SEITE

71

Spezial zur InnoTrans:
Rail & Transportation



TITELSTORY

Best Buddies: Warum sich ASI-3, ASI-5 und IO-Link ideal ergänzen



DIGITAL FACTORY

- 40 Interview C-Level von Eplan und Siemens:
„Wir müssen aufhören, Daten von A nach B zu kopieren – die Welt wartet nicht auf uns“
- 44 Interview mit Jan Niestrath, Autodesk:
„Physical AI versteht nicht nur Wörter, sondern die Welt“
- 49 Schnelle Kommunikation per EtherCAT und EtherCAT P
- 52 IO-Link Safety für eine flexible und einfache Konnektivität

FACTORY AUTOMATION SOLUTIONS

- 56 Automatisch profitieren bei jedem Schaltschrank
- 60 Genauer kalibrieren:
Kraft, Drehmoment & Präzision vereint
- 64 Wenn jeder Millimeter zählt:
Positionssensorik für kompakte Antriebe
- 68 3D-LiDAR-Technologie: Objektdetektion unter anspruchsvollen Bedingungen

SPEZIAL: RAIL & TRANSPORTATION

- 72 Schienenfahrzeuge vor digitalen Angriffen besser schützen und den CRA umsetzen
- 76 InnoTrans-Umfrage:
Effiziente Lösungen für die Bahnbranche
- 79 Steckverbinder im Schienenverkehr:
Bahn frei für Connectivity

TITELBILD: publish-industry, KI-based (Perplexity)

KOLLISIONSVERMEIDUNG

Objektdetektion unter anspruchsvollen Bedingungen



KBox B-301-RPL

High-End IPC
für KI-Anwendungen

- Leistungsstarker Industrie PC für maschinelles Lernen, KI-Workflows und grafikintensive Anwendungen
- Kontron µATX-Motherboard aus Deutschland mit leistungsstarken Intel® Core™ i3/i5/i7/i9-Prozessoren der 14. Generation
- Systems Engineering und Fertigung in Deutschland für stabile Lieferketten, hohe Produktqualität und schnelle Reaktionszeiten
- Industrietauglich: Schock- und vibrationsfest, 24/7-Betrieb, langfristige Verfügbarkeit



www.kontron.com



Europäische Forschungsplattform für Robotik

AUTONOME OUTDOOR-ROBOTIK

Helsing präsentiert über Area 9 – eine Forschungseinheit an der Schnittstelle von KI und autonomen Systemen – die europäische Robotik-Forschungsplattform RX-1. Sie bietet Forschungseinrichtungen in Europa eine souveräne Alternative zu Systemen, die außerhalb hergestellt werden. Helsing wird RX-1 akademischen Einrichtungen und Robotiklaboren auf dem ganzen Kontinent zur Verfügung stellen. Mit RX-1 sollen die Grenzen autonomer Systeme im Freiland vorangetrieben werden.

TEXT + BILD: Helsing



Warum sich ASi-3, ASi-5 und IO-Link ideal ergänzen

BEST BUDDIES

Weniger Stecker, mehr Verbindung: AS-Interface verfolgt seit jeher den Ansatz, Daten und Energie über ein einziges Profilkabel bereitzustellen und so die Verdrahtung in der Feldebene konsequent zu vereinfachen. Dieser Grundgedanke reduziert den Installationsaufwand und schafft eine durchgängige Systemarchitektur, die flexibel an unterschiedliche Applikationen angepasst werden kann. Auf dieser Basis bilden ASi-3, ASi-5 und IO-Link heute ein flexibel kombinierbares Gesamtsystem in modernen Automatisierungslösungen.

TEXT: Dr. Franzjosef Schröder, Bihl+Wiedemann BILDER: Bihl+Wiedemann; publish-industry, KI-based (Perplexity)

Während ASi-3 für eine bewährte, kosteneffiziente Lösung in der Feldebene steht, eignet sich ASi-5 mit hoher Datenbandbreite und kurzen Zykluszeiten für anspruchsvolle Anwendungen. IO-Link ergänzt das System gezielt dort, wo intelligente Sensorik bis in die Parameterebene hinein transparent eingebunden werden soll. Entscheidend ist dabei nicht die isolierte Betrachtung einzelner Technologien, sondern ihr Zusammenspiel im konkreten Anwendungsfall. ASi-3 und ASi-5 werden deshalb entlang häufig gestellter Fragen gegenübergestellt. So entsteht ein realistisches, aussagekräftiges Bild der jeweiligen Leistungsfähigkeit – jenseits pauschaler Aussagen oder verein-

fachter Marktannahmen. Gleichzeitig wird IO-Link in dieses Systemumfeld eingeordnet und seine Rolle innerhalb der ASi-basierten Architektur erläutert. Ziel ist es, die Technologien nicht getrennt voneinander zu betrachten, sondern ihre funktionale Ergänzung und die daraus resultierenden Synergien im Gesamtsystem zu zeigen. Im Zentrum steht dabei stets die applikationsgetriebene Auswahl. Unterschiedliche Anforderungen, z.B. in der Intralogistik, erfordern unterschiedliche Kombinationen aus ASi-3, ASi-5, ZPA und IO-Link. Besonders deutlich wird dies in Anwendungen zur Steuerung von Motor Driven Rollers (MDRs), bei denen sich die jeweiligen Stärken der Systeme direkt auf Installation, Skalierbarkeit und Systemeffizienz auswirken.

Warum immer mehr Hersteller auf ASi-5 setzen

ASi-3 ist bei Anwendern weiterhin sehr beliebt und wird entsprechend stark nachgefragt. Viele namhafte Hersteller unterstützen ASi-3. Parallel dazu wächst das Interesse an ASi-5 kontinuierlich – insbesondere in der Intralogistik. Ausschlaggebend ist vor allem die deutlich höhere Daten- und Systemleistung. ASi-5 ermöglicht eine hohe Datenbreite mit Prozessdaten von 16 Bit bis zu 32 Byte pro Teilnehmer, kurze Zykluszeiten sowie eine Performance, die in vielen Anwendungen mit ethernetbasierten Systemen vergleichbar ist. Dadurch lassen sich auch größere Datenmengen, etwa von intelligenten Sensoren





Das ASI-5/ASI-3 Gateway aggregiert die Signale von dutzenden ASI Teilnehmern bzw. der daran angeschlossenen Aktuatoren, Sensoren und IO-Link Devices unter nur einer IP-Adresse. Gleichzeitig stellt AS-Interface durch den kommunikativen Bruch zwischen der Netzwerkinfrastruktur (TCP/IP) und der Peripherieebene eine zusätzliche Hürde gegen Cyberattacken dar.

oder IO-Link Devices, schnell und effizient in die Steuerung integrieren. Entsprechend bringen immer mehr Hersteller neue Produkte mit ASI-5 auf den Markt, was Bihl+Wiedemann vor allem im Sinne der Anwender ausdrücklich begrüßt. Da ASI-5 aufgrund seiner noch jungen Historie aber noch nicht allen Anwendern bis ins Detail vertraut ist, lohnt hier ein Blick auf häufige Fragen und die technischen Fakten dahinter.

Sind ASI-3 und ASI-5 kompatibel?

ASI-3 und ASI-5 basieren auf unterschiedlichen Technologien und benötigen jeweils eigene Master. Beide Systeme können jedoch problemlos auf demselben ASI Profilkabel betrieben werden. Der Mischbetrieb ist in der Praxis etabliert, weil beide Systeme sich perfekt ergänzen. Bihl+Wiedemann hat diese Entwicklung deshalb schon früh konsequent mit kombinierten ASI-5/ASI-3 Gateways, wahlweise auch mit integriertem ASI-5/ASI-3 Sicherheitsmonitor, umgesetzt.

Wie viele ASI Teilnehmer sind sinnvoll – und wie beeinflusst das die Zykluszeit?

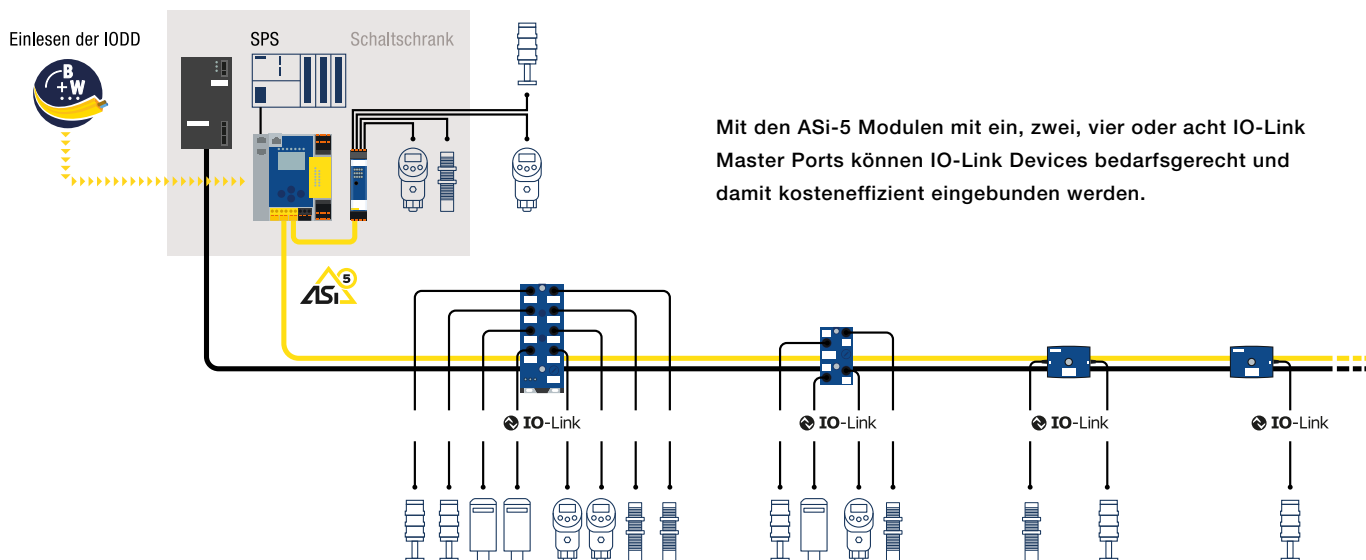
Die maximale Teilnehmeranzahl hängt von der Kombination aus ASI-5 und ASI-3 Teilnehmern ab. Im praxisnahen Mischbetrieb empfiehlt Bihl+Wiedemann maximal 62 Teilnehmeradressen pro ASI Kreis in beliebiger Kombination. ASI-5 hat eine minimale Zykluszeit von 1,27 ms. Diese wird bei bis zu 24 Teilnehmern mit je maximal 2 Byte Prozessdaten automatisch erreicht, da das System im Default immer maximal schnell arbeitet. Werden mehr Teilnehmer oder mehr Prozessdaten pro Teilnehmer verwendet, wird die minimale Zykluszeit zwar nicht mehr für alle erreicht, aber auch noch bei 62 ASI-5 Teilnehmern ist es möglich, wichtigere Teilnehmer weiterhin auf 1,27 ms zu priorisieren. ASI-5 bietet so eine hohe Flexibilität für applikationsgerechte Lösungen. Die Bihl+Wiedemann Software-Suites unterstützen dabei durch

die transparente Anzeige der individuellen Zykluszeit, die für ASI-3 und ASI-5 Module automatisch angegeben wird.

Wie viele IO-Link Devices kann man über einen ASI Kreis einsammeln?

Das hängt von der benötigten Datenmenge ab. ASI-5 hat einen Prozessdatenkanal von 4096 Byte, rechnerisch lassen sich so bis zu 128 IO-Link Devices mit je 32 Byte Prozessdaten im „Vollausbau“ in einen ASI Kreis integrieren. In der Praxis sind solche Datenmengen aber nur in Einzelfällen sinnvoll, weil bei so einer Datenlast tatsächlich die Ethernet-Schnittstelle im Gateway zum Nadelöhr würde und die Daten von der SPS mit azyklischen Kommandos ausgetauscht werden müssten. Da die ASI-5 Zykluszeit je nach Anzahl der Daten pro Modul stark ansteigt, schafft die transparente Darstellung der Zykluszeiten für jedes ASI Modul in den Software-Suites bereits bei der Planung Klarheit und damit Sicherheit. Und durch Priorisierung oder Channel-Bundling können Zykluszeiten auch individuell optimiert werden.

In der Realität werden aber meist deutlich geringere Datenmengen übertragen, denn typischerweise werden nur wenige IO-Link Devices – mit überschaubaren Datenmengen – angebunden. Mit dem fein granularen Portfolio von Bihl+Wiedemann an ASI-5/IO-Link Master mit 1, 2, 4 oder 8 Master Ports lässt sich jede Anwendung bedarfsgerecht auslegen. Anwender bezahlen so nur die tatsächlich benötigten Ports und profitieren gleichzeitig vom kostengünstigen Verdrahtungssystem ASI. Denn während bei klassischen ethernetbasierten IO-LinkMastern jeder 4- oder 8-Port Master eine eigene, separat zu konfigurierende und zu verwaltende IP-Adresse besitzt, aggregiert das ASI-5/ASI-3 Gateway leicht 100 IO-Link Devices unter einer einzigen IP-Adresse mit nur einem Webserver und nur einem OPC UA Server – ein wichtiger Faktor, auch in Bezug auf Cybersecurity.



Wird ASi-3 perspektivisch vollständig durch ASi-5 ersetzt?

Bei klassischen digitalen E/A-Modulen ist die ASi-5 Anschaltung häufig etwas teurer als bei ASi-3. Gerade bei kleinen Anwendungen mit wenigen Ein- und Ausgängen sind ASi-3 Lösungen meistens günstiger. Die Kostenvorteile von ASi-5 zeigen sich vor allem bei Anwendungen mit einer höheren E/A-Dichte. Dann können häufig mehrere ASi-3 Module durch ein einziges ASi-5 Modul ersetzt werden. Während bei ASi-3 mit einer AB-Adresse maximal 4E/4A realisiert werden können, lassen sich mit einer ASi-5 Adresse bis zu 16 E/As übertragen. Dadurch ergeben sich Einsparungen bei Hardware, Installationsaufwand und der Anzahl benötigter ASi Adressen pro Kreis. Noch deutlicher zeigen sich die Kostenvorteile von ASi-5, wenn zusätzlich auch Safety-Signale integriert werden sollen. So verfügt das ASi-5 Safety E/A Modul BWU4277 in IP20 zwar über 14 sichere Eingänge und 2 sichere elektronische Ausgänge, belegt dabei aber nur eine einzige ASi-5 Adresse. Eine vergleichbare Lösung würde mit ASi-3 mindestens 9 Single Adressen und 2 AB-Adressen erfordern.

Wird IO-Link durch den Einsatz von ASi-5 langsam und intransparent?

Die Protokollumsetzung erfolgt über im ASi-5 Modul integrierte IO-Link Master. Werden viele IO-Link Daten von einem Modul übertragen, beeinflusst das die Zykluszeit. Werden aber gezielt einzelne oder wenige IO-Link Devices oder geringe Datenmengen über ASi-5/IO-Link Module angebunden, erfolgt die Datenübertragung schnell. Transparenz und Software-Downloadfähigkeit sind bei ASi-5 Modulen mit IO-Link Mastern immer gegeben.

Ist die Konfiguration von ASi-5 aufwendiger im Vergleich zu ASi-3?

Mit dem ASi-5/ASi-3 Handadressiergerät BW4925 von Bihl+Wiedemann lassen sich ASi Teilnehmeradressen besonders schnell, einfach und komfortabel vergeben. Zudem erleichtert der Hardwarekonfigurationsassistent in den Software-Suites die Projektierung kompletter ASi Kreise in der Praxis erheblich. Der Export der Signalnamen zum Import in die Steuerung und die Möglichkeit der symbolischen Programmierung machen die SPS-Programmierung noch deutlich einfacher und effizienter. Dies gilt besonders für moderne modulare Maschinen- und Anlagenkonzepte. Selbstverständlich bleibt bei den ASi-5/ASi-3 Gateways aber auch ein Quick Setup des gesamten ASi Kreises direkt am Gateway weiterhin jederzeit möglich – ganz ohne zusätzliche Hilfsmittel, Webserver oder Software.

Ist ASi-5 weniger robust als ASi-3?

AS-Interface ist grundsätzlich ein sehr robustes und störungempfindliches System, wenn grundlegende Installations- und EMV-Regeln eingehalten werden. Eine saubere Erdung der gesamten Anlage, geringe Störeinflüsse oder ausreichend Abstand zu EMV-Störquellen sind bei ASi-3 wie ASi-5 entscheidend für einen stabilen Betrieb. ASi-5 kommuniziert mit einem Frequenzmultiplexverfahren im Frequenzbereich von 1-10 MHz parallel auf 170 Frequenzen. Jedes Modul tauscht parallel auf 3 Frequenzen redundant Daten mit dem Master aus. Neben vielen weiteren Maßnahmen zur stabilen Datenübertragung arbeitet ASi-5 auch dann verzögerungsfrei weiter, wenn eine der drei redundanten Frequenzen gestört wird.

Können bei ASi-5 Stichleitungen genauso leicht realisiert werden wie bei ASi-3?

Der ideale Aufbau eines ASi-5 Kreises ist eine Linie oder ein Stern. In der Praxis sind aber auch Abzweigungen an nahezu jeder Stelle möglich und üblich. Stichleitungen mit weniger als 4 m Länge sind auch bei ASi-5 völlig unkritisch. Bei längeren Stichleitungen muss ein ASi-5 Busabschluss am Ende jeder längeren Stichleitung eingesetzt werden. Generell wird bei ASi-5 ein ASi-5 Busabschluss am Ende des ASi Kreises empfohlen.

Ist ASi-5 auf 200 m Leitungslänge begrenzt?

Wie bei ASi-3 lassen sich auch ASi-5 Netzwerke durch den Einsatz von Repeatern erweitern. Mit vier ASi-5/ASi-3 Diagnoserepeatern BWU4981 sind Stranglängen von bis zu 1000 m realisierbar. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber ASi-3 Repeatern besteht darin, dass selbst aus Segmenten, die – vom Gateway aus betrachtet – hinter dem Repeater liegen, alle relevanten Diagnoseinformationen wie Doppeladresserkennung, ASi Strom- und Spannungsmessung, Erdschlussüberwachung und Kommunikationsfehler im Master zur Verfügung stehen.

Ist ASi-5 zukunftsfähig?

Die Frage nach der Zukunftsfähigkeit von ASi-5 lässt sich auch bei skeptischer Betrachtung eindeutig mit „Ja“ beantworten. ASi-5 spielt seine Stärken vor allem dann aus, wenn eine hohe E/A Dichte, viele Metadaten und Parameter, Analogwerte (u.a. Geschwindigkeiten und Rampen in der Fördertechnik) oder viele sichere Daten benötigt werden. Oft entstehen aus der Kombination dieser Anforderungen multifunktionale Module, die vom Kunden auf die jeweilige Applikation angepasst werden können. So erschließen sich Applikationsmöglichkeiten für das kostengünstige Verdrahtungssystem AS-Interface, die mit ASi-3 nur eingeschränkt oder nur mit höherem Aufwand realisierbar waren, etwa bei komplexen Mess- und Funktionsmodulen. Immer mehr Hersteller, vor allem aus Intralogistik und Pneumatik, bringen neue ASi-5 Anwendungen auf den Markt. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach ASi-5 Lösungen weltweit kontinuierlich an, auch (oder gerade) in wirtschaftlich herausfordernden Zeiten. Deshalb steht auch der Chiphersteller Renesas weiterhin klar hinter AS-Interface, sodass von einer langfristigen Verfügbarkeit von ASi-5 und ASi-3 Chips ausgegangen werden kann.

Effiziente Gateways für leistungsstarke ASi Netzwerke

Auf den ersten Blick wirken die ASi-5/ASi-3 Gateways von Bihl+Wiedemann größer als vergleichbare Lösungen. Das

liegt an den integrierten Entkoppelspulen, die den Einsatz teurer ASi Netzteile überflüssig machen. Bihl+Wiedemann setzt traditionell auf Gehäuse aus Edelstahl statt auf Kunststoffgehäuse. Dies ermöglicht eine deutlich effizientere Wärmeableitung und reduziert den Bedarf an Einbauabständen im Schaltschrank. Anwender profitieren so doppelt: Sie benötigen insgesamt weniger Platz im Schaltschrank und kommen mit weniger sowie kostengünstigeren Netzteilen aus – die Gesamtsystemkosten sinken entsprechend. Die neuen ASi-5/ASi-3 Gateways – mit oder ohne integriertem ASi-5/ASi-3 Sicherheitsmonitor – liefern pro ASi Kreis 8 A und bieten eine UL-Zulassung für Nordamerika ohne die „class 2 only“-Beschränkung auf 100 W.

Effiziente Steuerung von Motorrollen mit ASi-5 Antriebslösungen im Kabelkanalgehäuse

Die ASi-5 Motormodule im Kabelkanalgehäuse von Bihl+Wiedemann ermöglichen den einfachen, kosten- und zeiteffizienten Anschluss gängiger Rollenaggregate oder Motor Driven Rollers (MDRs). Die ASi-5 Antriebslösungen unterstützen MDRs mit 24 V und 48 V Betriebsspannung aller gängigen Hersteller und eignen sich je nach Modell für bis zu 4 Rollenaggregate mit Anlaufströmen von bis zu 7 A pro Motor. Die Verdrahtung erfolgt übersichtlich und kompakt im Kabelkanal. Der Direktanschluss über das Profilkabel reduziert den Verdrahtungsaufwand und die Installationskosten deutlich. Die Motoransteuerung erfolgt schnell und präzise. Für ASi Stranglängen von bis zu 200 m ist in der Regel mit ASi-5 kein zusätzlicher Busabschluss erforderlich. Die beim gleichzeitigen Abschalten von Motoren entstehenden Rückspeisespannungen werden durch Bremschopper – wahlweise für 24 V (BWU4969) oder 48 V (BWU4915) – unterdrückt. Die ASi-5 Motormodule im Kabelkanalgehäuse decken ein breites Anwendungsspektrum ab – von stark verzweigten Förderstrecken über I/O-intensive Lagertechnik bis hin zu hochdynamischen Sortieranwendungen. Geschwindigkeiten und Rampen lassen sich über ASi-5 zyklisch übertragen, während gleichzeitig umfangreiche Diagnosefunktionen wie die Erkennung von Ausgangskurzschlüssen oder die Auswertung von Motorströmen zur Verfügung stehen. Zudem können mit einem einzigen Kabelkanal-Motormodul über eine Adresse neben den Motorrollen bis zu 8 weitere Sensoren integriert werden. Und dank der ZPA-Funktionalität BW4921 in den ASi-5/ASi-3 Gateways von Bihl+Wiedemann können mit den ASi-5 Motormodulen mehrere ZPA-Zonen realisiert werden, sodass staudrucklose Förderstrecken ohne zusätzlichen SPS-Programmieraufwand möglich sind – unabhängig vom eingesetzten Feldbus, dem Hersteller und der Art der Motoren.

Interview mit AWS-Technologiechef Michael Hanisch

„Nicht die Cloud ist riskant – Stillstand ist riskant“

Von der Brownfield-Anbindung bis zum autonomen Roboter-Agenten: Michael Hanisch, Head of Technology bei AWS Deutschland, räumt im A&D-Interview mit dem Mythos der „Datenhalde“ auf. Er erklärt, wie das Prinzip „Working Backwards“ Innovationen beschleunigt, warum die Cloud heute oft sicherer ist als der eigene Serverraum und weshalb das Andocken von KI-Lösungen für den Mittelstand ein idealer Startpunkt sein kann.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D **BILD:** Thorsten Jochim, AWS

» Wer KI nur diskutiert, wird von denen überholt, die sie praktisch einsetzen.«

Welche Rolle nimmt AWS in der Fertigungsindustrie heute ein? Sind Sie Plattformprovider, Umsetzungsbeschleuniger oder eher Dirigent eines großen Partner-Ökosystems? Und was will AWS bewusst nicht sein?

Wir vereinen alle drei Rollen. AWS bietet eine große Bandbreite – von Software für Edge-Devices zur Anbindung bestehender Brownfield-Systeme bis hin zu mehr als 240 Cloud-Services, mit denen sich Infrastruktur und Steuerung in der Cloud aufbauen und über Edge wieder in die Fabrik zurückspielen lassen. Entscheidend ist dabei unser starkes Partner-Ökosystem. Wir integrieren unterschiedliche Komponenten, sprechen Protokolle wie MQTT oder OPC UA und schlagen so die Brücke zwischen OT und Cloud. AWS ist damit Technologiegeber und gemeinsam mit seinen Partnern ein klarer Beschleuniger. Da wir aber kein klassischer Professional-Services-Anbieter sind, setzen wir nicht jedes Projekt selbst um, sondern arbeiten dafür gemeinsam mit unseren spezialisierten Partnern, die näher an den konkreten Anforderungen der Kunden sind.

Viele Fertiger sitzen auf riesigen Datenmengen, wissen aber nicht, wie sie diese sinnvoll nutzen sollen. Wo entsteht hier der eigentliche Mehrwert?

Der Hauptmehrwert entsteht nicht dadurch, dass man Daten aus PLCs oder dem MES einfach in die Cloud schiebt. Das allein ist zunächst nur eine „Datenhalde“ und bringt noch keinen direkten Gewinn. Der eigentliche Wert entsteht erst dann, wenn ich mir eine Strategie überlege, wie ich diese Daten mit Kontext anreichere und an die richtigen Personen oder Systeme verteile. Was wir heute bieten, ist die Demokratisierung von

Technologie. Was früher nur für Großkonzerne mit riesigen IT-Budgets machbar war, steht heute praktisch jedem offen, weil bei uns nach Verbrauch abgerechnet wird. Ein mittelständischer Maschinenbauer muss nicht alles ersetzen. Er kann klein anfangen, die Cloud-Anbindung testen und experimentieren. Funktioniert ein Prototyp nicht, wird er wieder gelöscht – dann sind nur ein paar Euro verloren, aber wertvolle Erkenntnisse gewonnen. Zudem ist das Sicherheitsniveau, das wir durch unsere Größe bieten können, ein massiver Hebel. Wir investieren Summen in Sicherheit, die ein einzelner Fertiger allein kaum aufbringen könnte.

Wenn Sie in die Werkhallen schauen: Was ist aktuell das drängendste Ausgangsproblem? Kämpfen die Unternehmen eher mit Qualität, Kosten oder dem allgegenwärtigen Fachkräftemangel?

Alle diese Themen hängen zusammen, aber der Fachkräftemangel ist ein massiver Treiber für Automatisierung und KI. Wir müssen Wege finden, das Wissen erfahrener Mitarbeiter zu sichern und Prozesse so zu optimieren, dass sie auch mit weniger Personal stabil laufen. Genau hier setzen wir an: KI hilft, Zeit zu sparen. Wenn ein Wartungsagent einem Techniker direkt sagt, wo das Problem liegt und welches Ersatzteil er mitbringen sollte, ist das ein direkter Gewinn an Effizienz. Es geht darum, dem Menschen die „Brot-und-Butter-Arbeit“ abzunehmen, damit er sich auf die komplexeren Aufgaben konzentrieren kann.

Welche KI-Use-Cases liefern Ihrer Erfahrung nach aktuell den schnellsten, messbaren Business Impact?

Ein absoluter Favorit ist der Wartungsagent. Er ist deshalb so beliebt, weil er sich

sehr gut andocken lässt, ohne dass man sofort tief in Produktionsplanung oder Steuerung eingreifen muss. Der Agent erhält Zugriff auf Handbücher, kennt die Konfiguration der Maschinen, analysiert Live-Daten, erkennt Anomalien und führt eine Root-Cause-Analyse durch. Er schlägt Alarm und sagt im Grunde: Hier gibt es ein Problem, wahrscheinlich liegt es an Komponente X – schau dir das bitte an. Ein zweiter starker Use Case ist die Optimierung komplexer Roboterzellen. Normalerweise programmiert ein Mensch jeden Arm einzeln und muss mühsam sicherstellen, dass sie sich nicht in die Quere kommen. Einem KI-Agenten geben wir die Freiheitsgrade und das Ziel der Zelle vor. Er plant dann blitzschnell unzählige Szenarien durch und optimiert das Zusammenspiel der gesamten Zelle autonom. Der dritte Bereich ist die visuelle Qualitätsprüfung. Hier können wir mit KI-Modellen Defekte in Millisekunden erkennen und so die Ausschussraten deutlich senken. Das Schöne an diesen Use Cases ist: Man kann ihren Nutzen sehr gut mit Kennzahlen wie OEE, MTBF oder den Energiekosten pro Teil belegen.

Woran erkennt ein Fertigungsleiter, ob ein Use Case wirklich „KI-würdig“ ist – oder ob zunächst Prozessdisziplin gefragt ist?

Das ist eine extrem wichtige Unterscheidung. Bevor ich KI auf einen Prozess anwende, brauche ich eine saubere Datenbasis. Wenn mein Prozess im Chaos versinkt, wird die KI dieses Chaos nur beschleunigen. Ein Use Case ist dann KI-würdig, wenn er von der Analyse großer, unstrukturierter Datenmengen profitiert oder wenn komplexe Muster erkannt werden müssen, die sich manuell kaum noch erfassen lassen. Wir schauen uns mit den

» Wenn der Prozess im Chaos versinkt, wird die KI dieses Chaos nur beschleunigen.«

Kunden deshalb zunächst die Zielsetzung an: Was soll am Ende konkret erreicht werden? Wenn wir dort über Mustererkennung signifikante Hebel sehen, ist KI der richtige Weg.

AWS wird oft als riesiger Werkzeugkasten wahrgenommen. Wie verhindern Sie, dass Kunden im „Tool-Dschungel“ landen, statt zu einer klaren Architektur zu kommen?

Wir arbeiten konsequent vom Kunden rückwärts. Bei AWS heißt dieser Prozess „Working Backwards“. Wir setzen uns mit dem Kunden zusammen und fragen: Wo stehst du heute? Dann wählen wir aus dem Baukasten genau die passenden Bausteine aus. Wir bieten Schablonen und Lösungen als Anregung, die zeigen, wie wir es bauen würden – am Ende ist es aber immer eine maßgeschneiderte Lösung für den jeweiligen Kunden. Wir haben zwar über 240 Dienste, aber kein Kunde muss sie alle nutzen.

Können auch kleinere Maschinenbauer von diesem Werkzeugkasten profitieren, oder braucht es dafür eine gewisse Unternehmensgröße?

Das ist das Schöne an der Cloud: Sie demokratisiert Technologie. Was sich früher nur große Unternehmen leisten konnten, steht heute grundsätzlich jedem offen, weil nach Verbrauch abgerechnet wird. Ein kleinerer Maschinenbauer muss nicht alles ersetzen. Er kann mit der Cloud-Anbindung vorhandener Steuerungen klein anfangen und experimentieren. Wenn ein Prototyp nicht funktioniert, wird er wieder gelöscht – dann sind nur wenige Euro verloren, aber wertvolle Erkenntnisse gewonnen. Sobald Kunden verstehen, dass sie nicht mehr sechs Monate für ein Pro-

jekt brauchen, sondern mit zwei Leuten schnell experimentieren können, verändert das ihre gesamte Arbeitsweise.

Ein kritisches Thema bleibt die Sicherheit, besonders bei der Öffnung der OT in Richtung IT. Wie nehmen Sie den Unternehmen die Angst?

Die jahrelange Trennung von OT und IT – nach dem Motto: „Da liegt kein Kabel dazwischen, also ist es sicher“ – stößt heute an ihre Grenzen. Wer Werke weltweit vernetzen und voneinander lernen will, braucht diese Verbindung. Datensicherheit ist unsere Kernkompetenz. Das Sicherheitsniveau, das wir durch unsere Größe bieten können – etwa durch massive Investitionen in Personal und die Automatisierung von Sicherheitsmechanismen –, kann ein kleinerer Hersteller allein kaum leisten. Wir helfen dabei, einen Sicherheits-Schirm über die Werke zu spannen. Das reicht bis hin zu virtuellen PLCs, die sich sicher über die Cloud verwalten und patchen lassen.

Ein anderes kritisches Thema sind Haluzinationen bei generativer KI. Welche Leitplanken empfehlen Sie für den Einsatz im Werk? Wo ziehen Sie die Grenze zur Autonomie?

Sicherheit steht an oberster Stelle. Letztlich ist es wie ein Schieberegler, den der Kunde selbst bedient: Wie viel darf die KI autonom entscheiden, und an welcher Stelle braucht es den Menschen? Wir bieten Werkzeuge für sogenannte Guardrails. Ein Modell darf bei uns zum Beispiel nur auf Basis offizieller Dokumente wie Betriebsanweisungen oder Handbücher antworten – also im Sinne eines RAG-Ansatzes – und greift nicht auf beliebiges Internetwissen zu. Der

Kunde behält dabei jederzeit die volle Kontrolle über seine Daten und Modelle. In sicherheitskritischen Bereichen wird die KI auf absehbare Zeit nur Vorschläge machen, die ein Mensch freigibt.

Wenn Sie nach vorn blicken: Wie sieht Ihr Zielbild für „AI-native Manufacturing“ aus?

Mein Zielbild ist die autonome Fabrik, in der sich Systeme weitgehend selbst optimieren. Wir werden Agenten sehen, die ganze Produktionsstraßen steuern. Die Vernetzung wird so weit gehen, dass Werke weltweit voneinander lernen. Ein Fehler in einem Werk in Brasilien führt dann dazu, dass eine Maschine in Deutschland sofort ein Update erhält, damit dieser Fehler dort gar nicht erst entsteht. Der Mensch wird in diesem Szenario zum Dirigenten der KI-Systeme.

Zum Abschluss: Warum ist AWS aus Ihrer Sicht der richtige Partner für den Weg von den ersten Pilotprojekten bis zur globalen Skalierung?

Weil wir beides können: extrem klein und kostengünstig anfangen, aber zugleich die Infrastruktur und Prozesse bereitstellen, um auch sehr große Umgebungen weltweit beherrschbar zu machen. Wir haben inzwischen tiefes Domänenwissen aufgebaut, arbeiten eng mit Hardware- und Softwareproduzenten zusammen und verfügen über eines der größten Partner-Ökosysteme in der industriellen Fertigung. Wir helfen dem Kunden nicht nur mit Diensten, sondern unterstützen ihn dabei, seine Innovationskraft aus der Cloud in die Praxis zu bringen.



InnoTrans 2026
Halle 7.1a, AI Mobility Lab

Maschinen senden Signale – hören Sie zu.

Bereits im August 2025 haben wir an dieser Stelle gezeigt, wie moderne Sensorik den Maschinenbetrieb transparenter macht. Heute gehen wir einen Schritt weiter: Die passende Sensortechnologie schafft die Grundlage für zustandsorientierte Instandhaltung.

TEXT: PCB BILD: PCB Piezotronics, Inc. und Adobe Stock

Maschinen fallen selten ohne Vorwarnung aus. Lager verschleifen, Pumpen beginnen zu kavitieren oder Lüfter verändern schleichend ihr Schwingungsverhalten. Die Signale sind vorhanden – entscheidend ist, sie frühzeitig zu erkennen und richtig einzuordnen.

Während früher starre Wartungsintervalle den Takt vorgeben, setzen moderne Instandhaltungskonzepte zunehmend auf zustandsorientierte Entscheidungen. Voraussetzung dafür ist eine Sensorik, die zuverlässig misst und optimal zur jeweiligen Messaufgabe passt.

Für diese unterschiedlichen Anforderungen bietet PCB Piezotronics ein breites Portfolio piezoelektrischer Beschleunigungssensoren sowie moderne IO-Link-fähige Sensorlösungen. Ergänzt wird dieses durch energieeffiziente Embedded-Sensoren für OEM-Anwendungen. Je nach Einsatzgebiet entstehen daraus Lösungen für klassische Zustandsüberwachung, digitale Maschinenintegration oder langfristiges Condition Monitoring – immer mit dem Ziel, Veränderungen frühzeitig sichtbar zu machen. Dass unterschiedliche Anwendungen unterschiedliche Sensorlösungen verlangen, zeigen aktuelle

Praxisbeispiele. In der Wasserwirtschaft unterstützen Embedded-Sensoren die kontinuierliche Zustandsüberwachung von Tauchpumpen innerhalb drahtloser Monitoring-Systeme. In industriellen Prozessanlagen vereinfacht IO-Link die Integration der Schwingungsüberwachung in bestehende Automatisierungsstrukturen. Und in der Automobilfertigung lassen sich Vibrationsdaten direkt mit Prozessgrößen verknüpfen, um Anlagenverfügbarkeit und Prozessqualität nachhaltig zu verbessern.

Entscheidend ist dabei nicht die Anzahl der Messwerte, sondern die Auswahl der passenden Sensortechnologie für die jeweilige Aufgabe. Erst wenn Sensor, Anwendung und Datenstrategie zusammenpassen, entstehen aus Schwingungen verwertbare Informationen – und aus Wartung eine vorausschauende Instandhaltung.



Nutzen Sie den QR-Code
und lesen Sie mehr von PCB
auf [industr.com](https://www.industr.com).

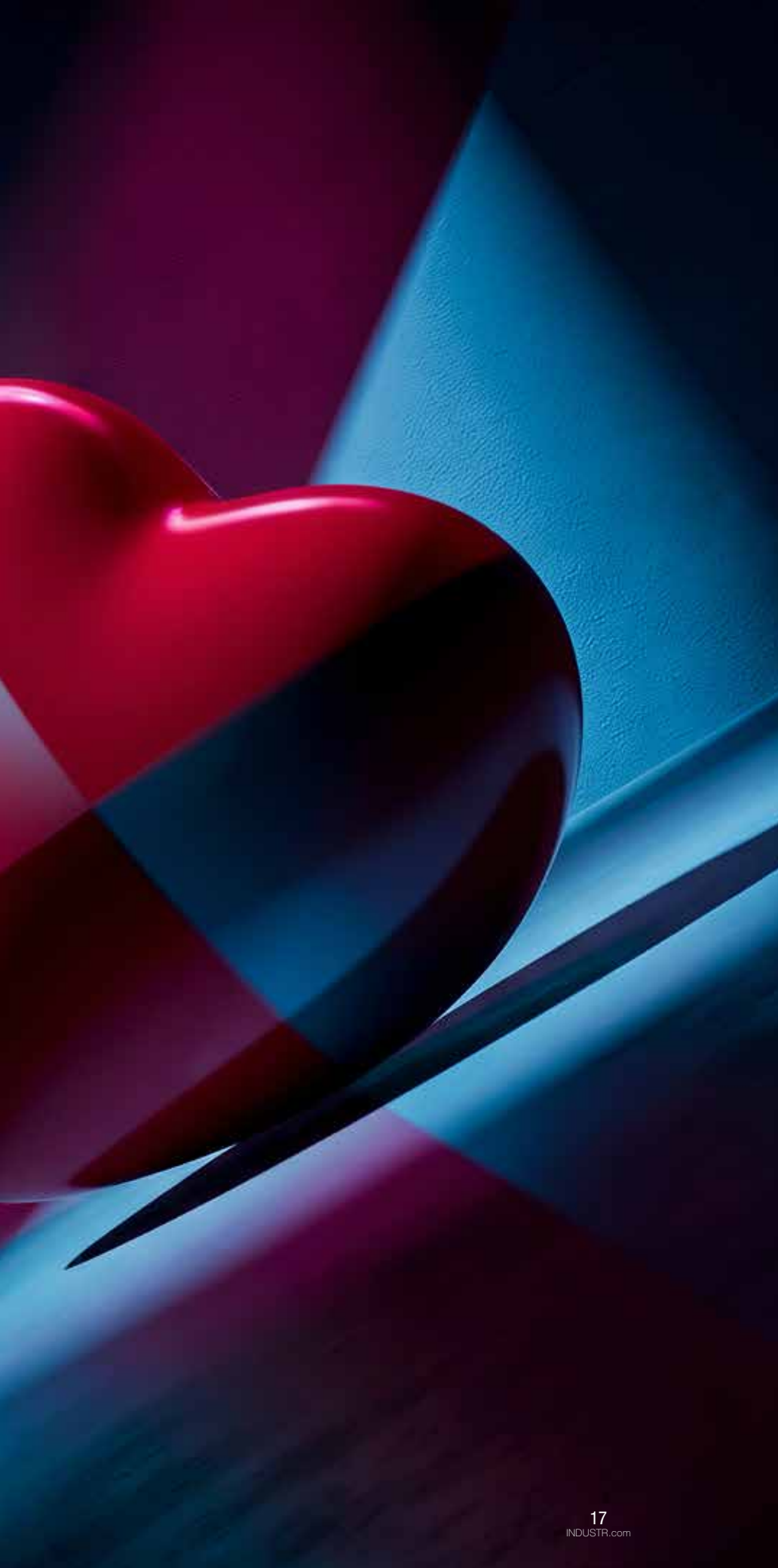
Mehr als nur Maschinen, Werkzeuge
und Werkstücke schützen

Gesünder mit Werkzeugüberwachung

Die Kontrolle von Kräften, Körperschall und Leistung einer Werkzeugmaschine fördert Präzision in der Zerspanung. Überwachungssysteme erledigen diese Aufgabe automatisch, verhindern Ausschuss und Maschinenschäden und sorgen für stabile, reproduzierbare Prozesse. Gleichzeitig entlasten sie den Maschinenbediener psychisch, reduzieren Dauerstress und fördern Sicherheit sowie körperliche Gesundheit – für effiziente und sichere Fertigung.

TEXT: Alexander Nordmann, Nordmann; Natalie Weirich, freie Journalistin

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



bachmann.

the power to control



Alles sicher im Blick – zu jeder Zeit

Condition Monitoring
für Industriemaschinen.

Überwachung in Echtzeit

Mit unserem CMS können Sie den Zustand Ihrer Maschinen in Echtzeit überwachen und Störungen erkennen, bevor sie auftreten. So vermeiden Sie aktiv Ausfälle.

Agieren statt reagieren

Durch die prädiktive Zustandsüberwachung reduziert Bachmann die Wartungskosten erheblich. Unsere web-basierte Visualisierung zeigt Anomalien frühzeitig auf.

www.bachmann.info



 **energy.industry.maritime.**



Aufgrund der Verwendung verschiedener Messmethoden (Körperschall, Kraft, Wirkleistung, Druck, Dehnung, Weg, Laser) sind die Tool Monitore von Nordmann in der Lage, die verschiedensten spanenden Werkzeugmaschinen zu überwachen.

Kein lauter Knall. Kein Alarm. Nur ein Ton, der nicht ganz passt. Ein minimal veränderter Klang im gleichmäßigen Rhythmus der Maschine. Der Maschinenbediener hält inne. Für Außenstehende kaum wahrnehmbar, für ihn ein Warnsignal. Ist es nur ein Span, der sich ungünstig um das Werkzeug gewickelt hat? Oder ist das Werkzeug gerade gebrochen? Sekunden, in denen Erfahrung, Verantwortung und Unsicherheit gegeneinander arbeiten. Eingreifen oder weiterlaufen lassen? Solche Momente entscheiden nicht nur über Werkstückqualität, sondern auch über die Belastung des Menschen an der Maschine.

Diese Form der permanenten Wachsamkeit gehört seit jeher zum Alltag in der Metallzerspanung. Werkzeugverschleiß kündigt sich selten eindeutig an. Oft sind es feine Abweichungen in Geräusch, Kraftverlauf oder Oberflächenbild, die interpretiert werden müssen. Für Maschinenbediener bedeutet das einen dauerhaften inneren Alarmzustand – insbesondere bei automatisierten oder mannarmen Fertigungskonzepten.

Genau an dieser Schnittstelle zwischen Mensch und Prozess setzt moderne Werkzeugüberwachung an, indem sie kontinuierlich Prozessgrößen wie Zerspankraft, Körperschall oder Wirkleistung erfasst. Abweichungen von vorab definierten Grenzbereichen werden frühzeitig erkannt, lange bevor es zu Werkzeugbruch, Ausschuss oder Maschinenschäden kommt. Erreicht der Prozess einen kritischen Zustand, greift das System ein und stoppt die Maschine. Damit wird die Überwachung schleichender Veränderungen nicht mehr ausschließlich dem Menschen überlassen, sondern durch eine objektive, reproduzierbare Sicherheitsebene ergänzt.

Psychische Entlastung und erhöhte Konzentrationsfähigkeit

Diese technische Absicherung hat unmittelbare psychologische Wirkung. Der Maschinenbediener muss nicht mehr jedes ungewohnte Geräusch bewerten oder permanent befürchten, einen entscheidenden Moment zu verpassen. Die dauer-

hafte Anspannung sinkt, die Aufmerksamkeit wird gleichmäßiger. Aus innerer Alarmbereitschaft entstehen kontrollierte Konzentration sowie ein niedrigeres Stressniveau. Das wirkt sich positiv auf die Fehlerquote aus und verbessert die Prozessdisziplin – insbesondere bei langen Laufzeiten oder komplexen Bearbeitungen.

Dass technische Zuverlässigkeit den Menschen mental entlastet, ist auch arbeitspsychologisch belegt. Grundlagenstudien zur Mensch-Maschine-Interaktion, wie etwa die viel zitierte Untersuchung von Lee & See („Trust in Automation“), zeigen deutlich: Sobald Bediener einer Überwachungstechnologie vertrauen, sinkt die kognitive Belastung messbar. Das Gehirn wechselt vom stressigen selbst überwachen Müssen in den produktiven Arbeitsmodus – Ressourcen werden frei für Qualität und Prozessverbesserung.

Zugleich wirkt sich die psychische Entlastung positiv auf den gesamten Körper aus. Denn Dauerstress führt zu erhöhter Muskelspannung, vor allem im Schulter-, Nacken- und Rückenbereich sowie zu schnellerer Ermüdung und eingeschränkter Konzentrationsfähigkeit. In der Praxis äußert sich das häufig in Verspannungen, Kopfschmerzen oder einer erhöhten Unfallanfälligkeit. Sinkt das Stressniveau, werden Bewegungen ruhiger, Reaktionen überlegter. Damit trägt eine Werkzeugüberwachung indirekt, aber spürbar zur körperlichen Gesundheit und zur Arbeitssicherheit bei – ein Aspekt, der in technischen Diskussionen häufig unterschätzt wird.

Weniger Angst vor Fehlentscheidungen bei der Werkzeugauswahl

Für den Anwendungstechniker ist die Auswahl des optimalen Werkzeugs oft ein Balanceakt zwischen maximaler Zerspanungsleistung und dem Risiko von Prozessinstabilitäten. Eine zuverlässige Werkzeugüberwachung fungiert hier als entscheidendes Sicherheitsnetz, das die Angst vor den Folgen einer Fehlentscheidung – etwa einem unbemerkten Werkzeugbruch oder teuren Maschinenschäden – massiv reduziert.

Da das System Abweichungen und Verschleiß in Echtzeit erkennt und die Maschine im Ernstfall stoppt, sinkt der psychische Druck bei der Erprobung neuer Werkzeuggeometrien und Schnittdaten erheblich. Diese technische Rückversicherung schafft den nötigen mentalen Freiraum, um sich weniger auf die Vermeidung von Katastrophenszenarien und stattdessen voll auf die Steigerung der Zerspanungsleistung zu konzentrieren.

Entlastung für Fertigungsleitung

Für Fertigungsleiter und Betriebsinhaber bedeutet diese Prozessstabilität eine deutliche Entlastung. Ungeplante Stillstände, Werkzeugbrüche und Folgeschäden treten seltener auf, die Maschinenverfügbarkeit steigt. Gleichzeitig ermöglichen gespeicherte Prozessdaten eine nachvollziehbare Dokumentation des Fertigungsablaufs. Auch wenn diese keine klassische

Elektrische Aktuatoren für Ihre Automation

Elektrische Zylinder

Elektrische Schlittenachsen

Elektrische Greifer

Elektrische Rotationsachsen

» Tisch-Roboter

Kartesische Roboter

SCARA-Roboter

Steuerungen

Besuchen Sie uns auf der **all about automation** in **Chemnitz** (23. – 24.9.26)



Endprüfung ersetzt, bietet sie im Reklamationsfall eine wertvolle Absicherung.

Wirtschaftlichkeit durch stabile Prozesse

Diese technische und organisatorische Sicherheit wirkt sich unmittelbar auf die Wirtschaftlichkeit aus. Weniger Ausschuss, geringere Stillstandszeiten und stabilere Prozesse senken Kosten und erhöhen die Produktivität. Gleichzeitig wächst das Vertrauen in den Prozess, sodass Maschinen effizienter ausgelastet und unbeaufsichtigte Laufzeiten realisiert werden können. Wirtschaftlicher Nutzen entsteht hier nicht durch erhöhten Druck auf den Menschen, sondern durch die Entlastung von Überwachungsaufgaben und die Reduzierung ungeplanter Risiken.

Fazit

Werkzeugüberwachungssysteme schützen Werkzeuge, Maschinen und Werkstücke. Ihr nachhaltiger Nutzen geht jedoch deutlich darüber hinaus. Sie reduzieren psychische Dauerbelastung, wirken sich positiv auf die körperliche Gesundheit aus und erhöhen die Arbeitssicherheit, indem kritische Prozesszustände frühzeitig erkannt werden. Gleichzeitig verbessern sie Prozessstabilität, Maschinenverfügbarkeit und wirtschaftliche Planbarkeit.

Was zu Schichtbeginn noch ein ungewohnter Ton sein kann, der Aufmerksamkeit und Unsicherheit erzeugt, verliert mit aktiver Werkzeugüberwachung seinen Schrecken. Der Maschinenbediener arbeitet konzentriert und ruhig, im Wissen, dass Abweichungen zuverlässig erkannt werden. So verbindet Werkzeugüberwachung technische Sicherheit mit menschlicher Entlastung – und schafft die Grundlage für gesunde, sichere und wirtschaftlich stabile Zerspanungsprozesse.



KUKA BRINGT NEUE LÖSUNGEN AUF DIE AMB

Automatisierte Robotik trifft auf KI: KUKA und Partner zeigen vom 15. bis 19. September 2026 auf der AMB in Stuttgart (Halle 6, Stand C51) innovative, durchgängige Automatisierungslösungen für die Metallbearbeitung.

TEXT + BILD: Kuka GmbH

Von optimierten Prozessen über die Vorhersage von Werkzeugverschleiß bis hin zu Qualitätskontrolle: Dank Künstlicher Intelligenz wächst das Potenzial für durchgängige Automatisierungen auch in der Metallbearbeitung. Vom 15. bis 19. September 2026 zeigt KUKA auf der AMB in Stuttgart an Stand C51 in Halle 6, wie intelligente Robotik und digitale Steuerungen dabei helfen, etwa Maschinenlaufzeiten zu erhöhen, Ausschuss zu reduzieren und Produktionsprozesse flexibler zu gestalten. Vom automatisierten Be- und Entladen von Werkzeugmaschinen bis hin zu präzisen Qualitätsprozessen demonstriert der Augsburger Automatisierungsexperte praxisnahe Anwendungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

KUKA präsentiert auf der AMB seine neueste Generation leistungstarker Roboter. Die aktuelle KR CYBERTECH-Generation überzeugt mit einer neu entwickelten Zentralhand und einer Traglast von bis zu 35 kg. Ergänzt wird das Portfolio durch den kompakten Industrieroboter KR AGILUS ultra, der eine Traglast von bis zu 16 kg bietet und hohe Präzision mit starker Performance vereint. Die aktuelle Steuerungs- und Softwaretechnologie KR C5 und KR C5 micro auf Basis des Betriebssystems iiQKA.OS2 sind eine zukunftsfähige Plattform für die industrielle Automatisierung, die AI-ready ist. Über die Schnittstelle iiQKA.mxAutomation lassen sich die Roboter reibungslos in bestehende Maschinensteuerungen integrieren.

Wie mobile und stationäre Robotik nahtlos zusammenarbeiten, zeigt KUKA mit Partnern der KUKA Group in der Mobility Area. BEC demonstriert dort den autonomen Werkstücktransport mit der mobilen Plattform KMP 1500P, während

MAIROTEC multifunktionale Stärken in der Qualitätskontrolle anhand der Roboterzelle MAIROFlex zeigt. wbt automation präsentiert die Robot Cell flexVise, eine flexibel einsetzbare Automationszelle für die Handhabung von Schraubstöcken. Ergänzt wird der Messeauftritt durch die KUKA-Tochter Device Insight, die mit dem KI-gestützten System Agentic AI zeigt, wie Störungen analysiert und Bediener mit Anleitungen bei der Fehlerbehebung unterstützt werden können.

KUKA Group

Die KUKA Group gestaltet die nächste Ära der Automatisierung – eine Zukunft, in der intelligente Maschinen ihre Umgebung nahtlos verstehen, sich daran anpassen und mit ihr zusammenarbeiten. Als weltweit führender Anbieter von Automatisierungslösungen mit einem Umsatz von 3,9 Milliarden Euro und rund 14.500 Mitarbeitenden verbindet die KUKA Group mehr als ein Jahrhundert Innovationskraft mit Technologien, die Kunden helfen, ihre Effizienz zu steigern, die Automatisierung mühelos zu skalieren und in einer sich schnell verändernden Welt resilienter zu bleiben. Das Portfolio der KUKA Group umfasst (Industrie-)Automatisierung, Intralogistik und Lagerautomatisierung und bietet Produkte, Lösungen, Dienstleistungen sowie Software und KI, die Kunden in verschiedenen Branchen unterstützen – von der Automobil- und Elektronikindustrie über die Metallverarbeitung, Fertigung, den Einzelhandel und E-Commerce bis hin zur Konsumgüterindustrie (FMCG/CPG), Gesundheitswesen und Life Sciences, Luft- und Raumfahrt sowie dem Bildungswesen. Die KUKA Group ist weltweit in mehr als 50 Ländern aktiv und hat ihren Hauptsitz in Augsburg, Deutschland.



Umfrage: Lösungen für vorausschauende Wartung

„Anomalien rechtzeitig erkennen“

Condition Monitoring ist in vielen Industrieunternehmen etabliert. Entscheidend ist heute jedoch nicht mehr nur die Erfassung von Zustandsdaten, sondern der messbare Nutzen für Produktion und Instandhaltung. Wir haben Anbieter gefragt, mit welchen Ansätzen sie bei Condition Monitoring und Predictive Maintenance konkreten Mehrwert für die Industrie schaffen.

UMFRAGE: Christian Vilsbeck, A&D

BILDER: Bosch-Rextroth; Festo; ifm; Omron; Pepperl+Fuchs; Phoenix Contact; Schaeffler; Schneider Electric; Sick; Siemens; Wago; publish-industry, KI-based (Perplexity)





**JAN
BIEROD**

Condition Monitoring ohne Handlungsbezug schafft noch keinen Mehrwert. Entscheidend ist, aus Zustandsdaten konkrete Entscheidungen für Betrieb, Service und Instandhaltung abzuleiten. Genau hier setzen moderne Predictive-Maintenance-Lösungen an. Mit CytroConnect verknüpfen wir Zustandsüberwachung, Asset-Management sowie regel- und KI-basierte Analysen zu einem durchgängigen Ansatz. Anomalien können frühzeitig erkannt, Wartungsmaßnahmen gezielt geplant und ungeplante Stillstände reduziert werden. In Verbindung mit unserer Asset Orchestration Plattform werden darüber hinaus operative Prozesse und Workflows direkt mit den gewonnenen Erkenntnissen verknüpft. So entstehen messbare Verbesserungen bei Anlagenverfügbarkeit, Produktivität und Wartungskosten.

Product Owner Digital Services,
Business Unit Industrial Hydraulics,
Bosch Rexroth



**SEBASTIAN
WERLER**

Der Unterschied zwischen Condition Monitoring und echtem Mehrwert liegt nicht in der Menge der Daten, sondern in der Qualität der Entscheidungen. Mit Festo AX Industrial Apps erkennen Unternehmen drohende Ausfälle frühzeitig, planen Wartungsmaßnahmen gezielt und vermeiden ungeplante Stillstände. Durch vorkonfigurierte KI-Modelle, einfache Inbetriebnahme, flexible Deployment-Optionen und die Integration in Geschäftsprozesse wird Predictive Maintenance schnell wirtschaftlich nutzbar – mit messbaren Effekten auf Anlagenverfügbarkeit, OEE und Instandhaltungskosten.

Head of Product Management Software
Development & Digital Business, Festo



**BENEDIKT
OBERMAIER**

Ein Haupttreiber für Condition Monitoring ist der Fachkräftemangel in der Instandhaltung von Industrieunternehmen. Experten werden durch intelligente Sensorensysteme unterstützt oder teilweise ersetzt. Für uns bei ifm ist Interoperabilität über standardisierte Schnittstellen eine grundlegende Voraussetzung bei der Erfassung von Daten. Damit können Kunden Transparenz über den Zustand sämtlicher Maschinen und Anlagen in ihrer Produktion erhalten. Intelligente Sensoren erfassen dabei nicht nur Vibrations- und Prozessdaten, sondern verarbeiten diese direkt zu aussagekräftigen Zustandskennwerten. Diese lassen sich etwa in unsere IIoT-Plattform moneo integrieren. Dort können sie mit Prozessdaten wie Drehzahl, Betriebsdruck oder Medientemperatur verknüpft und bewertet werden. Dadurch schöpfen Unternehmen das volle Potenzial ihrer Daten aus und gewinnen aussagekräftige Erkenntnisse, die eine vorausschauende Instandhaltung und höhere Anlagenverfügbarkeit ermöglichen.

Director Product Management
Vibration Systems, ifm



**KLAUS
ZELLER**

Wartung ist der entscheidende Faktor, um einen durchgehenden Betrieb rund um die Uhr sicherzustellen. Schon der Ausfall einer einzigen Komponente kann erhebliche Auswirkungen für den gesamten Betriebsablauf haben. Bei Omron verfolgen wir den Ansatz, Wartungsinformationen zu erzeugen und zu nutzen, ohne dass dafür eine zusätzliche, aufwendige Verarbeitungsebene in der Cloud notwendig wäre. Schon auf Sensorebene liefert die Maschine selbst aussagekräftige Wartungshinweise, ergänzt durch ein Benachrichtigungsmodul und eine dezentrale Anbindung. Jede dieser drei Ebenen trägt für sich einen wichtigen Teil bei, aber erst im Zusammenspiel entsteht eine Lösung, die deutlich mehr leistet als die einzelnen Bausteine für sich genommen.

Product & Industry Marketing Manager
Automation Business, Omron



**BENEDIKT
RAUSCHER**

Condition Monitoring ist etabliert. Der echte Mehrwert entsteht heute durch messbare Effizienz- und Kostenreduktionen in Produktion und Instandhaltung. Pepperl+Fuchs arbeitet mit kompetenten Partnern und setzt auf die Schaffung von Transparenz: Robuste Sensorik für raueste Umgebungen, Edge-Analytics, kombinierte Datenmodelle und offene IoT-Plattformen mit skalierbare Architekturen liefern Echtzeitdaten, die nicht nur Zustandsdaten speichern, sondern konkrete Handlungsempfehlungen geben. Auf der letzten Hannover Messe wurde zusammen mit unserem Partner Bosch gezeigt wie durch nahtlose Integration von Condition Monitoring in Predictive Maintenance ungeplante Stillstände minimiert, Wartungsintervalle optimiert und die Anlagendurchsatzrate erhöht werden.

Leiter Globale IoT-Projekte,
Pepperl+Fuchs



**DARIO
BERTOLI**

Condition Monitoring schafft dann den größten Mehrwert, wenn aus Zustandsdaten konkrete Handlungen entstehen. Das Ecosystem PLCnext Technology bildet mit seinem offenen Automatisierungsansatz die Grundlage für eine KI-basierte Instandhaltung, indem Daten aus Sensorik, Steuerung, IT- und Cloud-Systemen nahtlos zusammengeführt werden. Mit der Software-Lösung MLnext lassen sich Anwendungen wie die Anomalieerkennung ohne tiefes Data-Science-Know-how umsetzen. Abweichungen im Maschinenverhalten werden frühzeitig festgestellt und ungeplante Stillstände reduziert. Perspektivisch erweitern KI-Agenten über offene Schnittstellen wie MCP (Model Context Protocol) diesen Ansatz: Sie analysieren automatisch Erkenntnisse aus MLnext und digitalen Wartungsprotokollen, unterstützen Instandhalter bei Entscheidungen und tragen zu effizienteren Wartungsprozessen bei.

Mitarbeiter, Digital Factory des
Vertical Market Managements
Factory Automation, Phoenix Contact



**DR. PHILIPP
JUSSEN**

Die grundlegenden Prinzipien der vibrationsbasierten Zustandsüberwachung sind seit mindestens zwei Jahrzehnten im Wesentlichen unverändert. Heute ist die Technologie jedoch um ein Vielfaches erschwinglicher, sodass sich deutlich mehr Maschinen wirtschaftlich überwachen lassen. Unsere Lösungen sind auf eine extrem hohe Skalierbarkeit ausgelegt: Auch Tausende von Messstellen in einem Produktionswerk lassen sich dank unseres kabellosen Condition Monitoring-Systems Optime problemlos und kostengünstig überwachen. So wird eine echte Transformation von reaktiver zu prädiktiver Instandhaltung möglich. Durch den Einsatz unserer Experten-Services können wir für unsere Kunden zudem Mehrwerte und Erfolge transparent dokumentieren.

Head of Industrial Lifetime Solutions
Europe, Schaeffler



**JESSICA
BETHUNE**

Eine Datenerfassung macht aus unserer Sicht nur Sinn, wenn diese Informationen dann auch für bessere Entscheidungen intelligent genutzt werden. Mit offenen, datenbasierten Lösungen verknüpfen wir bei Schneider Electric Zustandsdaten von Maschinen und elektrischen Anlagen mit Analytik sowie KI-gestützten Prognosen. So können Instandhaltungsmaßnahmen gezielt geplant, ungeplante Stillstände reduziert und die Anlagenverfügbarkeit erhöht werden. Gleichzeitig gewinnen Unternehmen Transparenz über Energieverbrauch, Betriebskosten und Anlagenzustand. Predictive Maintenance wird damit vom reaktiven Ansatz zum strategischen Hebel für Produktivität, Effizienz und Nachhaltigkeit. Entscheidend ist, aus Daten konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten, die einen messbaren Beitrag zum Geschäftserfolg leisten.

Vice President Industrial & Process,
Automation, DACH, Schneider Electric



CONSTANTIN VON HÖRSTEN

Condition Monitoring schafft Mehrwert, wenn aus Maschinendaten konkrete Maßnahmen für Produktion und Instandhaltung abgeleitet werden können. Sich kombiniert intelligente Sensorik mit leistungsfähiger Datenanalyse, um Veränderungen im Anlagenzustand frühzeitig zu erkennen und potenzielle Störungen sichtbar zu machen. Übersichtlich visualisierte Zustandsdaten, automatische Benachrichtigungen und intelligente Analysealgorithmen unterstützen dabei, Wartungsmaßnahmen gezielt zu planen und ungeplante Stillstände zu vermeiden. Das führt im Ergebnis zu mehr Transparenz, höherer Anlagenverfügbarkeit und effizienteren Instandhaltungsprozessen.

Market Product Manager
Digital Solutions, Sick



ANDREAS DETTMER

Condition Monitoring entfaltet seinen größten Nutzen, wenn aus Zustandsdaten konkrete Maßnahmen abgeleitet werden können. Siemens verbindet dazu die Erfassung von Maschinen- und Prozessdaten mit Industrial AI, Machine Learning sowie die Integration in bestehende Produktions- und Instandhaltungsprozesse. Mit Senseye Predictive Maintenance werden Daten aus Sensoren, Steuerungen und Historian-Systemen kontinuierlich analysiert, um Anomalien und Verschleißmuster frühzeitig zu erkennen, Ausfälle zu prognostizieren und Wartungsmaßnahmen risikobasiert zu priorisieren. Unternehmen erhalten dadurch einen transparenten Überblick über den Anlagenzustand, reduzieren ungeplante Stillstände und setzen Personal- sowie Wartungsressourcen effizienter ein. So wird Predictive Maintenance zu einem skalierbaren Hebel für höhere Anlagenverfügbarkeit, Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit.

Business Development für Senseye
Predictive Maintenance, Siemens



JOCHEN METZGER

Condition Monitoring ist in vielen Industrieunternehmen etabliert. Der entscheidende Mehrwert entsteht jedoch nicht durch die reine Erfassung von Zustandsdaten, sondern durch deren intelligente Nutzung. Durch die Kombination von Sensorik, Analytics und Machine Learning lassen sich Anomalien frühzeitig erkennen, Wartungsbedarfe prognostizieren und Instandhaltungsmaßnahmen gezielt planen. So werden ungeplante Stillstände reduziert, Anlagenverfügbarkeiten erhöht und Ressourcen effizienter eingesetzt. Gleichzeitig schaffen moderne Dashboards die notwendige Transparenz, um datenbasierte Entscheidungen entlang des gesamten Produktionsprozesses zu treffen. Eine erfolgreiche Predictive-Maintenance-Strategie schafft eine Datentransparenz, unterstützt fundierte Entscheidungen, erhöht die Anlagenverfügbarkeit, senkt Energiekosten und stärkt die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig.

Product Marketing Manager, Wago

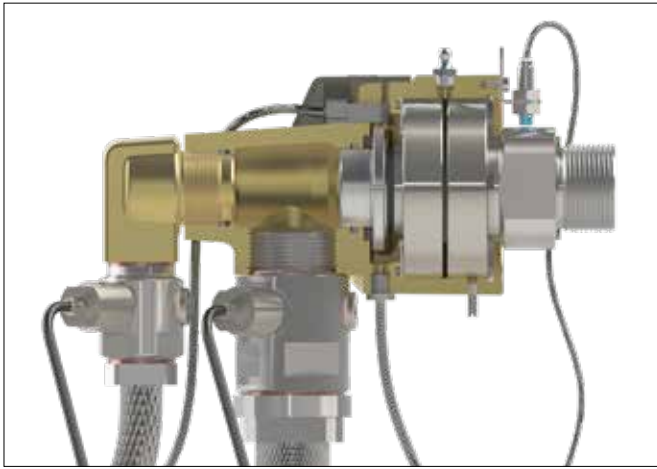


Predictive Maintenance mit dem richtigen Dreh

SCHLUSS MIT GESCHREI!

Drehdurchführungen arbeiten unter hohem Druck, bei hohen Drehzahlen und anspruchsvollen Temperaturen. Ausfälle können deshalb bei noch so hoher Bauteilqualität passieren. Die Lösung: Integrierte Sensorik erfasst Prozess- und Zustandsdaten und überträgt sie per IO-Link und MQTT in lokale oder cloudbasierte Systeme. So wird aus starren Wartungsintervallen oder plötzlichem Stillstand durch Defekte eine planbare, zustandsbasierte Instandhaltung.

TEXT: Wolfgang Seidl, freier Journalist BILDER: MaierGroup; iStock, PeopleImages



Die Drehdurchführungen der MaierGroup sind für anspruchsvolle Anwendungen ausgelegt.

Drehdurchführungen sind unverzichtbare Bauteile in zahlreichen Maschinen mit beweglichen Bauteilen wie Walzen, Spindeln oder Drehtischen. Sie ermöglichen einen zuverlässigen Transfer von Wasser, Ölen, Gasen und anderen Medien zwischen feststehenden und rotierenden Bauteilen. Die Komponenten kommen unter anderem in Maschinen für die Papier-, Textil-, Chemie- und Lebensmittelindustrie zum Einsatz.

Die Drehdurchführungen der MaierGroup sind für anspruchsvolle Anwendungen ausgelegt. Sie eignen sich für den Einsatz mit Wasser, Dampf und Hydrauliköl

sowie für Prozesse mit hohen Drücken, Temperaturen, Drehzahlen und Trockenlaufbedingungen. Trotz hoher Bauteilqualität lässt sich Verschleiß aufgrund mechanischer Belastung, hoher Drücke und medienbedingter Einflüsse nicht vollständig vermeiden. Defekte oder Leckagen können zu ungeplanten Anlagenstillständen führen, hohe Kosten verursachen und ein Sicherheitsrisiko für das Maschinenpersonal darstellen.

Sensorik als Service-Enabler

Die MaierGroup verfügt über umfassende Erfahrung mit digitalen Drehdurch-

führungen und Predictive-Maintenance-Lösungen. Diese datenbasierte, vorausschauende Wartung gewährleistet einen sicheren und zuverlässigen Betrieb und vermeidet unnötige Einsätze von Technikern und Ersatzteilen nach festen Service-Intervallen. Die Datengrundlage dafür liefert Sensorik. Bei der MaierGroup hat sich daraus mittlerweile ein eigenes Geschäftsfeld mit starkem Wachstumspotenzial entwickelt. Das Angebot stützt zugleich das Kerngeschäft mit den Maschinenbauteilen und dient als Enabler für den Service. Mithilfe des autosen io-key hat die MaierGroup eine Komplettlösung entwickelt, die sowohl die Prozessüberwachung

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

Produktivität darf kein Zufall sein

Mit automatisierter Stromschienenbearbeitung mehr Effizienz in jedem Prozessschritt

Ob Biegen, Stanzen oder Schneiden: Automatisierte Stromschienenbearbeitung spart wertvolle Zeit und reduziert manuelle Arbeitsschritte auf ein Minimum. Durch die einfache Integration von Engineering-Daten entstehen durchgängige Abläufe ohne Medienbrüche. Höchste Präzision ohne aufwendige Nacharbeiten sichert eine gleichbleibend hohe Qualität. Das Ergebnis: schnellere Prozesse, mehr Planungssicherheit und höhere Wettbewerbsfähigkeit.

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

als auch das Monitoring des Zustands der Drehdurchführung über die Cloud ermöglicht. Dabei werden je nach Anwendung Prozessdaten wie Druck, Temperatur oder Drehzahl sowie Zustandsdaten der Drehdurchführung, beispielsweise zu Leckage oder Verschleiß, erfasst. Die Daten werden über das hauseigene IO-Link-Schnittstellenmodul (Link C) gesammelt und an den autosen io-key übergeben. Dieser stellt sie in der jeweiligen Cloud-Umgebung bereit – etwa beim Anwender, beim Hersteller oder bei der MaierGroup.

Auf Basis der Livedaten lassen sich kritische Zustände frühzeitig erkennen, Wartungsbedarfe besser planen und zustandsbasierte Servicekonzepte umsetzen. So kann beispielsweise der Verschleißzustand der Gleitringdichtung kontinuierlich überwacht und für die Abschätzung der Restlaufzeit genutzt werden. „Durch die große Flexibilität des io-key war es uns

möglich, mit ein- und derselben Kerntechnologie eine universell einsetzbare und zugleich individuell anpassbare Lösung für unsere Anwendungsfälle zu realisieren“, so Negar Wodniok, Produktmanagerin Sensorik bei Maier.

Über MQTT in die private Cloud

Als plug-and-play-Lösung verfügt der io-key ab Werk über eine eigene Cloudumgebung, ist aber mit jeder gängigen Cloud-Technologie kompatibel – eine Funktionalität, die auch die MaierGroup für ihre Lösung nutzt. Die Bereitstellung der Daten in einer vorhandenen privaten Cloud-Infrastruktur oder auf AWS und Azure erfolgt über eine Container-Architektur, die speziell für das Management von IoT-Daten entwickelt wurde. Dazu werden die Daten in einem sauberen, strukturierten Format nahezu

in Echtzeit per MQTT an die Cloud-Schnittstelle ausgeliefert. Die erfassten Prozessdaten können alternativ lokal in die SPS eingespeist werden.

Neue Geschäftsmodelle

Die Flexibilität der Lösung – von der Erfassung relevanter Prozess- und Zustandsdaten bis zur Übertragung in verschiedene Cloud-Umgebungen – ermöglicht eine Vielzahl an Anwendungen und neuer Geschäftsmodelle. „Die Maschinenhersteller gewinnen wertvolle Insights von der Feldebene. Und die MaierGroup kann ihren Kunden datenbasierte Servicemodelle anbieten, die auf höhere Anlagenverfügbarkeit und planbare Wartung einzahlen“, erläutert Wodniok. Für Wodniok liegt der Mehrwert auf der Hand: „Bereits ein vermiedener ungeplanter Anlagenstillstand kann die Kosten für „Monitoring as a Service“ rechtfertigen.“



Jetzt entdecken unter:

www.rittal.de/stromschienen-bearbeiten



IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE



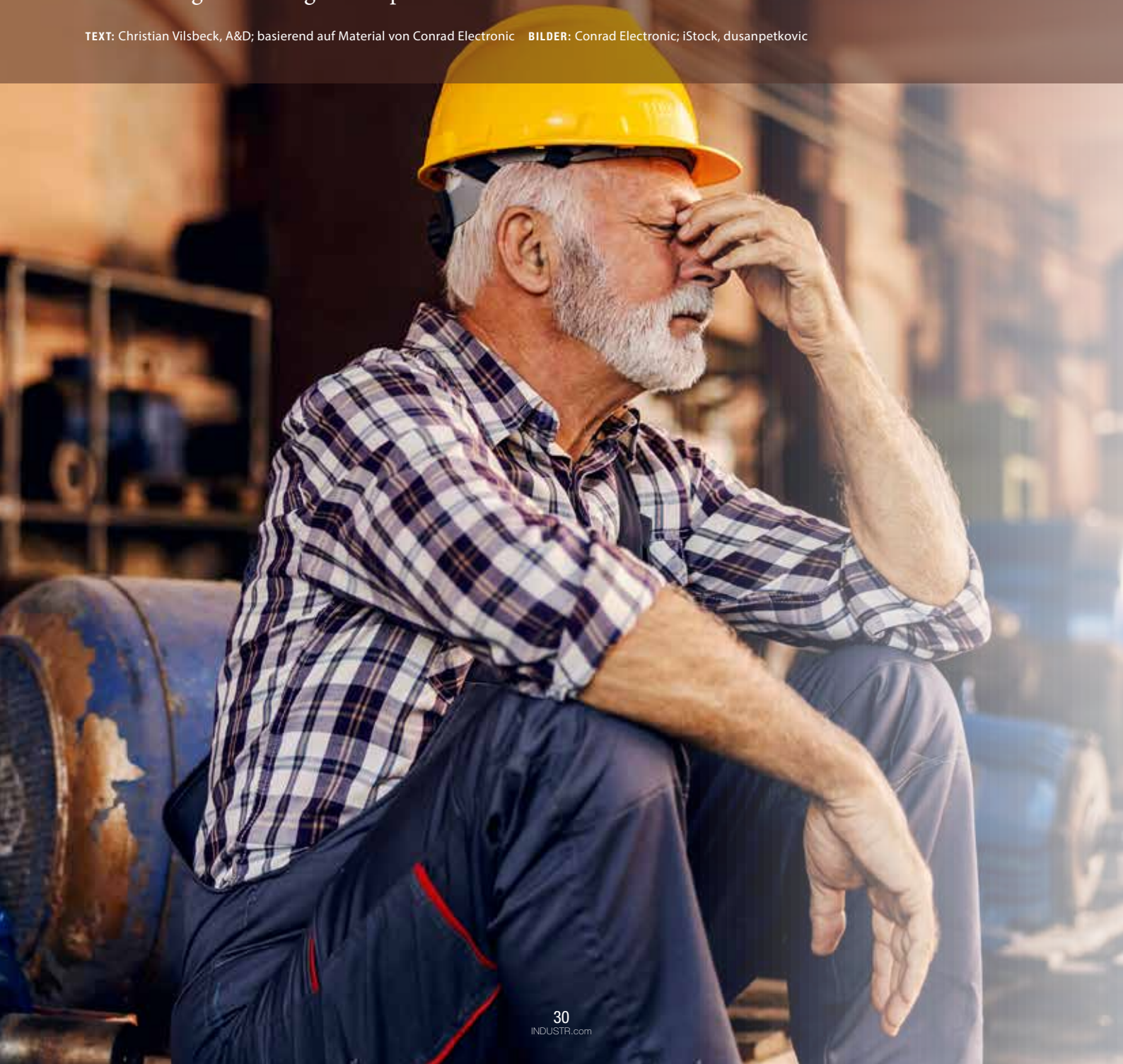
www.rittal.de

Resiliente Automatisierung: Technik trifft Beschaffung

Wenn das Ersatzteil fehlt, steht die Linie

Ungeplanter Bedarf trifft Unternehmen dort, wo Automatisierung besonders wertvoll ist: in eng getakteten Prozessen mit wenig Puffer. Anhand konkreter Kostenbeispiele und praxiserprobter Entscheidungsmodelle zeigt dieser Beitrag, wie Instandhaltung, Engineering und Einkauf Stillstände systematisch verkürzen – und warum Notfallfähigkeit heute genauso planbar sein muss wie Taktzeit und OEE.

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



	Maschinenbau	Elektronikfertigung
Elektrische Störungen	500 - 10.000	800 - 12.000
Materialversagen	1.000 - 7.000	1.500 - 10.000
Konstruktionsänderungen	2.000 - 8.000	3.000 - 12.000
Umweltbedingte Einflüsse	800 - 5.000	1.000 - 6.500
	€/h	€/h

Diese Werte sind Orientierungsgrößen basierend auf branchenüblichen Erfahrungswerten und Modellannahmen. Je nach Produkt, Anlage und Auftragslage können die realen Kosten deutlich abweichen.

„Ungeplante Bedarfe infolge von Maschinenstillständen in Produktion und Fertigung sind nicht die Ausnahme, sondern die Regel“, bringt es Michael Schlagenhauser, bei Conrad Electronic für den Bereich Manufacturing & Maintenance verantwortlich, auf den Punkt. Das ist mehr als ein Bonmot – es ist ein Hinweis auf eine strukturelle Schwachstelle: Selbst mit präventiver Instandhaltung, Rahmenverträgen und strategischer Bevorratung kommt es immer wieder zu Situationen, in denen kritische Komponenten fehlen und Prozesse abrupt ins Stocken geraten.

Die Herausforderung ist dabei selten rein technisch oder rein kaufmännisch. Wenn ein Steuerungsmodul ausfällt, eine Konstruktionsänderung kurzfristig eine neue Variante erfordert oder ein Zulieferteil ausfällt, geraten drei Funktionen gleichzeitig unter Druck: Instandhaltung/Produktion, Engineering und Einkauf. Wer diesen Dreiklang nicht sauber organisiert, verliert im Ernstfall Zeit – und Zeit wird in Stillstandsszenarien unmittelbar zu Geld.

Stillstandskosten: Rechnen statt schätzen

Stillstand wird oft unterschätzt, weil die Kosten nicht nur aus entgangenem Output bestehen. Typischerweise laufen Fixkosten weiter, Liefertermine verschieben sich, Folgearbeiten entstehen, Teams koordinieren im Ausnahmezustand – und ad hoc beschaffte Teile verursachen Zusatzkosten. Genau deshalb ist die wichtigste Vorarbeit nicht die Wahl des schnellsten Lieferwegs, sondern die saubere Kalkulation der eigenen Ausfallkosten.

Ein Beispiel macht die Dimension greifbar: In einem mittelständischen Maschinenbaubetrieb steht die Fertigung sechs Stunden. Zehn Maschinen produzieren normalerweise

je jeweils 50 Einheiten pro Stunde – in Summe fehlen 3.000 Einheiten. Bei einem Deckungsbeitrag von 8 Euro pro Einheit und 2.500 Euro Fixkosten pro Stunde summiert sich der Schaden auf 39.000 Euro. Ein zweites Szenario aus der Elektronikfertigung zeigt, wie stark der Hebel mit dem Automatisierungsgrad wächst: 30 Maschinen, 50 Einheiten pro Stunde und 30 Euro Deckungsbeitrag führen zu entgangenem Deckungsbeitrag von 45.000 Euro je Stunde; inklusive Fixkosten resultieren 50.000 Euro Schaden pro Stillstandsstunde. Spätestens hier wird klar: Die entscheidende Frage lautet nicht, ob Sicherheitsbestände, Zweitquellen oder Expresslogistik Geld kosten – sondern wann sie sich rechnen.

Vier Ursachen – und was sie für die Automatisierung bedeuten

Viele ungeplante Bedarfe lassen sich auf vier wiederkehrende Auslöser zurückführen:

- Elektrische Störungen: von Spannungsschwankungen bis zum Ausfall von Steuerungskomponenten.
- Materialversagen: Qualitätsprobleme, Verschleiß oder fehlerhafte Lagerbedingungen.
- Konstruktionsänderungen: neue Kundenanforderungen, Versionswechsel, Variantenexplosion.
- Umweltbedingte Einflüsse: Temperatur, Staub, Feuchtigkeit; oft schleichend, dann plötzlich kritisch.

Die Bandbreiten der Ausfallkosten zeigen, warum „eine“ Standardmaßnahme nicht reicht: Je nach Ursache und Branche variieren die Orientierungswerte pro Ausfallstunde erheblich. Für Verantwortliche in Automatisierung und Instandhaltung folgt daraus ein praktischer Schluss: Ursachen müssen nicht nur technisch klassifiziert werden („elektrisch“ vs. „mechanisch“), sondern auch nach

Strategie	Preisniveau (geschätzt)	Lieferzeit	Planbarkeit
Expresslieferung	+30–50 % teurer (Eilzuschläge, Sonderlogistik)	24–48 Stunden	Nur für Notfälle
Rahmenvertrag	Basispreis mit Mengenrabatt	7–10 Tage	Planbar, aber weniger flexibel

Rahmenverträge gelten in der Praxis als bewährtes Instrument, um Preisrisiken zu reduzieren und operative Abläufe zu verschlanken. Expresslösungen hingegen bleiben das geeignete Werkzeug für echte Notfälle. Vorausgesetzt, dass Lieferwege, Preise und Ansprechpartner im Vorfeld geklärt sind.

Kostenhebel, Wiederholwahrscheinlichkeit und Ersatzteil-/Lieferkettenrisiko.

Sicherheitsbestände: gezielt statt pauschal

Die Versuchung ist groß, nach einem schmerzhaften Stillstand „mehr Lager“ auszurufen. In der Praxis führt das häufig zu Kapitalbindung an der falschen Stelle. Zielführender ist eine differenzierte Priorisierung:

- ABC/XYZ-Kombinationen koppeln Wert/Verbrauch mit Bedarfsunsicherheit.
- Kritikalitätsanalysen klären, welche Baugruppen bei Ausfall sofort die Produktion gefährden.
- Mindestmengen werden regelmäßig überprüft und an veränderte Wiederbeschaffungszeiten angepasst.

Damit verschiebt sich der Fokus von pauschaler Bevorratung hin zu „strategisch platzierten Mindestmengen“ – und genau hier wird die Verbindung zur Automatisierungstechnik sichtbar: Je höher die Linienintegration, desto häufiger sind es einzelne, hochkritische Komponenten (z. B. SPS, Antrieb, Sensorik), die einen ansonsten robusten Prozess komplett stoppen.

Second Sourcing: Alternativen müssen einsatzfähig sein

Viele Unternehmen führen nominell Alternativlieferanten – praktisch scheitert die Aktivierung aber an fehlenden

Konditionen, nicht getesteten Prozessen oder unklaren vertraglichen Regeln. Ein belastbarer Second-Sourcing-Ansatz umfasst deshalb drei Prüfsteine:

- Geprüfte Lieferfähigkeit (Lieferzeit, Mindestmengen, Preisniveau)
- Testabrufe zur Validierung von Qualität, Kommunikation und Reaktionszeit
- Vertragliche Klarheit für den Notfall (Abrufoptionen, Rahmenbedingungen)

Praxisnah gedacht heißt das: Eine Zweitquelle ist erst dann eine Zweitquelle, wenn sie in einem „Stress-Test“ funktioniert. Das gilt auch, wenn Unternehmen zusätzliche Beschaffungskanäle nutzen – etwa eine Sourcing-Plattform wie Conrad. Der Mehrwert entsteht nicht automatisch durch Zugang zu Sortimenten, sondern durch das Vorab-Engineering des Beschaffungsfalls: Freigaben, Spezifikationsalternativen, Ansprechpartner, Eskalationswege.

Express oder Rahmenvertrag? Zwei Modi, ein gemeinsamer Plan

Wenn es brennt, zählt Geschwindigkeit – doch Express ist teuer und sollte als Notfallwerkzeug verstanden werden. Als Orientierung werden in den Unterlagen Preisaufschläge von 30 bis 50 Prozent genannt; typische Lieferzeiten liegen bei 24 bis 48 Stunden. Rahmenverträge sind dagegen das Rückgrat für wiederkehrende, planbare Bedarfe: verlässlichere

Lieferzeiten (typisch 7 bis 10 Tage), Rabatte und weniger Koordinationsaufwand.

In der Praxis hat sich ein zweistufiger Ansatz bewährt:

- Rahmenvertrag für planbare, wiederkehrende Teile mit klarem Abrufprozess.
- Vordefinierter Expresspfad für echte Notfälle – inklusive vorab geklärter Preise, Lieferwege und Ansprechpartner.

Hier kann ein Partner wie Conrad eine Rolle spielen: als prozessual fest eingeplanter Notfallkanal für bestimmte Teileklassen (z. B. MRO, C-Teile, definierte Standardkomponenten), sofern Konditionen und Abläufe vorab geklärt sind.

Break-even statt Bauchgefühl

Zeitdruck produziert oft teure Reflexe. Zwei einfache Modelle helfen, Entscheidungen zu stabilisieren:

- Break-even-Analyse für Sicherheitsbestände: Lagerkosten pro Jahr werden den vermeidbaren Stillstandskosten gegenübergestellt. In einer Beispielrechnung stehen 8.000 Euro Lagerhaltungskosten pro Jahr für ein Steuerungsmodul einem vermeidbaren Schaden von 30.000 Euro gegenüber (6 Stunden Stillstand à 5.000 Euro/h). Ergebnis: Lagerhaltung ist wirtschaftlich sinnvoll.
- Matrix „Risiko vs. Verfügbarkeit“: Lieferanten/Bezugsquellen werden nicht nur nach Preis bewertet, sondern nach der Frage, wie schnell und zuverlässig sie im Ernstfall liefern – und wie hoch das Ausfallrisiko ist. Daraus ergeben sich Rollen wie Standardlieferant, mittelfristiges Backup oder aktiver Notfalllieferant.

Wichtig ist die Konsequenz: Diese Modelle gehören nicht in eine Excel-Datei, die nur im Audit hervorgeholt wird, sondern in die operative Routine – idealerweise so, dass Technik und Einkauf die gleiche Sprache sprechen.

Notfallreaktion: Struktur schlägt Improvisation

Selbst die beste Absicherung verhindert nicht jeden Notfall. Dann zählt ein strukturierter Ablauf statt spontaner Improvisation. Eine kompakte 5-Schritte-Logik umfasst:

- Bedarfsanalyse: Welches Teil fehlt, welche Anlagen sind betroffen, welche Aufträge hängen daran?
- Interne Umlagerung: Bestände, Reserve, temporäre Umwidmung

- Expressbeschaffung: Wer kann wirklich schnell liefern – und ist der Pfad freigegeben?
- Transparente Kommunikation: Produktion/Vertrieb, Priorisierung, Kundeninformation
- Nachbereitung: Ursache, Präventionsmaßnahme, Anpassung von Bestand/Strategie

Die wichtigste Erkenntnis: Schnelligkeit entsteht nicht durch Improvisation, sondern durch vorbereitete Abläufe, die im Ernstfall direkt abrufbar sind. Deshalb sollten Unternehmen Notfallszenarien als „Dry Runs“ simulieren – inklusive externer Partner. Wenn Conrad beispielsweise als Notfalllieferant für definierte Komponenten vorgesehen ist, sollte der Prozess real geprobt werden: Wer löst aus, welche Artikel sind freigegeben, welche Lieferoption zählt als Express, welche Informationen braucht die Instandhaltung?

Fazit: Relevanz und Trend-Einordnung

Die beschriebenen Bausteine sind keine kurzfristigen „Toolbox-Trends“, sondern grundlegende Resilienzmechaniken für eine Industrie, die gleichzeitig stärker automatisiert und volatil wird. Mit wachsendem Automatisierungsgrad steigt typischerweise der Wert einer Stillstandsstunde – und damit die Bedeutung von klaren Entscheidungsregeln, qualifizierten Zweitquellen und eingeübten Notfallprozessen.

Der Trend geht in Richtung integrierter Verantwortung: Engineering reduziert Varianten und schafft Alternativen, Instandhaltung erhöht Transparenz über Risiken und Zustände, Einkauf übersetzt Kritikalität in belastbare Lieferstrategien. Unternehmen, die diesen Dreiklang organisatorisch zusammenführen, behandeln ungeplanten Bedarf nicht als Schicksal, sondern als steuerbare Variable – und gewinnen genau das, was in automatisierten Produktionssystemen am meisten zählt: planbare Reaktionsfähigkeit.



Mehr Informationen über resiliente Automatisierung erhalten Sie in der Checkliste und den Whitepapers von Conrad Electronic über den Link im QR-Code.

6

Net Zero Highlights

ABB will Unternehmen den Zugang zu sauberer Energie erleichtern, während Schneider Electric Fortschritte bei seiner Nachhaltigkeits-Roadmap meldet. Europäische Projekte bauen Recyclingkreisläufe für Seltenerdmagnete auf, und KI-gestützte Robotik soll die Sortierung von Alttextilien verbessern. Zudem erhält Belden einen Nachhaltigkeitspreis für Lieferanten, während Schaeffler im EcoVadis-Rating erstmals Platin erreicht.



Energieversorgung

ABB investiert in LevelTen Energy und stärkt damit sein Angebot für eine nachhaltige Energieversorgung. Die Plattform erleichtert Unternehmen den Abschluss langfristiger Verträge für erneuerbaren Strom. Gemeinsam wollen die Partner Energiebeschaffung, Elektrifizierung, Speicherlösungen und Emissionsmanagement verbinden. So sollen Unternehmen ihre Energieversorgung verlässlich dekarbonisieren, Emissionen senken und zugleich Kosten im Blick behalten.

1

Magnet-zu-Magnet

Drei EU-Projekte stärken Europas nachhaltige Versorgung mit Seltenerdmetallen. REESilience, GREENE und HARMONY entwickeln geschlossene Recyclingkreisläufe, ressourceneffiziente Magnete und regionale Wertschöpfungsketten. In Pforzheim ging dafür die erste Anlage zur Wiederaufbereitung gesinterter Seltenerdmetalle in der EU in Betrieb. Das direkte Magnet-zu-Magnet-Recycling kann gegenüber der Primärproduktion bis zu 90 Prozent CO₂ einsparen.

3

Sustainability Award

Für messbare Fortschritte bei Emissionen, Governance und nachhaltigen Lieferketten wurde Belden mit dem Emerson Supplier Sustainability Award 2025–26 ausgezeichnet. Das Unternehmen nimmt seit 2024 am Responsible Sourcing Program von Emerson teil. Gewürdigt wurden unter anderem eine transparente Nachhaltigkeitsberichterstattung sowie die konsequente Integration entsprechender Kriterien in die operativen Betriebsabläufe und Lieferkettenprozesse.

5

Roadmap

Mit seiner Nachhaltigkeits-Roadmap Impact 2030 hat Schneider Electric im ersten Halbjahr 2026 weitere Fortschritte erzielt. Die eigenen Scope-1- und Scope-2-Emissionen sanken gegenüber 2017 um 82 Prozent, während Kunden mithilfe der angebotenen Lösungen 50 Millionen t CO₂ einsparen oder vermeiden. Auch Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Produktentwicklung wurden gestärkt und die Dekarbonisierung auf 1.500 Lieferanten ausgeweitet.

2

Pick4CrcI

KI-gestützte Robotik soll das Recycling von Alttextilien effizienter und skalierbar machen. Im Projekt Pick4CrcI entwickeln das Fraunhofer IPA und Polysecure ein System, das Textilien automatisch vereinzelt, Materialien erkennt und Mischgewebe präzise sortiert. Angestrebt werden Sortierreinheiten von über 99 Prozent bei Monomaterialien und über 95 Prozent bei Mischmaterialien. So sollen mehr Textilien als Sekundärrohstoffe im Kreislauf bleiben.

2

Platin

Mit 87 von 100 Punkten hat Schaeffler im EcoVadis-Rating 2026 erstmals Platin erreicht und zählt damit zu den besten 1 Prozent von über 150.000 Unternehmen. Gegenüber dem Vorjahr stieg das Ergebnis um sechs Punkte. Weitere Fortschritte gab es bei Umwelt, Arbeits- und Menschenrechten, Ethik und nachhaltiger Beschaffung. Ausschlaggebend waren unter anderem eine deutlich transparentere Klima- und Scope-3-Berichterstattung.

6



43. Motek

Internationale Fachmesse
für Produktions- und
Montageautomatisierung



18. Bondexpo

06.–08. Okt. 2026

Stuttgart

next level
auto-
mation

- Montageanlagen und Grundsysteme
- Handhabungstechnik
- Prozesstechnik zum Fügen, Bearbeiten, Prüfen und Kennzeichnen
- Komponenten für den Sondermaschinenbau
- Software und Dienstleistungen



Sichern Sie jetzt
Ihr kostenfreies Ticket:

Registrierungsseite:
www.schall-registrierung.de
Ticket-Code: 7H92Y-8G32C



motek-messe.de



bondexpo-messe.de



Veranstalter:

P. E. SCHALL GmbH & Co. KG

+49 (0) 7025 9206-0

motek@schall-messen.de

bondexpo@schall-messen.de



Interview über Gleichstrom in der industriellen Fertigung

„DC ist eine Business-Case-Entscheidung“

Die Industrie steht vor einem energetischen Wendepunkt. Während Wechselstrom über Jahrzehnte der dominierende Standard war, rückt Gleichstrom zunehmend in den Fokus industrieller Anwendungen. Gründe sind Effizienzpotenziale, Einsparungen bei Material und Infrastruktur sowie die einfachere Einbindung regenerativer Energien. Dr. Nico Fritsch, Product Lifecycle Manager bei Siemens, erläutert im Gespräch mit A&D, welche Rolle der neue Halbleiter-Leistungsschalter Sentron 3QD2 dabei spielen soll.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D **BILDER:** Siemens

Die DC-Technologie erhält derzeit wieder viel Aufmerksamkeit. Warum wird Gleichstrom gerade jetzt für die Industrie relevant?

Das ist eine berechtigte Frage. Über die Vision der Gleichstromfabrik wird in der Branche bereits seit vielen Jahren gesprochen. Der Unterschied heute ist, dass mehrere Treiber gleichzeitig wirksam werden. Zum einen sehen wir einen starken Fokus auf Rechenzentren und neue AI Factories, die im Kern auf DC setzen, um Effizienzpotenziale zu erschließen. Zum anderen gewinnt die dezentrale Energieerzeugung in der klassischen Industrie an Bedeutung. In modernen Fabriken werden zunehmend Photovoltaikanlagen und Batteriespeicher integriert. Beide arbeiten nativ mit Gleichstrom. Bislang muss dieser Strom in vielen Fällen zunächst von DC in AC umgewandelt werden, um ihn zu verteilen, und später etwa im Frequenzumrichter eines Roboters wieder in DC zurückgeführt werden. Genau diese zusätzlichen Wandlungsstufen verursachen Verluste. Wenn sich Energie direkt in ein DC-Netz einspeisen und dort nutzen lässt, steigt die Gesamteffizienz des Systems. Wir bei Siemens beschäftigen uns seit Jahren mit diesem Thema, unter anderem im Umfeld der Open Direct Current Alliance und bei Current OS. Mit dem Sentron 3QD2 bringen wir nun eine Lösung auf den Markt, die solche Netze sicher und intelligent absichern kann.

In Modellanlagen ist von einer Reduzierung der Einspeiseleistung um bis zu 80 Prozent die Rede. Wie lässt sich ein solcher Wert in der Praxis erreichen?

Diese Zahl wird auch im Umfeld der ODCA genannt, weil sie das wirtschaftliche Potenzial der Technologie gut verdeutlicht. Entscheidend sind dabei die bidirektionale Energienutzung und die Integration von Speichern. Ein Beispiel aus der Automobilproduktion: Wenn sich ein Roboterarm absenkt, entsteht Bremsenergie. In einem konventionellen AC-Netz lässt sich diese Energie nur eingeschränkt oder mit zusätzlichem Aufwand nutzen. In einem DC-Netz kann sie dagegen direkt im System verbleiben und anderen Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden. Hinzu kommt das Thema Peak Shaving. Werden lokale Speicher wie Batterien oder Supercaps eingebunden, lassen sich Lastspitzen, etwa bei Schweißprozessen, deutlich glätten. Die Netzinfrastruktur muss dann nicht mehr auf die maximale Spitze ausgelegt werden, sondern kann an einer niedrigeren Anschlussleistung orientiert werden. Daraus ergeben sich erhebliche Einsparpotenziale. Zusätzlich kommen Effizienzgewinne durch den Wegfall unnötiger Wandlungsstufen hinzu. Auch beim Materialeinsatz sind Vorteile möglich: In DC-Netzen lässt sich der Verkabelungsaufwand je nach Anwendung reduzieren, was insbesondere vor dem Hintergrund steigender Kupferpreise relevant ist.

Das Herzstück dieser Infrastruktur soll der Siemens Sentron 3QD2 sein. Was steckt technisch dahinter?

Formal handelt es sich um einen Leistungsschalter. Mit der IEC 60947-10 gibt es dafür inzwischen auch eine eigene Norm für Halbleiter-Leistungsschalter. Technisch betrachtet geht das Gerät jedoch deutlich weiter. Es vereint vier Funktionen in einer Lösung: Schalten, Schützen, Messen und Management. Im Gerät sind umfangreiche Messfunktionen integriert, die auch für die Steuerung genutzt werden. Hinzu kommt die Kommunikationsfähigkeit über Modbus TCP oder Profinet. Dadurch lassen sich die Daten direkt in Automatisierungsumgebungen wie TIA integrieren. Das Gerät ist damit weit mehr als ein klassisches Schutzorgan und wird zu einem softwaregestützten, präzisen Schutz- und Managementbaustein im DC-Netz.

„Durch intelligentes Peak Shaving können wir die Spitzenlasten in der Fertigung um bis zu 80 Prozent reduzieren.“

Ein DC-Kurzschluss gilt als besonders anspruchsvoll, weil der Nulldurchgang fehlt. Wie löst die interne Elektronik dieses Problem?

Das ist in der Tat eine der zentralen Herausforderungen. In AC-Systemen hilft der Nulldurchgang dabei, Fehlerströme zu unterbrechen. Bei DC entfällt dieser Effekt. Gleichzeitig steigen die Ströme im Fehlerfall sehr schnell an. Entsprechend kurz sind die Reaktionszeiten, die ein Schutzsystem einhalten muss. Die Halbleitertechnologie im Sentron 3QD2 ermöglicht es, innerhalb von Mikrosekunden abzuschalten. Dadurch werden kritische Stromwerte gar nicht erst erreicht. Der Fehler wird also sehr früh begrenzt, bevor es zu Schäden an der Anlage kommen kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass keine Lichtbögen wie bei elektromechanischen Schaltgeräten entstehen und deshalb auch keine entsprechend großen Ausblasräume erforderlich sind.

Halbleiter und Wärme sind eine anspruchsvolle Kombination. Wie haben Sie die Verlustleistung in dem kompakten Gehäuse thermisch im Griff?

Das war ein wesentlicher Entwicklungsaspekt. Wir setzen auf eine aktive Kühlung. Auf der Unterseite des Geräts befinden sich zwei Lüfter, die Luft ansaugen, über den Kühlkörper mit den Halbleitern führen und die erwärmte Luft nach oben abgeben. Die Ansteuerung erfolgt bedarfsgerecht. Über eine interne Temperaturerfassung wird die Lüfterleistung an Strombelastung und Umgebungsbedingungen angepasst. So lässt sich die thermische Stabilität auch in einem kompakten Aufbau sicherstellen.

Wie steht es um die Robustheit? Ist die Lebensdauer wie bei mechanischen Kontakten durch die Zahl der Schaltvorgänge begrenzt?

Gerade hier liegt ein wesentlicher Vorteil der Halbleitertechnik. Da keine mechanischen Kontakte vorhanden sind, die beim Schalten verschleifen, arbeitet das System weitgehend verschleißfrei. Entsprechend hoch ist die Zahl möglicher Schaltzyklen. Das reduziert den Wartungsaufwand deutlich. Zwar können die Investitionskosten eines DC-Systems heute in bestimmten Anwendungen noch über denen konventioneller AC-Lösungen liegen. Entscheidend ist jedoch die Amortisation über den Lebenszyklus. Dabei spielen Energieeinsparung, geringerer Wartungsaufwand und eine effizientere Netzauslegung eine zentrale Rolle. Wir setzen diese Technologie derzeit auch im eigenen Hochregallager am Technology Campus in Erlangen ein. Dort basiert die Entscheidung auf einer klaren Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. >

„Wir schalten innerhalb von Mikrosekunden ab –
so schnell, dass kritische Stromwerte gar
nicht erst erreicht werden.“

Ein Halbleiter kann physikalisch keine galvanische Trennung bereitstellen. Wie lösen Sie dieses Sicherheitsmerkmal für den Servicefall?

Das ist eine normative Anforderung, die selbstverständlich erfüllt werden muss. Deshalb haben wir im Sentron 3QD2 zusätzlich einen mechanischen Trenner integriert. Im Off-Zustand ist damit eine echte galvanische Trennung möglich. Das Gerät lässt sich in diesem Zustand auch verriegeln, etwa mit einem Vorhängeschloss. Zudem kann der Anwender parametrieren, ob nach einer Auslösung sofort mechanisch getrennt werden soll oder zunächst nur ein elektronischer Sperrzustand aktiv wird.

In DC-Netzen gibt es häufig hohe Pufferkapazitäten. Wie unterscheidet Ihre Sensorik beim Hochfahren zwischen einem normalen Einschaltstromstoß und einem echten Kurzschluss?

Das ist ein wichtiger Punkt. Werden hohe DC-Spannungen auf ein Netz mit entladenen Kondensatoren geschaltet, entstehen zunächst erhebliche Einschaltströme. Ohne geeignete Maßnahmen wäre das kritisch. Deshalb ist im Schalter eine Vorladefunktion integriert. Beim Zuschalten prüft das System, ob sich das Netz wie bei einem normalen Ladevorgang verhält oder ob ein Fehlerfall vorliegt. Erst wenn diese Prüfung erfolgreich abgeschlossen ist, wird der volle Stromfluss freigegeben. Damit lässt sich die Anlage kontrolliert und sicher hochfahren.

Blicken wir nach vorn: Wird es in einigen Jahren überhaupt noch mechanische Kontakte in der Fabrik geben?

Ich gehe davon aus, dass wir auf absehbare Zeit in einer hybriden Welt leben werden. Es gibt sehr viele Anwendungen, die weiterhin auf AC basieren. Deshalb wird Gleichstrom Wechselstrom nicht pauschal ablösen. In der industriellen Infrastruktur, insbesondere in neuen Anlagen und Greenfield-Projekten, wird DC jedoch deutlich an Bedeutung gewinnen. Parallel dazu wächst international das Know-how, etwa durch Aktivitäten und Allianzen in Asien und den USA. Das schafft zusätzliche Dynamik.

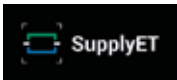
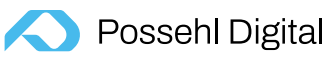
Warum sollte sich ein Industrieunternehmen heute für Siemens als Partner bei der Umstellung auf DC entscheiden?

Weil wir nicht nur einzelne Produkte liefern, sondern das Gesamtsystem betrachten. Wir verfügen über langjährige Erfahrung in Forschung, Planung und Auslegung von DC-Netzen. Über unsere Einheit Total Integrated Power unterstützen wir Kunden bereits in frühen Planungsphasen. Das ist bei DC besonders wichtig, weil hier andere Anforderungen an Auslegung, Normung und Systemverhalten gelten als in klassischen AC-Netzen. Unser Ansatz ist deshalb ganzheitlich: von der Planung des Netzes über die Integration in die Automatisierung bis hin zum intelligenten Schutzgerät.





WIR DANKEN DEN PARTNERN DES **INDUSTRY.FORWARD SUMMIT 2026**



SAVE THE DATE

INDUSTRY.FORWARD SUMMIT 2027

30. JUNI + 1. JULI 2027

Sebastian Seitz
CEO von Eplan

KI-basiertes Engineering und Software-Defined Automation

„Wir müssen aufhören, Daten von A nach B zu kopieren – die Welt wartet nicht auf uns“

Die Industrie steht am Wendepunkt vom automatisierten zum autonomen Engineering. Während KI im Alltag längst angekommen ist, denken Siemens und Eplan nun die Werkzeugketten der Fabrikwelt neu. Sebastian Seitz, CEO von Eplan, und Rainer Brehm, COO Automatisierung sowie CTO von Siemens Digital Industries, erklären im Interview mit A&D, warum standardisierte Daten zum entscheidenden Hebel werden – aber Neugier jetzt die wichtigste Ressource ist.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: Eplan

Rainer Brehm
COO Automatisierung sowie
CTO von Siemens Digital Industries
(ab 1.10.26 President of Automation
von Siemens)



Wenn Sie das aktuelle Zielbild von KI im Engineering und KI-basierter Automation beschreiben: Wo stehen wir heute – und wo wollen wir hin?

Brehm: Unser Ziel ist es seit Jahren, den Engineering-Workflow durchgängig zu verbessern. Mit Plattformen wie dem TIA Portal greifen alle Arbeitsschritte einer Maschine nahtlos ineinander. Jetzt erreichen wir die nächste Stufe: Wir können diesen kompletten Workflow noch viel stärker automatisieren. Innerhalb der Tools – sei es beim Eplan Copilot oder unserem Eigen Engineering Agent – erreichen wir einen massiven Produktivitätsgewinn. Die Basis dafür ist eine zunehmend softwaredefinierte Automatisierung, also mehr Intelligenz, Flexibilität und Automatisierung bis hinein in die Steuerungstechnik. Die zentrale Herausforderung bleibt, industrielle KI mit den Anforderungen determi-

nistischer, sicherheitskritischer Systeme zusammenzubringen.

Seitz: Wir verlassen ein rein regelbasiertes Verständnis von Engineering und bewegen uns in Richtung autonomer Systeme. Dafür braucht es allerdings eine saubere Datengrundlage und Standards. Ohne standardisierte Informationen bzw. Austauschformate bleibt KI im Engineering Stückwerk. Unser Ansatz mit der neuen Eplan Plattform 2027 und dem neuen Eplan Copilot ist deshalb, Wissen, Funktionen und Aufgaben kontextbezogen und herstellerübergreifend – beispielsweise mit Siemens – zusammenzubringen. Der Copilot soll nicht nur Antworten liefern, sondern Engineering-Wissen verlässlich nutzbar machen.

Lässt sich dieses Zielbild also nur durch eine enge Zusammenarbeit und eine durchgängige Toolchain erreichen?

Brehm: Man muss nicht sofort alles auf einmal umsetzen. Aber wir zeigen gemeinsam den kompletten Workflow, weil genau dort der größte Nutzen liegt. Wir sehen bei unseren Kunden sehr klar, wo heute noch unnötig Zeit verloren geht: wenn Ingenieurinnen und Konstrukteure Daten manuell von einem System ins nächste übertragen, Produktänderungen mühsam recherchieren oder Korrekturen mehrfach anstoßen müssen. Wenn die einzelnen Schritte sinnvoll aufeinander aufbauen, entsteht echter Fortschritt. Entscheidend ist, schon beim ersten Schritt zu wissen, wohin die Reise gehen soll.

Seitz: Absolut. Wir brauchen für die Umsetzung von Standards wie der Verwaltungsschule eine kritische Masse. Siemens ist in der industriellen Automatisierung ein zentraler Player, und wir wollen im Umfeld des Eplan Data Portals und darüber hinaus möglichst viele Partner ein-



»KI im industriellen Umfeld braucht belastbare industrielle Daten – keine beliebigen Internetdaten.«

Rainer Brehm, Siemens

binden. Wir müssen weg von Denkweisen, die seit Jahrzehnten vor allem durch Abgrenzung geprägt sind. Entscheidend ist doch die Frage: Wo schaffen wir gemeinsam echten Kundennutzen? Ich bin zutiefst davon überzeugt: Wenn wir das nicht tun, wird die Welt nicht auf uns warten. Dann macht es jemand anderes.

Brehm: Wir müssen auch aus dem klassischen Henne-Ei-Problem heraus. Wenn Komponentenhersteller keine nutzbaren digitalen Daten anbieten, sagt der Maschinenbauer: Das bringt mir nichts. Wenn Hersteller investieren, die Daten aber niemand nutzt, verpufft der Aufwand. Deshalb appelliere ich auch an den VDMA und an die Maschinenbauer: Fordern Sie diese Daten aktiv ein. Wir müssen dieses Schwungrad gemeinsam in Bewegung setzen. Wenn Marktführer wie Eplan und Siemens zusammenarbeiten, hilft das dem gesamten Ökosystem.

Welche Rolle übernimmt Eplan dabei künftig? Wird Ihr Unternehmen zum Orchestrator der gesamten Toolchain, auf der dann KI-Lösungen wie der Siemens Eigen Engineering Agent aufsetzen?

Seitz: Wir beanspruchen nicht, den gesamten Prozess zu orchestrieren. Aber im Electrical Engineering wollen wir unsere Rolle selbstverständlich voll ausspielen – das ist unsere Domäne. Vereinfacht gesagt ist es wie bei Lego: Unsere Kunden arbeiten mit standardisierten Funktions- und Komponentenbausteinen, aus denen sie Automatisierungssysteme zusammensetzen. Entscheidend

ist, dass diese Bausteine semantisch und datenstrukturell zusammenpassen. Heute ist genau das oft noch nicht der Fall: Datenmodelle, Detailtiefe und Aktualität unterscheiden sich von Hersteller zu Hersteller. Wenn wir diese Informationen standardisiert auf die Plattform bringen, entsteht die Grundlage für automatisierbares Engineering – bis hin zur Generierung von SPS-Code.

Ist Siemens dann das Unternehmen, das diese intelligenten „Lego-Bausteine“ vom Engineering bis zur softwaredefinierten Automation zusammenführt?

Brehm: Das zu ermöglichen ist ganz klar unsere Aufgabe. Wie man die Bausteine jedoch am sinnvollsten zu einer leistungsfähigen Maschine oder Anlage kombiniert, bleibt das Domänenwissen unserer Kunden. Wir können Empfehlungen geben, Best Practices einbringen und mit unseren Plattformen die Voraussetzungen schaffen. Dafür arbeiten wir intensiv an Standards wie der Verwaltungsschale und in Initiativen wie Manufacturing-X, um herstellerübergreifende Anwendungsfälle zu definieren. Mit Siemens Teamcenter bieten wir eine offene Plattform, auf der sich der Lebenszyklus eines Produkts managen lässt. Und ich hoffe ausdrücklich, dass auch andere Anbieter vergleichbare Services schaffen – denn nur so erreichen wir die notwendige Skalierung im Markt.

Wo verläuft aus Ihrer Sicht eigentlich die Grenze zwischen einem Copilot, der Wissen und Funktionen zugänglich macht,

und einem Agenten, der Aufgaben eigenständig ausführt? Und an welcher Stelle bleibt der Mensch zwingend in der Verantwortung?

Brehm: KI im industriellen Umfeld braucht belastbare industrielle Daten – keine beliebigen Internetdaten. Das ist die Grundlage für verifizierbare Ergebnisse. Ein Agent kann innerhalb definierter Leitplanken durchaus autonom agieren, aber der Kunde entscheidet letztlich selbst, wie weit er gehen will. Klar ist: Sicherheitsanforderungen, regulatorische Vorgaben und die Maschinenrichtlinie setzen den Rahmen. Wo Risiken entstehen, bleiben klassische Sicherheitskonzepte unverzichtbar. Gleichzeitig sehen wir in der Softwareentwicklung schon heute, wie weit agentische Systeme gehen können: Da gibt es nicht nur einen Coding-Agenten, sondern auch Agenten für Überprüfung, Tests und Simulation. Die Absicherung KI-generierter Ergebnisse in der Industrie wird also selbst zunehmend automatisiert.

Seitz: Ich würde noch einen Schritt weitergehen und nicht nur von Daten sprechen, sondern von abgesichertem Wissen. Genau dieses Wissen müssen wir dem System mitgeben – plus die Fähigkeit, es im richtigen Kontext anzuwenden. Das eigentliche Können steckt in vielen unserer Systeme bereits heute, nur wird es bislang noch manuell über Menüs, Masken und Einzelschritte ausgelöst. Ein Copilot hilft zunächst dabei, Wissen, Funktionen und Bedienlogik zugänglich zu machen. Ein Agent geht wei-

ter: Er kombiniert diese Elemente, plant Arbeitsschritte und führt definierte Aufgaben eigenständiger aus. Der Mensch bleibt so lange im Loop, bis das System in Qualität, Nachvollziehbarkeit und Sicherheit nachweislich besser ist als die manuelle Bearbeitung.

Gibt es dafür schon konkrete Beispiele aus der Praxis?

Seitz: Ja, etwa bei der visuellen Inspektion von Schaltanlagen. Dort, wo sehr große Stückzahlen und tausende zu prüfende Verbindungen zusammenkommen, stößt der Mensch irgendwann

Medienbrüchen und einer schnelleren Reaktion auf Änderungen im Projekt.

Wie nehmen Sie die Kunden bei diesem rasanten Tempo mit? Viele kleine und mittelständische Maschinenbauer reagieren eher vorsichtig als euphorisch ...

Brehm: Vorsicht ist bei vielen mittelständischen Maschinenbauern völlig nachvollziehbar. Niemand braucht eine zusätzliche Komplexitätsschicht. Deshalb müssen wir den Einstieg so niedrigschwellig wie möglich halten. Unseren Eigen Engineering Agent kann man einfach ausprobieren. Der entscheidende Punkt ist:

sein müssten. Genau da müssen wir hin: Wenn ein Hersteller eine Komponente ändert oder abkündigt, muss diese Information unmittelbar im Engineering-Kontext ankommen. Genau das bieten wir beispielsweise mit Eplan Smart Sourcing an. Alles andere ist nicht mehr zeitgemäß.

Brehm: Gleichzeitig erwarte ich von unseren Ingenieuren und Anwenderinnen aber auch Neugier. Wenn wir als Industrie diese Neugier verlieren, haben wir das größte Problem. Wir machen den Zugang so einfach wie möglich – aber das Ausprobieren und Lernen können wir niemanden abnehmen.

»Ohne standardisierte Informationen bleibt KI im Engineering Stückwerk.«

Sebastian Seitz, Eplan



an natürliche Grenzen. Eine KI-basierte Inspektion, die Bilddaten mit dem virtuellen Modell abgleicht, kann in solchen Fällen konsistenter und fehlerärmer arbeiten. Entscheidend ist aber: Solche Beispiele zeigen nicht, dass der Mensch überflüssig wird, sondern dass wir seine Kapazitäten dort einsetzen müssen, wo Urteilsvermögen, Erfahrung und Gestaltungskraft gefragt sind.

Brehm: Ein weiteres Beispiel sehen wir direkt im Engineering. Wenn ein Agent Konfigurationsaufgaben für Steuerungen, Panels oder Gerätevorbereitungen übernehmen kann, entlastet er erfahrene Ingenieurinnen und Ingenieure von Routinetätigkeiten. Der Nutzen liegt dann nicht nur in Geschwindigkeit, sondern auch in höherer Konsistenz, weniger

Der Nutzen von industrieller KI muss im Alltag sofort sichtbar werden – weniger manuelle Routinen, weniger Medienbrüche, mehr Tempo bei Änderungen und Konfigurationen. Wenn industrielle KI genau dort ansetzt, wächst auch das Vertrauen. Unsere Aufgabe ist es, diese Technologien so aufzubereiten, dass Kunden nicht erst KI-Spezialisten werden müssen, sondern mit ihrem bestehenden Domänenwissen produktiv arbeiten können.

Seitz: Richtig, Kunden sind bereit, wenn der Nutzen unmittelbar erkennbar ist. Im privaten Umfeld erleben wir längst durchgängig digitale Prozesse. Im Engineering dagegen schicken wir teilweise noch Dateien hin und her, obwohl Produktdaten, Änderungen oder Firmware-Updates eigentlich in Echtzeit verfügbar

Ihr abschließender Appell an die Leser von A&D?

Brehm: Fangt an. Und geht Schritt für Schritt vor. Das ist längst keine akademische Übung mehr für Universitäten oder Großkonzerne. Die Technologie ist in der industriellen Breite angekommen. Man muss dort beginnen, wo der größte Optimierungsbedarf ist, ausprobieren und mit diesen Erfahrungen den nächsten Schritt gehen.

Seitz: Bleiben Sie hartnäckig. Überall dort, wo heute unnötige, nicht wertschöpfende Arbeit entsteht, sollten Ingenieurinnen und Konstrukteure bessere digitale Lösungen einfordern – von uns, von Komponentenherstellern und vom gesamten Ökosystem. Nur so werden wir gemeinsam besser.



”

»In der Industrie ist „fast richtig“
oft Ausschuss; wir brauchen
Industrial Grade AI mit
maximaler Präzision.«

Jan Nistrath
Manager Industrial Machinery
Autodesk

Warum die Industrie jetzt räumliche Intelligenz braucht

„Physical AI versteht nicht nur Wörter, sondern die Welt“

Die Industrie steht vor einem weiteren KI-Schub: weg von rein sprachbasierten Modellen, hin zu Physical AI. Wie verändert räumliche Intelligenz den Arbeitsalltag in Konstruktion und Engineering? Jan Niestrath, Manager Industrial Machinery bei Autodesk, erläutert im Gespräch mit A&D, warum Ingenieurinnen und Ingenieure künftig stärker orchestrieren als selbst modellieren – und wie sich wertvolles Know-how im Unternehmen sichern lässt.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D BILDER: Autodesk

Physical AI gilt derzeit als nächster Entwicklungsschritt der KI. Warum ist dieser Ansatz für die Fertigungsindustrie relevanter als die bisher dominierenden Sprachmodelle?

Sprachbasierte Large Language Models, die wir beispielsweise bereits in Form des Autodesk Assistant in unsere Produkte integriert haben, sind hervorragend darin, repetitive Aufgaben zu übernehmen. Diese Modelle wurden jedoch im Wesentlichen mit Text-, Bild- und Sprachdaten

trainiert. Sie verstehen die Welt nicht im physikalischen Sinn – sie kennen weder physikalische Gesetzmäßigkeiten noch echte Geometrie. Der Unterschied zur Physical AI ist grundlegend: Ein herkömmliches Sprachmodell verarbeitet große Mengen an Informationen aus dem Internet, eine Physical AI dagegen muss lernen, wie sich die reale Welt verhält. Autodesk denkt seit jeher in Geometrie und 3D. Mit dem Investment in World Labs gehen wir nun den nächsten logi-

schen Schritt, um dieses Verständnis um physikalische Zusammenhänge zu erweitern. Bislang lässt sich zwar vieles simulieren, etwa auf Basis der Newtonschen Gesetze. Das erfordert jedoch enorme Rechenleistung. Wenn man sämtliche Zusammenhänge cloudbasiert vollständig simulieren will, wächst der Aufwand exponentiell. Genau hier kommt KI ins Spiel: Mit vortrainierten Modellen kann sie erfassen, wie die Welt funktioniert, ohne jeden Zusammenhang in einem Simula-

SCHALTSCHRÄNKE AUTOMATISCH GENERIEREN

DIE EINZIGE E-CAD-SOFTWARE MIT KI



wscad.ai



»KI ist der erste wirklich disruptive Faktor seit dem Umstieg von 2D auf 3D.«

tionslauf erneut vollständig berechnen zu müssen. Darin liegt die eigentliche Logik: Unsere Industrieexpertise, kombiniert mit Physical AI, schafft die Grundlage für digitale Zwillinge, die mit der realen Welt sinnvoll interagieren können.

Das klingt nach einem Paradigmenwechsel. Aber wie bringt man einer Software konkret bei, was Schwerkraft oder Materialsteifigkeit für ein Bauteil bedeuten?

Das ist eine spannende Frage. Anders als beim Training mit Internetdaten lernen diese Modelle in virtuellen Testumgebungen an digitalen Zwillingen. Dafür nutzen wir beispielsweise unser Autodesk Technology Center in Birmingham, das wir vollständig als digitalen Zwilling aufgebaut haben, um solche Trainings durchzuführen. Wir nutzen dafür auch Lösungen wie Autodesk NavPack, im Bereich der simulationsbasierten Produktentwicklung. Dort geht es darum, Modelle mit validierten Simulationsdaten so anzulernen, dass die KI versteht, wie sich Geometrie, Strömung, Struktur oder thermisches Verhalten auf die Leistungsfähigkeit eines Entwurfs auswirken. Am Ende geht es darum, dass die KI – ähnlich wie wir Menschen – Wissen aufbaut und daraus Prognosen ableiten kann. Wir wissen intuitiv, wie sich Dinge zueinander verhalten, sei es bei Reibung, Schwerkraft oder kinematischen Zusammenhängen. Physical AI kann innerhalb

von Sekundenbruchteilen auf dieses Wissen zurückgreifen, statt alle Effekte jedes Mal neu berechnen zu müssen.

Wenn wir uns nun einen Konstrukteur oder eine Ingenieurin beim Entwurf einer Werkzeugmaschine vorstellen: Was ändert sich konkret am Bildschirm, wenn im Hintergrund KI-Systeme arbeiten?

Ich bin überzeugt, dass diese Assistenten die Arbeitsweise massiv verändern werden. Ingenieurinnen und Ingenieure werden sich künftig weniger mit der detaillierten Ausarbeitung jeder einzelnen Lösung beschäftigen, sondern stärker mit der präzisen Definition der Problemstellung. Sie beschreiben dem Assistenten, welches Problem gelöst werden soll – heute spricht man dabei meist von Prompting. Am Anfang des Prozesses steht also weiterhin der Mensch, der die Aufgabe formuliert. Er erhält Unterstützung durch agentische oder generative KI und bewertet am Ende die Vorschläge. Der Konstrukteur entscheidet, welche Lösung im konkreten Fall die beste ist. Dabei können auch ästhetische Aspekte eine Rolle spielen. Unser Ziel ist nicht, menschliche Kreativität zu ersetzen, sondern sie zu erweitern, den Lösungsraum zu vergrößern und den Konstruktionsprozess zu beschleunigen. Das Berufsbild verschiebt sich damit vom reinen Ausführen stärker in Richtung Problemlösung und Auswahl.

Sie sprechen von agentischen Workflows. Worin unterscheidet sich ein solcher KI-Agent von einem einfachen Chatbot?

Mit einem Assistenten kann ich einzelne Aufgaben delegieren, etwa die Zeichnungsableitung, die Erstellung von G-Code für die CNC-Programmierung oder erste Entwürfe per Generative Design. Agentisch wird es dann, wenn sich solche Werkzeuge zu durchgängigen Prozessketten verknüpfen lassen. Solche Agentenarchitekturen können theoretisch rund um die Uhr laufen und deutlich mehr Ergebnisse mit geringerem Ressourceneinsatz erzeugen. Ein praktisches Beispiel: Wenn ich ein Bauteil konstruiere, kennt die Software heute bereits durch Generative Design die Biegesteifigkeit oder Festigkeit eines Materials. Ich gebe Anforderungen wie Gewicht und Fertigungsverfahren vor – beispielsweise für eine Drei- oder Fünfschichtfräse – und erhalte ein optimiertes Bauteil. Physical AI geht noch einen Schritt weiter und versteht die physikalischen Korrelationen innerhalb ganzer Baugruppen. Das ist die nächste Entwicklungsstufe – über das einzelne Teil hinaus.

Ist diese räumliche Intelligenz bereits marktreif, oder sprechen wir noch über Zukunftsmusik?

Man muss hier in Entwicklungsstufen denken. Die Task Automation, also die Automatisierung einzelner Aufgaben, ist

zenon.

Für eine sichere Zukunft
Softwareplattform für
Cyber-Resilienz

bereits heute in unseren Produkten vorhanden und wird in der Industrie genutzt. Auch agentische Workflows halten zunehmend Einzug, weil wir über entsprechende Schnittstellen die Verbindung zwischen Tools, Systemen und Datenbanken schaffen. Derzeit arbeiten wir intensiv an der Automatisierung ganzer Systeme, etwa mit dem Fusion System Modeler. Das Konzept wurde 2025 auf der Autodesk University vorgestellt. Es ist noch kein kommerzielles Produkt, zeigt aber klar, wie sich KI-Arbeitsabläufe in Zukunft weiterentwickeln können.

In der Industrie ist „fast richtig“ oft gleichbedeutend mit Ausschuss. Wie stellen Sie sicher, dass die KI keine physikalisch unsinnigen Modelle halluziniert?

Das ist ein sehr wichtiger Punkt. Wenn eine KI in einem Text einmal danebenliegt, ist das oft nicht gravierend und vom Nutzer leicht zu erkennen. In industriellen Prozessen ist die Situation eine andere. Dort lässt sich häufig nicht auf den ersten Blick beurteilen, ob ein komplexes Ergebnis plausibel ist oder nicht. Deshalb wird die Entwicklung in diesem Bereich auch nicht mit dem gleichen Tempo verlaufen wie bei LLMs, weil die Qualitätsanforderungen deutlich höher sind. Wir brauchen Industrial Grade AI – also Systeme mit einer extrem niedrigen Fehlerrate. Unsere ISO-42001-Zertifizierung ist dabei ein wesentlicher Baustein, um sicherzustellen,

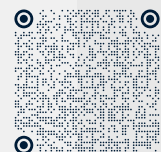
dass das, was wir simulieren und vorschlagen, auch belastbar ist. Hundertprozentige Fehlerfreiheit wird man nie erreichen. Aber wir arbeiten an einer Verlässlichkeit, die deutlich über das hinausgeht, was man von klassischer GenAI kennt.

Viele Ingenieure leiden unter der Hürde des leeren Blatts oder verlieren Zeit mit administrativen Aufgaben. Wie hilft der Autodesk Assistant hier konkret?

Absolut, gerade bei neuen Bauteilentwürfen ist das ein reales Thema. Wir haben Kunden, die KI nutzen, um zunächst einen ersten Entwurf generieren zu lassen, auf dem sie dann weiter aufbauen. Der eigentliche Hebel liegt aber häufig in den nicht wertschöpfenden Tätigkeiten. Nehmen wir die Suche nach Daten in einem PDM-System wie Autodesk Vault: Früher konnte es Tage dauern herauszufinden, ob ein ähnliches Teil bereits konstruiert wurde. Heute frage ich den Assistenten gezielt: „Suche mir alle Teile, die Kriterium X erfüllen“, und er liefert die entsprechenden Ergebnisse. Das verhindert doppelte Konstruktionsarbeit – und damit Verschwendung. Ein weiteres Beispiel ist das Projektgeschäft: Unternehmen erhalten oft sehr umfangreiche Spezifikationen vom Endkunden. Die KI kann große Datenmengen analysieren, Anforderungen extrahieren und verdichten. Diese Essenz lässt sich anschließend direkt in einen Generative-Design-Work-



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



COPADATA.COM/DE/CYBERSECURITY



zenon

by COPA-DATA



In vielen Produktionen gehört es heute zum Standard, dass Kameras Anomalien erkennen, generative Modelle Vorschläge liefern und Planungswerkzeuge Layouts optimieren.

flow überführen. Das ist vielleicht noch nicht der finale Entwurf, aber ein sehr belastbarer erster Aufschlag.

Ein kritisches Thema für viele Unternehmen ist der Schutz ihres Know-hows. Woher bezieht die KI ihre Daten – und wie stellen Sie sicher, dass Wissen im Unternehmen bleibt?

Das ist eine berechtigte Sorge. Vieles, was wir heute im KI-Umfeld sehen, basiert auf öffentlich verfügbaren Daten. In der Industrie jedoch gibt niemand seine Daten freiwillig in einen gemeinsamen Pool. Für uns als Autodesk ist klar: Kundendaten werden nicht an Wettbewerber weitergegeben. Vertrauen ist hier das oberste Prinzip. Wir sind lieber nicht die Ersten am Markt, als bei Fragen zu Vertrauen, Datenschutz und Datensouveränität Kompromisse einzugehen. Hinzu kommt, dass viele Unternehmen ihre Daten und Prozesse noch gar nicht so weit digitalisiert haben, dass sie für KI-Anwendungen überhaupt geeignet wären. Es gibt also sowohl regulatorische als auch technische Hürden. Gleichzeitig bieten wir Lösungen an, die beispielsweise die Designsprache eines Unternehmens lernen können. Im Automotive Design erkennt man auf den ersten Blick,

ob ein Fahrzeug von einem bestimmten Hersteller stammt. Unsere Systeme können lernen, wie die spezifische Handschrift eines Kunden aussieht, und diese bei neuen Entwürfen beibehalten. Das ist eine Form der Wissenskonservierung, die auch für den Maschinenbau äußerst spannend ist.

Das bringt uns zum Fachkräftemangel: Kann KI also helfen, das Wissen erfahrener Fachkräfte zu sichern, bevor sie in den Ruhestand gehen?

Ja, das ist ein zentrales Thema. Wenn erfahrene Experten ein Unternehmen verlassen, verschwindet häufig auch ein großer Teil ihres Wissens, weil es nicht ausreichend dokumentiert ist. KI kann helfen, dieses Know-how zu konservieren. Wenn die benötigten Talente am Arbeitsmarkt fehlen, müssen wir einen Teil des Problems technologisch lösen. Wir betrachten dabei den gesamten Lebenszyklus: Design, Make und Operate. Das reicht von der Konstruktion über die Fertigung bis hin zum Betrieb auf dem Shopfloor. Mithilfe digitaler Zwillinge lassen sich Produktionssysteme optimieren und Transparenz schaffen. So können auch weniger spezialisierte Mitarbeitende komplexe Maschinen bedienen oder Bauteile konstruieren,

weil ein Teil des Fachwissens bereits in der Software hinterlegt ist.

Wenn wir einige Jahre nach vorn blicken: Wird der Mensch in der Fabrik dann noch selbst zeichnen – oder vor allem die Ergebnisse der KI dirigieren?

Ich habe vor knapp 20 Jahren mein Maschinenbaustudium abgeschlossen und dachte damals bereits, dass wir uns bald nicht mehr intensiv mit Zeichnungen beschäftigen müssten. Und wo stehen wir heute? Zeichnungen sind noch immer ein zentrales Thema – allerdings haben wir die Werkzeuge, um sie einfacher zu erstellen. Ich glaube deshalb nicht, dass sich die Arbeit so radikal verändert, wie es manche Szenarien nahelegen. Die Geschichte zeigt durchaus Kontinuität. Aber eines ist ebenso klar: Wer heute keine KI in seine Entwicklungsprozesse integriert, wird in einigen Jahren wahrscheinlich erhebliche Wettbewerbsnachteile haben. Die letzte große Revolution war der Umstieg von 2D auf 3D – das war ein tiefgreifender Wandel im Denken. Mit künstlicher Intelligenz steht nun der nächste disruptive Faktor an. Wir werden stärker orchestrieren und dirigieren, ja – aber der Ingenieur bleibt derjenige, der die Richtung vorgibt.



DIGITAL FACTORY

300 dezentrale I/Os per One Cable Automation effizient angebunden

Schnelle Kommunikation per EtherCAT und EtherCAT P

Seit vielen Jahrzehnten baut SafanDarley Blechbearbeitungsmaschinen und setzt dabei bislang auf traditionelle SPS-Systeme. Die PC-basierte Steuerungstechnik von Beckhoff weckte jedoch das Interesse der Maschinenbauer. Der Pilotversuch mit einer Nickelschneidanlage überzeugte: wiederverwendbare Softwareobjekte für die Bewegungssteuerung, umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und eine über die One Cable Automation mit EtherCAT P deutlich vereinfachte Verdrahtung.

TEXT: Stefan Ziegler, Beckhoff Automation BILDER: SafanDarley

SafanDarley, hervorgegangen aus dem Zusammenschluss von Safan und Darley, blickt auf eine über neunzigjährige Geschichte im Maschinenbau für die Blechbearbeitung zurück. Genau so traditionell wie der Maschinenbau ist die Steuerungstechnik. Das Unternehmen verwende die konventionelle SPS, sagt Chris Utens, leitender Softwareingenieur am Standort Eijsden, wo der Fokus auf schwereren Maschinen mit Hydraulik und auf Sonderprojekten liege. „Wir hatten keine Erfahrung mit Beckhoff, waren aber neugierig auf die PC-basierte Steuerungstechnik von dem Entwickler des EtherCAT-Protokolls geworden. Die schnelle, Ethernet-basierte Kommunikation vereinfacht die Anbindung an verschiedene Maschinentypen, und da unsere Maschinen-

steuerung eine große Zahl dezentraler I/Os beinhaltet, war das für uns interessant.“

Von Grund auf neu entwickelt

Nach einem Beckhoff Besuch auf der Hannover Messe 2024 waren Utens und Softwareingenieur Jelle Adema von den Produkten und Arbeitsmethoden begeistert. Sie beschlossen, als Pilotprojekt eine Nickelschneidanlage für einen Kunden in Südafrika mit Beckhoff Technik zu automatisieren. „Wir nahmen an Schulungen teil und begannen mit dem Engineering der Steuerung von Grund auf; wir wählten Hardware aus und



Überblick über die Nickelschneideanlage mit der Eingangsposition für die Nickelkathoden vorn und dem Ausgang der geschnittenen Nickelblöcke zu den Sammelbehältern rechts.

programmierten mit TwinCAT die SPS, die Maschinensicherheit und das HMI.“

Das Anlagenlayout hat die Form eines Quadrats, weshalb sich SafanDarley für ein Steuerungsnetzwerk in Sterntopologie entschied. Die Verbindungen verlaufen von einem zentralen Schaltschrank zu dezentralen Schaltschränken und EtherCAT P-Box-Modulen an den verschiedenen Komponenten der Linie. Alle dezentralen I/Os für die Anbindung von Achsen, Greifern, Sensoren usw. werden von solchen I/O-Inseln aus gesteuert. EtherCAT P vereint Kommunikation und Power in einem 4-adrigen Ethernet-Kabel – im Sinne der One Cable Automation von Beckhoff. Utens: „Es wird nur ein Kabel benötigt, das war für uns ein Augenöffner. EtherCAT P ist zwar etwas teurer, aber der Anschluss ist sehr einfach; das heißt es gibt wenig Gefahr für Verdrahtungsfehler und die Maschine kann schnell eingerichtet werden. Einen Teil der Verdrahtung haben wir sogar von Praktikanten machen lassen.“

Schneiden mit Sorgfalt

Die Anlage beginnt mit der Zuführung von sogenannten Kathoden, Nickelplatten mit den Maßen 900 x 900 mm. Sie werden mit einem pneumatischen Greifer aufgenommen, auf einem Messtisch zentriert, in Länge, Breite und Dicke genau vermessen, gewogen und dann auf den Einlauftisch einer hydraulischen Schere transportiert. Diese Schere wird so eingestellt, dass jede Kathode in Bezug auf Schnittlänge, Spalt, Winkel und Kraft korrekt geschnitten wird. Jelle Adema: „Die Kathodenbleche sind nie perfekt homogen, sie haben Kurven, Beulen und Ohren.“ Die geschnittenen Streifen werden gesammelt und einer zweiten Schere zugeführt, die sie in kleine Blöcke von 100 x 100 mm schneidet. Die geschnittenen Blöcke werden gewogen und in Fässer gefüllt. Das Produkt ist dann bereit für den Verkauf, so Utens. „Nickel wird zum Beispiel bei der Herstellung von Autobatterien oder im Schmelzprozess für die Produktion bestimmter Metalllegierungen verwendet.“

Objektorientierte Programmierung

Die Anlage sollte zwei Tonnen Nickel pro Stunde verarbeiten können und das mit einem einzigen Bediener. An dieser Stelle kam die Steuerung von Beckhoff ins Spiel, erklärt Utens: „Wir entwickelten ein objektorientiertes Framework basierend auf dem PackML-Standard zur Programmierung der Steuerung in der TwinCAT-Umgebung von Beckhoff. Für jeden EtherCAT-Teilnehmer, wie Schere, Pick-and-Place und Messtisch, haben wir ein Softwaremodul als Objekt definiert.“ Dadurch ist die Netzwerkkonfiguration schnell und einfach. Wenn eine SPS eingeschaltet wird, liest sie automatisch alle angeschlossenen EtherCAT P-Box-Module ein. „Man muss dann nicht mehr das gesamte Netzwerk manuell einrichten und konfigurieren.“

Nach und nach entdeckten die Softwareingenieure das Potenzial. Jelle Adema: „Ein Kunde wollte zum Beispiel einen bestimmten Antriebstyp verwenden. Mit unserer Standard-SPS war es sehr mühsam, diese Antriebe an die Steuerung anzuschließen, aber jetzt war es sehr einfach. Auch das Schreiben von Einstellungen in IO-Link-Module und der Anschluss von EtherCAT P-Modulen ist unkompliziert; es gibt viele Erweiterungsmodule und umfangreiche Diagnosemöglichkeiten.“

Betrieb mit einem Bediener

Ebenfalls interessant fanden die Ingenieure, dass sich die Control Panels von Beckhoff individuell anpassen lassen, einschließlich benutzerdefinierter Tasten und Not-Halt-Elementen. Die Steuerkonsole der Nickelschneideanlage enthält ein Panel mit der Bedienoberfläche und eines mit Live-Bildern von Anlage. Insgesamt acht Kameras wurden für die Überwachung kritischer Anlagenteile wie zum Beispiel Schere, Pick-and-Place-Einheiten, Zuführung, Füllstation und Messtisch installiert. Die HMIs können frei positioniert werden; Entfernungen von bis zu 50 m vom Zentralschrank mit einem Beckhoff Embedded-PC der CX-Serie

Blick in einen der dezentralen Schaltschränke der Nickelschneidanlage mit einer Auswahl von EtherCAT- und TwinSAFE-Klemmen aus dem umfangreichen Portfolio von Beckhoff.



als Steuerung sind kein Problem. Die Bedienoberfläche ist web-basiert und lässt sich leicht auf ein Tablet übertragen. So kann der Bediener um die Linie herumgehen, beispielsweise während sich die Steuerung bei der Störungsbehebung im manuellen Modus befindet. Zu diesem Zweck ist eine verteilte Sicherheitsfunktion verfügbar. Wenn die Hauptlinie im Servicemodus stillsteht, kann ein Teilsicherheitsmodul der Remote-I/O-Box zum Beispiel für eine Schere, die manuell gesteuert werden soll, zugeordnet werden. Ein Hold-to-Run-Schalter ermöglicht dann eine sichere Bedienung und Wartung.

Neuer Steuerungsstandard?

Das Projekt verlief reibungslos. Das lag laut Utens zum einen an den Standard-Softwareblöcken von TwinCAT, die sich als sehr nützlich erwiesen, und zum anderen an den individuell erstell-

ten Objekten, die sich leicht wiederverwenden ließen. „Wir begannen 2024 in Woche 20 und konnten die komplette Linie in Woche 50 liefern. Es war ein ehrgeiziges Projekt – mit 300 dezentralen I/O-Einheiten, 15 Servoachsen und zwei Hochleistungs-Hydraulikachsen für die Scheren – aber wir konnten es fristgerecht fertigstellen.“

Wird SafanDarley aufgrund der positiven Erfahrungen komplett zu Beckhoff wechseln? Diese Diskussion wird derzeit geführt, erklärt Utens. Die Empfehlung von Beckhoff laute, mit nur einem Aspekt zu beginnen, zum Beispiel SPS, Safety oder Motion, so Utens: „Wir haben ein neues Projekt für eine Abkantpresse mit einer automatischen Werkzeugwechselstation begonnen. Die Abkantpresse läuft auf unserer Standard-SPS, aber den Rest der Automatisierung werden wir mit Beckhoff steuern. Das wird der neue Standard für unsere Spezialprojekte sein.“

Fernzugriff ohne Risiko

Big-LinX® verbindet Sie sicher mit Ihren Maschinen und Anlagen. Unsere Firewalls sichern die Kommunikation.

adstec

Industrial IT



JETZT sichere Verbindungslösungen entdecken:
www.ads-tec-iit.com/industrial-security



IO-Link Safety für eine flexible und einfache Konnektivität

Safety auf den Punkt gebracht

Um heute Prozesse optimieren zu können, werden große Datenmengen benötigt. Die Kommunikationstechnologie IO-Link Safety geht hier neue Wege: Sie ermöglicht eine sichere Datenübertragung bis zum „letzten“ Sensor im Feld. Damit schafft IO-Link Safety die Voraussetzung für mehr Maschinenverfügbarkeit und eine flexiblere Automatisierung.

TEXT: Matthias Wolfer, Pilz BILDER: Pilz; publish-industry, KI-based (Gemini)



SAFE INDUSTRIAL AUTOMATION



Funk- Induktiv- sensoren 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.

Steinexpo 2026
Homberg, Nieder-Ofleiden, Deutschland
02.09.2026 - 05.09.2026
Stand P249 und P167



.steute



In Echtzeit übermittelt die Bedieneinheit PITgatebox IOLS von Pilz Diagnosedaten über den IO-Link Safety Master direkt an die Anlagensteuerung – etwa zum Türstatus und Betriebszustand von Schutztürsystemen.

Dabei nutzt IO-Link Safety die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation: Sie lässt eine schnelle, einfache und sichere Integration von Sicherheitssensoren bis ins Feld zu. Darüber hinaus weist IO-Link Safety den Weg hin zu einer zukunftsfähigen Selbstdiagnose und Datenauswertung bis auf die Feldebene. Ein entscheidender Punkt für ein sicheres IIoT: Diese Kommunikationstechnologie verbessert den sicheren Datenaustausch vernetzter Maschinen und Anlagen.

Zertifizierter Master

Aktuell stehen für die sichere Kommunikation ins Feld erste IO-Link-Safety-Geräte bereit: Der Sicherheitsexperte Pilz zum Beispiel bietet eine Komplettlösung IOLS mit Master, Sensoren, Feldgeräten sowie passenden Konfigurationstools. Solche kompletten Pakete aus einer Hand bedeuten für den Anwender, dass er die IO-Link-Safety-Technologie bzw. deren Geräte oder Sensoren wesentlich einfacher in seine Anlage integrieren kann. Passende Konfigurationstools unterstützen den Anwender dabei zusätzlich.

Wenn erforderlich, können Anwender auch IO-Link-Geräte sowie marktübliche Sicherheitssensoren integrieren. Wie mit dem IO-Link Safety Master PDP67 von Pilz zum Beispiel, dem Stand heute einzigen zertifizierten Master mit dieser Technologie.

Wenn Anwender ihn einsetzen, können sie flexibel entscheiden, was sie anschließen möchten: Werden Eingänge oder Ausgänge benötigt? Oder zusätzliche Geräte wie Lichtgitter, Not-halt-Geräte oder Standardgeräte? Denn der IO-Link Safety Master PDP67 von Pilz kann sowohl IO-Link Safety-Signale, FailSafe- als auch IO-Link- und Standardsignale verarbeiten. Zudem lassen sich klassische Sicherheitssensoren – beispielsweise mit OSSD-Ausgängen – oder auch Aktoren im Feld anschließen.

Einfach und platzsparend integrieren

Die Kommunikation über IO-Link Safety läuft grundsätzlich immer über ungeschirmte Kabel, da nur eine kurze Distanz von bis zu 20 Metern überbrückt werden muss. Wozu IO-Link Safety industrieübliche Anschlüsse nutzt. Die Verdrahtung wird durch die Verwendung von IP67-Geräten mit M12-Rundsteckverbindern erleichtert und ist dadurch besonders effizient. Denn statt komplexer Verkabelungen, verbinden Anwender über eine einfache Punkt-zu-Punkt-Verbindung. D.h., es ist ausreichend den Port am Master korrekt zu konfigurieren. Weiterer Pluspunkt: Beim IOLS-Master von Pilz zum Beispiel ersetzt der Anschluss eines Sensors an IP67 I/O über genormte M12-Steckverbindungen die gesamte Eingangsverdrahtung zum Schaltschrank (Einkabellösung). Dazu lässt sich die Applikation über das Softwaretool PASconfig einfach konfigurieren und in Betrieb nehmen. Das verkürzt die Integration und minimiert andererseits zukünftige Ausfallzeiten im Feld.

Null-Fehler durch Datenmanagement

Da die M12-Stecker beim IO-Link-Safety-Protokoll grundsätzlich kodiert sind, reduziert sich das Risiko eines falschen Anschlusses. Zwar ist es mechanisch möglich, einen Sensor an den falschen IO-Link-Safety-Port anzuschließen, doch das Programm würde einen Fehler sofort melden. Und da es sich um Sicherheitssensoren handelt, läuft die Maschine gar nicht erst an – so gibt es bei einem Fehler keine gefährlichen Zustände. Daher: Nicht nur das Verdrahten, sondern auch die Fehlersuche ist mit dieser Technologie weitestgehend automatisiert und gestaltet sich unkompliziert – IO-Link Safety liefert die Daten für die Diagnose gleich mit. Ein weiterer Vorteil dieser Kommunikationstechnologie ist es, dass sich alle Geräte in der verketteten Anlage eigenständig identifizieren und parametrieren lassen. Auch sind bei einem Geräteausfall bzw. -tausch alle Parameter

Das IO-Link Safety-Paket aus Master, Sensoren sowie Feldgeräten und passendem Zubehör von Pilz unterstützt mit Blick auf das Internet der Dinge IIOT vernetzte Maschinen und Anlagen herstellerungebunden bis auf die Sensor- bzw. Feldebene.



automatisch auf das neue Gerät übertragbar. Zusätzlich können Anwender sie entweder in der Steuerung oder – wie bei Pilz – auf einer SD-Karte im Master speichern. Damit reduziert dieses sichere Kommunikationsprotokoll die sonst benötigten Zeiten für Installation, Inbetriebnahme und Wartung deutlich.

„Gewusst was“ für vorausschauende Produktion

Die IO-Link Safety-Technologie kann Anwender insbesondere auch mit Blick auf die Produktivität gut unterstützen: Bei Pilz verfügen die Geräte im IO-Link-Safety-System IOLS über eine Funktion zur Selbstdiagnose, wobei die IOLS-Sensoren Information über den Ist-Zustand bereitstellen. Beispielsweise wie häufig die Wartungstür geöffnet, der Not-Halt betätigt oder in Lichtgitter eingegriffen wurde. Diese Informationen werden dann in der übergeordneten Steuerung erfasst und lassen sich zur Erstellung passender Konzepte zur Fehlerbehebung nutzen.

Diese erweiterte Diagnosefähigkeit der IOLS-Sensoren hat gerade auch beim Einsatz von Lichtgittern dezidierte Vorteile. Beispiel: Die Signalqualität eines Lichtgitters kann durch eine fehlerhafte Ausrichtung oder durch Verschmutzung über die Zeit abnehmen. Mit IOLS ausgestattete Lichtgitter können solche Informationen automatisch an die übergeordnete Steuerung oder das Bedienpanel übermitteln. Dies ermöglicht eine vorausschauende wie vorbeugende Wartung, weil potenzielle Fehler frühzeitig erkannt und gemeldet werden, ohne dass der Maschinenbediener dies manuell überprüfen muss.

Diagnose für Materialtransport

Generell kann IOLS von Pilz bei Sicherheitslichtgittern die Sicherheit durch neue Features erheblich verbessern: Durch die so genannte Einzelstrahlauswertung kann jeder Lichtstrahl ausgewertet und in der übergeordneten Steuerung verarbeitet

werden. Dadurch kann zusätzlich die Objektgrößenerkennung während des Materialtransports überwacht werden. Sind beispielsweise im Prozess Paletten mit der Größe von einem Meter zulässig, übermittelt die Einzelstrahlauswertung diesen Zustand an die Steuerung. Sie erkennt dann, ob es sich um die korrekten oder größere Paletten handelt. Mit diesen Informationen kann die übergeordnete Steuerung eine entsprechende Aktion einleiten.

Schutztüren „live“ überwachen

Wenn auch Bedieneinheiten wie PITgatebox IOLS von Pilz in einem IO-Link-Safety-System zur Verfügung stehen, dann können sicherheitsrelevante Daten und Diagnosedaten übermittelt werden, beispielsweise zum Betriebszustand der Bedieneinheit und zum Türstatus von Sicherheitszuhaltungen. Wobei der IO-Link Safety Master diese Daten direkt an die Anlagensteuerung übermittelt. Sichere Schutztürsysteme lassen sich so einfach, sicher und flexibel realisieren. Für den Einsatz dieser Technologie gilt: Der Verkabelungsaufwand für solche Anwendungen ist standardisiert und deutlich reduziert, die Punkt-zu-Punkt-Verbindung vereinfacht die Verdrahtung. Dank IO-Link Safety erhalten Betreiber von Anlagen komprimierte Daten, digitalisiert, an einer Stelle in ihr System. Dieses ermöglicht eine transparente Zustandsüberwachung.

Fazit: IO-Link Safety verwendet eine effiziente Punkt-zu-Punkt-Technologie statt eines komplexen Feldbusses, was die Installation vereinfacht. Und bietet dennoch umfassende Diagnosemöglichkeiten für Feldgeräte inklusive einer vereinfachten Fehleranalyse. IO-Link Safety, insbesondere ein Gesamtsystem wie von Pilz, hat den Fokus auf Effizienz und Safety.



InnoTrans 2026
Halle 27, Stand 550





Zunehmende Datendurchgängigkeit mit Eplan sowie digital verbundene Maschinen – darunter das Rittal Milling Terminal Perforex – lassen die Beschäftigten von KlöMö besser, schneller und effizienter arbeiten

Automatisch profitieren bei jedem Schaltschrank

AUTOMATISIERUNG NIMMT GESTALT AN

Durchgängige Automatisierung und Digitalisierung: ein Wunschtraum für Anlagenbauer. Doch wie? Bei KlöMö Energie- und Automatisierungstechnik geht man unkonventionelle Wege – mit Erfolg!

TEXT: Gerald Scheffels, Freier Journalist BILDER: Rittal; iStock, GeorgePeters

Ein Blick auf die ersten Prozessschritte der Fertigung bei KlöMö in Regensburg reicht aus, um festzustellen, dass hier strukturiert gearbeitet wird – und richtig investiert: Drei neue Anlagen übernehmen die automatisierte Blechbearbeitung der Schaltschränke sowie das Stanzen und Biegen von Kupferschienen.

● Nicht zu sehen ist der Datenfluss in den Anlagen: Die mechanische Bearbeitung erfolgt durchgängig auf Basis des „digitalen Zwillings“. Die Automatisierung zieht sich durch die gesamte Fertigung.

Nur bei der Digitalisierung auf Planungsebene sind noch Aufgaben offen.

Ein Schritt nach dem anderen

Warum hat sich Magnus Berzl, seit über zwei Jahren Geschäftsführer von KlöMö, für diese Reihenfolge entschieden – wieso nicht etwa bei der Elektroplanung anfangen und die Konstruktionsprozesse von dort aus optimieren? Die Antwort: „Das haben wir uns gut überlegt. Als eher kleines, aber sehr leistungsfähiges Unternehmen müssen



Ist der 3D-Schaltschrankaufbau in Eplan Pro Panel erfolgt, werden die Fertigungsdaten direkt in die Maschinen eingelesen.

wir einen Schritt nach dem anderen tun. Mit der mechanischen Bearbeitung haben wir angefangen, weil wir hier zwar eine hohe Investition tätigen mussten, dafür aber ab sofort und bei jedem einzelnen Schaltschrank von den Vorteilen hinsichtlich Kosten, Zeit und Qualität profitieren.“

In diesem Rahmen entschied sich KlöMö für die drei neuen Maschinen von Rittal Automation Systems, sagt Berzl: „Wir nutzen Schaltschränke von Rittal und planen und konstruieren immer mehr Projekte mit Eplan. Da lassen sich die Automatisierungslösungen von Rittal Automation Systems datentechnisch am besten integrieren.“

Energie und Automatisierung

Zur DNA von KlöMö gehört sowohl die klassische Automatisierung im Bereich Verfahrenstechnik als auch die Energieverteilung: Für Anlagen über 1.600 Ampere plant und fertigt das Unternehmen baumustergeprüfte Serienanlagen – auf der Basis von Eaton-Komponenten. Das erklärt sich aus der Firmengeschichte: „Ursprünglich waren wir ein Teil von Klöckner Moeller

und der Moeller Gruppe, die später von Eaton übernommen wurde. Wir sind weiter eng mit Eaton verbunden – als Eaton Premium Partner. Davon gibt es in Deutschland aktuell nur zwei, weltweit knapp zwanzig.“

Mit Engagement und einem klaren Plan geht man bei KlöMö nun daran, den Unternehmenserfolg weiter zu steigern. Dazu gehört das Gewinnen neuer Kunden und der Ausbau der bisherigen Stärken von KlöMö: „Wir planen und bauen sehr komplexe Anlagen für anspruchsvolle internationale Maschinen- und Anlagenbauer. Dabei setzen wir auf Know-how, engagierte Mitarbeiter und moderne Prozesse – das ist unser Erfolgsrezept“, so der Geschäftsführer.

Digitalisierung der Planung

Auf dem Weg zu noch mehr Automatisierung und Digitalisierung steht die stärkere Nutzung der Eplan Plattform für die Elektrokonstruktion im Fokus: „Wir entwickeln einen auf Eplan basierenden KlöMö-Standard für die Schaltschrankplanung“, erklärt Berzl. Das Ziel: „Wir erstellen unsere Schaltpläne mit Eplan Electric P8 – teilweise schon

jetzt. Die Daten werden dann in Eplan Pro Panel – also als dreidimensionale Schaltschrankkonstruktion – weiterverarbeitet. Jetzt schon werden einzelne Eaton-Anlagen mit Eplan konstruiert, zukünftig vermehrt. Dabei nutzen wir die Datendurchgängigkeit und das Eplan Data Portal.“

Durchgängiger Datenfluss

Ist der 3D-Schaltschrankaufbau in Eplan Pro Panel erfolgt, werden die Fertigungsdaten direkt in die Maschinen eingelesen. Da die neuen Anlagen in der Blech- und Kupferbearbeitung die gut gepflegten Datensätze der Rittal-Schränke nutzen, können sie noch effizienter produzieren.

Wo steht KlöMö aktuell in diesem Prozess? Berzl: „Wir haben zum Beispiel unsere Eplan-Lizenzen auf das neue Subscription-Modell umgestellt, um Kosten zu sparen und flexibler zu sein. Damit erhalten wir auch kostenlose Services und Tools wie ePocket und eView, die wir so erproben können. Bei der schrittweisen Umstellung werden wir von Eplan selbst gut unterstützt, arbeiten aber auch mit einem externen Berater



Magnus Berzl, Geschäftsführer von KlöMö: „Wir haben mit der mechanischen Bearbeitung angefangen, weil wir dort sofort profitieren.“

zusammen – vor allem deshalb, weil der Blick von außen immer gut ist.“

Zudem bearbeitet KlöMö immer mehr Projekte mit der Eplan Plattform. Bis es die angestrebten 80 bis 90 Prozent sind, bleibt aber noch einiges zu tun. Hier ist auch Eaton involviert: Immer mehr Eaton-Komponenten sind im Eplan Data Portal hinterlegt. Das erleichtert aus Sicht von KlöMö die Planung ganz wesentlich.

Die Beschäftigten? Gehen mit!

Gut anderthalb Jahre dauert der Transformationsprozess nun. Wie zufrieden ist Berzl mit dem bisherigen Weg? „Mit Blick auf die Ressourcen Zeit und Investition ist so ein Prozess keine Kleinigkeit. Aber wir sehen die Effizienzgewinne und haben unsere Meilensteine in der richtigen Zeit erreicht.“ Laut Berzl sehen das auch die Beschäftigten so: „Die Umstellung ist eine Herausforderung, aber alle sind engagiert und sehen die Vorteile der detaillierteren Planung mit Eplan.“ Bereits jetzt sind durch die neuen Automatisierungslösungen verschiedene Effizienzgewinne in der Fertigung sicht-

bar. Doch geht es laut Berzl nicht nur um Zeit und Kosten: „Sowohl bei der Bearbeitung der Schränke als auch der Kupferteile sind Präzision und Bearbeitungsqualität schon jetzt deutlich besser.“ Das stellt laut Berzl einen echten Qualitätssprung dar: „So entspricht es den hohen Anforderungen, die wir an uns und unsere Produkte stellen – und das überzeugt auch die Kunden.“

Ziel: Weiterentwicklung

Hier – bei den Kunden – wird sich KlöMö ebenfalls weiterentwickeln, das ist Teil der Strategie. Berzl: „Wir sind breit aufgestellt, bedienen mit der Automatisierung und der Energieverteilung zwei unterschiedliche Aufgabenfelder und arbeiten für große und sehr anspruchsvolle Kunden. 2026 werden wir weitere große Schritte in Richtung durchgängiger Datennutzung und umfassender Automatisierung machen – gemeinsam mit Eplan, Rittal und Rittal Automation Systems.“



InnoTrans 2026
Halle 22, Stand 260

Modular, einfach, energieeffizient!



Das System **Ai/STREAM** für die kanallose Schaltschrankverdrahtung:

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

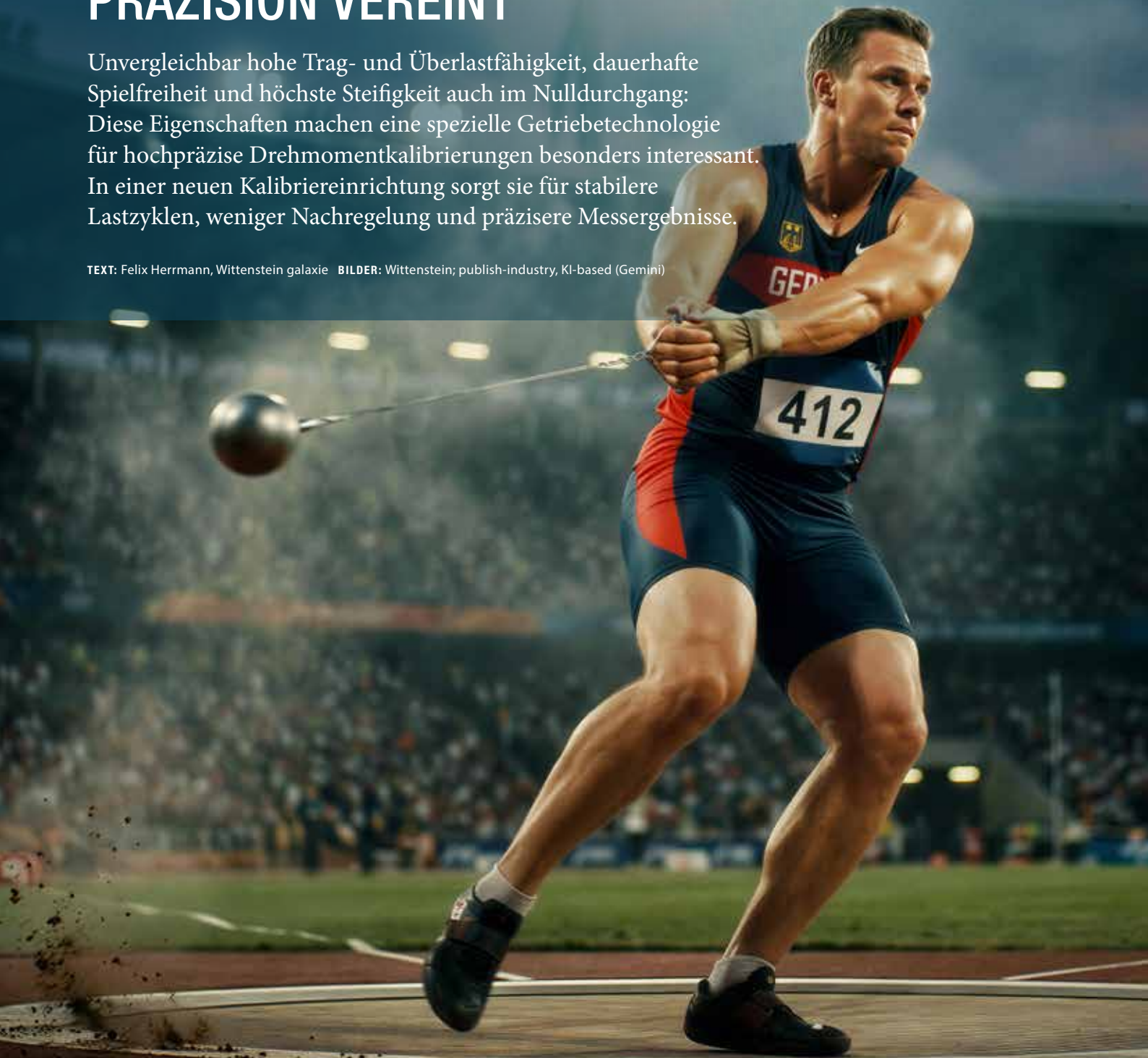
Friedrich Lütze GmbH • D-71384 Weinstadt
info@luetze.de • www.luetze.de

Genauer kalibrieren durch
hochpräzise Getriebetechnologie

KRAFT, DREHMOMENT & PRÄZISION VEREINT

Unvergleichbar hohe Trag- und Überlastfähigkeit, dauerhafte Spielfreiheit und höchste Steifigkeit auch im Nulldurchgang: Diese Eigenschaften machen eine spezielle Getriebetechnologie für hochpräzise Drehmomentkalibrierungen besonders interessant. In einer neuen Kalibriereinrichtung sorgt sie für stabilere Lastzyklen, weniger Nachregelung und präzisere Messergebnisse.

TEXT: Felix Herrmann, Wittenstein galaxie BILDER: Wittenstein; publish-industry, KI-based (Gemini)



„Durch die Integration des Galaxie-Getriebes konnten wir die Stabilität und Wiederholgenauigkeit unserer Drehmomentkalibrierungen weiter verbessern und erreichen noch bessere Messunsicherheiten“, bestätigt Fabian Schneider, Junior Experte / Messgrößenverantwortlicher Drehmoment, Kraft & Waagen bei Testo Industrial Services.



Mit der Getriebemärke Galaxie hat Wittenstein die in Wissenschaft und Industrie anerkannte Gattung der Einzelzahn-Schubgetriebe geschaffen. Sie ist – bedingt durch das Prinzip dynamisierter Einzelzähne mit hydrodynamischem und vollflächigem Zahneingriff – im Vergleich zu bekannten Planeten-, Zykloid-, Exzenter- und anderen Getriebe-Prinzipien nachgewiesenermaßen in allen wichtigen technischen Disziplinen um ein Vielfaches besser.

„So sind die unter anderem Drehsteifigkeit um bis zu Faktor 5,8 und die Überlastfähigkeit um bis zu Faktor 3 größer als bei vergleichbaren Getrieben am Markt“, sagt Christopher Bendig, Vertriebsingenieur von Wittenstein galaxie. Da, wie erste Prototypentests zeigten, von diesen Merkmalen eine deutliche Performancesteigerung der Drehmoment-Kalibriereinrichtungen zu erwarten war, hat CEH ein bisheriges Standardgetriebe durch ein – zudem leichteres und kompakteres – Galaxie-Winkelgetriebe GH 175 der Galaxie robustness line ersetzt.

Messen und Kalibrieren in Perfektion

Die Kernkompetenz des Unternehmens CEH Calibration Engineering Hohmann in der unterfränkischen Gemeinde Mömlingen bilden seit mehr als 20 Jahren zuverlässige Systeme zur sicheren Messung und Kalibrierung der Größen Drehmoment und Kraft. „Wir fertigen Prüf-, Kalibrier- und Messeinrichtungen genau nach den individuellen Vorstellungen und Anforderungen unserer Kunden“, beschreiben Gründer Paul Hohmann und Geschäftsführer Steffen Hohmann unisono die Philosophie des Unternehmens. „Zudem ist unser Kalibrierlaboratorium durch die Deutsche Akkreditierungsstelle nach DIN EN ISO 17025 akkreditiert. Dies ermöglicht es uns, DAkkS-konforme Kalibrierungen im mechanischen Bereich Drehmoment anzubieten.“

Ein besonders wichtiger Anwender der CEH-Anlage ist Testo Industrial Services, die als Kalibrierdienstleister die Anlage sowohl im eigenen Labor als auch vor Ort beim Kunden einsetzen. Die Kalibriereinrichtung ist aktuell in der modernen Calibration Factory von Testo Industrial Services im Einsatz, wo sie für akkreditierte Kalibrierdienstleistungen und anspruchsvolle Kundenprojekte genutzt wird.

Testo Industrial Services bietet als Kalibrierdienstleister ein breites Spektrum an akkreditierten Kalibrierungen. Die Zusammenarbeit zwischen CEH und Testo Industrial Services unterstreicht die Praxistauglichkeit und Leistungsfähigkeit der Lösung. Um die Kundenlösungen möglichst perfekt umzusetzen, wird in der Entwicklung und im Kalibrierlabor bei CEH ständig an Verbesserungen beispielsweise der Drehmomentkalibriereinrichtungen gearbeitet. „Jüngste Beispiele, die den Endkunden ein noch reibungsloseres Arbeiten mit den Drehmomentkalibriereinrichtungen ermöglichen, sind unsere eigens hierfür entwickelte Luftlagerungen – und auch der Umstieg auf die Galaxie-Getriebetechnologie von Wittenstein“, berichtet Hohmann.

Die Kalibriereinrichtung, in der das Galaxie-Getriebe GH 175 zum Einsatz kommt, arbeitet mit einem stationären Referenzprinzip. Kalibriert werden können Drehmomentaufnehmer bis 5 kNm mit einer Messunsicherheit von 0,02 Prozent. Die Einhaltung der DIN ISO 51309 „Werkstoffprüfmaschinen-Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten für statische Drehmomente“ gewährleistet dabei einen standardisierten und damit vergleichbaren Kalibrierablauf. Um den Drehmomentaufnehmer zu kalibrieren, wird dieser durch die drehbare Vorrichtung der Kalibriereinrichtung stufenweise mit definierten Drehmomenten belastet. „Jedes dieser Drehmomentplateaus muss über eine definierte Zeitdauer gehalten werden, bevor die nächsthöheren



Die CEH-Kalibriereinrichtung mit dem Galaxie-Getriebe ist aktuell in der modernen Calibration Factory von Testo Industrial Services im Einsatz, wo sie für akkreditierte Kalibrierdienstleistungen und anspruchsvolle Kundenprojekte genutzt wird.

oder niedrigeren Stufen angefahren werden“, erläutert Hohmann. Während der Belastungsstufen werden die Ausgangssignale des Drehmomentaufnehmers, also dem „Prüfling“, aufgezeichnet. Die gemessenen Werte werden dann mit den Referenzwerten des kalibrierten Standardsensors verglichen sowie eine Kalibrierkurve unter Angabe von Linearität und Hysterese erstellt. Nach der Prüfung der Genauigkeit des Aufnehmers auf den verschiedenen Drehmomentplateaus wird die Empfindlichkeit des Sensors berechnet und schließlich ein Kalibrierzertifikat erstellt.

Hohe Überlastfähigkeit und Nullspiel

Das Winkelgetriebe Galaxie GH 175 – das „nebenbei“ durch sein geringes Gewicht und die kompakte Bauform die Handhabung der Kalibriereinrichtung wesentlich vereinfacht – ist in die Drehvorrichtung integriert, durch die die Drehmomentaufnehmer mit den definierten Laststufen beaufschlagt werden. Das bislang eingesetzte Planetengetriebe zeigte – bedingt durch die nur geringflächige Linien- oder Punktberührung im Zahnkontakt sowie ein vorhandenes Getriebeispiel – auf den einzelnen Plateaus immer wieder ein Setzverhalten, das die Messungen beeinträchtigt hat. „Die hieraus resultierenden Mess-Peaks bedeuteten, dass die vorgegebenen Drehmoment-Sollwerte des jeweiligen Plateaus nicht störungsfrei eingehalten werden konnten. Das wiederum zog ein aufwändiges Nachregeln und damit Verlängern des Kalibrierprozesses nach sich“, erklärt Hohmann. „Zudem war mit dem vorherigen Getriebe aufgrund der geringeren Kontaktfläche im Zahneingriff auch die Überlastfähigkeit deutlich limitiert.“ Mit dem in individuellen Motor-Getriebe-Kombinationen einsetzbaren Galaxie GH 175 hat für CEH und seine Kunden

diesbezüglich ein neues technologisches Zeitalter begonnen. „Durch das konstruktive Prinzip mit dynamisierten Einzelzähnen, die oszillierend mit ihrer Fläche in die Innenverzahnung hinein- und herausgleiten, erreicht jedes Galaxie-Getriebe immer eine Verzahnung mit einem echten Flächenkontakt“, beschreibt Wittenstein-Vertriebsingenieur Christopher Bendig das Funktionsprinzip. „Dadurch wird jegliches Setzverhalten eliminiert, weil im Gegensatz zur Linien- oder Punktberührung anderer Getriebeprinzipien bei Galaxie im Zahneingriff bereits eine passende Druckverteilung in der Kontaktfläche erreicht ist.“ Zudem sind aufgrund der besonderen Kinematik des Galaxie-Systems nahezu alle Einzelzähne im Zahnträger an der Drehmomentübertragung und Steifigkeitsbildung beteiligt. „Das macht das Galaxie nicht nur spielfrei, sondern gewährleistet auch eine signifikant überlegene Überlastfähigkeit sowie dauerhaft sehr hohe Steifigkeit bei Wechselbelastung im Nulldurchgang, wenn die Drehrichtung gewechselt wird, um Drehmomente von steigenden zu fallenden Lastzyklen aufzubringen“, erklärt Christopher Bendig. „Durch die Integration des Galaxie-Getriebes konnten wir die Stabilität und Wiederholgenauigkeit unserer Drehmomentkalibrierungen weiter verbessern und erreichen noch bessere Messunsicherheiten“, bestätigt Fabian Schneider, Junior Experte / Messgrößenverantwortlicher Drehmoment, Kraft & Waagen bei Testo Industrial Services.

Bessere Performance und neue Möglichkeiten

Die erste Drehmomentkalibriermaschine mit integriertem Galaxie-Getriebe hat CEH vor einigen Monaten an Testo Industrial Services ausgeliefert. Gerade im Bereich der



Hohe Trag- und Überlastfähigkeit, dauerhafte Spielfreiheit und höchste Steifigkeit auch im Nulldurchgang – die Galaxie-Getriebetechnologie bietet ideale Eigenschaften für hochpräzise Kalibriereinrichtungen von Drehmomentaufnehmern. Im Bild das Galaxie-Winkelgetriebe GH 175 der Galaxie robustness line

Drehmomentkalibrierung setzt Testo Industrial Services mit dieser Anlage neue Maßstäbe: Die Kalibriereinrichtung wird gezielt für hochpräzise und akkreditierte Kalibrierungen eingesetzt, bei denen höchste Anforderungen an Stabilität, Wiederholgenauigkeit und Messunsicherheit gestellt werden. Testo Industrial Services ist mit der Performance der Kalibriereinrichtung nicht zuletzt dank der Vorzüge des GH 175 ebenso zufrieden wie CEH mit dem Getriebe selbst. „Durch die Kombination aus Getriebetechnologie und unserer langjährigen Erfahrung profitieren Kunden von besonders zuverlässigen und effizienten Kalibrierprozessen und der Möglichkeit, unterschiedlichste Drehmomentaufnehmer flexibel und normgerecht zu kalibrieren“, sagt Schneider.

„Wir sind von der Performancesteigerung, die das Galaxie-Getriebe unserer ohnehin hochpräzisen Drehmomentkalibriereinrichtung und unseren Kunden ermöglicht, begeistert – ein echter USP. Aus Konstruktionssicht positiv ist, dass das Getriebe eine geringere Masse aufweist und durch seine geringe Baugröße eine Reduzierung der Bauhöhe der Gesamtmaschine ermöglicht. Zudem kann es durch ein platzsparendes Adapterteil an eine Vielzahl verschiedener Motoren angebunden werden. Dadurch sind wir bei der Auswahl der Motorfabrikate frei und können das Getriebe auch in vielen verschiedenen CEH-Anlagen einsetzen. Die niedrige Bauhöhe und einfache Motorintegration ersparen uns viel Zeit bei der Montage. Das Preis-Leistungsverhältnis passt – und wenn es auch künftig bei der schnellen und zuverlässigen Lieferfähigkeit bleibt, haben wir natürlich nichts dagegen“, resümiert Gründer Hohmann. Verlockende Aussichten also für Kalibriermaschinenhersteller wie CEH.

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	34	Kuka	21
ads-tec Industrial IT	51	Lenord+Bauer	78
Autodesk	44	Lütze	59, 72, 78
Automation24	3	maierGROUP	26
AWS Amazon Web Services	12, 76	Nordmann	16
Bachmann electronic	17	Omron	23
BECKHOFF	U2, 49	P.E. SCHALL	35
Belden	34, 77	PCB Piezotronics	15
Bihl+Wiedeman	Titel, 8	Pepper+Fuchs	24
Binder	77, 78	Phoenix Contact	24
Bosch Rexroth	23	Pilz	52
Conrad Electronic	30, U4	Polysecure	34
CONTA-CLIP	75	POSITAL- FRABA	64
COPA-DATA	47	RITTAL	28, 56
Dassault Systèmes	77	Schaeffler	24, 34
Dehn	77	Schneider Electric	24, 34
EPLAN	40	SICK	25, 68
ESCHA	78, 81	Siemens	25, 36
Festo	23	Steinbeis 2i	34
Frauenhofer IPA	34	Steinbeis Europa Zentrum	34
Helsing	6	steute Technologies	53
Horváth	3	TR Electronic	67
IAI Industrieroboter	19	Universität der Bundeswehr München	34
ifm electronic	23	Wago	25
Knorr-Bremse	78	WITTENSTEIN	60
Kontron	5	WSCAD	45
Kübler	64		

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. Studentanabonnements 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 Mediencenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

Nachdruck Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

ISSN-Nummer 1618-2898

Postvertriebskennzeichen 49309

Gerichtsstand München

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



Der CO₂-neutrale Versand mit der Deutschen Post



Positionssensorik für kompakte Antriebe

Wenn jeder Millimeter zählt

Roboter, fahrerlose Transportsysteme und medizintechnische Geräte verlangen immer kleinere Antriebe – ohne Abstriche bei der Positionsrückmeldung. Eine neue Generation miniaturisierter Absolutwertgeber zeigt, wie sich hohe Auflösung, batterie lose Umdrehungszählung und eine vereinfachte Integration auf engem Bauraum verbinden lassen.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D; mit Material von Posital BILDER: Posital

Der Trend zu kompakten, dezentralen Antrieben stellt die Positionssensorik vor einen Zielkonflikt: Encoder sollen möglichst wenig Bauraum beanspruchen, gleichzeitig aber eine hohe Auflösung liefern und die absolute Position auch nach einem Spannungsausfall zuverlässig bereitstellen. Besonders deutlich wird diese Herausforderung in Roboterarmen, kleinen BLDC- und Schrittmotoren, fahrerlosen Transportsystemen sowie medizintechnischen Geräten. Hier muss das Feedbacksystem nicht nur präzise arbeiten, sondern sich auch mechanisch und elektrisch in eng gepackte Antriebseinheiten integrieren lassen.

Mit einer neuen Generation der Ixarc-Absolutwertgeber adressiert Posital diese Anforderungen. Die Encoder messen 20 mm im Durchmesser und 22 mm in der Länge. Damit fällt die Bauform nochmals kleiner aus als bei der 2020 eingeführten 22-mm-Serie. Angeboten werden sowohl Einbau-Kits zur direkten Integration in Motoren und Antriebe als auch konventionelle Anbaudrehgeber mit eigener Welle, Kugellagern und Flansch. Die Standalone-Geräte sitzen in einem Schutzgehäuse aus DC04-Stahl.

TMR-Sensorik erhöht die Auflösung

Eine zentrale technische Änderung betrifft das magnetische Messprinzip. Statt Hall-Sensoren kommt TMR-Sensortechnik zum Einsatz. TMR steht für Tunnel Magnetoresistance und beschreibt einen quantenmechanischen Widerstandseffekt in dünnen magnetischen Schichtsystemen. Entsprechend reagieren die Sensoren auf Veränderungen eines Magnetfelds und können dessen Richtung beziehungsweise Stärke mit hoher Empfindlichkeit erfassen.

Für kompakte Drehgeber ist das aus mehreren Gründen interessant: TMR-Sensoren ermöglichen eine hohe Signalgüte bei vergleichsweise geringer Leistungsaufnahme. Bei den neuen Encodern beträgt die Singleturn-Auflösung laut Hersteller bis zu 19 Bit. Innerhalb einer Umdrehung lassen sich damit rechnerisch 524.288 unterschiedliche Positionen abbilden. In der Praxis hängt die tatsächlich nutzbare Genauigkeit jedoch nicht allein von der nominellen Auflösung ab. Ebenso wichtig sind unter anderem Magnetqualität, Luftspalt, Rundlauf, Temperaturverhalten, Signalverarbeitung und die mechanische Montage.



Kübler

NEUE GENERATION SENDIX DREHGEBER

Flexibel. Leistungsstark. Zukunftssicher.
Programmierbarkeit für maximale Performance
und einfache Anpassung an Ihre Anwendung.
Langlebig dank Safety-Lock™-Technologie.



kuebler.com



Performance auf engstem Raum – Die batterielosen Multiturn-Kit Encoder im neuen 20 mm-Format sorgen für lückenloses Positions-Feedback in Klein- und Kleinstantrieben – auch in humanoiden Robotern.

Gerade bei kleinen Motoren ist die reduzierte Leistungsaufnahme relevant. Zusätzliche Verlustleistung erwärmt den begrenzten Bauraum und kann das thermische Gesamtkonzept des Antriebs beeinflussen. Ein energieeffizientes Sensorelement erleichtert daher nicht nur die Elektronikentwicklung, sondern kann auch zur höheren Leistungsdichte des Gesamtsystems beitragen.

Selbstkalibrierung vereinfacht die Montage

Bei Kit-Encodern bilden Sensorplatine, Magnet und Motorwelle kein vollständig vormontiertes System. Fertigungs- und Montagetoleranzen können deshalb zu Exzentrizität, einem abweichenden Luftspalt oder einer nicht idealen Ausrichtung führen. Solche Abweichungen wirken sich auf das Sensorsignal und damit auf die Messqualität aus.

Die 20-mm-Kit-Ausführungen besitzen deshalb eine integrierte Selbstkalibrierung. Nach der Montage reichen nach Herstellerangaben wenige kurze Wellenumdrehungen aus. Der interne Mikroprozessor analysiert dabei das Messsignal, erkennt geringfügige Einbauabweichungen und kompensiert sie. Für Motorenhersteller und Systemintegratoren kann dieser Schritt den Abgleich in der Produktion verkürzen und reproduzierbare Ergebnisse unterstützen. Eine sorgfältige mechanische Auslegung ersetzt die Funktion allerdings nicht: Die zulässigen Montageabstände und Toleranzen bleiben weiterhin einzuhalten.

Auch die konstruktive Anschlussgestaltung zielt auf eine flexible Integration. Das Steckersystem erlaubt eine radiale oder axiale Kabelführung. Das ist insbesondere dann hilfreich,

wenn Leitungen nicht in Verlängerung der Motorachse geführt werden können oder seitlich nur wenig Platz zur Verfügung steht. Befestigungslochbilder und Steckerbelegung entsprechen der vorausgegangenen 22-mm-Serie. Dadurch lassen sich bestehende Konstruktionen potenziell mit überschaubarem Änderungsaufwand auf die kleinere Bauform umstellen. Als digitale Schnittstellen stehen BiSS C und SSI zur Verfügung.

Multiturn-Zählung ohne Batterie

Eine weitere Besonderheit ist die batterielose Erfassung mehrerer Umdrehungen. Konventionelle Multiturn-Absolutwertgeber speichern die Anzahl der Wellenumdrehungen beispielsweise mithilfe eines Getriebes, einer Batterie oder eines extern gepufferten elektronischen Zählers. Batterien begrenzen jedoch die wartungsfreie Lebensdauer und müssen hinsichtlich Alterung, Temperaturbereich und Austausch berücksichtigt werden.

Die neuen Encoder nutzen stattdessen einen Wiegand-Sensor. Bei jeder vollständigen Wellenumdrehung erzeugt das wechselnde Magnetfeld einen kurzen Energieimpuls. Dieser Impuls löst das Zählereignis aus und stellt zugleich die dafür benötigte elektrische Energie bereit. Die Umdrehungsinformation kann deshalb auch dann fortgeschrieben werden, wenn die externe Versorgungsspannung abgeschaltet ist. Der Hersteller gibt für den Multiturn-Bereich bis zu 24 Bit an. Das entspricht 16.777.216 unterscheidbaren Umdrehungen.

Für Maschinen und mobile Systeme reduziert dieses Prinzip den Wartungsaufwand und vermeidet Zustände, in denen nach einem Spannungsausfall zunächst eine Referenzfahrt

erforderlich wäre. Das kann bei schwer zugänglichen Achsen, autonomen Fahrzeugen oder Roboter Gelenken ein wichtiger Vorteil sein. Voraussetzung bleibt, dass die Steuerung die absolute Positionsinformation über die gewählte Schnittstelle korrekt übernimmt und beim Wiederanlauf plausibilisiert.

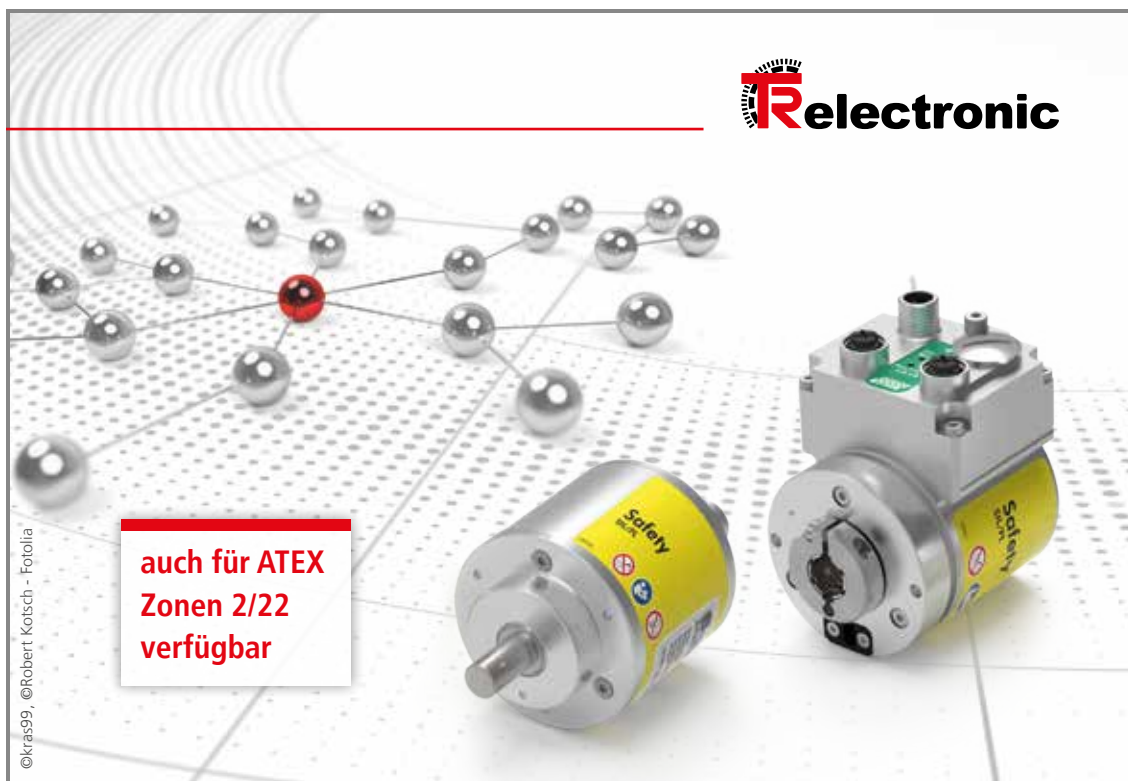
Systembetrachtung entscheidet über den Nutzen

Die Miniaturisierung des Encoders allein macht noch keinen kompakten Antrieb. Entscheidend ist das Zusammenspiel aus Motor, Leistungselektronik, Getriebe, Bremse, Sensorik, Verkabelung und Wärmeabfuhr. Bei der Auswahl sollten Entwickler daher neben Abmessungen und Auflösung auch Genauigkeit, Wiederholbarkeit, zulässige Drehzahl, Latenz, EMV-Verhalten, Temperaturbereich und mechanische Belastbarkeit prüfen. Für sicherheitsgerichtete Achsen

kommen zusätzliche Anforderungen an Diagnoseabdeckung, Redundanz und funktionale Sicherheit hinzu.

Dennoch zeigt die neue 20-mm-Klasse, wohin sich die Positionssensorik entwickelt: höhere Informationsdichte bei kleinerer Bauform, weniger wartungsbehaftete Komponenten und mehr Funktionen zur automatisierten Inbetriebnahme. Vor allem in Klein- und Kleinstantrieben kann diese Kombination neue konstruktive

Freiräume schaffen. Ihr praktischer Wert wird sich daran messen lassen, wie robust sich Auflösung, absolute Positionserfassung und Montagefreundlichkeit unter realen Betriebsbedingungen verbinden lassen.



TRelectronic

Einschalten - absolute Position - SIL 3 Kat 4 Direkt in PROFINET PROFIsafe

Funktional sicherer Drehgeber
mit neuesten Protokoll-Erweiterungen

- SIL 3 / SIL 2 - PROFIsafe im Industriestandard 58mm
- Redundanter Aufbau (KAT 4): zwei vollständig unabhängige Multiturndrehgeber in einem
- **Neu:** Security class 1
- **Neu:** Sichere Beschleunigung SAV
- **Neu:** Systemredundanz H2



auch mit:



EtherNet/IP

ETHERNET POWERLINK open SAFETY

Safety over
EtherCAT



Objektdetektion unter anspruchsvollen Bedingungen

Lichtblicke am Ende des Tunnels

In unterirdischen Tunneln ist Kollisionsvermeidung von entscheidender Bedeutung. Dabei stoßen kamerabasierte Lösungen jedoch an ihre Grenzen, weshalb Metalliance (Corail-Tunnelier) auf die 3D-LiDAR-Technologie zur Erkennung von Hindernissen bei einem Aushubprojekt zurückgriff.

TEXT: Sick BILDER: Sick/Metalliance; iStock, Nikada

Beim Tunnelaushub wird die Kollisionsvermeidung nicht nur immer wichtiger, sondern auch zunehmend schwieriger. Die größte Herausforderung bei Projekten dieser Art besteht darin, ein Hinderniserkennungssystem zu implementieren, das den ATEX-Anforderungen (Richtlinien für den Explosionsschutz) entspricht. Dabei geht es unter anderem um den Einsatz eines mit diesen Anforderungen kompatiblen Antikollisionssystems oder die Integration eines solchen Systems in ein versiegeltes und konformes Gehäuse.

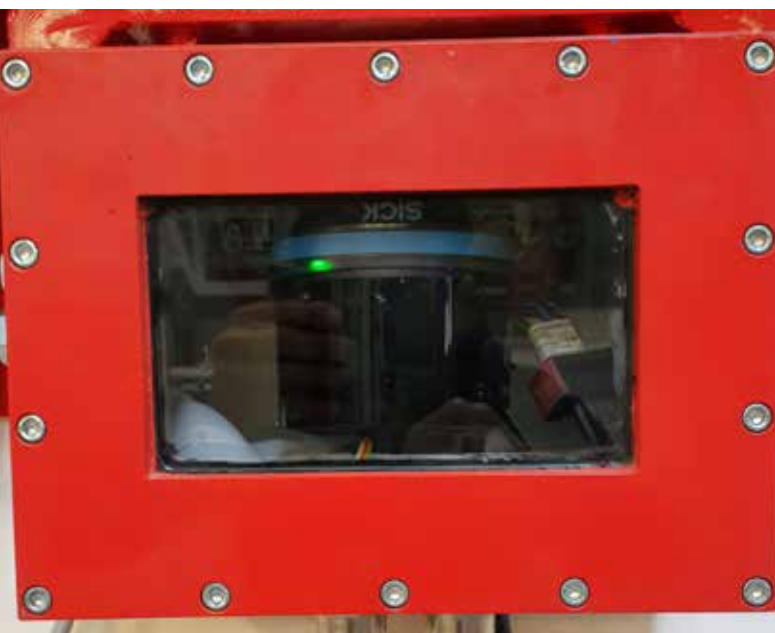
Metalliance, ein Unternehmen, das mobile Maschinen für den Bau von Tunneln entwirft, herstellt, industrialisiert und verkauft, verwendete in der Vergangenheit eine kamerabasierte Anti-Kollisionstechnologie. Der Einsatz solcher Systeme in dieser Umgebung brachte nicht nur gewisse Einschränkungen mit sich, sondern erforderte auch eine Luftkühlung. Daher suchte das Unternehmen für ein aktuelles Projekt nach einer mehrlagigen LiDAR-Technologie und wand sich schließlich an Sick.



3D-LiDAR-Sensor meistert die Herausforderung

Ende 2023 erklärte sich Metalliance bereit, den Aushub von vier Eisenbahntunnelstandorten zu unterstützen. Zu diesem Zweck erfand das Unternehmen den Gummireifenzug. Die Führerhäuser eines solchen Zugs sollten mit einem neuen System zur Hinderniserkennung ausgestattet werden, um den Bedienern Fahrunterstützung zu bieten und die Antikollisionsfunktion zu garantieren.

Sick empfahl die Verwendung des multiScan165. Nicht nur verfügt der Sensor über eine ausreichende Anzahl von Lagen zur Sicherstellung der Hinderniserkennung, er ist aufgrund seiner Eigenschaften auch besonders gut für die Anwendung geeignet. Sein geringer Platzbedarf erleichterte den Einbau in ein Gehäuse aus Glas, und wegen seiner Schockfestigkeit war er wie geschaffen für diese raue Einsatzumgebung. Außerdem benötigt er dank seiner guten Wärmeableitung kein zusätzliches Kühlsystem. Aufgrund dieser Vorteile fiel die Wahl bei



Der 3D-LiDAR-Sensor multiScan100 bietet hohe Detektionssicherheit auch unter rauen Umgebungsbedingungen.



3D-LiDAR-Technologie von SICK unterstützt die zuverlässige Hinderniserkennung und Kollisionsvermeidung bei Tunnelbauprojekten

Metalliance ganz klar auf den multiScan165 und das Unternehmen begann sogleich mit der Durchführung der ersten Fahrttests und Auswertungen der Signalstabilität.

Hohe Messqualität und Technologie

Die Multi-Echo-Technologie der multiScan100-Produktfamilie kombiniert mit der Stabilität und Qualität der Messdaten ermöglichte eine zuverlässige Detektion durch das Glas des Gehäuses. Die überzeugenden Eigenschaften der Produktfamilie eröffnen auch in Zukunft für Metalliance verschiedene Einsatzmöglichkeiten.

Unterstützung für Fahrzeugführer

Da die Fahrumgebung in Tunneln sehr eingeschränkt ist, müssen Fahrzeugführer besonders auf die ordnungsgemäße Handhabung der großen Gummireifenzüge und deren Lasten achten. Zu diesem Zweck sind alle Gummireifenzüge mit einem Antikollisionssystem ausgestattet.

Die Sensoren der Gummireifenzüge sind auf die sehr rauen Bedingungen in deren Betriebsumgebung optimiert. Sie sind zum Beispiel in der Lage, mit Störungen von parasitären Reflexionen umzugehen, die von der Metallumgebung der Tunnelstruktur resultieren können. Die Verschmutzungsdetektion teilt dem Fahrzeugführer in der Zwischenzeit mit, ob der Sensor aufgrund von Schmutz oder mögliche Sprit-

zer und Staub als Folge der Aushubarbeiten gereinigt werden muss. Der multiScan165 bietet einen größeren Arbeits- und Analysebereich als die aktuelle kamerabasierte Lösung. Durch diese bessere Hinderniserkennung lassen sich die Maschinen mit höherer Geschwindigkeit bewegen.

Eine Lösung von einem engen Partner

Ein weiterer Faktor, warum die Wahl auf den multiScan165 fiel, war die enge Beziehung von Corail-Tunnelier mit Sick. Die beiden Unternehmen hatten in der Vergangenheit erfolgreich zusammengearbeitet, wobei Sick mehrere Sensoren zur Wahrnehmung der Umgebung (MRS1000 + LDR-MRS + RMS1000) sowie zugehörige Sensorauswahl, Support und Service lieferte.

Je tiefer der Tunnel, desto tiefer die Beziehung

Metalliance plant, den multiScan165 als Standard an allen Maschinen mit Bediener-Assistenz zu integrieren – auch in anderen Anwendungen. Dabei könnte Metalliance sogar vom gesamten Öffnungswinkel von 360° profitieren und somit zusätzliche Aufgaben wie Orientierungshilfen realisieren. Entsprechend den Ambitionen und Entwicklungsaussichten des Unternehmens könnte der Einsatz der Produktfamilie multiScan100 einer der ersten Schritte hin zu einem vollautonomen Fahrsystem sein.



InnoTrans 2026
Halle 27, Stand 405

SPEZIAL

INNOTRANS 2026

AUTOMATISIERUNGSTECHNIK AUF DER SCHIENE RAIL & TRANSPORTATION

Lösungen für einen resilienteren
und effizienteren Betrieb ab S. 72





Schienenfahrzeuge vor digitalen Angriffen besser schützen und den CRA umsetzen

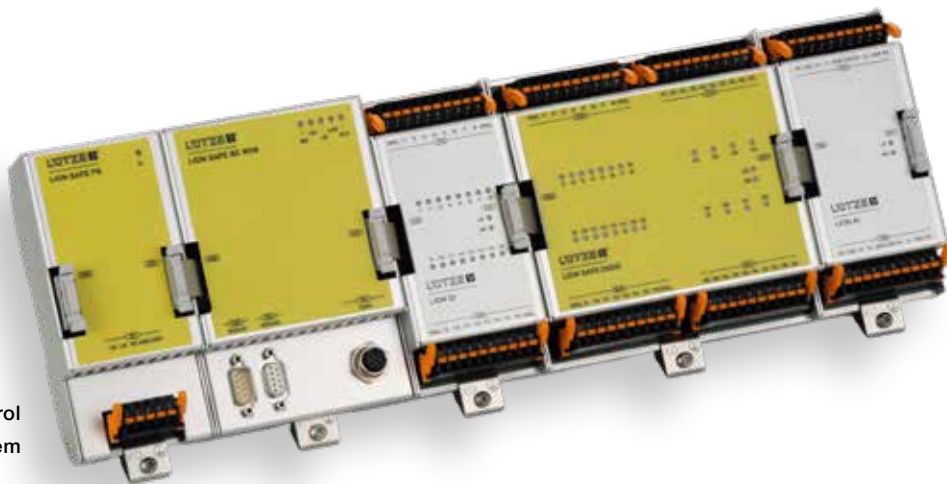
CYBERSICHERHEIT AUF DER SCHIENE

Der Cyber Resilience Act (CRA) der EU stellt klare Anforderungen an die Sicherheitsstandards von Produkten, die miteinander oder mit dem Internet verbunden sind. Dies betrifft auch die Hersteller von Schienenfahrzeugen, die nun verpflichtet sind, Cybersicherheit als integralen Bestandteil des gesamten Produktlebenszyklus zu betrachten. Das Hauptziel des CRA ist es, die Widerstandsfähigkeit der europäischen Infrastruktur gegenüber zunehmenden Cyberbedrohungen zu stärken. In diesem Kontext werden Sicherheitsfeatures in Schienenfahrzeugen wichtiger.

TEXT: Daniel Herbst, Lütze Transportation **BILDER:** Lütze Transportation; publish-industry, KI-based (Gemini)

Der EU-Cyber-Resilience-Act (CRA) wurde Anfang 2024 verabschiedet und findet ab 2027 Anwendung. Mit dem CRA soll die Cybersicherheit von Produkten, die miteinander oder mit dem Internet verbunden werden können, verbessert werden. Dies umfasst eine Vielzahl von Produkten, von Smart-Home-Geräten über industrielle Systeme bis hin zu kritischen Infrastrukturen.

Für Hersteller und Betreiber von Schienenfahrzeugen hat der Cyber-Resilience-Act weitreichende Implikationen, da moderne Züge zunehmend auf digitale Systeme angewiesen sind, sei es für den Betrieb, die Wartung oder die Fahrgastsicherheit. Hersteller und deren Lieferanten werden in Zukunft nachweisen müssen, dass die digitalen Systeme in ihren Fahrzeugen den Cyber-



Lion Safety-Related Train Control
Management System

sicherheitsanforderungen entsprechen und ihre Fahrzeuge gegen Cyberbedrohungen geschützt werden können. Das betrifft sowohl die Hardware als auch die Software. Da Schienenfahrzeuge eine lange Lebensdauer haben, müssen Hersteller über den gesamten Lebenszyklus hinweg die Cybersicherheit ihrer Systeme sicherstellen, einschließlich der Bereitstellung von Sicherheitsupdates und dem Management von Schwachstellen.

„Safety“ und „Security“ in der Bahntechnik

In der IT im Allgemeinen und in der Bahntechnik im Speziellen werden unter dem Begriff „Safety“ alle Systeme zur funktionalen Sicherheit subsummiert und unter dem Begriff „Security“ das Thema IT-Sicherheit. „Safety“ stellt somit sicher, dass Fehlfunktionen von Systemen oder Komponenten nicht zu gefährlichen Zuständen führen könnten. „Safety“ befasst sich also mit der Zuverlässigkeit und Integrität von Datenübertragungen und Systemen, um Fehlfunktionen zu vermeiden. Hierbei spielt das SDTv2-Sicherheitslayer eine zentrale Rolle, da es Mechanismen zur Datenintegrität, Fehlererkennung und Redundanz bereitstellt. Ein Beispiel sind die Vital Data Packets (VDP), die sicherstellen, dass Sicherheitsdaten korrekt und ohne Manipulation übertragen werden.

Der Begriff „Security“ bezieht sich hingegen auf den Schutz von Systemen und Daten vor böswilligen Angriffen oder Manipulationen. Es geht also darum, Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Informationen sicherzustellen. Dabei können „Safety-Funktionalitäten“ durchaus hilfreich sein um „Security-Anforderungen“ zu erfüllen. So können SDTv2 Sicherheitsmechanismen wie Verschlüsselung und Authentifizierung in modernen Bahnsystemen ergänzt werden, um Safety-Anforderungen zu erfüllen. Vereinfacht gesagt schützt „Safety“ den Mensch vor der Maschine, dagegen schützt „Security“ die Maschine vor dem Mensch.

Der CRA hat sowohl mit Safety als auch mit Security zu tun, da er die Widerstandsfähigkeit von vernetzten Produkten gegen Cyberangriffe erhöhen soll:

- Security: Der CRA fordert, dass Produkte mit digitalen Elementen sicher gegenüber Cyberbedrohungen sein müssen. Das bedeutet, Hersteller müssen Schwachstellen minimieren, Sicherheitsupdates bereitstellen und Schutzmechanismen implementieren, um Angriffe zu verhindern.
- Safety: Eine verbesserte Security trägt direkt zur Safety bei, da Cyberangriffe auf kritische Systeme (z. B. im Transport- oder Medizinbereich) die physische Sicherheit von Menschen gefährden könnten. Der CRA stellt somit sicher, dass Sicherheitslücken nicht zu potenziellen Gefährdungen führen.

Skalierbare Sicherheit in Schienenfahrzeugen

Das Thema Sicherheit wird seit vielen Jahren bei der Lütze Transportation mit Lion, dem modularen sicherheitsgerichteten Train Control Management System, abgebildet. Das Lion-Bussystem ist in unzähligen Schienenfahrzeugen weltweit im Einsatz. Lion bietet eine Komplettlösung für die zentrale und dezentrale Verarbeitung von sicheren und nicht sicheren Signalen. Mit Lion ist es also möglich, sichere und nicht sichere E/A-Module auf der gleichen E/A-Station zu kombinieren. Die Implementierung von Sicherheitsfunktionen bis SIL2 auf Schienenfahrzeugen ist möglich.

Das „technische Rückgrat“ (Backplane) von Lion ist der interne, sichere L-BUS2 (Lütze Bus) über den alle Daten mit 4,5 Mbit/s zwischen den I/O-Modulen (Slaves) und dem Buskoppler (Master) ausgetauscht werden. Der L-Bus arbeitet intern mit der physikalischen Schnittstelle RS485 und steuert die Kommunikation, Adressierung und Spannungsversorgung aller



Neuer SIL2 Buskoppler mit TRDP-Feldbus-schnittstelle und SDTv2-Sicherheitslayer

I/O Module. Im Falle einer Störung eines oder mehrerer E/A-Module kann der Master diese Störung eindeutig erfassen und die intakten Module weiter ansprechen.

Das Lion-System erfüllt alle wichtigen Bahnnormen, darunter EN 50155, EN 50121-3-2, EN 50124-1, EN 61373 und EN 45545-2. Lion erfüllt die Schutzart IP20 und ist in einem Temperaturbereich von -40 °C bis +70 °C einsetzbar.

SIL2 Buskoppler mit TRDP-Feldbusschnittstelle

Lion bietet seit vielen Jahren Flexibilität durch den Einsatz verschiedener Feldbusschnittstellen. Es standen bisher drei Buskoppler-Versionen mit MVB- oder TRDP-Schnittstelle zur Verfügung. Bereits 2024 stellte Lütze den vierten Buskoppler vor, einen sicheren TRDP-Koppler mit SDTv2-Sicherheitslayer. Folgende Buskoppler-Versionen gibt es:

- Lion MVB Buskoppler als nicht sichere Variante
- Lion MVB Buskoppler als sichere Variante auch mit SDTv2-Sicherheitslayer
- Lion Ethernet TRDP Buskoppler als nicht sichere Variante
- Neu: Lion Ethernet TRDP Buskoppler als sichere Variante mit SDTv2-Sicherheitslayer

Echtzeitüberwachung von Datenströmen

Der neue TRDP-Buskoppler setzt auf den SDTv2-Sicherheitslayer (Safe Data Transmission Layer (Version 2)). Der SDTv2-Sicherheitslayer ist eine spezialisierte Sicherheitsarchitektur, die entwickelt wurde, um den Schutz von Security-kritischen Infrastrukturen in der Eisenbahnindustrie zu gewährleisten. Beim SDTv2-Sicherheitslayer handelt es sich um eine mehr-

schichtige Sicherheitslösung, die verschiedene Schutzmechanismen kombiniert, um die Integrität von Systemen zu sichern.

Ein zentraler Bestandteil des SDTv2-Sicherheitslayers ist die Echtzeitüberwachung und -analyse von Datenströmen durch Mechanismen wie Prüfsummen (CRC) zur Integritätssicherung und Sequenzzähler zur Erkennung von Paketverlusten oder -wiederholungen.

Linux bietet Vorteile bei der Cybersicherheit

Um den TRDP-Buskoppler stets auf dem neuesten Stand der Sicherheitsanforderungen zu halten, setzt Lütze Transportation auf ein Linux-Betriebssystem. Dieses ermöglicht es, Sicherheitsupdates automatisch und kontinuierlich zu installieren. Der Betreiber kann so automatisierte Updates durchführen, wodurch sowohl reguläre als auch sicherheitsrelevante Aktualisierungen stets auf dem neuesten Stand bleiben. Potenzielle Sicherheitsrisiken werden durch diese automatisierten Prozesse effektiv minimiert. Durch die konsequente Trennung von funktionaler Sicherheit (Safety) und den IT-Sicherheitsfunktionen (Security) auf dem Linux-basierten Sitara-Controller können notwendige Security-Updates zeitnah eingespielt werden, ohne die zugrunde liegende SIL2-Zertifizierung der Safety-Applikation zu gefährden. Damit wird die Brücke zwischen den statischen Anforderungen der funktionalen Sicherheit und der dynamischen Update-Pflicht des Cyber Resilience Acts geschlagen.

Secure Boot als weiteres Sicherheitsfeature

Der neue TRDP-Buskoppler verfügt über eine neue Architektur, die auf dem leistungsstarken Sitara Controller von Texas

Instruments aufsetzt. Die gesamte MVB- und TRDP-Buskoppler-Familie der Lütze Transportation wird schrittweise auf die neue Architektur mit Sitara-Controller umgestellt. Der Sitara-Controller bietet sehr hohe Rechenleistungen, Energieeffizienz, integrierte Sicherheitsfunktionen, wie z.B. Secure Boot, Konnektivität und die Unterstützung für Echtzeitbetrieb. Mit Secure Boot bietet der Sitara-Controller ein sicherheitsrelevantes Feature, das dazu dient, sicherzustellen, dass nur authentische und unveränderte Software auf dem Controller ausgeführt wird. Es handelt sich um einen mehrstufigen Verifizierungsprozess, der beim Starten des Systems abläuft. Der Prozess beginnt mit einem unveränderlichen Vertrauensanker (Root-of-Trust) im Hardware-ROM. Bei jedem Systemstart überprüft der Controller die Integrität der Boot-Software durch digitale Signaturen. Wird die Signaturprüfung bestanden, läuft der Bootvorgang weiter; andernfalls wird er abgebrochen, um Manipulationen zu verhindern. Im Kontext von industriellen Anwendungen, wie sie in der Schienenfahrzeugtechnik vorkommen, ist Secure Boot besonders wichtig, da es eine zuverlässige Sicherheitsbasis für kritische Steuerungssysteme bildet, die robust gegenüber Cyberangriffen sein müssen.

Dual Homing: mit zwei Netzwerken sprechen

Der neue TRDP Lion-Buskoppler ist bereits hardwareseitig und zukünftig auch softwareseitig für Dual Homing vorbereitet, was bedeutet, dass er über zwei Schnittstellen mit unterschiedlichen Netzwerken kommunizieren kann. Dual Homing spielt eine

wichtige Rolle für die Verfügbarkeit da es eine zusätzliche Ausfallsicherheit bietet. Diese Architektur bietet mehrere Vorteile:

- Dual Homing stellt sicher, dass im Falle eines Ausfalls einer Verbindung oder eines Netzwerkteilnehmers die zweite Verbindung den Datenverkehr übernehmen kann.
- Indem eine zweite unabhängige Verbindung vorhanden ist, wird das Risiko eines Single Points of Failure SPOF minimiert.
- Dual Homing kann dazu verwendet werden, den Datenverkehr auf zwei Verbindungen zu verteilen, was die Performance verbessern und Engpässe vermeiden kann.

Fazit

Mit dem neuen sicheren TRDP-Buskoppler demonstriert Lütze Transportation, welche modernen Sicherheitslösungen heute in Train Control Management Systemen im Bereich Cybersicherheit realisierbar sind. Durch den Einsatz des SDTv2- Safety-layers, eines Linux-basierten Betriebssystems, Dual Homing und Secure Boot wird ein äußerst hohes Sicherheitsniveau erreicht, das sowohl „Safety“ als auch „Security“ abdeckt und den Anforderungen des EU-Cyber-Resilience Acts gerecht werden kann.



InnoTrans 2026
Halle 27, Stand 650

Kabelkonfektion in Rekordzeit.

Montieren Sie in Highspeed und bringen Sie Ihre Produktion in die Pole Position mit KDSI-SR-G.

CONTACTCLIP



Besuchen Sie uns
auf der **InnoTrans Messe**
in **Berlin!**
Halle 12 | Stand 177



German Engineering.
Weltpatente aus deutschem Haus.

Smartest Assembly.
Perfektion, die Klick macht.

High Performance.
Allwetterfest nach IP66.

Mehr Infos unter
kdsclick.com



InnoTrans-Umfrage: Effiziente Lösungen für die Bahnbranche

„Wartungsaufwand und Stillstandszeiten reduzieren“

Die Bahnbranche entwickelt sich rasant weiter – neue Technologien verändern Fahrzeuge, Infrastruktur und Betriebsprozesse oft grundlegend. Welche technischen Neuheiten präsentieren Aussteller auf der InnoTrans 2026, um Effizienz zu steigern, Verfügbarkeit zu erhöhen oder Wartung zu vereinfachen? Wir haben nachgefragt:

UMFRAGE: Christian Vilsbeck, A&D

BILDER: AWS; Belden; binder; Dassault Systèmes; Escha; Knorr-Bremse; Lenord+Bauer; Lütze; iStock, rikkyal



**MICHAEL
HANISCH**

Cloudbasierte Künstliche Intelligenz verändert den Bahnbetrieb grundlegend. Auf der InnoTrans diskutiert AWS, wie Betreiber mit KI-Diensten Wartung effizienter gestalten, die Kundenbeziehungen verbessern und Verfügbarkeit erhöhen. Trainline setzt einen KI-Reiseassistenten auf Amazon Bedrock ein, der 88 Prozent der Kundenanfragen ohne menschliches Eingreifen löst, bei Antwortzeiten von weniger als 12 Sekunden im Durchschnitt. Die Deutsche Bahn nutzt das Zeitreihen-Modell Chronos auf AWS, um Nachfrage- und Kostenprognosen organisationsweit bereitzustellen, ohne für jede Anwendung aufwändig eigene Vorhersagemodelle entwickeln zu müssen. East Japan Railway automatisiert die Inspektion tausender Kilometer Oberleitungen per KI-Bilderkennung. So gelingt Bahnbetreibern der Schritt von experimentellen Ansätzen hin zu produktiven KI-Anwendungen im großen Maßstab.

Head of Technology, AWS Deutschland



InnoTrans 2026
Halle 7.1a, AI Mobility



**ERIC
BAUER**

Auf der InnoTrans 2026 zeigt Belden, wie Bahnbetreiber mit einem integrierten Netzwerkportfolio eine robustere, effizientere und sicherere digitale Infrastruktur aufbauen können. Im Mittelpunkt des Messeauftritts stehen drei Innovationsfelder: Sichere Backbone-Konnektivität für missionskritische Bahnkommunikation – mit einer Kombination aus MPLS-TP-Transport, Ethernet-Aggregation und integrierter Cybersicherheit; Hochverfügbare drahtlose Zug-BodenKommunikation – unterstützt durch die neuesten Innovationen im Bereich Bahnrouter; Onboard-Konnektivität der nächsten Generation – mit aktuellen Bahn-Switches, robuster Verkabelung sowie M12 Push-Pull-Anschlusslösungen für zuverlässige Verbindungen an Bord.

Transportation Solution Line Manager,
Belden



InnoTrans 2026
Halle 4.1, Stand 630



**LUCAS
LOCHBIHLER**

Die Bahnbranche zählt für die binder Gruppe zu den dynamischsten Wachstumsmärkten im Bereich Connectivity. Mit der fortschreitenden Digitalisierung und Automatisierung steigen die Anforderungen an robuste, zuverlässige und wartungsfreundliche Verbindungslösungen. Bereits heute sind Teile unseres Portfolios erfolgreich in Schienenfahrzeugen und der Bahninfrastruktur im Einsatz. Aktuell richten wir den Fokus auf Umspritzte M12- und M8-Leitungen, sowohl mit konventioneller Schraubverriegelung als auch mit der Push-Pull Verriegelungstechnik nach IEC 61076-2-010. Vor allem die Push-Pull-Verriegelung ermöglicht eine zuverlässige Installation und trägt durch die hohe Qualität dazu bei, Wartungsaufwand sowie Stillstandszeiten nachhaltig zu reduzieren.

Produktmanager, binder



**BJÖRN
MANDERBACH**

Im Mittelpunkt stehen bei Dassault Systèmes virtuelle Zwillinge und industrielle KI als Schlüsseltechnologien für die digitale Transformation der Bahnbranche. Besucherinnen und Besucher erleben, wie der gesamte Lebenszyklus von Bahnsystemen in einer durchgängigen virtuellen Umgebung auf der 3DExperience Plattform vernetzt werden kann. Mit diesem integrierten Ansatz zeigen wir, wie Bahnunternehmen komplexe Systeme besser planen, Risiken frühzeitig erkennen, Entwicklungs- und Betriebsprozesse optimieren und fundierte Entscheidungen treffen können. Ziel ist es, die Effizienz, Resilienz und Nachhaltigkeit des Schienenverkehrs zu steigern und die Entwicklung zukünftiger Bahnsysteme zu beschleunigen.

Delmia Industry Process Consultant
Director, Dassault Systèmes



InnoTrans 2026
Halle 2.2, Stand 855



**FRANZ
WOLFRUM**

Der sichere Betrieb elektrifizierter Bahnstrecken setzt eine zuverlässige Bahnverdrahtung voraus. Sie sorgt dafür, dass im Fehlerfall, wie einem Fahrdrahriss, Kurzschlussströme sicher abgeleitet und gefährliche Berührungsspannungen reduziert werden. Auf der InnoTrans 2026 präsentieren wir eine Weiterentwicklung unserer Bahnverdrahtungsbrücken mit neuem Anschlusskopf aus Edelstahl. Die optimierte Konstruktion verbessert die elektrische Kontaktierung, erhöht die Widerstandsfähigkeit gegenüber Korrosion und mechanischen Belastungen und unterstützt eine langlebige Infrastruktur. Gleichzeitig schafft die vergrößerte Anschlussplatte zusätzliche Flexibilität bei der Installation und erhöht die Sicherheit auf der Baustelle. So leisten wir einen Beitrag zu einer höheren Anlagenverfügbarkeit, geringerem Wartungsaufwand und mehr Betriebssicherheit entlang des Streckenverlaufs.

Market Development Manager
Bahntechnik, Dehn



InnoTrans 2026
Halle 21, Stand 320



ALEXANDER GAUBATZ

Auf der InnoTrans 2026 zeigt Escha, wie sich kürzere Instandhaltungsfenster, höhere Steckdichten und wachsende Datenmengen in Schienenfahrzeugen mit M12-Verbindungstechnik adressieren lassen. Das erweiterte M12-Push-Pull-Portfolio deckt Signal-, Spannungs- und Industrial-Ethernet-Verbindungen ab. Die werkzeuglose Verriegelung beschleunigt Erstmontage und Komponententausch, gerade in engen oder schwer zugänglichen Einbauräumen. Ein hör- und spürbares Einrastsignal reduziert Montagefehler; definierte Anzugsdrehmomente sind nicht erforderlich. Varianten nach EN 45545-2 und IEC 61373 berücksichtigen Brandschutz sowie Schock und Vibration. So werden modulare Fahrzeugkonzepte unterstützt, Stillstandszeiten verkürzt und Wartungsprozesse sicherer.

Head of Product Management, Escha



MARTIN ERTL

Der nächste Innovationsschub auf der Schiene entscheidet sich an der Schnittstelle von Fahrzeug, Infrastruktur und digitalen Anwendungen. Deshalb denkt Knorr-Bremse sie als Gesamtsystem – und steuert entscheidende Funktionalitäten für den effizienten Flow des Bahnverkehrs bei: Die Digitale Automatische Kupplung automatisiert und verkürzt die Zugvorbereitung. Innovative Lösungen rund um intelligente Stellwerktechnik, Zuerkennung und -steuerung nutzen bestehende Infrastruktur besser aus, anstatt sie aufwendig auszubauen. Und bei der Verfügbarkeit schließt unsere digitale Flottenmanagement-Plattform die Lücke zwischen Rohdaten und operativen Entscheidungen. Am Messestand präsentieren wir erstmals, wie wir die drei Welten Fahrzeug, Infrastruktur und Digitalisie-

Vice President Portfolio & Innovation Management,
Knorr-Bremse Global Rail Holding



JAN NIKLAS SCHWARZE

Zustandsinformationen sind heute wichtiger denn je. Steigender Kostendruck, hohe Anforderungen an Verfügbarkeit und Sicherheit sowie knappe Instandhaltungsressourcen verlangen nach mehr Transparenz über Fahrzeug und Infrastruktur. Mit unserem CombiCoder GEL 2475CM bündeln wir sechs Sensorfunktionen in einem Gehäuse. Neben der Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung stehen je nach Anwendung über analoge oder digitale Schnittstellen Rohdaten oder direkt ausgewertete Zustandsinformationen zur Verfügung. Die zusätzlichen Zustandsdaten werden direkt an der Quelle erhoben und sind ohne weitere mechanische Schnittstelle und ohne zusätzlichen Integrationsaufwand nutzbar.

Product Manager Sensors,
Lenord+Bauer



DIMITRIOS KOUTROUVIS

Auf der InnoTrans zeigen wir Lösungen, die Digitalisierung, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit im Schienenverkehr verbinden. Zu unseren Highlights zählen die neue Lion PLC-Plattform mit einem neuen, einheitlichen Safety-Engineering-Tool sowie der sichere TRDP-Buskoppler für flexible, zuverlässige I/O-Anwendungen. Für die bewährte Luna-Plattform präsentieren wir die neuen Luna I/O-Module sowie eine erste 110-V-Spannungsüberwachung als Ergänzung zur bekannten 24-V-Lösung. Erweitert wird das Portfolio zudem durch einen per TRDP konfigurierbaren Audio Signal Transducer, kompakte und energieeffiziente Relais- und Signalmodule sowie einen Ausblick auf unseren neuesten 2xUSB-Charging Cube mit bis zu 120 W Power Delivery.

General Manager Lütze Transportation
und Friedrich Lütze



InnoTrans 2026
Halle 12, Stand 250



InnoTrans 2026
Halle 1.2, Stand 250



InnoTrans 2026
Halle 27, Stand 561



InnoTrans 2026
Halle 27, Stand 650

Steckverbinder im Schienenverkehr

Bahn frei für Connectivity

Wenn Züge immer digitaler werden, hängt stabile Connectivity oft an unscheinbaren Bauteilen: Steckverbindern. Sie müssen Datenkommunikation und Energiefluss zuverlässig sichern – trotz Vibrationen, Feuchtigkeit, Klima-Stress und strenger Brandschutzvorgaben. Genau diese Anforderungen machen Verbindungstechnik zum stillen Schlüssel für die vernetzte Bahn.

TEXT: binder BILDER: binder; iStock, Photosely





binder testet und qualifiziert seine Produkte im Hinblick auf strenge branchenspezifische Normen.

Der Schienenverkehr wird in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Getrieben von der Mobilitätswende und Investitionen in die Infrastruktur wird dieser moderner, vernetzter und effizienter. In diesem Kontext nehmen Steckverbinder, die eine nahtlose Kommunikation zwischen unterschiedlichen Subsystemen ermöglichen, eine Schlüsselrolle ein. Doch Steckverbinder für den Schienenverkehr müssen hohe Anforderungen an Brandschutz und mechanische Belastbarkeit erfüllen und daher spezielle Prüfungen und Qualifizierungen durchlaufen.

Bahnunternehmen und Staaten investieren weltweit stark in die Infrastruktur, Digitalisierung und Automatisierung rund um den Bereich Schienenverkehr. Vernetzte Systeme und digitale Technologien tragen dazu bei, den Bahnverkehr effizienter, sicherer und umweltfreundlicher zu gestalten. Beispielsweise ermöglichen automatisierte Prozesse, alternative Antriebstechnologien und smarte Infrastrukturlösungen eine bessere Nutzung bestehender Kapazitäten und eine Reduktion von CO₂-Emissionen.

Diese Entwicklungen erfordern Steckverbinder, die den rauen Umgebungseinflüssen im Bahnbereich standhalten und gleichzeitig die erforderliche Connectivity liefern. Potenzielle Einsatzbereiche erfordern eine breite Palette von Technologien, die zum Beispiel die Kommunikation innerhalb von Zügen als auch zwischen Zügen, der Infrastruktur und dem Bahnpersonal sicherstellen. Steckverbinder sind dabei ein elementarer Bestandteil, da sie für die zuverlässige Verbindung zwischen den verschiedenen Subsystemen sorgen.

Steckverbinder für die Bahnbranche müssen hochleistungsfähig sein

Produkte müssen nicht nur extremen Umweltbedingungen standhalten, sondern auch höchste Anforderungen an

Dichtigkeit und mechanische Belastbarkeit erfüllen. Beispielsweise dafür ist die X-kodierte M12-Verbindungsleitung.

„Die Einsatzgebiete unserer Steckverbinder für die Bahnindustrie sind sowohl in den Schienenfahrzeugen – zum Beispiel in Bremssystemen, Türsteuerungen und Fahrgastinformationssystemen – als auch in der Infrastruktur zu finden, beispielsweise in Kamera- oder Beleuchtungssystemen an Bahnsteigen“, erklärt Lucas Lochbihler, Produktmanager bei binder.

Einhaltung internationaler Normen als wesentliche Voraussetzung

Um bestehende Katalogprodukte an die spezifischen Kriterien der Bahnbranche anzupassen, testet und qualifiziert binder seine Produkte im Hinblick auf strenge branchenspezifische Normen. So regelt beispielsweise die DIN EN 50155, wie elektronische Geräte, die in Schienenfahrzeugen eingesetzt werden, konstruiert, getestet und zertifiziert werden müssen. Eine speziell für Steckverbinder definierte Norm im Bereich der Schienenfahrzeuge ist die DIN EN IEC 62847. Diese definiert die Leistungsanforderungen und Prüfungen für Steckverbinder im Niederspannungsbereich.

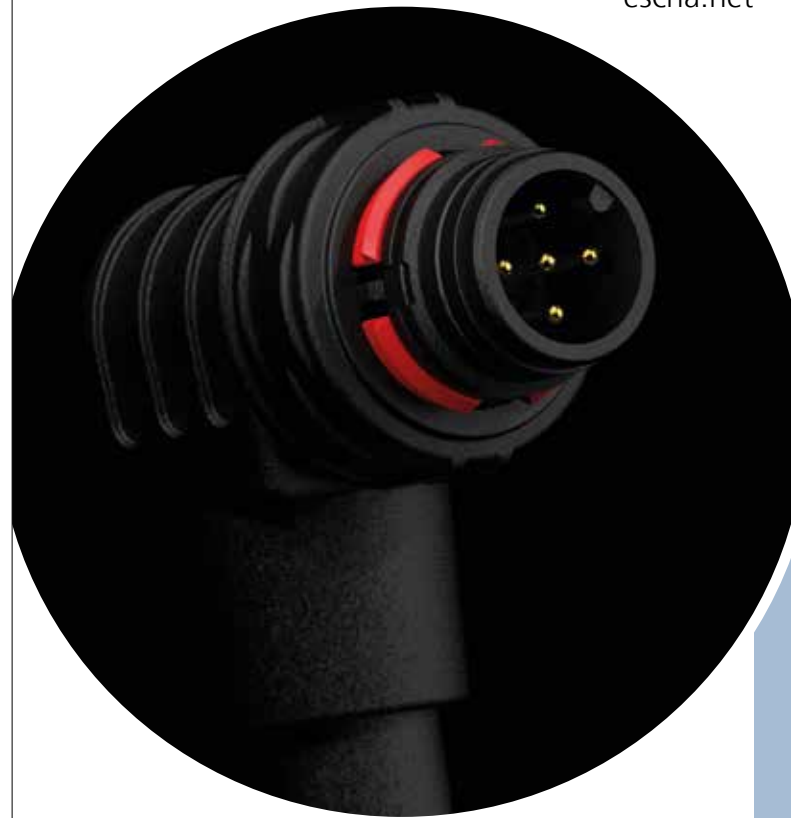
Die DIN EN 61373 ist Teil der DIN EN 50155 und behandelt die Prüfung von Erschütterungen und Schwingungen, denen Bauteile in Schienenfahrzeugen ausgesetzt sind. Sie stellt sicher, dass mechanische und elektrische Komponenten, wie Steckverbinder, während des Betriebs den Vibrationen und Stößen standhalten, ohne ihre Funktionalität oder Sicherheit zu verlieren. Hierfür sind insbesondere Varianten mit Crimp-Anschluss geeignet, da diese im Hinblick auf Schock und Vibration sehr zuverlässig sind. Unabhängig davon sind auch die binder Produkte mit Schraubklemmanschluss gemäß dieser Norm geprüft und freigegeben.

Eine spezielle Brandschutznorm stellt die DIN EN 45545-2 dar. Sie regelt die Feuerbeständigkeit von Materialien und Bauteilen in Schienenfahrzeugen und definiert Anforderungen hinsichtlich der Resistenz gegen Entzündung, Flammenausbreitung und Rauchentwicklung. Hierbei werden anhand verschiedener Faktoren die Anforderungen an die Produkte festgelegt. Zum einen gibt es drei Gefährdungsstufen HL1, HL2 und HL3 (en: hazard level; HL), die in Abhängigkeit der Betriebs- und Bauartklasse des Schienenfahrzeugs festgelegt werden. Zum anderen gibt es 27 Anforderungssätze, R1 bis R27 (en: requirement set; R), welche verschiedene Vorgaben an die Komponente, in Abhängigkeit von Einsatzgebiet und Beschaffenheit, stellen. Beispielsweise ist der Anforderungssatz 26 bzw. R26, welcher definiert, dass die im Produkt eingesetzten Kunststoffe eine UL-V0 Klassifizierung haben müssen, eine gängige Vorgabe für verschiedene Anwendungen in Schienenfahrzeugen.

Bahnindustrie als Motor der Mobilitätswende

Die Mobilitätswende wird den Bedarf an nachhaltigen Transportlösungen weiter verstärken. Durch den Einsatz von hochwertigen Connectivity-Lösungen, die die Vernetzung und Digitalisierung vorantreiben, wird der Schienenverkehr nicht nur effizienter und sicherer, sondern auch umweltfreundlicher. Hersteller wie binder, die ihre Steckverbinder an die spezifischen Anforderungen der Bahnindustrie anpassen und weiterentwickeln, leisten dabei einen wichtigen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit des Bahnverkehrs.

Lucas Lochbihler resümiert: „Die Bahnbranche bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten für unsere Steckverbinder. Sie ist für uns ein hoch spannender Markt, der vor allem im Zusammenhang mit der Mobilitätswende immer relevanter wird – wir möchten in Zusammenarbeit mit unseren Partnern unseren Teil dazu beitragen, die Transformation erfolgreich zu gestalten.“



M12 Push-Pull Portfolio

Umspritzte Steckverbinder & Flansche

A | D | X-Codierung

~80 % schnellere Installation

kein Schrauben, kein Werkzeug

hörbare und fühlbare
Rückmeldung beim Verriegeln

Zeit- und Fehlerersparnis

DIN EN 45545-2 & DIN EN 50155



Bionischer Flug-Schwimm-Roboter

Vom Tauchgang direkt in den Flug

Wie kleine Pfeile stoßen Tauchvögel aus der Luft ins Wasser und jagen unter der Oberfläche nach Fischen. Dabei passen sie ihren Flügelschlag optimal an die Bedingungen unter Wasser an. Nach diesem Vorbild hat ein Forschungsteam einen Roboter entwickelt, der schwimmen und direkt aus dem Wasser in den Flug übergehen kann.

TEXT: Rieke Heine, freie Redakteurin

BILD: iStock, iStock, mauribo

Papageitaucher, Möwen, Seetaucher und Sturmvögel sind einige der rund 100 Vogelarten, die sich sowohl in der Luft als auch unter Wasser fortbewegen können. Während kleinere Tauchvögel beim Fliegen ihre Flügel etwa zehnmal pro Sekunde schlagen, tun sie dies beim Schwimmen nur rund viermal. Der langsamere Flügelschlag ist eine Anpassung an die Bedingungen unter Wasser, das etwa 1.000-mal dichter als Luft ist.

Forschende des MIT und der EPFL haben nach diesem Vorbild einen weniger als 300 g schweren Flug-Schwimm-Roboter entwickelt. Flexible Flügel, ein steuerbarer Schwanz und unterschiedliche Schlagfrequenzen ermöglichen es ihm, unter Wasser zu schwimmen, die Oberfläche zu durchbrechen und ohne zusätzlichen Paddelantrieb weiterzufliegen. Versuche im Wassertank und im Genfersee zeigten, dass mittelgroße Flügel und ein Anstellwinkel von rund 70 Grad den Übergang besonders zuverlässig machen.

Dieses Prinzip könnte eine neue Generation kombinierter Luft-Wasser-Drohnen ermöglichen. Solche Systeme könnten aus der Luft schwer zugängliche Meeresgebiete erreichen, dort abtauchen, Messwerte oder Proben aufnehmen und anschließend selbstständig zurückkehren. Die Industrie könnte damit kostengünstig Offshore-Anlagen, Häfen und Küsteninfrastrukturen überwachen sowie Umweltmonitoring und Inspektionen in gefährlichen Gewässern durchführen.





TICKET
SICHERN

3. Fachkonferenz **Zukunft.DEFENCE**

Gemeinsam für Souveränität &
Sicherheit in Europa

02.12.2026 | Düsseldorf

Industrie sichert Souveränität. Gemeinsam!

Die Fachkonferenz Zukunft.DEFENCE bringt zivile Industrie, Sicherheits- und Verteidigungsindustrie (SVI) und die Bundeswehr als Beschaffer in den direkten Dialog. Wir machen Bedarfe, Beschaffungswege und Rahmenbedingungen transparent, zeigen realistische Geschäftspotenziale und Grenzen auf und fördern Partnerschaften – von Marktüberblick und Best Practices bis zum Weg zum ersten Auftrag. So stärken wir Innovation, Skalierbarkeit, sichere Produktion und resiliente Lieferketten am Standort Europa.

industry-forward.com/zukunft-defence

DIALOG.stärken | TRANSPARENZ.schaffen | PARTNERSCHAFTEN.bauen | BEDARFE.verstehen | WEGE.kennen

AUFTRÄGE.ermöglichen | SOUVERÄNITÄT.sichern | RESILIENZ.stärken | INNOVATION.fördern

Ihr
B2B
Partner

Ja! Wartung beschleunigt. Mit Conrad.

Passende Ersatzteile schnell geliefert



conrad.de/ja-momente

◆ KI-generiert

Alle Teile des Erfolgs

CONRAD