

# A&D RESHAPE

## MANUFACTURING INDUSTRY

# Smarte IIoT-Vernetzung

Mit ASi-5 schnell und sicher  
vom Feld bis in die Cloud... mehr ab S. 8

**CYBERSECURITY**  
OPC UA erleichtert  
die Umsetzung S. 12-21

**NACHHALTIGKEIT**  
Ehrgeizige Ziele,  
aber unklare Wege? S. 24

**LEITUNGS-DOC**  
Condition Monitoring  
der Verkabelung S. 49

# INDUSTRIAL ETHERNET

CAT5 / CAT6 / CAT7

Für den Einsatz in Roboter  
und Schleppketten

Auch als kundenspezifische  
**HYBRIDLEITUNGEN!**

Entwicklung und  
Fertigung ab 300 m



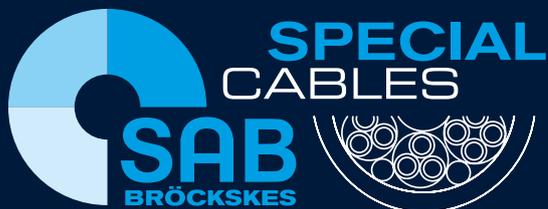
**sps**

smart production solutions

Besuchen Sie uns!

12.-14.11.2024 in Nürnberg

Halle 2 / Stand 2-330



+49 2162 898-0  
[www.sab-kabel.de](http://www.sab-kabel.de)

# Auch die nächste Ausgabe der A&D kostenfrei lesen?



Jetzt Leser werden!





**Christian Vilsbeck, Chefredakteur A&D:** Meistens geht es im Editorial um Themen wie KI, Digitalisierung oder Nachhaltigkeit. Diesmal gebe ich aber einem Thema die Bühne, mit dem man in Deutschland leider verstärkt konfrontiert wird: Fremdenfeindlichkeit. Viele Menschen demonstrierten die letzten Monate erfreulicherweise gegen Rassismus, auch unsere Industrie verurteilt vereint die Fremdenfeindlichkeit. Leider geht nach viel Medienaufmerksamkeit vieles schnell wieder seinen gewohnten Weg. Das darf nicht sein! Deshalb gebe ich stellvertretend für viele CEOs hier Philip Harting, Vorstandsvorsitzender der Harting Technologiegruppe, gerne das Wort:

## „SAG NEIN ZU RASSISMUS“

Vielfalt, Solidarität und Respekt sind Werte, für die wir eintreten sollten – jeden Tag! Darum nutze ich auch gerne hier meine Stimme, um daran erinnern, wie wichtig Vielfalt und Toleranz sind! Unser Familienunternehmen hat Niederlassungen in der ganzen Welt. Es ist mir wichtig, Menschen unabhängig von ihrer Herkunft und Religion offen zu begegnen und zu respektieren. Jeder unserer Mitarbeiter trägt zu unserem Erfolg bei. Unterschiedliche Kulturen und Perspektiven sind unsere Stärke, denn nur so können wir uns entwickeln und wachsen! Toleranz und Aufgeschlossenheit sollten eine Selbstverständlichkeit im Umgang miteinander sein. Ich verurteile jede Form von Rassismus, sozialer Ausgrenzung und Diskriminierung, sei es im unternehmerischen oder im privaten Bereich, und sehe es als meine Verantwortung als CEO eines weltweit tätigen Unternehmens an, klar gegen Rassismus Stellung zu beziehen.



Remigrationspläne rechtsextremer und rechtspopulistischer Aktivisten und Politiker stellen die Grundprinzipien der Demokratie und der Menschenwürde infrage. Wir distanzieren uns vehement von derartigen Gedankengängen und Vorgängen! Auch in Deutschland ist angesichts unserer Geschichte kein Platz für Fremdenfeindlichkeit und Ausgrenzung. Die Menschen mit Migrationshintergrund tragen seit Jahrzehnten einen wesentlichen Teil zum wirtschaftlichen Erfolg unseres Landes bei. Und dies muss auch so bleiben. Denn die Vielfalt in Deutschland ist natürlich nicht nur Arbeitskraft, sondern auch Treiber für innovative Ideen und Fähigkeiten, die zur wirtschaftlichen Dynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands beitragen. In einer globalisierten Welt, in der Talente und Investitionen über Grenzen hinweg fließen, ist ein offenes und einladendes Umfeld für Menschen aller Herkunft entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg.

Eine Politik, die Vielfalt und Inklusion fördert, ist nicht nur ein Gebot der Menschlichkeit, sondern auch ein Schlüsselfaktor für langfristigen wirtschaftlichen Erfolg und Wohlstand. Nur so kann Deutschland auch als Wirtschaftsstandort mit internationalem Ansehen weiterhin erfolgreich sein. Rassismus und Diskriminierung haben in unserer Gesellschaft keinen Platz.

## Modular, einfach, energieeffizient!



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

- Optimierung der passiven Schaltschrankkühlung durch intelligente Luftführung
- Mehr Platz im Schaltschrank
- Verringerung der Gefahr von Hot-Spots
- **AirTEMP** Temperatursimulation
- Neue Maßstäbe bei Stabilität, Modularität und Energieeffizienz
- Großes Einsparpotential von Energie und CO<sub>2</sub>
- Homogenes Klima im Schaltschrank mit **AirBLOWER + AirBLOWER Compact**
- **AirSTREAM Compact** für kleine Schaltschränke

Das neue **AirTEMP 2.0:**  
Wärmeanalyse für den Schaltschrank  
[airtemp.luetze.de](http://airtemp.luetze.de)



**LÜTZE** 

TECHNIK MIT SYSTEM

Friedrich Lütze GmbH · D-71384 Weinstadt  
[info@luetze.de](mailto:info@luetze.de) · [www.luetze.de](http://www.luetze.de)

# INHALT

## AUFTAKT

- 6 Bildstory: Roboterhund Spot auf Patrouille

## TITELTHEMA

- 8 Titelstory: Smarte IIoT-Vernetzung

## FOKUS: OPC UA SECURITY

- 12 Sind Sie sicher auf den CRA vorbereitet?  
OPC UA erleichtert Umsetzung
- 16 Umfrage: Wie sicher ist OPC UA aus  
Sicht von Security-Experten?
- 20 OPC UA als Teil des Sicherheitspuzzles:  
Datensicherheit in der Produktion

## NET ZERO INDUSTRY

- 22 Net Zero Highlights der Branche
- 24 Nachhaltigkeitstrends:  
Ehrgeizige Ziele, aber unklare Wege?
- 30 Wie Automatisierung die Produktion  
von grünem Stahl vorantreibt
- 35 Investition in neues Spritzgusswerkzeug:  
Weniger Material, Energie und CO<sub>2</sub>

## RUBRIKEN

- 3 Editorial
- 42 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Rücklicht



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

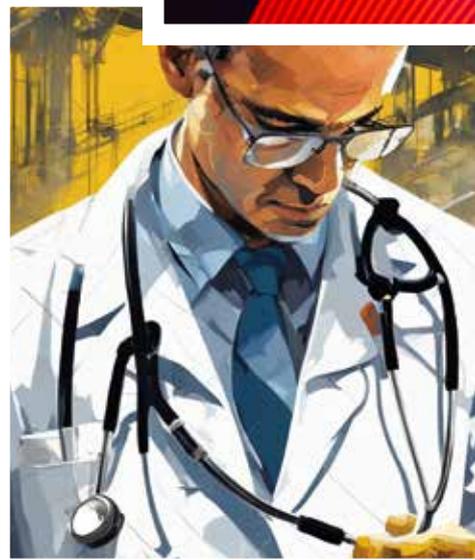


TITELSTORY

## Smarte IIoT-Vernetzung

# 12

FOKUSTHEMA  
OPC UA Security



# 58

LEISTUNG EFFIZIENT STEIGERN

Motoren, Frequenzumrichter und  
Steuerungen bei Maschinen



# 8

## TITELSTORY

Mit ASI-5 vom Feld bis in die Cloud



# 49

## DIE LEITUNGS-DOCS

Condition Monitoring  
der Verkabelung

## DIGITAL FACTORY

- 38 Schaltschrankfertigung 4.0:  
Planen, überwachen, KPIs ermitteln
- 40 Gut verbunden:  
Robuste Netzwerklösungen für die Industrie
- 43 Effiziente Kommunikation im Feld:  
IO-Link Safety steigert die Produktivität

## FACTORY AUTOMATION SOLUTIONS

- 46 Das Multitool für die Industrie:  
Zwei-Drahtlösung mit Zukunft
- 49 Die Leitungs-Docs:  
Condition Monitoring der Verkabelung
- 52 Prozesse effizienter automatisieren:  
M12-Steckverbinder als SMT-Varianten
- 54 Für perfektes Handling:  
Schlanke Schwenk-Drehmodule
- 58 Leistung von Maschinen effizient steigern:  
Motoren, Frequenzumrichter und SPS
- 61 Die Zahl: 300 Millionen  
elektrische Antriebe in der Industrie
- 62 OCR neu gedacht:  
Edge Learning für Zeichenerkennung

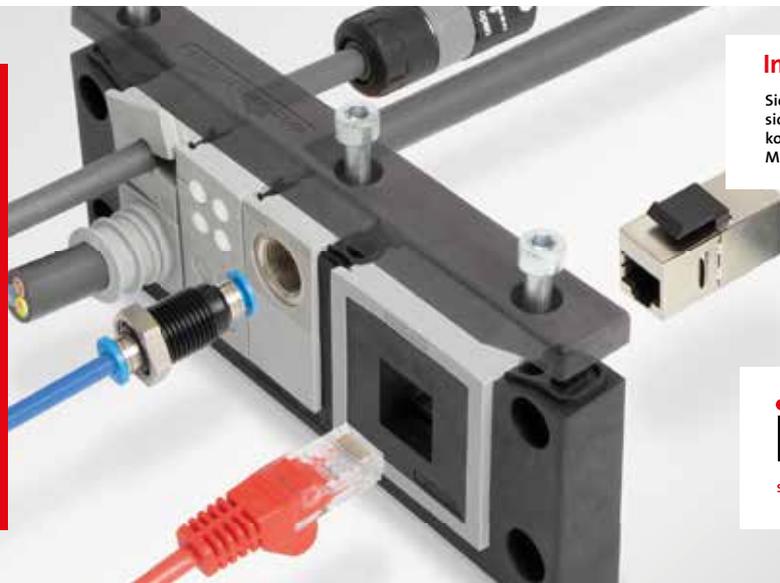
## Die Kabeleinführung als individuelle Schnittstelle

Mit den IMAS-CONNECT™ Adaptertüllen erstellen Sie Ihr individuelles Interface für Keystone-Module, Steckverbinder und Schlauchverschraubungen. Jetzt online konfigurieren auf [www.icotek.com](http://www.icotek.com)

bis  
IP66

RIA

PNEUMATICS



### Interesse geweckt?

Sichern Sie  
sich jetzt Ihr  
kostenloses  
Muster:



**icotek**<sup>®</sup>  
smart cable management

KI auf vier Beinen gegen Graffiti

# ROBOTERHUND SPOT AUF PATROUILLE

Um ihre Züge frei von Graffiti zu halten und Vandalismus vorzubeugen, testet die DB in München erstmals den Roboterhund Spot. Dieser patrouilliert auf seinen vier Beinen eigenständig über Abstellanlagen und erkennt KI-gestützt dabei unbefugte Personen oder andere Unregelmäßigkeiten. Daraufhin startet er dann eine Liveübertragung. Die Bilder in HD-Qualität landen zur Prüfung bei den DB-Sicherheitsmitarbeitenden in der Nähe, die gegebenenfalls weitere Schritte einleiten können.

BILD: Deutsche Bahn / Thomas Kiewning





Mit ASi-5 schnell und sicher vom Feld bis in die Cloud

# Smarte IIoT-Vernetzung

IIoT-Lösungen waren für viele Unternehmen lange eine ferne Vision. Mittlerweile gibt es aber immer mehr konkrete Anwendungsfälle im Sinne von Industrie 4.0. Für eine erfolgreiche Umsetzung bietet Bihl+Wiedemann mit ASi-5 nicht nur ein leistungsstarkes Datenshuttle aus der Feldebene in die OT und IT, sondern mit seinen ASi-5/ASi-3 Feldbus Gateways mit OPC-UA-Schnittstelle auch eine zukunftssichere Konnektivität in IT-Systeme.

TEXT: Thomas Rönitzsch, Bihl+Wiedemann

BILDER: Bihl+Wiedemann; Adobe Stock: Patrick Helmholz; Dall-E, publish-industry





**IIoT und Industrie 4.0  
mit Bihl+Wiedemann**

Bereits 2017 auf der SPS-Messe hat Bihl+Wiedemann erste ASi Gateways mit integrierter OPC-UA-Schnittstelle vorgestellt – und die heutige Bedeutung des direkten Kommunikationskanals zur vertikalen Übertragung von Maschinen-, Prozess- und Diagnosedaten schon damals vorausgeahnt. Denn OPC UA ermöglicht es, die Daten zu sammeln, zu aggregieren und bereitzustellen, die IT-Spezialisten in Unternehmen für beliebige Datenanalysen nutzen können. Konsequenterweise sind heute alle ASi-5/ASi-3 Gateways von Bihl+Wiedemann mit einem OPC-UA-Server ausgestattet, der felddbusunabhängig über AS-Interface den direkten Datentransfer zwischen Feldgeräten und IT-Systemen ermöglicht. Dadurch können die Daten an unterschiedlichsten Stellen – in einem Visualisierungstool, einem lokalen Server oder in einer Cloud – verwendet werden. Abhängig davon, wie sich die Anforderungen für die Umsetzung von IIoT-Lösungen weiterentwickeln, können die Gateways darüber hinaus auch zeitnah um weitere Schnittstellen wie REST-API und MQTT ergänzt werden.

## Unterschiedliche Bedeutung der Daten

Insbesondere Maschinen und Anlagen, in denen Smart Devices mit IO-Link oder ASi-5 Schnittstellen und hohen Datenraten eingesetzt werden, erzeugen heute riesige Mengen an Maschinen-, Prozess- und Diagnosedaten. Sie lassen sich zwar schnell und bequem mit dem Datenshuttle ASi-5 übertragen, doch die wenigsten davon sind unmittelbar für die OT – die Steuerung von Prozessen durch eine SPS – und damit für die Übertragung über einen Felddbus interessant. Ein Großteil der erfassten Maschinendaten wird eher an anderer Stelle benötigt: nämlich in Datenbanksystemen der IT, in denen diese Daten gespeichert und analysiert werden – und auf die dann ihrerseits Applikationen, beispielsweise für eine vorbeugende Wartung und Instandhaltung oder für ein zentrales ERP-Inventarmanagement, zugreifen. Es macht daher – auch aus

Gründen der Datenlast und Datengeschwindigkeit im Felddbusnetzwerk – durchaus Sinn, OT- und IT-Daten in IIoT-Anwendungen in parallelen Netzwerkstrukturen zu übertragen. Die ASi-5/ASi-3 Gateways von Bihl+Wiedemann sind genau hierfür standardmäßig vorbereitet: sie besitzen seit jeher zwei physikalisch unabhängige Netzwerkschnittstellen – Felddbus und OPC UA – zur getrennten Übertragung von Daten in die OT und die IT. Was die IT-Daten betrifft, bietet das Gateway bei der Übertragung über OPC UA zwei Optionen: entweder bereitet ein Edge-Server die Daten auf und versendet sie zum Beispiel an eine Cloud wie Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS) oder Cumulocity IoT, oder aber die Cloudlösung holt sich die Daten direkt vom OPC-UA-Server, der sich im Gateway befindet. In beiden Fällen stehen die Daten so als wertvolle IT-Daten in der Cloud zur Verfügung.

## Eigene Diagnosedaten der ASi-5/ASi-3 Gateways

Die ASi-5/ASi-3 Felddbus Gateways von Bihl+Wiedemann sind aber nicht nur clevere Datenweichen, die die Daten trennen und auf zwei Netzwerke verteilen – sie sind als smarte Komponenten in der Feldebene darüber hinaus auch in der Lage, eigene Diagnoseinformationen über ein ASi Netzwerk selbst zu generieren und damit die Gerätedaten aus dem Feld sinnvoll zu ergänzen. Wie viele und welche Teilnehmer sind angeschlossen, welcher Strom und welche Spannung liegen im ASi Kreis an, ist das Netzteil in Ordnung, welche Fehler werden gemeldet – alles Fragen, die sowohl die OT wie die IT interessieren.

## OT- und IT-Daten auf getrennten Wegen

Ein anschauliches Beispiel, wie ASi-5/ASi-3 Gateways als smarte Datenweichen fungieren können, liefern Antriebssysteme in der Fördertechnik. Hier sind Smart Factory Devices wie dezentrale Umrichter oder intelligente Sensoren mit IO-Link



Über das Asi-5/Asi-3 Gateway als Edge-Device werden Daten von Smart Factory Devices wie dezentralen Umrichtern bedarfsgerecht für die weitere Verwendung durch die OT und IT zur Verfügung gestellt.

sowohl für Datenbanksysteme der IT als auch für die Prozesssteuerung (OT) interessant. Letztere ist für die Bewegung von Antrieben zuständig. Sie benötigt dafür Prozessdaten des Devices wie zum Beispiel die variable Geschwindigkeit, die Rampenzeit und die Drehrichtung. Gleichzeitig können die IT-Systeme Diagnosedaten wie Kühlkörpertemperatur, Leistungsaufnahme oder die betriebsbedingte Belastung des Antriebs sammeln und auswerten – und dann etwa durch Big-Data-Analysen, Machine Learning oder KI-Algorithmen echte Mehrwerte generieren. Durch das Monitoring von Last und Stromaufnahme lässt sich so beispielsweise ein notwendig werdender Lagertausch bei einem Antrieb schon frühzeitig prognostizieren.

Wie das Beispiel vermuten lässt, liefert der smarte Frequenzumrichter weitaus mehr Diagnosedaten für IT-Systeme als tatsächliche OT-Prozessdaten für die Maschinensteuerung. Um die OT mit einem Feldbus wie beispielsweise Profinet und den echtzeitkritischen Daten zu entlasten, verwenden die Gateways für die Übertragung der IT-Daten deshalb mit dem integrierten OPC-UA-Server für den Datentransport eine separate sichere und etablierte IT-Schnittstelle.

### Maximale Datensicherheit gewährleistet

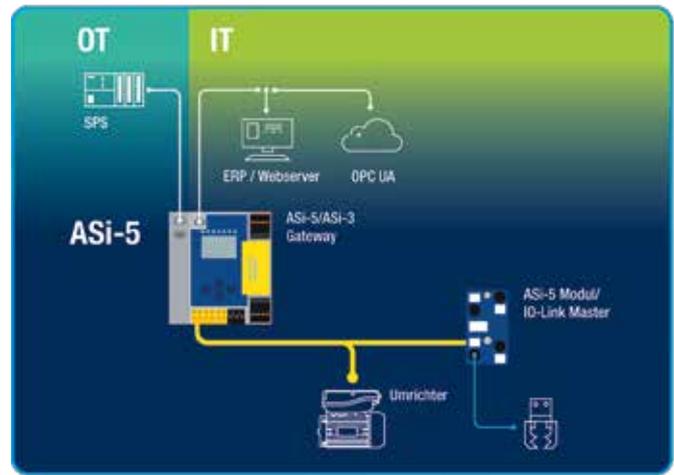
Umgekehrt zeigt dieses Beispiel aber auch, dass sich die IT-Daten nicht mehr in geschlossenen, sondern in offenen und über das Internet von außen grundsätzlich zugänglichen Netzwerkstrukturen bewegen. Damit setzen sich Industrie-4.0-Geräte der Gefahr eines unbefugten Datenzugriffs und der Nutzung als Angriffsplattform aus – ein Risiko, das mit dem Grad der Vernetzung smarterer Geräte untereinander steigt. Bihl+Wiedemann nutzt deshalb für seine Geräte verschlüsselte Kommunikation und Authentifizierung. Sie sind auf höchste Datensicherheit ausgelegt und leicht in bestehende IT-Security-Konzepte integrierbar. Im Einzelnen bedeutet das:

- Asi-5/Asi-3 Gateways von Bihl+Wiedemann sind updatefähig und können damit immer wieder an zukünftige Sicherheitsanforderungen angepasst werden.
- Die Update-Server arbeiten ausschließlich mit signierter Firmware. Die Signatur muss zusätzlich von den Geräten verifiziert werden.
- Jedes TCP/IP-fähige Gerät erhält in der Produktion ein individuelles Zertifikat zur SSL-Kommunikation.
- Kundenspezifische Zertifikate für TLS (Transport Layer Security / Transportschichtssicherheit) werden unterstützt.
- ASI als Feldbus der ersten Automatisierungsebene bietet keinen direkten kommunikativen Übergang zwischen TCP/IP und den Feldgeräten. Diese Trennung erhöht die Sicherheit zusätzlich.
- OPC UA nutzt etablierte Verschlüsselungsverfahren wie AES-256 mit SHA bis 512 oder RSA.
- Software-Updates und OPC UA lassen sich auch lokal am Gerät sperren – ein zuverlässiger und absoluter Schutz.

### REST-API und MQTT für Datenaustausch

OPC UA legt den Fokus auf industrielle Kommunikation und schafft bereits mit seinen technologieimmanenten, hohen Security-Standards großes Vertrauen bei den Anlagenbauern. Gleichwohl wird OPC UA, jetzt schon erkennbar, nicht das einzige Schnittstellenformat für den Datenaustausch von Edge-Devices wie den Asi-5/Asi-3 Gateways mit höheren Ebenen bleiben. Um Fernwartungsservern, Visualisierungssystemen oder cloudbasierten Applikationen auch in Zukunft verlässliche Daten aus der untersten Feldebene zu liefern, stehen perspektivisch mindestens zwei weitere Kommunikationsschnittstellen im Fokus: REST-API (Representational State Transfer – Application Programming Interface) und MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Die Schnittstelle REST-API – wohl jedem Internet-Programmierer bekannt – wird häufig für

Smarte Devices mit ASI-5 oder IO-Link verfügen über Daten, die sowohl für die OT wie die IT von großer Bedeutung sind.



die Kommunikation zwischen Servern untereinander oder mit Programmen und Apps verwendet. Aufgrund ihrer HTTP-basierten Client-Server-Architektur ist sie aber auch für IT-Anwendungen interessant, in denen Maschinendaten für Web-Applikationen genutzt werden sollen. Die Daten können sowohl live verwendet werden, beispielsweise als Anzeige auf einer Website, als auch in eine Datenbank einfließen.

Bei MQTT sind die Geräte im Gegensatz zu OPC UA nicht hierarchisch als Sender und Empfänger organisiert, sondern können alle im Publish/Subscribe-Messaging, auch bekannt als Pub/Sub, asynchron miteinander kommunizieren. Nachrichten werden dabei von einem Publisher über einen Nachrichtenbroker versendet und können von einem oder mehreren Abonnenten empfangen werden. Eine solche bidirektionale Kommunikation gibt es bei OPC-UA-Servern untereinander nicht. Da dies aber oftmals wünschenswert ist, wird MQTT in OPC UA integriert – als OPC UA Pub/Sub bzw. OPC UA FX. Gleichzeitig schlägt MQTT die kommunikative Brücke zwischen REST-API und OPC UA. Wie auch immer die genaue Ausgestaltung der Schnittstellen aussehen wird: die aktuellen Versionen der ASI-5/ASI-3 Gateways von Bihl+Wiedemann sind bestens darauf vorbereitet, denn sowohl REST-API als auch MQTT können dann, wenn die Nachfrage es erfordert, kurzfristig als zusätzliche Schnittstelle und Ergänzung zu OPC UA in die Geräte implementiert werden.

## IloT und Industrie 4.0 mit Bihl+Wiedemann

Industrie 4.0, die Smart Factory und das IloT nehmen in der Industrie zunehmend Gestalt an. Daten sind dabei der wichtigste Rohstoff, den es auf intelligente und effiziente Weise zu sammeln, auszuwerten und in OT- und IT-Umgebungen zu übertragen gilt. Die ASI-5/ASI-3 Feldbus Gateways von Bihl+Wiedemann spielen hierbei eine wichtige Rolle, denn in

ihrer Doppelfunktion als Schnittstelle und Netzwerkknoten auf der untersten Feldebene greifen sie als erste direkt auf die Daten von Sensoren und Aktuatoren zu und bieten heute und in Zukunft direkte und zukunftssichere Kommunikationskanäle für Daten vom Sensor bis in die Cloud. □

### AS-Interface als Sammler und Konzentrador von IT-Daten



ASI als standardisierter Feldbus für die erste Automatisierungsebene punktet durch sein cleveres Verdrahtungskonzept. Die Teilnehmer im Netzwerk, Sensoren und Aktuatoren, können per Durchdringungstechnik an beliebiger Stelle des gelben Profilkabels angeschlossen werden. Von diesem minimierten Verdrahtungsaufwand profitieren auch Applikationen, in denen es nicht um OT-Daten geht, sondern rein auf das Sammeln und Aggregieren von IT-Daten ankommt. Beispiele hierfür sind etwa die Überwachung und Dokumentation von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und anderen Messgrößen in großen Produktions-, Lager- und Gebäudekomplexen.

Mit AS-Interface bietet Bihl+Wiedemann hierfür industriereprobe Komponenten sowie ein offenes Systemkonzept. So ermöglichen die ASI Feldbus Gateways mit ihren Schnittstellen die Anbindung an unterschiedlichste übergeordnete IT-Systeme, in denen die Daten gesammelt, ausgewertet und dokumentiert werden können. Gleichzeitig bietet ASI auch Offenheit zur Feldebene hin, da Feldgeräte verschiedener Hersteller problemlos angeschlossen und miteinander verwendet werden können. Anwender müssen daher weder eigene „Speziallösungen“ entwickeln, noch brauchen sie auf proprietäre, häufig deutlich teurere Komplettlösungen entsprechender Hersteller zurückzugreifen und sich technologisch entsprechend zu binden.



OPC UA erleichtert Umsetzung

# Sind Sie sicher auf den CRA vorbereitet?

In den letzten Jahren sind die Sicherheitsanforderungen an die Industrie stetig gestiegen. In Zeiten von Konflikten und politischer Instabilität werden kritische Infrastrukturen wie Energieversorgungssysteme, Wasserversorgungseinrichtungen und Produktionsanlagen zum Ziel von Cyberangriffen. Das Bundeskriminalamt hat im Bundeslagebild Cybercrime 2022 die Ransomware als primäre Bedrohung für Unternehmen und öffentliche Einrichtungen bewertet. OPC UA erleichtert Unternehmen die Umsetzung der geforderten Cybersecurity-Maßnahmen des Cyber Resilience Act.

TEXT: Alexander Allmendinger, OPC Foundation

BILDER: OPC Foundation; iStock, urbazon

Insbesondere durch weiter verteilte Systeme, wie bei den Energiebetreibern im Bereich der erneuerbaren Energien, können nicht mehr zentrale Sicherheitssysteme die Sicherheit gewährleisten: Im digitalen Zeitalter werden Sabotageakte nicht mehr persönlich vor Ort ausgeführt, sondern können aus sicherer Distanz erfolgen. Diese Angriffe können erhebliche Schäden für die Bevölkerung verursachen und ganze Gesellschaften beeinträchtigen. Aufgrund der Fürsorgepflicht der Staaten steigt somit der Druck solche Angriffe zu erschweren und zu vereiteln. Dieser Druck wird mit unterschiedlichen Maßnahmen, wie z.B. NIS2 oder dem CRA an die Unternehmen weitergegeben.

Neben staatlichen Akteuren rücken auch kommerziell orientierte Angreifer und Hackergruppen vermehrt in den Fokus. Diese handeln aus finanziellen Motiven und versuchen, mittels Ransomware, das Abgreifen geheimer Daten oder durch die Manipulation der produzierten Produkte, Unternehmen zu erpressen. Um sich gegen diese Bedrohungen zu verteidigen, müssen Unternehmen in allen Branchen ihre Systeme sicherer gestalten.

## Motivation der EU-Kommission

Um die Frage nach der Notwendigkeit von Investitionen in sichere Produkte und die daraus resultierenden sicheren An-



Übersicht der verfügbaren systemweiten Dienste für OPC UA Applikationen

lagen zugunsten der Sicherheitsaspekte zu klären, hat sich der Gesetzgeber entschieden, hier aktiv zu werden. Durch das Eingreifen des Gesetzgebers in die Produktentwicklung und den Betrieb der Anlagen wird sichergestellt, dass diese auch im Ernstfall weiterbetrieben werden können und die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln, Energie und Hygieneprodukten durch Cyberangriffe nicht beeinträchtigt wird.

Um den Wettbewerb der Firmen auf europäischer Ebene nicht zum Nachteil einzelner Länder zu beeinflussen, findet die Regulierung direkt durch die europäische Kommission und einer Erweiterung der Anforderungen des CE-Kennzeichens statt. Die genauen Anforderungen an die Sicherheit von Produkten werden im Cyber Resilience Act (CRA) beschrieben.

### Umfang des Cyber Resilience Act

Der CRA umfasst die Themen Software Bill of Materials (SBOM), Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) sowie die verbindliche Berücksichtigung von bestimmten Sicherheitsstandards wie z.B. die IEC62443. Kurz erläutert beschreibt das Thema SBOM, die genaue Leistung der einzelnen Komponenten einer Software. Dazu gehören sowohl beinhaltete bzw. genutzte Bibliotheken als auch eigene Komponenten einer Software. Diese müssen im Detail gelistet und verwaltet werden. Zu den notwendigen Informationen gehören die Herkunft, Eigentümer und die genau verwendete Version der Komponente. Dies gilt auch für die wiederum in der Komponente genutzten Komponenten und Bibliotheken. Für kleinere Softwareprojekte ist diese Zusammenstellung und die Wartung einer solchen Zusammenstellung überschaubar, aber in komplexere Softwaresysteme

wie zum Beispiel Controller oder SCADA Systeme wird die Verwaltung und Publizierung dieser Informationen ebenfalls entsprechend komplexer.

Das Ziel dieser Anforderung ist, dass ein Nutzer eines Produktes jederzeit Zugriff auf die Information erhält, ob es für die von ihm genutzte Produktversion (oder einer der beinhalteten Komponenten) bekannte Sicherheitsschwachstellen gibt. Dies wird durch die Kombination der SBOM Anforderung mit den CVEs erreicht. Die CVE beschreibt einen standardisierten Mechanismus, um gefundene Sicherheitslücken zu bewerten und diese zu publizieren. Die Bekanntgabe der Sicherheitslücken wird durch den CRA innerhalb von 24 Stunden nach bekanntwerden in der Firma gefordert. Durch die Kombination beider Systeme kann ein Nutzer für alle genutzten Produkte eine genaue Liste der Sicherheitslücken erhalten und aufgrund dieser bewerten, wie schnell ein Produkt aktualisiert werden muss.

### CRA Anforderungen an Produkte

Ein wichtiger Aspekt des CRA besteht in den Anforderungen an die eigentlichen Produkte. Die EU-Kommission hat sich hier glücklicherweise keine eigenen Regeln definiert, sondern wie bei SBOM und CVE auf bereits existierende Standards verwiesen. Beispielsweise verweist der CRA für bestimmte Produkte auf die IEC62443, welche durch Sicherheits- und Industrieexperten bereits erarbeitet und publiziert wurde. Die IEC62443 ist eine Normenreihe, die sich mit der Sicherheit von Industriesteuerungssystemen (ICS) befasst. Hierin werden Anforderungen für den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Systeme definiert. Dazu gehören die sichere Entwicklung

von Softwarekomponenten und Schnittstellen und die Inbetriebnahme und Wartung dieser Systeme. Im Detail gehören dazu die Risikobewertung, Netzwerksicherheit, Zugriffskontrolle und Incident Response.

## OPC UA für die Umsetzung der IEC62443

Mit OPC UA für den Informationsaustausch zwischen zwei Systemen lassen sich einige Anforderungen der IEC 62443 leicht erfüllen. Sicherheitsaspekte wie die Herkunft und Integrität der Daten, Authentifizierung der Applikationen und die Autorisierung der Benutzer sowie im Bedarfsfall eine Verschlüsselung der Daten sind im Standard direkt vorgesehen und können von den Anwendern konfiguriert werden. Damit ist es möglich, die Anforderungen der IEC62443 an den Informationsaustausch zweier Applikationen ohne zusätzliche Tools oder Systeme zu erfüllen. Zum Beispiel ist die Einrichtung einer in einem VPN Tunnel gekapselten Kommunikation nicht notwendig, wenn in OPC UA einer der Sicherheitsmodi Sign oder Sign&Encrypt verwendet wird. Dadurch wird dem Anwender die Verwaltung seines Gesamtsystems erleichtert und Kosten eingespart. Eine Liste der IEC62443 Anforderungen auf die OPC UA Sicherheitsmechanismen wird im Annex des Part 2 der OPC UA Spezifikation publiziert.

Wie erwähnt gibt es durch die IEC62443 jedoch nicht nur Anforderungen an den Informationsaustausch, sondern auch Anforderungen an die Verwaltung der Sicherheitsaspekte der Anlagen. OPC UA ist der einzige Standard zum Informationsaustausch, der das Thema Sicherheit nicht nur auf der Ebene der Kommunikation, sondern auch in Bezug auf den Zugriff auf Daten und die Verwaltung dieser Systeme bearbeitet. So liefert OPC UA zum Beispiel einen Mechanismus zum Verwalten der für die Signierung der Daten notwendigen Zertifikate. Dieser Mechanismus ist Protokoll-agnostisch und erlaubt nicht nur die Verwaltung der OPC UA bezogenen Zertifikate, sondern auch dieser, die zum Beispiel für eine sichere Profinet-Kommunikation von den Applikationen benötigt werden.

## Sicheres Onboarding

Diese Applikationen zur Verwaltung der Systeme werden häufig als Global Discovery Server (GDS) bezeichnet, da sie das Finden der Datenanbieter sowie die Sicherheitskonfiguration abdecken. Für die sichere Inbetriebnahme von Produkten in einem Netzwerk gibt es ebenfalls eine durch OPC UA standardisierte Lösung. Diese ist in der Onboarding-Spezifikation definiert und beschreibt unterschiedliche Aspekte der Inbe-

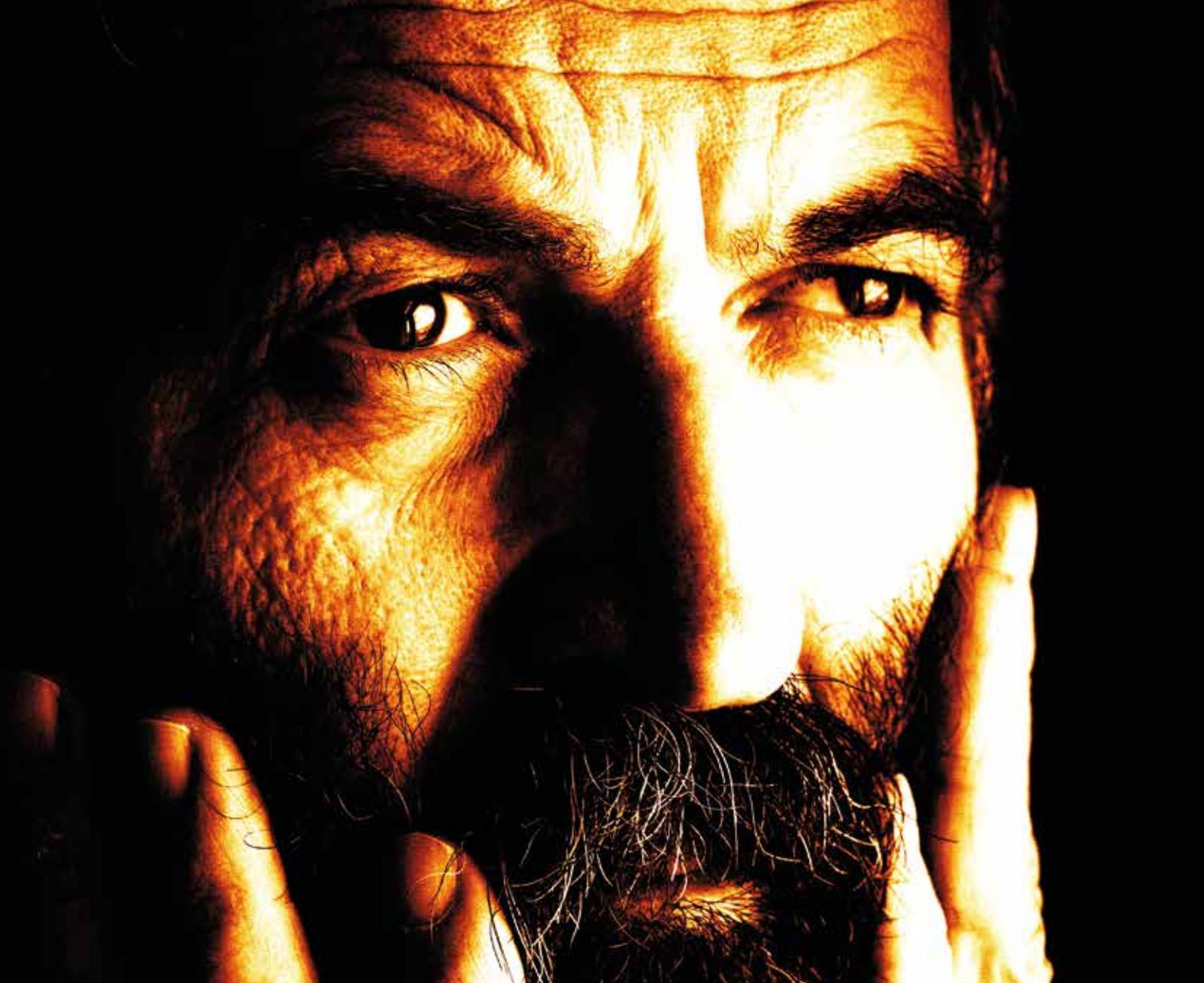
triebnahme und deren Reihenfolge. Updates der Software, Sicherstellung der Originalität der Produkte und das Laden der Sicherheitskonfiguration von einem zentralen System des Betreibers wird darin beschrieben. Eine Übersicht der verfügbaren systemweiten Dienste für OPC UA Applikationen ist in der Abbildung (links oben) dargestellt.

## Kooperation mit ANSSI, BSI und FBI

Um diese Komplexität der Sicherheitsfunktionen und deren Details zu verwalten, gibt es bei der OPC Foundation die Security Working Group. In dieser sind über 25 Sicherheitsexperten von Firmen und Instituten vertreten. Die Arbeit dieser Gruppe beschränkt sich nicht nur auf die Spezifikation, um neue Sicherheitsanforderungen oder Funktionalitäten in die Spezifikation zu integrieren. Die Gruppe analysiert auch Cyberangriffe auf Industriesysteme, um etwaige Lücken oder Unklarheiten in der Spezifikation schnell zu bewerten, zu schließen und die Informationen darüber zu publizieren. Um gegenüber den Angreifern hier nicht ins Hintertreffen zu geraten, arbeitet diese Gruppe auch mit Experten des Bundesamts für Informationssicherheit (BSI) dem Pendant aus Frankreich der ANSSI und auch mit dem FBI in den USA zusammen.

OPC UA kann also für den sicheren Informationsaustausch von Applikationen sowie der Systemverwaltung eingesetzt werden. Damit sind zentrale Anforderungen der IEC62443 direkt umsetzbar, was sowohl Kosten als auch komplexere, nachträglich installierte Komponenten erspart. Durch die native Erfüllung der Anforderungen sind Hersteller und Anwender, die bereits auf OPC UA Systeme gesetzt haben, bestens auf die kommenden Anforderungen vorbereitet. Dennoch gibt es für die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben des CRA noch Klärungsbedarf in der Industrie. Da die Verordnung bereits durch die EU-Kommission bestätigt wurde und sich aktuell in der Übersetzung befindet, bevor diese dann für alle Firmen verpflichtend wird, muss sich die Industrie jetzt mit diesem Thema befassen.

Das Event OPC UA Security Summit am 5. und 6. Juni 2024 bei Microsoft in München bietet der Industrie ein Forum zur Diskussion der Anforderungen und zum Erfahrungsaustausch. Dieser ist nicht auf Industriefirmen beschränkt, sondern durch Vorträge der EU-Kommission, des BSI, der IEC62443 Arbeitsgruppe bietet das Event auch den direkten Austausch mit den offiziellen Ansprechpartnern bei den Regulierern. Durch das FBI wird dieses Event nicht nur auf europäischer Ebene, sondern auch international für Firmen, welche ihre Produkte in die USA verkaufen interessante Informationen liefern. □



Umfrage: Wie sicher ist OPC UA aus Sicht von Security-Experten?

## „Sicher, falls die Möglichkeiten genutzt werden...“

Die Vernetzung von Geräten, Maschinen und Anlagen birgt fundamentale Sicherheitsgefahren. Aus diesem Grund wurde beim OPC UA Standard die IT-Security von Anfang an als integraler Bestandteil mitgedacht – einschließlich Mechanismen für Authentifizierung, Signierung und Verschlüsselung. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) bescheinigt

OPC UA auch , dass der Standard keine systematischen Sicherheitslücken aufweist.

Hängt die Security aber von der Implementierungsqualität des jeweiligen Anbieters von OPC UA fähigen Lösungen ab? Braucht es zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen?

Wir haben Experten nach ihrer Meinung gefragt:

UMFRAGE: Christian Vilsbeck, A&D    BILDER: Fortinet; Axians; Genua; SBC; Palo Alto Networks; Siemens; Trend Micro; Endian; Hima; iStock, okeyphotos



## HEIKO ADAMCZYK

Die Prüfung des BSI bezog sich ausschließlich auf die OPC UA Referenzimplementierung der OPC Foundation. In der Praxis aber, benötigt jede Implementierung einen individuellen Software-Entwicklungsprozess. Zudem fehlen etwaige Markt-begleitende Prozesse wie Schwachstellen- und Patchmanagement. Dies liegt daher oft in der Hand des Nutzers und daher ist die Mitarbeit des Herstellers essentiell. Genau dieses Thema bekommt mit dem Cyber Resilience Act (CRA) ein Instrument, das Security Anforderungen an Hersteller von Produkten mit digitalen Elementen definiert. Sie müssen beispielsweise mindestens 5 Jahre Patches für das Produkt bereitstellen. Produkte mit einer hohen Kritikalität sind zudem einer Sicherheitszertifizierung zu unterziehen.

Business Development Manager  
OT/IoT DACH, Fortinet



## THOMAS ENGL

Die Sicherheit von OPC UA ist zweifellos von großer Bedeutung, da es den sicheren Datenaustausch zwischen verschiedenen Geräten und Systemen in der industriellen Automatisierungstechnik ermöglicht. Allerdings sind die präzise Implementierung und Einhaltung des Standards entscheidend. Ein Standard allein bietet keinen Schutz, wenn er nicht korrekt angewendet wird. Unternehmen müssen den Standard nicht nur akzeptieren, sondern auch internalisieren und sicherstellen, dass er in ihren Systemen richtig umgesetzt ist. Regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen und Updates sind unerlässlich. Es ist wichtig zu betonen, dass kein System unangreifbar ist, aber durch die korrekte Anwendung und Pflege von Standards wie OPC UA kann das Risiko minimiert werden. Unsere Beratung für eine sichere und nachhaltige Implementierung umfasst die richtige Konfiguration, regelmäßige Updates, starke Authentifizierung, Verschlüsselung, Netzwerksegmentierung, regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen und Schulungen für die Mitarbeitenden.

Business Unit Leiter,  
Axians Deutschland



## MARKUS MEIER

Der Standard OPC UA berücksichtigt alle IT-Sicherheitsziele wie Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit sowie daraus abgeleitete Ziele umfassend. In der Praxis weisen jedoch die üblichen OPC UA Stacks aufgrund der Komplexität teilweise erhebliche Schwachstellen auf. Kritische Anlagen und Maschinen sollten deshalb nie direkt mit öffentlichen Netzwerken verbunden sein. Als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme sind in diesem Fall speziell gehärtete Netzwerkgeräte mit strikter Protokolltrennung erforderlich. Der Verband der Prozessindustrie NAMUR empfiehlt zur sicheren und rückwirkungsfreien Ausleitung von Daten einer Industrieanlage den Einsatz von Datendioden.

Product Owner Industrial Security,  
Genua



## OLIVER GREUNE

OPC UA ist sicher, wenn Implementierungsanbieter die verschiedenen Security-Modi angemessen umsetzen. Eine gute Implementierung wäre, wenn der Anbieter den Security-Mode und die zugehörige Security Policy sowie Authentifizierung selber wählt. Dennoch ist es entscheidend zu erkennen, dass die Sicherheit von OPC UA nur so stark ist wie das gesamte Sicherheitssystem, in dem es verwendet wird. Entscheidend ist der Schutz der zugrunde liegenden Plattform. SBC empfiehlt daher umfassende Sicherheitslösungen, die unter anderem Geräte mit integrierten Firewalls einschließen und die Segmentierung von Netzwerken in Zonen zur Verhinderung unerlaubter Zugriffe beinhalten.

Solutions Architect, Critical Applications,  
Saia Burgess Controls



## MARC MECKEL

OPC UA wird von Security-Experten im Allgemeinen als sicherer Kommunikationsstandard angesehen, der robuste Sicherheitsmechanismen wie Authentifizierung, Signierung und Verschlüsselung bietet. Unter Berücksichtigung von Zero Trust Network Access (ZTNA) und der Integration von Operational Technology (OT) / Internet of Things (IoT) sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen sinnvoll, die in komplexen und heterogenen Netzwerkumgebungen zur Erfüllung von spezifischen Sicherheitsanforderungen betrachtet werden müssen. Die Kombination von OPC UA mit Security Best Practices aus ZTNA und OT/IOT kann dazu beitragen, die Gesamtsicherheit von industriellen Systemen weiter zu verbessern und Risiken zu minimieren.

Manager Systems Engineering,  
Palo Alto Networks



## KONSTANTIN SELNACK

Auch wenn OPC UA stark Security-gerichtet ist, ist die Auswahl der Komponenten sowie deren Konfiguration zentral für die erreichbare Qualität. Wenn beispielsweise komponentenseitig lediglich veraltete Krypto-Algorithmen zur Verfügung stehen oder die Authentifizierung nicht zertifikatsbasiert konfiguriert wird, dann ergeben sich daraus potenzielle Schwachstellen. Über die initiale Auslegung eines Systems hinaus, reicht das Problem auch in den Betrieb eines Systems. Werden Zertifikate nicht regelmäßig erneuert oder ist Revokation nicht gebräuchlich, führt das zu Sicherheitsrisiken. Zu letzterem bietet OPC UA mit den Global Discovery Services eine Möglichkeit des zentralen Zertifikate-Managements, dessen Unterstützung wiederum von den gewählten Komponenten abhängt. OPC UA allein kann typische Security-Maßnahmen aber nicht ersetzen.

Product Manager  
Industrial Connectivity Products,  
Siemens



## UDO SCHNEIDER

Der OPC-UA Standard ist sowohl technologisch als auch sicherheitstechnisch auf dem aktuellen Stand. Er spezifiziert sinnvolle Sicherheitsmechanismen, leider sind diese aber größtenteils optional. Dies führt dazu, dass diese Sicherheitsfunktionen in OPC-UA Implementierungen oft standardmäßig deaktiviert oder schlicht nicht verfügbar sind. Ganz zu schweigen von möglichen anderen Implementierungslücken, z.B. bei der Verarbeitung fehlerhafter XML-Daten. Der OPC-UA Standard ist also durchaus „sicher“. Leider hapert es oft an der Implementierung. Sei es durch bewusste Entscheidungen, Sicherheitsfunktionen nicht zu aktivieren oder zu implementieren, oder einfach durch Implementierungsfehler, die zu Verwundbarkeiten führen.

Governance, Risk & Compliance Lead,  
Europe, Trend Micro



## RAPHAEL VALLAZZA

Der OPC UA-Standard trägt dazu bei, die größten Sicherheitsbedenken bei IT und OT auszuräumen. Die nötigen Sicherheits-Features wie Verschlüsselung und Authentifizierung werden zur Verfügung gestellt, was nicht automatisch bedeutet, dass sie auch eingesetzt werden. Die Sicherheit des Standards selbst macht ihn auch nicht immun gegen die üblichen Bedenken und Probleme, die in jeder Software-Supply-Chain auftauchen. Da die Implementierung von OPC UA-Produkten meistens auf den Core Libraries der OPC Foundation basiert, kann dies eine vorgelagerte Angriffsfläche schaffen, bei der eine einzige Schwachstelle die Produkte vieler Anbieter gleichzeitig infiziert. Unternehmen sollten die etablierten Prozesse der Software-Supply-Chain befolgen, um sicherzustellen, dass jedes Produkt, das sie auswählen, strikt standardkonform ist und der Sicherheit einen hohen Stellenwert im Entwicklungsprozess einräumt.

CEO, Endian



## PETER SIEBER

Wenngleich OPC UA nach dem Urteil des BSI keine systematischen Security-Lücken aufweist, bedeutet dies nicht, dass alle OPC UA-Verbindungen automatisch als ‚secure‘ angesehen werden können. Vielmehr bedarf es für eine wirklich ‚secure‘ OPC UA basierte Lösung einer Risiko-Analyse und einer, auf die Beherrschung der identifizierten Risiken abzielenden Anwendung der individuellen Features. OPC UA verstehen wir als einen ‚Werkzeugkasten‘, mit dessen Hilfe wir produktübergreifende, ‚secure‘ Kommunikationslösungen aufsetzen können. Dabei gilt als Prämisse eine stringente Fokussierung auf die Beherrschung der identifizierten Risiken. Dies ist notwendig, da jedes Security Feature immer auch eine Ursache für einen potenziellen Funktionsverlust darstellt.

Vice President Strategic Marketing,  
Hima Group



## Die adaptive Maschine Ihr Wettbewerbsvorteil

### Aktuelle Herausforderungen

Individuelle  
Konsumwünsche

Höhere  
Variantenvielfalt

Kurze  
Produktlebenszyklen

### Adaptive Maschinenlösungen

Produktion  
auf Bestellung

Formatwechsel  
ohne Stillstandszeiten

Einfache Neukonfiguration  
mit digitalem Zwilling

In einer Welt der kleinen Losgrößen, kurzen Lebenszyklen und des Online-Handels bleiben Sie mit der adaptiven Fertigung profitabel – der ersten Maschine, die sich dem Produkt anpasst. B&R ermöglicht die Umsetzung der adaptiven Fertigung bereits heute – mit einer perfekt abgestimmten Gesamtlösung aus intelligentem mechatronischen Produkttransport, Robotik, Machine Vision und digitalen Zwillingen.

[br-automation.com/adaptive](https://br-automation.com/adaptive)

OPC UA als Teil des Sicherheitspuzzles

# Datensicherheit in der Produktion

Sichere Kommunikation ist unverzichtbar für Industrie 4.0. Auch wenn OPC UA von Anfang an sicherheitsorientiert entwickelt wurde, werden die zur Verfügung gestellten Security Features häufig nicht genutzt. Mit Hilfe von Verschlüsselung, Rollenmanagement und Zertifikaten kann OPC UA jedoch zum wirkungsvollen Sicherheitsmodul in der Industrie 4.0 Fertigung werden.

TEXT: Maximilian Moser, VDMA Fachverband Software und Digitalisierung

BILD: iStock, Zoa-Arts

Im Zeitalter von Industrie 4.0, in dem industriellen Prozesse immer stärker miteinander vernetzt werden, ist die Absicherung der Kommunikation unerlässlich. Obwohl OPC UA von Anfang an mit Blick auf die Sicherheit entwickelt wurde, ist die Verwendung dieser Sicherheitsfunktionen völlig optional. Unverschlüsselte Nachrichten zwischen anonymen Clients und einem Server werden in der industriellen Kommunikation immer noch häufig verwendet. Durch den Einsatz von Verschlüsselung, Rollenmanagement und kontenbasierter oder idealerweise zertifikatsbasierter Authentifizierung kann OPC UA zu einem effektiven Baustein für die Absicherung der Produktion von Industrie 4.0 werden.

## Verschlüsselung

OPC UA unterstützt verschiedene kryptographische Algorithmen. Während andere Sicherheitsmodi ausgewählt werden können, sollte für eine sichere Kommunikation nur „SignAndEncrypt“ gewählt werden. Die Verwendung dieses Modus gewährleistet die Integrität und Vertraulichkeit der zwischen Server und Client ausgetauschten Nachrichten. Durch das Signieren einer Nachricht wird sichergestellt, dass nur Nachrichten, die einem gültigen Unterzeichner zugeordnet werden können, von einem Server verarbeitet werden. Die Verschlüsselung verhindert das Abhören durch eine andere Partei, wenn Nachrichten über eine drahtlose Verbindung ausgetauscht werden. Für die Verschlüsselung können verschiedene Algorithmen verwendet werden. Basic256Sha256 ist für hohe Sicherheitsanforderungen geeignet.

## Authentifizierung und Rollen

Die Kontrolle des Zugriffs auf OPC-UA-Server ist von entscheidender Bedeutung, um zu verhindern, dass nicht autorisierte Benutzer kritische Daten manipulieren. OPC UA

verfügt über ein umfassendes Zugriffsmanagement, das die Definition von Benutzerrollen und Berechtigungen beinhaltet. Den Benutzern werden Rollen zugewiesen, die den Grad ihres Zugriffs auf OPC-UA-Systeme bestimmen. Diese Rollen können vom reinen Lesezugriff bis hin zur vollen Kontrolle über die Funktionalitäten auf Admin-Ebene reichen. Die Definition von Benutzern und Rollen ermöglicht es dem Programmierer, den Zugriff auf bestimmte Knoten innerhalb des Adressraums eines OPC-UA-Servers für bestimmte Benutzer zu beschränken. Dieser granulare Ansatz stellt sicher, dass die Benutzer nur auf die Daten und Funktionalitäten zugreifen können,



die sie tatsächlich benötigen. Die Arbeit mit Benutzern ermöglicht es dem Server auch, bestimmte Benutzer zu sperren, wenn dies erforderlich ist. OPC-UA-Server können so konfiguriert werden, dass eine Benutzerauthentifizierung mit einer Kombination aus Namen und Passwort oder mit Zertifikaten möglich ist.

## Zertifikatsverwaltung mit GDS

Die Zertifikatsverwaltung in OPC UA erfolgt über Vertrauens- und Sperrlisten für Zertifikate. Zertifikate validieren die Identität von Anwendungen und Benutzern und stellen sicher, dass nur vertrauenswürdige Entitäten an der Kommunikation teilnehmen können.

Die Verwendung eines Global Discovery Servers (GDS) ermöglicht eine automatisierte Zertifikatsverwaltung während

der Laufzeit. Der GDS fungiert als Zertifizierungsstelle und generiert und verteilt Zertifikate an Geräte innerhalb des OPC-UA-Netzwerks. Darüber hinaus vereinfacht der GDS den Prozess der Zertifikatserneuerung und -sperrung, wodurch sichergestellt wird, dass die Sicherheitsnachweise aktuell bleiben und kompromittierte Zertifikate/Clients schnell ungültig gemacht werden können. Diese zentralisierte Zertifikatsverwaltung verbessert auch die Skalierbarkeit von Zertifikatsinfrastrukturen.

## Teil des Puzzles

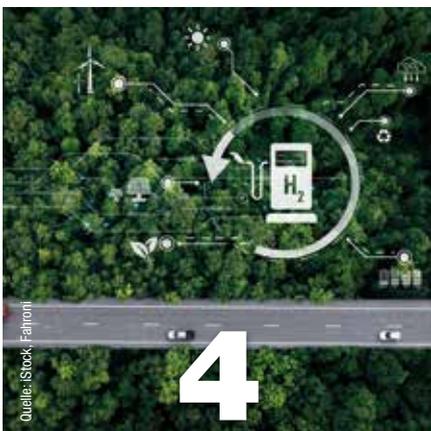
Im Jahr 2016 hat das deutsche BSI die OPC-UA-Kommunikation mit aktivierten Sicherheitsfunktionen analysiert. Dabei wurde bestätigt, dass OPC UA in der Lage ist, ein hohes Maß an Sicherheit zu bieten, da in der OPC-UA-Spezifikation keine systematischen Fehler bezüglich der Sicherheit gefunden wurden. Dies macht OPC UA zu einer zuverlässigen Wahl für die industrielle Kommunikation und zu einer wertvollen Ergänzung des Cybersecurity-Konzepts eines Unternehmens.

Dennoch kann die Nutzung aller OPC-UA-Sicherheitsfunktionen nur ein Teil eines ganzheitlichen Ansatzes zur Absicherung der Produktionsstätte oder eines Unternehmens als Ganzes sein. Ein angemessenes physisches Zugangsmanagement, Kampagnen zur Sensibilisierung der Mitarbeiter für Sicherheitsfragen, Netzwerktrennung und Sicherheitsupdates sind neben anderen Strategien zur Minderung von Cybersicherheitsrisiken ebenso wichtig wie die Absicherung der OPC-UA-Kommunikation. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein Angriff auf die Unternehmensinfrastruktur höchstwahrscheinlich das schwächste Glied eines Sicherheitskonzepts ausnutzen wird. □

# 6

## Net Zero Highlights

In der EU werden Batteriepässe Pflicht und Lösungen für das mögliche PFAS-Verbot gesucht. Sensorik hilft beim Sparen und eine Software unterstützt Betreiber bei Investitionsentscheidungen. Eine Studie fordert einen Wasserstoff-Leitfaden. Zudem wurde ein Bewertungsschema für die Industrie entwickelt.



## EU-Produktpass

Ab Februar 2027 benötigen alle neu in der EU auf den Markt gebrachten Traktionsbatterien, Batterien von Zweirädern und Industriebatterien über 2 kWh Kapazität einen digitalen Batteriepass. Das Battery-Pass-Konsortium, unter Beteiligung des **Fraunhofer IPK**, entwickelt inhaltliche und technische Rahmenwerke und Empfehlungen für seine Umsetzung. Das Pilotprojekt ebnet den Weg für weitere digitale Produktpässe.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2746200](https://www.industr.com/2746200)

## Einfach sparen

Die Kosten, die durch Leckagen in Druckluftanlagen entstehen, können pro Unternehmen und Jahr schnell mehrere zehntausend Euro betragen. Bislang war die Suche nach Lecks und undichten Stellen relativ aufwändig. Jetzt haben das **Fraunhofer IPA**, die **Universität Stuttgart** und das Sensorikunternehmen **Sick** eine automatisierte Detektion entwickelt, bei der ein intelligenter Algorithmus die Leckagen in den Anlagen aufspürt.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2747189](https://www.industr.com/2747189)

## PFAS-frei

Die EU plant Einschränkungen für über 10.000 per- und polyfluorierte Alkylverbindungen – kurz PFAS. Das Unternehmen **igus** reagiert darauf, indem es 95 Prozent seiner Chainflex-Leitungen als „PFAS-free“ kennzeichnet. Durch umfangreiche Tests im firmeneigenen Labor sollen dafür hohe Qualitätsstandards gewährleistet werden. Die Garanzzeit wurde auf vier Jahre erhöht, um Betriebssicherheit gewährleisten zu können.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2742985](https://www.industr.com/2742985)

## Wasserstoff-Studie

Grüner Wasserstoff gilt als einer der Bausteine für eine klimaneutrale Zukunft. Um seine Klimaschutzziele zu erreichen, ist insbesondere Deutschland auf den Import von grünem Wasserstoff angewiesen. Eine Kurzstudie des **Wuppertal Instituts** im Rahmen des Projekts SUST-H2 empfiehlt hierfür frühzeitig einheitliche Nachhaltigkeitsziele und überprüfbare Kriterien für eine regulierte Wasserstoffwirtschaft festzulegen.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2745478](https://www.industr.com/2745478)

## Lohnende Investition?

Industriebranchen können durch umweltbelastende Rückstände wie Zink, Eisen, Blei oder Seltene Erden unbrauchbar werden. Doch um diese aus dem Boden zu holen und zu verwerten, müssen die Betreiber hohe Investitionen tätigen. Um verlässliche Aussagen zur Wirtschaftlichkeit eines solchen Vorhabens treffen zu können, hat die **TH Köln** eine KI-basierte Software entwickelt. Das Tool steht kostenfrei zur Verfügung.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2744116](https://www.industr.com/2744116)

## Treibhausgas-neutral

Deutschland soll bis 2045 treibhausgasneutral werden – doch allein 2021 emittierte die deutsche Industrie etwa 181 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Das **Fraunhofer ISI** und das **Wuppertal Institut** entwickelten ein ganzheitliches Bewertungsschema für Technologien zur klimaneutralen Umstellung industrieller Produktionsprozesse, und arbeiteten Eckpunkte für eine Dekarbonisierung der Stahl- und Zementindustrie aus.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2744691](https://www.industr.com/2744691)

# Effizienz steigern und Kosten senken

mit der Softwareplattform zenon

Identifizieren Sie die größten Stromverbraucher und glätten Sie Lastspitzen automatisiert. Anwenderzentrierte Visualisierung, automatisierte Berichte und einfaches Engineering inklusive. Meistern Sie die Herausforderungen der Digitalisierung mit zenon und treiben Sie nachhaltige Automatisierungsprojekte voran.



Energiedatenmanagement mit zenon:

[www.copadata.com/edms](https://www.copadata.com/edms)



**zenon**  
by COPA-DATA



## Fünf Trends für mehr Nachhaltigkeit in der Fertigung

# Ehrgeizige Ziele, aber unklare Wege?

Neben bestehenden Herausforderungen müssen sich produzierende Unternehmen 2024 auf die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) vorbereiten. Die Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen ist eine neue Rechtsvorschrift der Europäischen Kommission, die darauf abzielt, Unternehmen, die in der EU tätig sind oder in die EU exportieren, zu nachhaltigeren Geschäftspraktiken zu bewegen.

Ab 2024 müssen mehr als 50.000 Unternehmen die Anforderungen der CSRD hinsichtlich Emissionsreduzierung und Berichterstattung erfüllen.

TEXT: Dave Duncan, PTC BILDER: PTC; LetsEnhance.io, publish-industry

Viele Unternehmen haben sich bereits selbst ehrgeizige Verpflichtungen zur Dekarbonisierung auferlegt: Mehr als 6.000 haben das im Rahmen der Initiative Science Based Targets getan, 66 Prozent der Fortune-500-Unternehmen haben sich zu einem Netto-Null-Emissionsausstoß verpflichtet. Eine Analyse von Net Zero Tracker zeigt jedoch, dass nur vier Prozent der Netto-Null-Zusagen von einem klaren Plan begleitet werden, wie dieses Ziel erreicht werden kann. Bei Unternehmen der diskreten Fertigung ist die Möglichkeit, Lieferketten und Produktangebote zu dekarbonisieren, an einem Wendepunkt angelangt. Ausgelöst durch die CSRD wird eine Welle der Dekarbonisierung entstehen. Und wir gehen davon aus, dass die Unternehmen Nachhaltigkeit auf eine neue Art und Weise angehen, ermöglicht durch die rasante Entwicklung digitaler Technologien wie KI, IoT und Product Lifecycle Management (PLM). Sie werden einerseits eine führende Rolle dabei spielen, dass die Unternehmen der diskreten Fertigung ihre Nachhaltigkeitsverpflichtungen erfüllen. Andererseits werden diejenigen, die der digitalen Transformation und Produktneuerungen jetzt den Vorrang geben, bis 2030 ein jährliches Umsatzpotenzial in Milliardenhöhe erzielen können. Für 2024 sehen wir in diesem Zusammenhang fünf Trends:

## 1. Nachhaltigkeit und Rentabilität

Nachhaltigkeit wurde lange Zeit eher als Kostenstelle denn als wertschöpfender Faktor betrachtet: In einer von Capgemini im Jahr 2022 durchgeführten Studie waren 53 Prozent der Befragten der Meinung, dass die Kosten für Nachhaltigkeitsinitiativen größer sind als der potenzielle Nutzen. Im Gegensatz dazu stellte dieselbe Studie jedoch fest, dass Unternehmen, die der Nachhaltigkeit Vorrang geben, die Unternehmen übertreffen, die das nicht tun.

Die Einführung nachhaltiger Praktiken kann zwar mit Kosten verbunden sein, doch die langfristigen Vorteile wiegen diese Startinvestitionen häufig auf. Denn Nachhaltigkeit kann zu mehr Effizienz und Kosteneinsparungen, Entwicklungen, Risikoreduzierung und verbesserter Wettbewerbsfähigkeit führen. Das macht sie zu einem integralen Aspekt der Gesamtstrategie eines Herstellers anstelle einer bloßen Kostenstelle. Wie McKinsey feststellt, „können Unternehmen, die gleichzeitig Kosten und Emissionen senken, Marktanteile gewinnen und weitere Dekarbonisierungsbemühungen durch die zusätzlich erwirtschafteten Mittel finanzieren. Führende Unternehmen gehen in der Regel die ersten 20 bis 40 Prozent der Dekarbonisierung an und senken gleichzeitig die Kosten, was zu einer Verbesserung des EBITDA führt.“ Man kann davon ausgehen, dass sich dieser Gedanke 2024 durchsetzen wird und Hersteller die Tatsache nutzen werden, dass Nachhaltigkeit und Rentabilität Hand in Hand gehen. Dank der Beschleunigung des digitalen Wandels in den letzten drei Jahren befinden sich Hersteller jetzt in einem Stadium der digitalen Reife, in dem sie Werkzeuge nutzen können, um ihre finanziellen Ziele mit der Dekarbonisierung ihres Produktangebots in Einklang zu bringen.

Ein Beispiel dafür ist das generative Design. Dabei definieren die Nutzer das Designproblem, eine generative KI ermittelt optimale Lösungen – darunter oft viele, auf die kein Mensch je kommen würde. So lässt sich in wenigen Stunden oder Tagen erreichen, wofür Konstrukteure allein Wochen oder Monate brauchen würden. Das öffnet die Tür für bisher nicht realisierbare Konstruktionen. Zum Beispiel Cummins, der weltweit größte unabhängige Entwickler und Hersteller von Diesel- und Gasmotoren und ein führender Anbieter von Elektrifizierungssystemen, nutzt generatives Design und die 3D-Simulation



Die digitale Transformation revolutioniert die diskrete Fertigungsindustrie und ermöglicht eine effektivere Dekarbonisierung.

der CAD-Software, um Teile zu entwickeln und zu testen, die 10 bis 15 Prozent weniger Material verbrauchen als herkömmlich konstruierte Teile.

## 2. Nachhaltigkeit als zentraler Faktor

Entscheidungen, die während der Produktentwicklung getroffen werden, sind laut Schätzungen für über 80 Prozent aller produktbezogenen Umweltauswirkungen verantwortlich. Die Auswahl von Materialien und Komponentenlieferanten ist in der Regel der zweitwichtigste Faktor für den Fußabdruck. Bei energieintensiven Produkten wie Autos kann die Nutzung durch den Kunden einen noch größeren Beitrag leisten. Unterm Strich eröffnen Entscheidungen, die Scope-3-

Emissionen verursachen, das größte Potenzial für deutliche Reduzierungen. So erwarten wir, dass Hersteller im Jahr 2024 Nachhaltigkeitskriterien zunehmend in ihre Designentscheidungen einbeziehen.

Zu den typischen Designkriterien gehören Kosten, Leistung, Risiko, Markteinführungszeit, Haltbarkeit, Zuverlässigkeit, Herstellbarkeit und so weiter. Mit der CSRD kommen Faktoren hinzu, etwa der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Materialien, die CO<sub>2</sub>-Bilanz und der Dekarbonisierungspfad von Zulieferern, die Möglichkeit zur Wiederverwendung, Wiederaufbereitung und des Recyclings von Komponenten sowie die Energieeffizienz. Besonders wichtig ist der Dekarbonisierungspfad von Zulieferern. Denn wir gehen davon aus, dass solche mit

## Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

# Zukunftssicher mit Rittal

## Industrie 4.0 – Intelligenz eingebaut

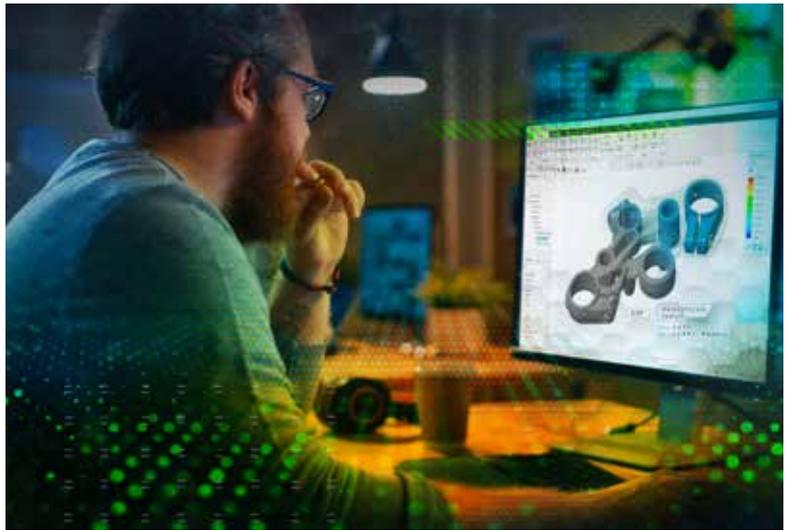
Erwarten Sie mehr als nur Schaltschranktechnik: eine vernetzte Datenwelt, die Ihre Arbeitsabläufe intuitiv und effizient gestaltet. Mit jedem Rittal-Schaltschrank sichern Sie sich den Schlüssel zu einer papierlosen, nahtlosen und zukunftsorientierten Betriebsführung.

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

Modulares Design und Kreislaufwirtschaft gewinnen an Bedeutung als langfristige Strategien zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks.



ehrgeizigeren Plänen gegenüber anderen bevorzugt werden. In der Konstruktionsphase wird Technologie der Schlüssel sein für die schnellen Iterationen im Produktdesign, die nötig sind, um die von der CSRD vorgeschriebenen Reduktionsverpflichtungen zu erfüllen. CAD- und PLM-Tools werden eingesetzt, um Umweltauswirkungen von Materialien und Zulieferern zu bewerten und im Vorfeld das richtige Fertigungsverfahren auszuwählen, für Leichtbaukonstruktionen und 3D-Simulationen zur digitalen Überprüfung und Iteration von Konstruktionen, durch die weniger physische Prototypen nötig sind. Mit Hilfe dieser Tools zur frühzeitigen und häufigen Optimierung von Entwürfen und Fertigungsprozessen können Hersteller sowohl Neuerungen schneller umsetzen als auch Kosten senken.

### 3. IoT als unabdingbare Voraussetzung

Obwohl in der Regel nur ein bis zehn Prozent der Gesamtemissionen auf Fabriken entfallen, stellen sie einen erheblichen – wenn nicht den größten – Teil der betrieblichen Scope-1- und Scope-2-Emissionen dar, die Hersteller reduzieren können.

Das Internet der Dinge (IoT) spielt in Fabriken eine wesentliche Rolle bei der Optimierung des Energieverbrauchs, der Reduzierung von Abfällen und der Verbesserung der Gesamtanlageneffektivität (OEE). Viele Hersteller zögern jedoch noch mit der Einführung des IoT, weil sie Herausforderungen wie Implementierungskosten, Aufwand und Unterbrechungen als zu groß empfinden.

**Erfahren Sie mehr:**  
[rittal.de/epocket](http://rittal.de/epocket)

**IT-INFRASTRUKTUR** **SOFTWARE & SERVICE**

[www.rittal.de](http://www.rittal.de)

## *„Entscheidungen, die während der Produktentwicklung getroffen werden, sind laut Schätzungen für über 80 % aller produktbezogenen Umweltauswirkungen verantwortlich.“*

Wir gehen auch hier von einem deutlichen Schub durch die CSRD aus. Das IoT wird sich vom Wettbewerbsvorteil für frühe Anwender zum unverzichtbaren Bestandteil für jeden Hersteller entwickeln, der seinen Energieverbrauch und seine CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren muss. Denn mittels IoT-Sensoren zur Überwachung der Emissionen direkt aus den Fertigungsprozessen können Hersteller ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck genau messen und die Vorschriften einhalten. Durch die Überwachung des Energieverbrauchs in Echtzeit können sie außerdem energieintensive Vorgänge identifizieren und Optimierungsstrategien zur Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs umsetzen. CIMC, ein führender Anbieter von Logistik- und Energieausrüstungen, nutzt im Rahmen dieser Strategie IoT-fähige Energiemanagementsoftware, um den Energieverbrauch um 13 Prozent zu senken. Darüber hinaus ermöglicht das IoT auch die Bottleneck-Analyse, die automatisch die wichtigsten OEE-Beeinträchtigungen identifiziert und Herstellern so ermöglicht, Chancen zur Effizienzsteigerung und Abfallreduzierung zu finden. Wird die Analyse zu einem frühen Zeitpunkt im Produktionszyklus durchgeführt, lassen sich Fehler und Defekte weiter reduzieren und Abfall sowie Nacharbeit vermeiden.

### 4. Investitionen und modulares Design

Kreislaufwirtschaft ist ein fundamentaler Aspekt der Nachhaltigkeit zur Minimierung von Abfällen und der Förderung von Ressourceneffizienz. Wir rechnen damit, dass die Kreislaufwirtschaft für Hersteller im Jahr 2024 deutlich wichtiger wird, mit modularem Design als eine der wirkungsvollsten langfristigen Strategien zur Dekarbonisierung des Produktangebots. Modulares Design beschreibt die Entwicklung von Produkten mit austauschbaren Komponenten, die leicht zerlegt, wiederverwendet, repariert, aufgerüstet oder recycelt werden können. So erhöht Modularität die Langlebigkeit und den Kreislaufcharakter von Produkten. Zudem ermöglicht sie eine effizientere Werkzeugherstellung und reduziert die Kosten für Produktvariationen. Die Technologie wird dabei eine entscheidende Rolle spielen, denn ohne digitale Tools lässt sich die mit der Modularität einhergehende nachgelager-

te Komplexität kaum bewältigen. Das kann so aussehen, dass Mitarbeitende an der Frontlinie mit digitalen Werkzeugen ausgestattet werden, die 3D-Arbeitsanweisungen bereitstellen sowie Anweisungen und Stücklisten automatisch nach ihren serialisierten Konfigurationen filtern.

### 5. Wendepunkt für Produkt-Service-Systeme

Die Einführung von Produkt-Service-System-(PSS)-Modellen ist seit vielen Jahren im Gange, aber ähnlich wie beim IoT zögern viele Hersteller aufgrund der Risiken und der Investitionen. Doch die Umstellung auf das kunden- und dienstleistungsorientierte PSS-Modell bringt viele Vorteile mit sich, darunter wiederkehrende Einnahmequellen und verbesserte Kundenbeziehungen. Am überzeugendsten dürfte jedoch die erweiterte Herstellerverantwortung (EPR) für hochwertige Güter sein, die in der CSRD enthalten ist. EPR verlangt von Herstellern, dass sie für den gesamten Lebenszyklus ihrer Produkte verantwortlich sind. Das bedeutet, dass sie Wege finden müssen, um den Materialverbrauch zu reduzieren, die Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit von Produkten zu verbessern und das Abfallmanagement zu optimieren. Ein Produkt-Service-System bietet Herstellern Anreize, Produkte modularer zu gestalten und zu reparieren, ihre Lebensdauer durch Service zu verlängern und der Aufarbeitung, Wiederaufbereitung und dem verantwortungsvollen Umgang mit dem Ende der Lebensdauer Vorrang einzuräumen. Hier stimmen PSS-Modelle, Kreislaufwirtschaft und vorhersehbare Einnahmen überein, was PSS zu einer Schlüsselstrategie macht, um die in der CSRD dargelegten Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

### Fazit

2024 wird es eine Mischung aus staatlichen Vorschriften, technologischen Fortschritten und dem Druck der Verbraucher für mehr Nachhaltigkeit geben. Wird es damit das Jahr sein, in dem leere Versprechen in die Tat umgesetzt werden? Das bleibt abzuwarten. Doch wir sehen für die diskrete Fertigung eine rosige, nachhaltige Zukunft. □

# Auf dem Weg zur Klimaneutralität

Expertenmedium für Energie-Verantwortliche in der Industrie

JETZT 4 WOCHEN  
UNVERBINDLICH TESTEN!

energy.prime ist das Informationsangebot für Energieverantwortliche in der produzierenden Industrie. In einem Segment, in dem das Hintergrundrauschen immer lauter wird, fasst energy.prime zusammen, was wirklich wichtig ist.

**energy**  
**prime**  
EMPOWER NET ZERO INDUSTRY

part of **INDUSTRY.FORWARD**

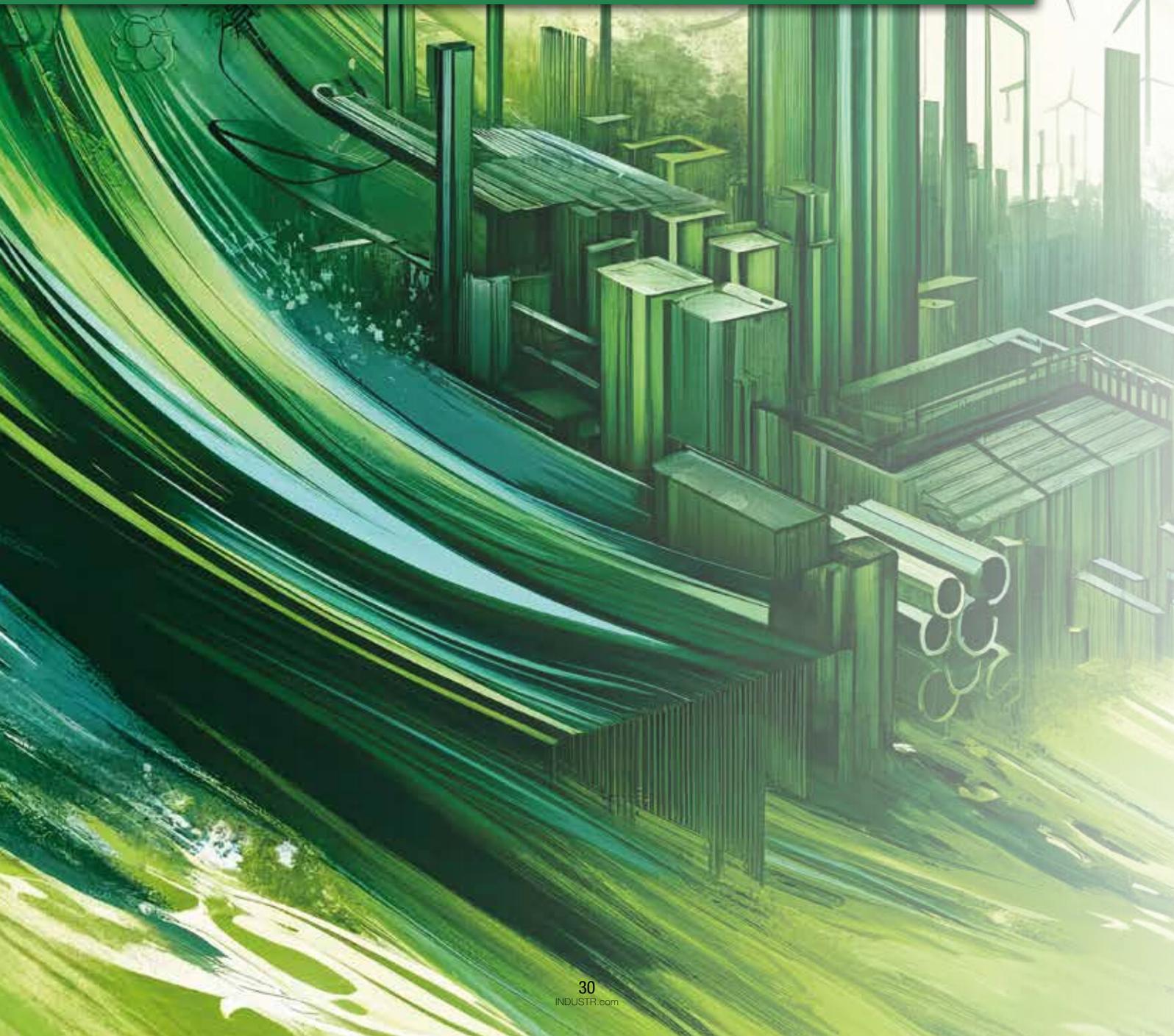
Jetzt testen: [www.energy-prime.de/probeabo-energy](http://www.energy-prime.de/probeabo-energy)

Wie Automatisierung die Produktion von „grünem“ Stahl vorantreibt

# GRÜN, GRÜNER, STAHL!

Die Stahlindustrie ist für einen erheblichen Teil der industriellen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Die Branche befindet sich jedoch im Wandel und ergreift wichtige Maßnahmen, um diesen Anteil zu reduzieren. Der Einsatz digitaler und intelligenter Anlagen wie DRI-Prozesse und die Elektrolichtbogenofentechnologie könnten dabei in Zukunft wichtige Hebel sein.

TEXT: Sergei Mishin, Emerson BILDER: Emerson; Dall-E, publish-industry



Fortschrittliche  
Automatisierungstechnik  
treibt die Umstellung auf  
grünen Stahl voran.



Da die globale Dekarbonisierung Fahrt aufnimmt, wechseln viele Stahlhersteller zum Verfahren des direktreduzierten Eisens (Direct Reduction Iron/DRI), um eine umweltfreundlichere und nachhaltigere Produktion zu erreichen und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Hochofenverfahren, um bis zu 90 Prozent zu reduzieren. Auch wenn die Umweltvorteile der „grünen“ Stahlproduktion auf der Hand liegen, bedeutet die Umstellung auf DRI- und EAF-Prozesse (Electric Arc Furnace/Lichtbogenofen) erhebliche Investitionskosten. Hersteller, die Projekte auf der grünen Wiese entwickeln oder ihre bestehenden Standorte modernisieren wollen, müssen daher Argumente für einen schnellen ROI liefern und die Rentabilität der Umstellung auf eine nachhaltigere Produktionsmethode sicherstellen. Zur Beschleunigung ihres ROI müssen Hersteller das Projektrisiko verringern, die Produktion schnell an den Start bringen und ihre Prozesse verbessern, um sicherzustellen, dass ihre Anlage so sicher und effizient wie möglich arbeitet.

Der Einsatz von Automatisierungstechnik ist für den sicheren und effizienten Betrieb eines DRI-Prozesses entscheidend. Dabei tragen fortschrittliche digitale Lösungen dazu bei, die Betriebskosten zu senken, die Sicherheit des Personals zu erhöhen, die Nachhaltigkeit und Produktivität zu steigern und einen schnelleren ROI zu erzielen. Prozessleitsysteme, Energie-Management-Informationssysteme und Asset-Management-Systeme, die auf intelligenter Mess- und Regelungstechnik basieren, liefern entscheidende Informationen, die zur Vereinfachung der Wartung, Störungsbeseitigung und des Betriebs beitragen.

Ein Projekt auf der grünen Wiese bietet die Möglichkeit, eine Anlage von Grund auf digital aufzuziehen und von den Vorteilen digitaler Technologien wie intelligenter Sensorik und Regelungstechnik, fortschrittlicher Betriebs-Software und hoch entwickelten Systemen, Cloud-Datenverwaltung und Analysefunktionen zu profitieren. Die Umsetzung dieser Technologien gleich zu Beginn trägt dazu bei, die Anlage zukunftsfähig zu ge-

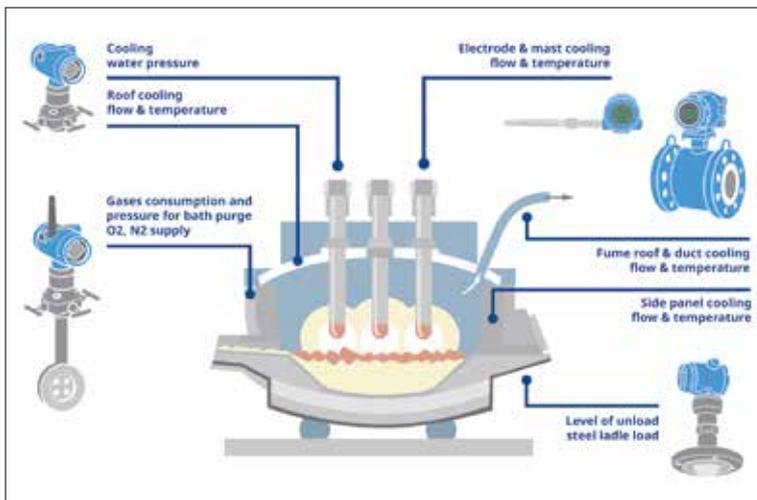
stalten und langfristig Operational Excellence zu unterstützen, kann aber auch Auswirkungen auf Projektpläne haben. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, dass Projektbeteiligte die Automatisierung in der Front-End-Engineering- und Designphase so früh wie möglich in den Mittelpunkt stellen.

### Präzise und zuverlässige Messungen

Die Umsetzung fortschrittlicher Technologien für genaue und zuverlässige Messungen ist entscheidend für die Verbesserung der Leistung eines digitalisierten, intelligenteren und nachhaltigeren Stahlwerks. Für Lichtbogenöfen wird beispielsweise eine Instrumentierung benötigt, die in vielen verschiedenen Messanwendungen genau und zuverlässig arbeitet. Dazu gehören die Messung des Füllstands des flüssigen Stahls im Ofen, die Messung der Temperatur im gesamten Lichtbogenofen sowie die Feststellung von Kühlflüssigkeitsleckagen.

Die Messung des Füllstands im Ofen ist höchst anspruchsvoll, da dafür ein Gerät erforderlich ist, das bei extrem hohen Temperaturen zuverlässig funktioniert und mit schnellen Füllstandsänderungen sowie Staub und Gasen im Dampfraum zurechtkommt. Eine Lösung bieten die neuesten berührungslosen Radar-Füllstandsmessumformer wie der Rosemount 5408 von Emerson. Sind diese Messumformer in einer Kühlbox mit Stickstoffspülung installiert, werden die Auswirkungen des Prozesses und der Umgebungstemperaturen auf das Gerät abgeschwächt.

Bedingungen wie Vibrationen, Feuchtigkeit und Hitze stellen eine Herausforderung bei der Messung der Temperatur im Lichtbogenofen dar. Diese raue Umgebung kann häufig zu Ausfällen der Kabelverbindungen führen, die wiederum große Messfehler, Sicherheitsrisiken und kostspielige, ungeplante Abschaltungen zur Folge haben können. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, können Hersteller die neuesten Wireless-Temperaturmessumformer installieren, die Kabel-



Für Lichtbogenöfen wird eine Instrumentierung benötigt, die in vielen verschiedenen Messanwendungen genau und zuverlässig arbeitet.

und Leitungsschäden verhindern und zu einer besseren Temperaturregelung, geringeren Wartungskosten und kürzeren Chargenzeiten beitragen.

Kühlwasserlecks können die Ofenleistung und -effizienz erheblich reduzieren und wichtige Anlagen beschädigen, so dass es von entscheidender Bedeutung ist, die Lecks rechtzeitig zu erkennen. Für die schnelle und zuverlässige Detektion von Leckagen werden äußerst genaue Durchflussmessgeräte benötigt. Die magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräte von Emersons Rosemount E-Serie bieten branchenführende Leistung und liefern eine Kühlwassermessgenauigkeit von 0,15 Prozent bei Solldurchflussraten. Das ermöglicht eine schnellere und zuverlässigere Feststellung von Leckagen sowie eine bessere Ofenleistung. Die Standardisierung von Messgeräten – beziehungsweise der Einsatz multivariabler Geräte, d. h. ein Modell für verschiedene Messarten wie Differenzdruck, Durchfluss oder Füllstand – hat eine Reihe von Vorteilen. Sie trägt zur Reduzierung der Kosten und des Engineering- und Service-Aufwands in allen Projektdesignphasen bei und verringert die Komplexität der Installation, Eingriffe in den Prozess, mögliche Leckagestellen und Sicherheitsprobleme. Nicht-intrusive Messgeräte können eingesetzt werden, um diese Arten von Problemen abzumildern, und die Nutzung industrieller Wireless-Netzwerke und Sensoren kann die Installationszeit und die Kosten im Vergleich zu verkabelten Alternativen erheblich senken.

## Verbesserung und Sicherheit

Um ihre Anlagen von Anfang an so sicher und effizient wie möglich zu gestalten, müssen Hersteller von umweltfreundlichem Stahl sicherstellen, dass Prozesse gut laufen, was wiederum eine ausgezeichnete Prozesssteuerung erfordert. Zu den Vorteilen der Prozessoptimierung zählen eine erhöhte Anlagenverfügbarkeit und ein höherer Durchsatz sowie eine er-

hebliche Reduzierung der Energiekosten und Schwankungen der Produktqualität. DRI ist ein hybrider chemischer Prozess und ähnelt daher eher einer chemischen Anlage als einem herkömmlichen Hochofen. Ein integriertes Leit- und Sicherheitssystem (ICSS) eignet sich für diese Anwendungen am besten. Ein modernes, fortschrittliches ICSS bietet die Spitzenleistung, die für die Komplexität des DRI-Prozesses erforderlich ist, während seine Vielseitigkeit, Flexibilität und Geschwindigkeit einen guten Anlagenbetrieb ermöglichen. Ein ICSS vereinfacht die Hardware-Anforderungen und Logikprogrammierung und reduziert die Komplexität zukünftiger technischer Änderungen und Tests erheblich.

Regelventile spielen auch eine entscheidende Rolle bei der Effizienzoptimierung des DRI-Prozesses, indem sie die gezielte Lenkung von Kokereigas, Brenngas, Dampf, Verbrennungsluft und Rauchgas je nach Phase des Betriebszyklus sowie den Betrieb des geschlossenen Wassersystems ermöglichen. Eine Reihe schwieriger Service- und schwankender Prozessbedingungen – einschließlich Kavitation, Abrieb, starker Umgebungslärm, hohe Temperaturen und starke Druckverluste – machen den DRI-Prozess zu einer anspruchsvollen Anwendung für Armaturen. Die Auswahl von Armaturen, die trotz dieser Bedingungen zuverlässig arbeiten, ist daher eine Hauptüberlegung. Lieferanten von Automatisierungstechnik bieten Regelventile mit Innengarnituren, die Kavitation abschwächen, kritische Anlagenausfälle vermeiden, Erosion von Innengarnitur und Ventilgehäuse verhindern, Umgebungsgeräusche reduzieren und Druck- und Temperatursenkung steuern.

## Gaserkennung

Bei DRI- und EAF-Prozessen entstehen verschiedene giftige und brennbare Gase, die Kohlendioxid und Wasserstoff enthalten, was zu offensichtlichen Sicherheits- und Umweltrisiken

Viele Anlagen werden jetzt auf das voll automatisierte Asset Monitoring umgestellt, um die Wartungsplanung digital zu gestalten und Kosten durch die frühe Diagnose und Analyse entstehender Probleme zu reduzieren.



führt. Aus diesem Grund sind zuverlässige Gaserkennungs- und Belüftungssysteme für Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Anbieter von Automatisierungstechnik bieten kabelgebundene und kabellose Lösungen für die Punktgas- und Open-Path-Gaserkennung sowie die Feststellung von Gasleckagen mit Ultraschall, um Hersteller von „grünem“ Stahl zu unterstützen. Die Sicherheitslösungen für die Gaserkennung sind so ausgelegt, dass sie kontinuierlich überwachen und Gasleckagen erkennen, bevor sie zu gefährlichen Zuständen führen, und so die Sicherheit von Personal und Standorten erhöhen.

## Anlagenleistung und Zuverlässigkeit

Um sicherzustellen, dass wichtige Anlagen nach Möglichkeit optimal arbeiten, müssen auftretende Probleme schnell und effizient beseitigt werden, bevor sie zu teuren Reparaturen beziehungsweise Austauschen führen oder ein Sicherheitsrisiko darstellen. Bisher wurden der Zustand und die Leistung von wichtigen Anlagen und Geräten in einem umweltfreundlichen Stahlwerk bei manuellen Kontrollgängen überprüft. Je größer der Abstand zwischen diesen Überprüfungen, desto wahrscheinlicher ist es, dass ein Fehler unentdeckt bleibt und einen unerwarteten Ausfall mit erheblichen Auswirkungen auf die Produktion, Produktqualität und Anlageneffizienz verursacht.

Viele Anlagen werden jetzt allerdings auf das vollautomatisierte Asset Monitoring umgestellt, um die Wartungsplanung digital zu gestalten und Kosten durch die frühe Diagnose und Analyse von entstehenden Problemen zu reduzieren. Edge-Analysegeräte wie AMS Asset Monitor von Emerson digitalisieren wesentliche Anlagendaten und Analysefunktionen für eine bessere betriebliche Leistung und verbesserte Entscheidungsprozesse. Diese Geräte kombinieren den einfachen Einsatz, integrierte Logik-basierte Analysen sowie intuitive Zustandsbewertungen, um die Überwachung und Wartung wesentlicher

Anlagenteile zu vereinfachen. Analysen und Visualisierung unterstützen das Personal dabei, Wartungsarbeiten bei geplanten Abschaltungen und Turnarounds effektiv zu planen und ungeplante Ausfälle zu minimieren oder zu vermeiden.

## Planung, Kommunikation und Zusammenarbeit

Jedes Projekt in Bezug auf umweltfreundlichen Stahl hat seine eigenen Besonderheiten, aber alle stehen vor denselben Herausforderungen: Einhaltung des Budgets und rechtzeitige Fertigstellung. Diese großen, komplexen Projekte können die Beteiligung vieler Eigentümer, technischer Auftragnehmer und Lieferanten aus verschiedenen Teilen der Welt erfordern, was bei der Planung, Kommunikation und Zusammenarbeit eine Herausforderung darstellen kann. Bei diesen Herausforderungen können Cloud-basierte, technische Umgebungen helfen, Ressourcen und Know-how unabhängig vom Standort einzubeziehen. Emerson hat beispielsweise Remote Virtual Office (RVO) entwickelt – eine kosteneffiziente, schnell einsetzbare und sichere technische Lösung, die es Mitgliedern von Projektteams weltweit ermöglicht, aus der Ferne in einer virtuellen technischen Testumgebung miteinander zu kommunizieren, zusammenzuarbeiten und Beiträge zu leisten. Beteiligte können auf Dateien, Diskussionen, Updates, Tools und Anwendungen zugreifen und ihr spezielles Wissen zu einem laufenden Projekt beitragen. Das hat viele Vorteile, einschließlich der Fähigkeit, Prototypen aus der Ferne zu überprüfen, um die Einhaltung von Spezifikationen sicherzustellen, und das Betriebspersonal früh in die (virtuelle) Remote-Abnahmeprüfung der Automatisierungstechnik einzubeziehen.

## Kürzere Entwicklungszeit

Mit den aussagekräftigen Daten von digitalen Ökosystemen können Hersteller von „grünem“ Stahl Kosten minimieren, die

Energieeffizienz steigern und die Markteinführung beschleunigen. Der Aufwand für die Verkabelung und den Anschluss dieser Technologie kann jedoch erheblich sein und sich direkt auf die Zeitplanung des Projekts auswirken.

Die Auslegung, Dokumentation und Installation von Ein-/Ausgängen (E/A) und das Rangieren (Marshalling) können besonders arbeits- und zeitaufwändig sein und fallen oft in die kritische Phase „grüner“ Stahlprojekte. Da E-/A-Hardware und Software – an herkömmliches Marshalling gebunden – während der Auslegung, Entwicklung, Prüfung und Inbetriebnahme nahtlos integriert werden, können einfache E-/A-Änderungen große Projektverzögerungen zur Folge haben. Jedoch beseitigt die als Electronic Marshalling bekannte moderne Technologie mit Charakterisierungsmodulen (CHARMs) die Komplexität für das Rangieren der Feldverkabelung. CHARMs erlauben den Abschluss der Feldverkabelung jedes Signaltyps an einem beliebigen Ort. Somit sind Entwicklungsteams bei Bedarf ausreichend flexibel, um E/A überall in der Anlage und jederzeit hinzuzufügen.

### „Smart Commissioning“

Aufgrund der Inbetriebnahmeverfahren bei herkömmlichen Automatisierungssystemen, die aufeinander folgende Aufgaben und manuelle Prozesse umfassen, kann es bei Projekten in Bezug auf „grünen“ Stahl zu Verzögerungen kommen. Dazu gehört die Überprüfung der Verkabelung, Zuweisung, Gerätekonfiguration, Messkreisprüfung und die Erstellung der Dokumentation. Um die Inbetriebnahme von Geräten schneller und einfacher zu gestalten und Projektzeitpläne zu verkürzen, bieten Anbieter von Automatisierungslösungen jetzt die „Smart Commissioning“ an, das Aufenthalte im Feld reduziert, Aufgaben beseitigt und späte Projektänderungen ermöglicht.

Moderne Prozessleitsysteme und Geräte-Management-Software beinhalten Funktionen, die eine verbesserte Konfiguration, Prüfung und Dokumentation der Gerätezuweisung ermöglichen, so dass die Inbetriebnahme eines Geräts in Minuten erfolgt und nicht Tage dauert. Somit kann die Projektzeitplanung verkürzt werden. „Smart Commissioning“ verhindert mögliche Fehler durch die automatische Suche und Identifizierung aller intelligenten Geräte, bevor sie der Konfiguration zugewiesen werden. Um die Implementierung weiter zu beschleunigen, wird die Gerätekonfiguration auf der Basis von

vorkonfigurierten Vorlagen auf alle Geräte übertragen. Die Prüfung erfolgt über die digitale Kommunikation sicher und einfach aus der Leitwarte, ohne dass Personal zur Bestätigung im Feld sein muss. Der Einsatz von „Smart-Commissioning-Tools“ kann Hersteller dabei unterstützen, den Zeitaufwand für die Projektplanung um bis zu 40 Prozent und für die Instrumentierung und Regelung um bis zu 25 Prozent zu verkürzen und die Gesamtinstallationskosten um bis zu 40 Prozent zu reduzieren.

### „Operational Excellence“

Die „grüne“ Stahlproduktion ist eine der vielen Branchen, in denen sich der digitale Zwilling als bahnbrechende Lösung erweist. Ein digitaler Zwilling ist eine Software-basierte, virtuelle Nachbildung aller physikalischen Anlagenteile einer Anlage, einschließlich Leitsystem, Prozessanlagen, Instrumentierung, Bedieneranzeigen und Alarmer. Mit dieser Nachbildung wird der Betrieb dieser Anlagenteile nachgeahmt und über die gesamte Lebensdauer simuliert.

Ein digitaler Zwilling bietet eine hochgenaue Darstellung des Verhaltens und der Dynamik des Prozesses, wodurch er für die Analyse verschiedener „Was-wäre-wenn-Szenarien“ ein äußerst wertvolles Werkzeug ist. Zudem können verbesserte Steuerungs- und Sicherheitsschemata validiert werden, einschließlich erweiterter Steuerungsmodelle sowie Start-/Stopp-Verfahren. Der Betrieb einer exakten digitalen Nachbildung parallel zur laufenden Produktionsanlage für „grünen“ Stahl schafft auch ein wertvolles Hilfsmittel zur Schulung von Bedienern und Technikern in der Leitwarte, da sie sich im Vorhinein mit dem Leitsystem und den Prozessen vertraut machen können. Digitale Zwillinge setzen das Personal den Begebenheiten aus, die sie in der eigentlichen Leitwarte antreffen werden, aber offline und in einer risikolosen Umgebung, so dass sie dafür gerüstet sein werden, Prozessstörungen oder abnormale Situationen erfolgreich zu managen.

Wenn die Anlage läuft, kann ein digitaler Zwilling Daten und Einblicke in den Anlagen- und Systemzustand geben, wodurch die Betriebsleitung Prozesse offline testen und verbessern, vorbeugende Wartungsverfahren verbessern und teure ungeplante Stillstände vermeiden kann. Zudem kann die Genauigkeit des digitalen Zwillings mit Daten direkt aus dem Prozess kontinuierlich erhöht werden, sobald diese zur Verfügung stehen. □

Investition in ein neues Spritzgusswerkzeug

## Weniger Material, Energie und CO<sub>2</sub>

Welche Potenziale hat das Spritzgießen im Hinblick auf einen sparsameren Umgang mit Kunststoffgranulat und Energie? Und welche Potenziale bieten insbesondere die Werkzeuge, die aufgrund ihrer Langlebigkeit bereits ein beachtliches Alter aufweisen? Denn sie stammen schließlich aus einer Zeit, in der die Themen Klimawandel und Nachhaltigkeit in der breiten Öffentlichkeit noch kaum im Bewusstsein waren.

TEXT: Thorsten Sienk, Phoenix Contact BILDER: Phoenix Contact; iStock, raeva



Von 8 auf 16: Mit dem neuen Werkzeug verdoppelt sich die Produktivität bei einer Halbierung der benötigten Granulatmenge.

Antworten auf diese Fragen hat Phoenix Contact bei der exemplarischen Umstellung eines Werkzeugs für Auswerfhebel für Relaismodule gefunden. Weniger Müll, weniger Material, weniger Energie, weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß: Die Kosten von rund 100.000 Euro für den Bau des neuen Werkzeugs waren schnell wieder eingefahren. Der Return on Investment (ROI) betrug dabei unter ein Jahr. Es lohnt sich also, gerade bei älteren Werkzeugen genau hinzuschauen.

Relaismodule bestehen bei Phoenix Contact aus einem Leistungskontaktrelais mit einem Relaissockel samt Auswerfer in Hebelform. Die Komponenten gehören in der Elektroindustrie und im Schaltschrankbau zur etablierten Technik – und das seit Jahrzehnten. Die Produktionsmengen sind entsprechend hoch. Da es sich bei Relais um sogenannte Dauerläufer handelt, kommen die Produktionsmittel lange zum Einsatz. Ein Beleg dafür stellt das Spritzgusswerkzeug für die orangefarbenen Auswerfer zum Trennen des Relais vom Sockel dar, als dessen Baujahr 1996 angegeben ist. Die Einheit tut somit seit knapp 40 Jahren ihren Dienst. Wäre es ein Auto, würde das Spritzgusswerkzeug zu den Oldtimern mit H-Kennzeichen zählen. Dass Phoenix Contact jetzt für dieses Bauteil ein neues Werkzeug in Auftrag gegeben hat, findet seinen Grund nicht in einer mangelnden Fertigungsqualität, sondern in Aspekten der Nachhaltigkeit – hier speziell zum Schutz knapper Ressourcen.

### Rohstoffknappheit als maßgeblicher Auslöser

Keine Verschwendung, stattdessen die möglichst sparsame sowie zielgerichtete Nutzung nicht nachwachsender Ressourcen. Ein solch nachhaltiges Handeln rechnet sich auch wirtschaftlich, wie das Beispiel des Spritzgusswerkzeugs für die Auswerfer zeigt. Moderne Werkzeuge schlagen nicht selten mit einem hohen fünfstelligen Betrag zu Buche. Wie bereits erwähnt, kostet das neue Werkzeug für die Auswerfer etwa

100.000 Euro. Diese hohe Investitionssumme macht es nachvollziehbar, einmal gebaute Werkzeuge so lange wie möglich zu verwenden – sogar, wenn diese schon längst außerhalb steuerlicher Abschreibungszeiten liegen.

Diese Aussage trifft ebenfalls auf das Mitte der 1990er Jahre in Betrieb gegangene Werkzeug für die Auswerfer zu. Doch warum neu erstellen, wenn die vorhandene Einheit gemäß dem Prinzip „never change a running system“ weiterhin gut läuft? Abgesehen vom Klimaschutz und der Nachhaltigkeit gehört die aktuelle Rohstoffknappheit zu den maßgeblichen Auslösern, an dieser Stelle Geld in die Hand zu nehmen. Die Entscheidung lässt sich mit wenigen Zahlen belegen. Vor dem Werkzeugwechsel hat der Standort von Phoenix Contact in Bad Pyrmont pro Jahr rund 21 t Granulat für die Hebel verbraucht. Beim Kunststoff handelt es sich um ein durchgefärbtes Polyamidgranulat, das aufgrund der erforderlichen mechanischen Festigkeit glasfaserarmiert ist. Glasfasern geben Halt und sind wirksam gegenüber Biegekräften. Diese Eigenschaft macht es aber unmöglich, Angüsse als Recyclat wieder in den Produktionskreislauf zu überführen.

### Nicht recycelbarer Anguss entfällt

Worin besteht also der maßgebliche Unterschied vom alten zum neuen Werkzeug? Das neue Sechzehnfach-Werkzeug verzichtet auf sämtliche Angusskanäle und arbeitet prinzipiell mit einem sogenannten Heißkanalsystem. Feine Düsen spritzen den flüssigen Kunststoff direkt in die Form, während diese präzise schließt, um zu entlüften. Sichtbares Zeichen für den Spritzguss mit Heißkanälen ist eine kleine Vertiefung an den gefertigten Teilen – Kalotte genannt. „Sie resultiert aus der Tatsache, dass dort die Düse im Werkzeug platziert ist“, erklärt Marco Schröder, Teamleiter in der Bauteilfertigung bei Phoenix Contact. Beim Auswerfer befindet sich die Einbuchtung in einem Bereich, der nach der Montage nicht sichtbar im Inneren der



Die Auswerfer für die Relais-Module wiegen unter einem Gramm.

Relaisklemme liegt. Was sich zunächst simpel anhört, zog wegen der Designänderung ein anspruchsvolles Genehmigungsverfahren nach sich. Die Arbeit und der Aufwand für die komplette Neukonstruktion des Werkzeugs hat sich trotzdem gelohnt – und zwar mit einem Return on Investment (ROI) unter einem Jahr.

Beim alten Achtfach-Werkzeug wogen die eigentlichen Teile lediglich 6,8 g – folglich gerundet 0,8 g pro Auswerfer. Das Schussgewicht pro Zyklus betrug jedoch zusätzliche 7,5 g. Der nicht mehr nutzbare Abfall belief sich somit auf eine größere Menge als der Kunststoff für die acht Auswerfer. Hier findet sich der maßgebliche Grund für die schnelle Amortisation durch eingesparte Ressourcen. Die Investitionssumme war – wie erwähnt – bereits nach einem Jahr nur durch Granulatreduzierungen wieder eingefahren. Schröder: „Der Wegfall des Angusses beläuft sich jährlich auf etwa elf t Material – was rund 100.000 Euro im Einkauf entspricht. Die Gesamteinsparungen durch das neue Werkzeug liegen noch etwas höher bei 150.000 Euro.“

## Maschinenstörungen reduzieren sich deutlich

Ein weiterer Vorteil der Umstellung ergibt sich aus der CO<sub>2</sub>-Bilanz. Mit dem neu konzipierten Werkzeug verbessern sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf der Berechnungsgrundlage von Datenbankwerten um 70 bis 75 t pro Jahr. Als verlängerte Werkbank von Phoenix Contact profitiert das Unternehmen Hadi-Plast ebenso vom neuen Werkzeug. „Bei uns haben sich die Angüsse ständig verklemmt und zu Türmen aufgestaut. Die Maschinenstörungen behindern den Arbeitsfluss“, blickt Inhaber Dr. Karsten Anger zurück. Dass die doppelte Anzahl an Teilen pro Takt auch Produktionsfläche und -zeit spart, erweist sich ebenfalls als Pluspunkt bei der Bewertung dieser Maßnahme.

Rohstoffmangel, Klimaschutz und vor allem nachhaltiges Handeln aus innerer Überzeugung: Der erste Impuls, ein neues

Werkzeug zu entwickeln und eine bis dato problemlos laufende Einheit zu ersetzen, kam aus den genannten Gründen von Hadi-Plast. Selbst wenn das Unternehmen aus Hövelhof bei Paderborn in seiner Rolle zunächst als Lieferant zu bezeichnen ist: Die Zusammenarbeit beider Unternehmen hat schnell zu einer echten Partnerschaft geführt. Dazu zählt, gemeinsam Prozessverbesserungen zu erzielen sowie nachhaltiger und ressourcenschonender herzustellen. „Wir verstehen uns als Systemlieferant, der einen Prozess sehr gut beherrscht und damit mehr leisten kann als ein reiner Lohnfertiger“, betont Anger.

## Alle Prozesse auf Effizienz ausgelegt

Allein vier Millionen Euro habe sein Unternehmen 2022 in neue Maschinen investiert und sich damit zu einem Vorzeigebetrieb in Sachen Spritzguss entwickelt, so Anger. Zu dieser Einstufung gehört auch, wie Hadi-Plast mit seiner Energie und den eingesetzten Ressourcen umgeht. „Bei uns ist alles auf hohe Effizienz ausgelegt. Wir wollen den Wirkungsgrad steigern und folglich Verluste effektiv begrenzen.“ Als Beispiel nennt der Geschäftsführer die Nutzung der Abwärme aus der Produktion zur Beheizung des Bürogebäudes. „Wir benötigen am Standort kein Gas mehr und erzeugen sogar mehr Wärme als erforderlich.“

Seine Motivation, mehr für den Klimaschutz zu tun, holt sich Anger aus der Zukunft seiner vier Kinder. „Meine Familie bezieht schon viele Jahre Ökostrom. Das ist mir persönlich wichtig. Ich möchte nichts auf dem Rücken der Zukunft kaputt machen. Hier ist ein Gleichgewicht gefragt.“ Die enge und verlässliche Partnerschaft zu Phoenix Contact betrachtet Anger als stabile Basis, die für langfristige Strategien notwendig ist. Und genau diesen Aspekt schätzt Schröder ebenfalls, da Hadi-Plast seine Kompetenz in das Projekt des neuen Spritzgusswerkzeugs eingebracht hat. □



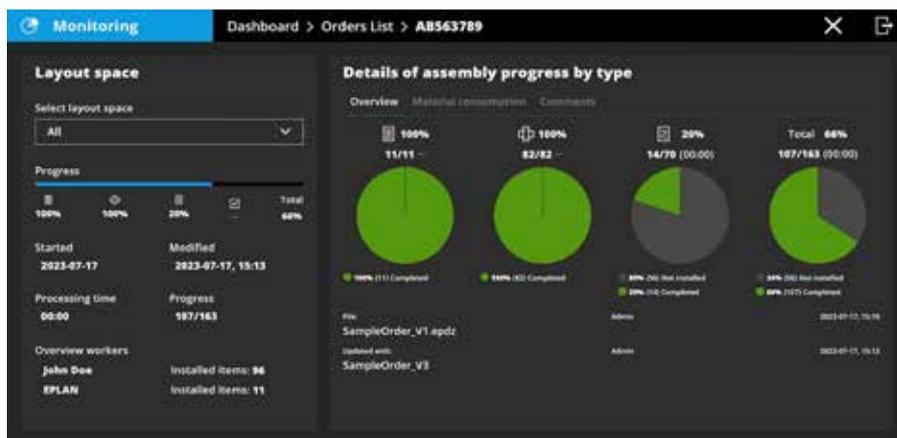
Schaltschrankfertigung 4.0: Planen, überwachen, KPIs ermitteln

## SCHNELL, SICHER, SMART

Die Montage und Verdrahtung von Schaltschränken ist oft komplex, zeitaufwendig und anfällig für Fehler. Zudem mangelt es oft an einer effizienten Integration von Softwarelösungen, was den Fertigungsprozess zusätzlich erschwert und die Produktivität beeinträchtigen kann. Eine neue Software löst diese Probleme, indem sie den Mitarbeiter durch den gesamten Prozess führt und ihm zeigt, wo die einzelnen Komponenten platziert werden müssen.

TEXT: Birgit Hagelschuer, Eplan BILDER: Eplan; LetsEnhance.io, publish-industry

Dashboards in der Version 2024 zeigen sämtliche Infos zum individuellen Auftragsfortschritt an. Das gibt volle Transparenz über den Fertigungsstand und Materialverbrauch.



Mit dem Eplan Smart Mounting 2024 möchte der Lösungsanbieter Eplan die Schaltschrankfertigung noch einfacher gestalten. Sie führt den Werker durch die Montage der Komponenten und zeigt auf, wo welches Bauteil platziert werden muss. Produktionsleiter können dabei von der vollen Übersicht im Projekt profitieren. In der aktuellen Version wird der gesamte Auftragsdurchlauf in der Fertigung aufgezeigt. Unterschiedliche Dashboards zeigen alle Aufträge an, die in Arbeit sind – inklusive Bearbeitungsfortschritt. In einer einzigen Übersicht sieht der Fertigungsleiter alle für ihn relevanten Informationen. Auf Wunsch kann er einen (laufenden) Auftrag selektieren und erhält dort sämtliche Infos zum individuellen Auftragsfortschritt. Das unterstützt ihn in seiner Ressourcenplanung, fördert die Kommunikation mit den Mitarbeitern und spart zugleich zeitaufwändige Rundgänge durch die Fertigung.

Ein weiterer Faktor: Eplan Smart Mounting wie auch Eplan Smart Wiring werten zugleich die historischen, also bereits erfassten Aufträge aus. Die Software zeigt auf, wie viele Aufträge in einem bestimmten Zeitraum bearbeitet wurden, und ermittelt KPIs wie die durchschnittlich benötigte Zeit pro Komponente oder Verbindung. Diese Werte lassen sich zur Kalkulation neuer Aufträge gut nutzen und neue Workflows zur Fertigungsoptimierung auf diese Weise einfach testen. Wird beispielsweise der Prozess der Komponentenbeschriftung umgestellt, kann nach ein paar Aufträgen die Zeit pro Artikel überprüft werden. Das detaillierte Tracking auf Arbeitsschrittenebene gibt hier einen guten Überblick.

## Einfach scannen

Die Einfachheit des Systems sorgt zugleich dafür, dass auch angelernte Fachkräfte nach kürzester Einarbeitungszeit sowohl die Komponentenmontage als auch – in Kombina-

tion mit Eplan Smart Wiring – die Verdrahtung des Schaltschranks übernehmen können. Damit dies noch einfacher wird, hat Lösungsanbieter Eplan in der Version 2024 eine weitere neue Idee aus der Praxis umgesetzt: Komponenten lassen sich zur besseren Erkennbarkeit einfach scannen. Tobias Kratz, Business Owner Rapid Design, erklärt: „Mit der integrierten Scan-Funktion wird jede Komponente eindeutig identifiziert und korrekt im Schaltschrank platziert. Eine Verwechslung optisch ähnlicher Komponenten ist ausgeschlossen, zudem wird der Workflow beschleunigt.“

## Leichter verdrahten

Früher musste der Werker selbst die Komponente auf Basis der Artikelnummer oder anhand eines 3-D-Makros identifizieren, was durchaus ein gewisses Fachwissen voraussetzt. „Jetzt nimmt er einfach eine Komponente und einen Handscanner, scannt den EAN-Code, und der digitale Zwilling zeigt an, wo das Bauteil verbaut werden muss“, erklärt Kratz. In Kombination mit Eplan Smart Wiring wird auch der Prozess der Verdrahtung auf einheitlicher Systembasis unterstützt. Eine Schnittstelle zum Rittal Wire Terminal WT C sorgt dafür, dass die Bündelinformationen mit der Verdrahtungsliste synchronisiert werden – und die Drähte exakt in der ausgegebenen Reihenfolge vom Drahtkonfektionier-Vollautomaten angezeigt werden. Alle Daten lassen sich zwischen Engineering und Fertigung synchronisieren – auf Basis des Digitalen Zwillings in Eplan Pro Panel. All das unterstützen die smarten Systeme von Eplan. So lassen sich beispielsweise ERP-Nummern anzeigen, Such- oder Filterkriterien individuell einstellen oder die 3-D-Ansichten anpassen. Das entscheidet der Produktionsleiter oder der User selbst. Damit lassen sich die Applikationen passend auf die internen Prozesse abstimmen und persönliche Präferenzen berücksichtigen. □

Robuste Netzwerklösungen für die Industrie

# Gut verbunden

Industrieunternehmen sehen sich mit immer komplexeren Netzwerkinfrastrukturen konfrontiert. Dies kann zu einer echten Herausforderung bei der Konfiguration, Wartung und Fehlersuche werden. Eine komfortable und kostengünstige Möglichkeit, Netzwerke zu erweitern und die Konnektivität zu verbessern, bieten Unmanaged Ethernet-Switches. Es kommt jedoch darauf an, die richtigen Produkte hierfür zu wählen.

TEXT: Pooyan Dehghani, Moxa BILDER: Moxa; iStock, kadirkaba

Ethernet-Switches werden nicht nur im Netzwerk selbst eingesetzt, sondern auch überall dort, wo weitere Ethernet-Ports für den Anschluss von Geräten nötig sind. Ein paar Anwendungsbeispiele aus der Praxis zeigen, welche Anforderungen sich dabei ergeben können.

## 1. Monitoring und Steuerung von Geräten

Ein Betreiber großer PV- und Windenergieanlagen nutzt ein Feld-Netzwerk zur Überwachung und Steuerung der verteilt eingesetzten Instrumente und Geräte. Um die Schränke mit den Netzwerkschränken zu verbinden, sind nicht nur einfache, sondern auch hochzuverlässige Verbindungen nötig. Denn es muss sichergestellt sein, dass Alarmlösungen das OCC-Kontrollzentrum erreichen. Zudem muss der Betreiber seine Netzwerke mit jeder neuen Anlage einfach erweitern können. Dabei ergeben sich folgende Anforderungen:

- Anwendung und Umgebung: robuste Geräte für den Betrieb in gefährlichen Umgebungen
- Zuverlässigkeit: Priorität für Alarmlösungen bei der Vor-Ort-Überwachung
- Netzwerkanforderungen: hohe elektromagnetische Störfestigkeit für EMS und die I/O-Datenübertragung an eine lokale Netzwerkkonsole

## 2. Fahrerlose Transportsysteme

Ein Logistikunternehmen nutzt AGV-Systeme (Automated Guided Vehicles), um die Lagerlogistik zu verbessern und Kunden schneller beliefern zu können. Um die Fahrzeuge stets überwachen und steuern zu können, ist ein zuverlässiges Netzwerk ein Muss. Zu den Systemanforderungen gehören:

- Anwendung und Umgebung: langlebige und industrietaugliche Geräte, die rauen Umgebungen standhalten

- Installation und Wartung: kompakte Geräte, die sich leicht in ein AGV mit begrenztem Platzangebot einbauen lassen
- Zuverlässigkeit: eine „Plug-and-Forget“-Beständigkeit für eine Betriebszeit ohne Unterbrechungen

## 3. Vorausschauende Wartung

Ein Maschinenbauer möchte seinen Kunden eine vorausschauende Wartung und eine höhere Effizienz bieten. Hierfür braucht er Maschinendaten und damit auch eine bessere Konnektivität und Überwachung in seinen Maschinenschränken. Für die Netzwerkerweiterung gelten folgende Anforderungen:

- Netzwerk: Aufrüstung auf Gigabit-Ethernet, da Fast-Ethernet für die wachsende Anzahl von Geräteverbindungen nicht ausreicht
- Installation und Wartung: schnelle Bereitstellung ohne spezielle IT-Kenntnisse, um einen reibungslosen Betrieb und einfache Wartung zu gewährleisten
- Zuverlässigkeit: Priorisierung der Übertragung wichtiger Daten für Echtzeitanwendungen

Die Beispiele zeigen: Bei der Erweiterung von Netzwerken an der Edge ist es wichtig, dass diese einfach und flexibel bleiben. Hierfür bieten Unmanaged Ethernet-Switches eine leicht



Flexibilität und Zuverlässigkeit  
für Industrie 4.0

zu implementierende, anpassungsfähige und äußerst zuverlässige Lösung. Doch es gilt, aus der Vielzahl der verfügbaren Geräte das passende für die individuellen Anforderungen zu finden.

### Zuverlässigkeit

Switches mit breitem Eingangsspannungsbereich arbeiten auch bei Stromschwankungen oder leichten Spannungsspitzen weiter. So erhöhen sie die Betriebszeit und Zuverlässigkeit des Netzwerks. Weiteres Plus: Sie lassen sich mit vielen Stromquellen nutzen. Dadurch können sie in unterschiedlichen Umgebungen eingesetzt werden und sorgen für geringere Lagerkosten.

In Netzwerken, in denen eine zuverlässige Betriebszeit von entscheidender Bedeutung ist, sind Switches mit redundanter Stromversorgung empfehlenswert. Sofern diese an redundante Netzteile angeschlossen sind, bleibt das Gerät selbst dann mit Strom versorgt, wenn eine Stromquelle ausfällt.

Um Ausfallzeiten zu reduzieren, empfehlen sich Switches von renommierten Herstellern mit einer hohen Mean Time Between Failure (MTBF, mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen).

### Installation und Wartung

Unmanaged Switches sind Plug-and-Play-fähige Geräte, das heißt ihre Konfiguration ist sehr einfach. Um Probleme bei der Montage in einem Netzwerkschrank oder einer Schalttafel zu vermeiden, sollten Switches mit stabilen Montage-

sätzen gewählt werden. Zudem spielt die Größe des Switches häufig eine wichtige Rolle. Denn Schalttafeln und Netzwerkschränke stecken meist voller Geräte, sodass es schwierig oder gar unmöglich ist, noch Switches einzubauen. Modelle wie die aus der EDS-2000-EL-Serie von Moxa, die nicht einmal so groß sind wie eine Kreditkarte, können flexibel installiert werden und lassen Platz für künftige Netzwerkerweiterungen.

### Anwendung und Umgebung

Raue Umgebungsbedingungen erfordern Switches mit einem industrietauglichen, robusten Gehäuse. Kunststoffgehäuse sind eine gute Wahl, wenn ein günstiges und leichtes Gerät gefragt ist. Metallgehäuse bieten eine bessere Wärmeableitung und eine bessere Erdungswirkung. Damit sind sie für Umgebungen mit starkem elektromagnetischem Rauschen ideal.

Der Betriebstemperaturbereich des Switches sollte groß genug sein, um auch potenziell vorkommende extreme Bedingungen abzudecken. Denn Temperaturen, die über die Spezifikation hinausgehen, führen zu vorzeitiger Alterung oder gar zum Ausfall des Geräts. Dabei ist zu beachten, dass sich zum Beispiel Schaltschränke im Außenbereich durch Sonneneinstrahlung stark aufheizen können. Auch andere Geräte in der Nähe erhöhen die Temperatur.

In manchen Branchen, zum Beispiel Transport, Schifffahrt, Eisenbahn oder Medizin, ist außerdem darauf zu achten, dass die Switches alle nötigen Zertifizierungen haben.

### Netzwerk

Für Anwendungen, bei denen Fast Ethernet nicht ausreicht, empfiehlt sich Gigabit Ethernet. Hierfür gibt es zum Beispiel von Moxa die EDS-G2005-EL-Serie mit Full-Gigabit-

## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	58	Lütze	3
Axians	16	Meorga	Beilage
B&R	19	Moxa	40
Bihl+Wiedemann	Titel, 8	OPC Foundation	12
Binder	52, U4	Palo Alto Networks	16
Cognex	62	Phoenix Contact	35
Copa-Data	23	Pilz	43
Deutsche Bahn	6	PNO	46
Emerson	30	PTC	24
Endian	16	publish-industry Verlag	29, U3
Eplan	38	Rittal	26, 27
Escha	51	SAB Bröckskes	U2
Faulhaber	54	SBC	16
Fortinet	16	SEW-Eurodrive	57
Fraunhofer IPA	22	Sick	22
Fraunhofer IPK	22	Siemens	16
Fraunhofer ISI	22	TH Köln	22
Genua	16	Trend Micro	16
Hima	16	Turck	49
Icotek	5	Universität Stuttgart	22
Igus	22	VDMA	20
Jakob Antriebstechnik	55	Wuppertal Institut	22

## IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller

**Head of Conent Manufacturing** Christian Fischbach

**Redaktion** Christian Vilsbeck (Managing Editor/verantwortlich/-926), Matej Gavranovic (-927), Ragna Iser (-898), Carina Kein (-922), Dana Neitzke (-930)

**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net

**Head of Sales** Kilian Müller

**Anzeigen** Caroline Häfner (Director Sales/verantwortlich/-914), Saskia Albert (-918), Beatrice Decker (-913), Ilka Gärtner (-921), Alexandra Klasen (-917), Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2024

**Inside Sales** Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929), sales@publish-industry.net

**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtfinger Straße 7, 81379 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)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuserice.de

**Abonnement** Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der A&D (derzeit 8 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährlich erscheinende Jahrbuch der Industrie, INDUSTRY.forward HAKAHAKA.

### Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der A&D ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschlands und MwSt. erhältlich (Porto: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes.

Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die A&D für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuserice.de

**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing)

**Herstellung** Veronika Blank-Kuen

**Gestaltung & Layout** Schmucker-digital, Lärchenstraße 21, 85646 Anzing

**Druck** F&W Druck- und Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

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

**ISSN-Nummer** 1618-2898

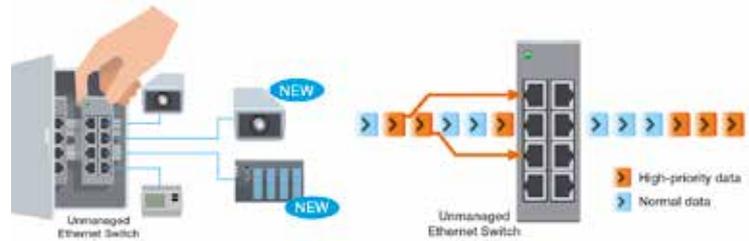
**Postvertriebskennzeichen** 49309

**Gerichtsstand** München

**Der Druck der A&D erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.**



Der CO<sub>2</sub>-neutrale Versand mit der Deutschen Post



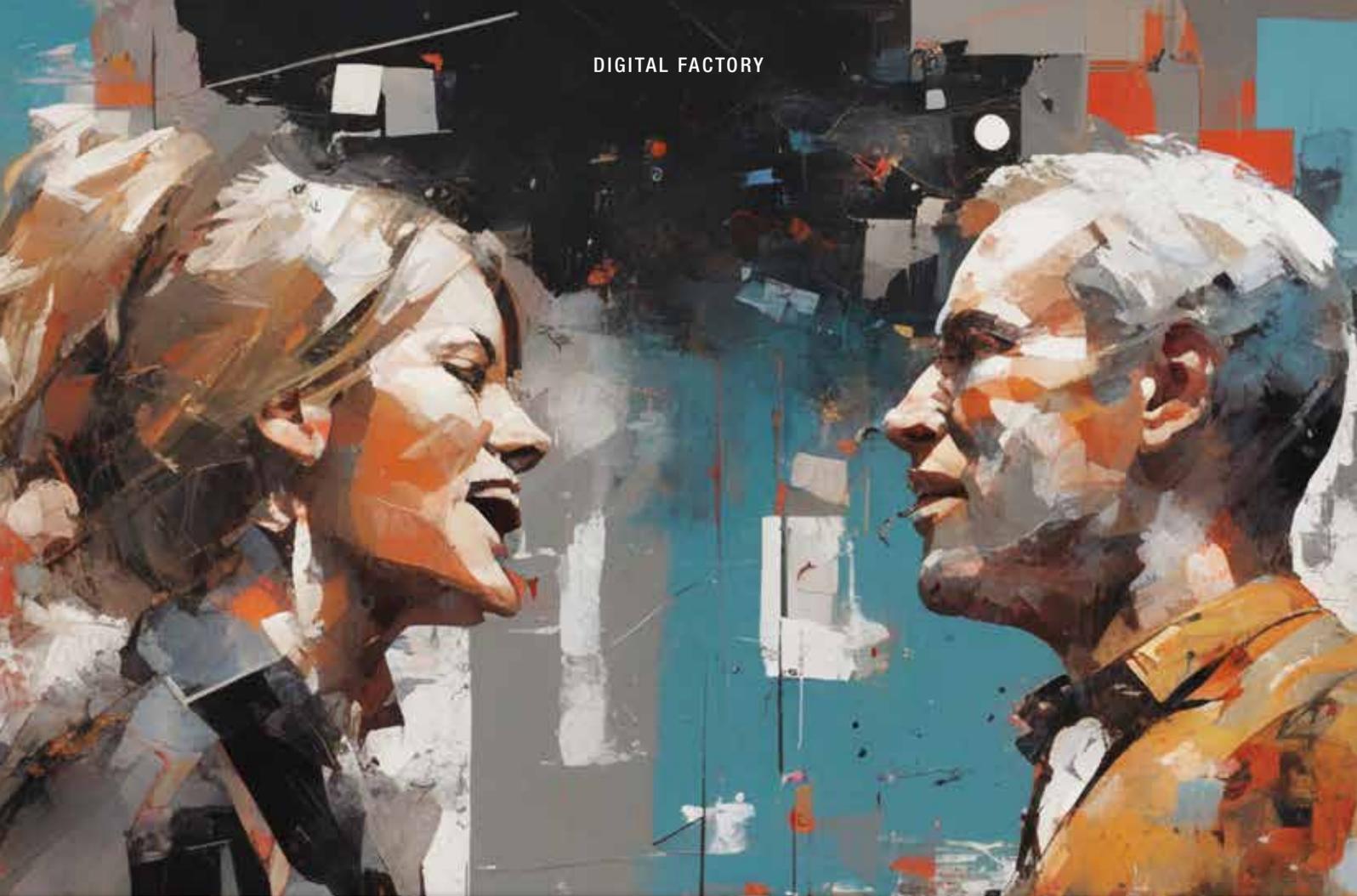
### Geringer Platzbedarf

Ethernet-Ports, kompakter Größe, IP40-Metallgehäuse, Quality-of-Service- (QoS) Funktion und Broadcast Storm Protection (BSP) oder die vergleichbare EDS-G2008-ELP-Serie im IP40-Kunststoffgehäuse. Ihre Quality-of-Service- (QoS) Funktion sorgt dafür, dass Datenpakete mit hoher Priorität auch in einem überlasteten Netzwerk rechtzeitig übertragen werden. Die Broadcast Storm Protection (BSP) blockiert den Broadcast-Verkehr ab einem gewissen Niveau. Damit verhindern sie, dass die Datenübertragung und die Leistung des Switches durch einen Broadcast Storm, also sehr viele Broadcast-Pakete innerhalb kurzer Zeit, beeinträchtigt werden.

Um die Datenintegrität auch in rauen Umgebungen zu gewährleisten, sind Glasfasermedien ideal. Sie sind resistent gegen elektromagnetische Störungen (EMI) und Hochfrequenzstörungen (RFI).

Außerdem ist auf die Größe der MAC-Tabelle zu achten. Dort werden die MAC-Adressen der Netzwerkgeräte gespeichert und der Switch kann die Daten schnell an die richtigen Ports senden. Ist die MAC-Tabelle voll, schickt der Switch die Daten an alle verfügbaren Ports im Netzwerk, was ein Sicherheitsrisiko sein kann. Deshalb empfiehlt es sich, die erforderliche Größe der MAC-Tabelle für das jeweilige Netzwerk zu ermitteln und einen Switch mit ausreichender Tabellengröße zu wählen.

Ein weiterer Faktor ist die Größe des Switch-Puffers. Hier speichert der Switch die empfangenen Datenrahmen, beziehungsweise -pakete, bevor er sie weiterleitet. Ist der Puffer durch intensiven Datenaustausch überlastet, können Datenrahmen vom Switch verworfen werden und müssen nochmal gesendet werden. Die Folge: Verzögerungen in der Kommunikation. Je größer also der Puffer, desto geringer ist die Gefahr von Paket- beziehungsweise Rahmenverlusten. □



Wie das Kommunikationssystem IO-Link Safety die Produktivität im Feld steigert

## Effiziente Kommunikation im Feld

Die industrielle Kommunikation – vor allem im Feld – muss eine sichere Datenübertragung bis zum „letzten“ Sensor gewährleisten können. Darüber hinaus muss sie eine höhere Verfügbarkeit und eine flexiblere Automatisierung ermöglichen. Damit können sowohl die grundlegenden Anforderungen der Industrie nach einer Steigerung der Produktivität durch Kostenreduktion und eine hohe Verfügbarkeit als auch das Thema einer intelligenten und flexiblen Produktion erfüllt werden.

TEXT: Matthias Wolfer, Pilz BILDER: Pilz; LetsEnhance.io, publish-industry





Beim Materialtransport müssen Zugang und Schutztüren gut abgesichert werden. IO-Link- gewährleistet hier eine einfache, zeitsparende Integration der Zugangsabsicherung und Absicherung der Schutztür(en).

Wie können Fertigungsprozesse verbessert werden? Eine Antwort heißt IO-Link Safety: Das herstellerunabhängige, standardisierte Kommunikationssystem IO-Link ist zu einem System weiterentwickelt, dass mit all seinen bekannten Vorteilen auch für die funktionale Sicherheit eingesetzt werden kann. Hersteller bieten heute aktuell Systemlösungen für IO-Link Safety (IOLS) an. Das Kommunikationsprotokoll ist in der IEC 61139-2 weltweit standardisiert und bietet höchste Sicherheit bis zu PL e nach EN ISO 13849-1 (beziehungsweise SIL 3 nach IEC 61508/62061). Auch die Integration von Sicherheitssensoren und -aktoren ist bei IO-Link Safety-Systemen grundsätzlich in jedes bestehende Feldbussystem, unabhängig von übergeordneten Systemen, möglich.

## Anforderungen bedienen

Eine sichere Datenkommunikation sowie schnelle Installation und auch eine möglichst geringe Lagerfläche sind weitere Anforderungen der Anwender. Die Lösung stellen komplette IO-Link Safety-Systeme mit Master, Sensoren, Feldgeräten sowie Konfigurationstool dar. Als erster Anbieter hat zum Beispiel Pilz ein solches Komplettpaket – in vielerlei Hinsicht passend, spricht: für unterschiedlichste Anwendungen in unterschiedlichsten Branchen.

## Ein effizienter Dirigent im Feld

Der IO-Link Safety-Master wird dezentral im Feld eingesetzt, wodurch sich die Kabellänge reduziert und bereits wesentlicher Platz eingespart wird. Durch die Punkt-zu-

Punkt-Kommunikation ist die Verdrahtung der Sicherheitssensoren auch deutlich einfacher umzusetzen. Gleichzeitig ist das System flexibel nutzbar, denn anbinden lassen sich sowohl übliche Sicherheitssensoren, IO-Link Safety-Sensoren sowie IO-Link Geräte. Und da die Kommunikation grundsätzlich immer über ungeschirmte Kabel läuft und IO-Link Safety industrieübliche Anschlüsse nutzt, wird weniger Kabel benötigt.

Installation und Gerätetausch sind damit Herausforderungen von gestern: In tatsächlich weniger als einer Minute ist der Anschluss einer Standard-M12-Verbindung möglich; bei einer herkömmlichen Verdrahtung ist hingegen mit über einer Stunde Zeit zu rechnen.

## Schlechte Zeit? Gute Zeit!

Die Verbindungen sind auch weniger anfällig für Verdrahtungsfehler, und da die IO-Link Safety-Technologie gleich die Daten für die Diagnose mitliefert, kann es sofort erkannt werden, wenn ein Gerät am falschen Port angeschlossen wurde, und der Fehler behoben werden. Ein weiterer Vorteil dieser Kommunikationstechnologie ist es, dass alle Geräte in der verketteten Anlage eigenständig identifiziert und parametrieren werden. Das sichere Kommunikationsprotokoll IO-Link Safety verbessert so die Installations-, Inbetriebnahme- und Wartungszeiten deutlich, denn es reduziert die hierfür benötigten Zeiten. Ausfallzeiten, zum Beispiel bei notwendigen Reparaturen, lassen sich erheblich verkürzen, die Wartung vorausschauend planen.

Als Schnittstelle zur Sicherheitssteuerung ermöglicht der IO-Link Safety Master PDP67 IOLS von Pilz die bidirektionale Kommunikation bis in die Feldebene. Die Anbindung von Sicherheitssensoren mit IO-Link Safety an PDP IOLS ist möglich – neben IO-Link Safety Geräten können auch Standard-IO-Link Sensoren und Aktoren sowie klassische Sicherheitssensoren, beispielsweise mit OSSD-Ausgängen, angeschlossen werden.



## 1. Praxisfall: Verkettete Anlagen

Ein, zwei Blicke auf die Praxis zeigen, wie IO-Link Safety Mehrwert bringen kann: beispielsweise in einer verketteten Verpackungsanlage, wo häufig mehrere Sensoren im Einsatz sind. Die brauchen Platz, vor allem für die Verkabelung, und ziehen einen insgesamt hohen Installationsaufwand nach sich. An insgesamt acht Ports des IO-Link Safety Master von Pilz können Sensoren angeschlossen werden. An vier IOLS-Ports können dabei sowohl IOLS-Sicherheitssensoren als auch IO-Link Standardsensoren angeschlossen werden.

Um die Redundanz der Safety sicherzustellen, sind zweikanalige Anschlussmöglichkeiten unerlässlich: Mit sogenannten FDIO-Ports (Failsafe Digital Input Output) kann der Anwender zwischen einem sicheren Eingang oder einem sicheren Ausgang wählen und ob dieser zweikanalig sein soll. Damit können klassische Sicherheitssensoren wie Sicherheitsschalter, Türzuhaltungen oder Not-Halt-Geräte und so weiter angeschlossen werden. Auch OSSD-(Output Signal Switching Device-)Signale können so verarbeitet werden. Die Pilz Lösung bietet hier gleich vier FDIO-Ports. Eine hohe Flexibilität mit Blick auf die Anschlussmöglichkeiten ist durch den IO-Link Safety Master somit gegeben.

## 2. Praxisfall: Materialtransport

Ganz anderen Anforderungen muss sich das sichere Kommunikationsprotokoll stellen, wenn es etwa um Fertigungszellen im Bereich Materialtransport mit einer integrierten

Robotik geht. Dort müssen Zugang und Schutztüren gut abgesichert und überdies Maschinenstillstandzeiten minimiert werden. Die IO-Link Kommunikationstechnologie gewährleistet auch hier eine einfache, zeitsparende Integration der Zugangsabsicherung und Absicherung der Schutztür(en).

Und überwacht gleichzeitig die Anwendung „smart“: Daten von Sicherheitslichtgittern können ausgewertet werden, etwa Informationen über den Temperaturzustand der Sensoren, was schnelle Rückschlüsse auf die Umgebungstemperatur zulässt. Zu warm? Zu kalt? Mögliche Temperaturschwankungen über das normale Maß hinaus sind so früh genug erkennbar, bevor sie Einfluss auf die Produktion nehmen können.

### Output steigern!

IO-Link Safety kann auch die Produktivität unterstützen: IOLS-Geräte verfügen über eine Funktion zur Selbstdiagnose, die einen potenziellen Maschinenstillstand vorhersehen, indem sie Information über den Ist-Zustand bereitstellen. Beispielsweise können Informationen darüber, wie häufig die Wartungstür geöffnet, der Not-Halt betätigt oder in Lichtgitter eingegriffen wurde, in der übergeordneten Steuerung erfasst werden. „Gewusst, wo“ kann bei Reparatur und Wartung erhebliche Vorteile bringen.

Ob flexiblere Anschlussmöglichkeiten, eine vereinfachte Installation oder eine rasche Diagnose – IO-Link Safety punktet bei Effizienz und Sicherheit für verkettete Anlagen in unterschiedlichsten Einsatzbereichen. □

Zwei-Drahtlösung für die Fertigungsindustrie mit Zukunft

# Das Multitool für die Industrie

Bis vor einem Jahr war die flexible Anbindung von Feldgeräten in der Prozessindustrie oft aufwändig und mit Herausforderungen verbunden. Mit Ethernet APL ist nun eine zukunftssichere Lösung verfügbar, die nicht nur für die Prozessindustrie geeignet ist, sondern auch auf Anwendungen in der Fertigungsindustrie übertragen werden kann.

TEXT: Harald Müller, Xaver Schmidt, PNO BILDER: PNO; iStock, Liudmila Chernetska

Die Digitalisierung in der Prozessindustrie ging viele Jahre nur mühsam voran. So war es lange Zeit nicht möglich, ergänzende Tools, zum Beispiel zur Verbesserung eines Prozesses, in Leitsysteme zu integrieren. Vielmehr musste bei Änderungen erst ein aufwändiger Engineeringprozess in Gang gesetzt oder entsprechende zusätzliche Schnittstellen geschaffen werden. Mit Ethernet-APL ist nun der ungehinderte Zugriff auf sämtliche Prozess- und Gerätedaten bis hinunter zu jedem einzelnen Feldgerät möglich, selbst in explosionsgeschützten Bereichen. Ethernet-APL ist ein Physical Layer für unterschiedliche Protokolle, wie Profinet. So kann Profinet für die Prozesssteuerung verwendet werden, während über OPC UA zusätzlich Diagnose-Daten oder andere Informationen zum Beispiel für Langfrist-Analysen bereitgestellt werden.

## Herausforderungen rund um SPE

Die Fertigungsindustrie steht derzeit vor ähnlichen Diskussionen rund um die Anbindung von Geräten auf dem letzten Meter. Single Pair Ethernet (SPE) bedeutet weniger Verkabelung als Industrial Ethernet, da Energie und Daten über dasselbe Kabel transportiert werden können. Dies bedeutet eine schnellere Inbetriebnahme von Geräten mit integrierter Spannungsversorgung. Dadurch wären zudem neue Verdrahtungslösungen und kompaktere Sensoren und Aktoren möglich. Von der höheren Flexibilität durch das dünnere Kabel würden zum Beispiel Roboteranwendungen und Kräne profitieren, aber auch intelligente Gebäudenetze oder IoT-Anwendungen. Zudem benötigt man weniger Kupferkabel. Das Netzwerkdesign ist einfacher, es sind längere Leitungen möglich und es ist ein nahtloser Datenzugriff über alle Ebenen möglich.

Allerdings umfasst die Single Pair Ethernet-Technologie verschiedene Standards, die unterschiedliche Datenraten und Kabellängen unterstützen und somit für verschiedene Anwendungen geeignet sind. Zudem adressieren Anbieter von Sensoren und Aktoren mit ihren Komponenten in aller Regel mehrere Zielbranchen. Aufgrund der technischen Randbedingungen der anvisierten Zielmärkte und der Implementierungsmöglichkeiten wurden verschiedene Sub-Standards entwickelt, die sich vor allem hinsichtlich Datenrate und möglicher Leitungslänge unterscheiden. Außerdem stehen verschiedene Leistungsklassen für die Stromversorgung zur Verfügung.

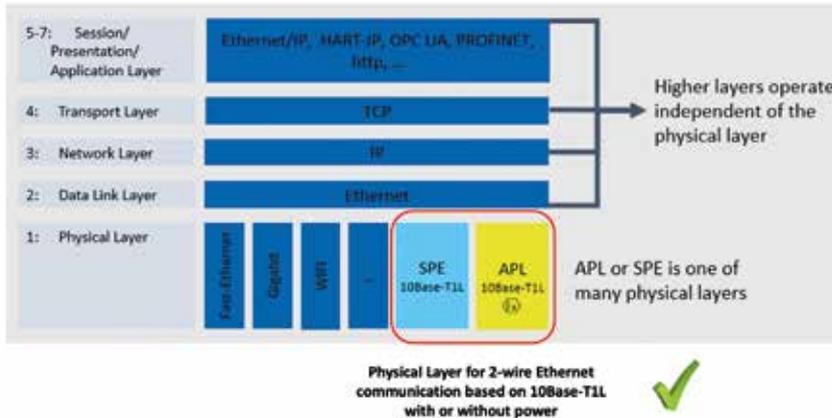
Die Folge: In Zukunft müsste man unterschiedliche Geräte für die diversen Anwendungen entwickeln, prüfen, zulassen, produzieren und aufs Lager legen. Weder Hersteller noch Anwender begrüßen eine solche Entwicklung.

## An einem Strang ziehen

Das Ethernet-APL-Projekt hat eindrucksvoll gezeigt, wie Hersteller und Anwender in kurzer Zeit eine standardisierte Technologie zur Marktreife gebracht haben. Es liegt nahe, diese Vorgehensweise auch auf SPE zu übertragen. Derzeit wird daher an einem neuen Standard IEEE802.3dg 100BASE-T1L gearbeitet mit einer maximalen Kabellänge von 500 m. Dieser wird alle Anwendungen der Fertigungsindustrie unterstützen. Mit dem Auto-Neotiation Support für 10BASE-T1L wird die Rückwärtskompatibilität sichergestellt.

Neben der Datenübertragung über Ethernet werden die Endgeräte über PoDL (Power over Data Line) mit Strom ver-





Physikalische Schicht für die 2-Draht-Ethernet-Kommunikation auf Basis von 10Base-T1L mit oder ohne Stromversorgung.

sorgt. Das spart Platz, da weniger Leitungen und Steckverbinder benötigt werden, zudem gelingt der Gerätetausch unkompliziert und schneller. Gleichzeitig ist eine protokollneutrale einheitliche Geräte- und Schalterimplementierung möglich. Komponenten und Schaltungen in den Geräten können vereinheitlicht werden.

Ein gemeinsames Vorgehen bei Entwicklungen rund um Ethernet SPE bietet enorme Vorteile. Geräte, die zuerst im PA-Umfeld, das heißt mit Ethernet-APL entwickelt wurden, ließen sich mit geringem Umstellungsaufwand auch in der Fertigungsautomatisierung oder in hybriden Industrien, wie in der Verpackungsindustrie einsetzen. Einige Hersteller haben bereits die Sensoren und Aktoren mit 10BASE-T1L für den Betrieb an der PoDL Power Class 10 mit 30V DC-Versorgung vorbereitet. Somit ist ein schneller Markteintritt möglich, wenn die entsprechenden Switches zur Verfügung stehen. Die Zusammenarbeit zwischen Switch-Hersteller und Sensor-/Aktor-Hersteller wurde ebenfalls gestartet.

## Ganzheitliches Konzept, schnelle Umsetzung

Nun geht es um die Entwicklung eines organisationsübergreifenden Konzepts für den Einsatz von PoDL unter Berücksichtigung der Leistungsklassen 10, 11, 12 und optional der Leistungsklassen 13, 14, 15. Außerdem geht es um den Betrieb von Ethernet APL-Sensoren mit der Power Class 10 ohne den Support eines PoDL-Chip im Sensor. Die Ausarbeitung eine State Maschine zur Umsetzung ist bereits herstellerübergreifend erfolgt. Erste Ergebnisse wurden in Ende 2023 veröffent-

licht und sollen entsprechend in der SPE Profinet-Spezifikation eingearbeitet werden.

Außerdem wird noch ein SPE-Switch benötigt, der die Stromversorgung sowohl für SPE-Feldgeräte mit integriertem PoDL-Chip als auch für SPE-Feldgeräte ohne integrierten PoDL-Chip (dafür aber mit Unterstützung der PoDL-Klassen 10, 11, und 12) unterstützt. Hierfür muss ein Mechanismus für den automatischen und manuellen Stromversorgungsbetrieb implementiert werden. Erste Proof-of-Konzepte sind bereits erfolgreich abgeschlossen. Ergänzend sitzen bereits namhafte Switch-Hersteller an einem Tisch, um auch hier eine gemeinsame Lösung zu entwickeln und die Technologie voranzutreiben.

## Richtige Aufgabe für PI

Damit Installation und Anwendung möglichst einfach und vom Anwender akzeptiert werden, sind jedoch noch weitere häufig unterschätzte Arbeiten nötig. So müssen Richtlinien für die Installation und Konstruktion auf den Weg gebracht werden. Dazu gehören Topologien, Kabeltypen, Anschlüsse, technische Parameter, und so weiter aber auch Konformitätstest, um die Interoperabilität zu gewährleisten. Im Laufe des Prozesses folgen die Spezifikationen von Diagnose und Konfiguration, die Zertifizierung der Geräte sowie die Erstellung von Guidelines in Bezug auf Installation, Inbetriebnahme und Validierung. Alles Schritte, mit denen PI als Standardisierungsorganisation viel Erfahrung hat und bereits seit Jahrzehnten erfolgreich umgesetzt hat. □



Condition Monitoring der Verkabelung

## Die Leitungs-Docs

Defekte Verkabelungen und Kontaktprobleme können zu kostspieligen Anlagenstillständen und ungeplanten Wartungsarbeiten führen – und zählen zu den häufigsten Störungsursachen. Smarte Steckverbinder schaffen jetzt Abhilfe und ermöglichen die Zustandsüberwachung der Leitung und der Kontakte durch Messung von Strom und Spannung – inklusive drahtloser Messwertübertragung per Bluetooth Low Energy.

TEXT: Andreas Ix, Turck BILDER: Turck; LetsEnhance.io, publish-industry



In einer vieradrigen Leitung im flexiblen Außenmantel aus Polyurethan und M12-Steckern mit A-Kodierung entspricht der M12Plus dem gängigen Standard.



Turck verlagert die Zustandsüberwachung der Verkabelung direkt in die Steckverbinder – inklusive drahtloser Messwertübertragung per Bluetooth Low Energy.

Turck komplettiert sein Portfolio seit Jahrzehnten mit einem breiten Anschlusstechnikangebot, vom Standard-M12-Steckverbinder über Verteiler in unzähligen Varianten bis hin zu kundenspezifischen Kabelsätzen. Mit zahlreichen Anschlusstypen und Leitungsvarianten bietet die Angebotsvielfalt von Turck flexible Kombinationsmöglichkeiten, die eine große Anzahl von Anwendungen abdecken.

## Technologie zur Früherkennung

Auch in der Anschlusschnik bleibt die Zeit nicht stehen. Eine der jüngsten Entwicklungen in diesem Bereich ist Turcks M12Plus, ein M12-Steckverbinder mit integrierter Spannungs- und Stromüberwachungselektronik, der in Zusammenarbeit mit IMS Connector Systems und dem Fraunhofer EMI entstanden ist. Mit dem M12Plus-Steckverbinder wird die Zustandsüberwachung hochbeanspruchter Leitungen direkt in die Anschlusschnik verlagert.

Neben der Messelektronik hat der M12Plus auch einen Bluetooth-Chip an Bord. So kann er Spannungen und Ströme messen und diese Messwerte an eine Datenschnittstelle in der Anlage senden, zum Beispiel an die Turck TBEN-PLC. Über einen Bluetooth-Dongle ist die robuste IP67-Steuerung in der Lage, eine Vielzahl von Bluetooth-fähigen Geräten auszulesen, wobei die Abfrageintervalle anwendungsspezifisch angepasst werden können, um eine optimale Leistung zu gewährleisten. Die Daten der Leitung werden in Echtzeit an die Steuerung übertragen. Mithilfe dieser Informationen lassen sich unter anderem potenzielle Probleme wie zum Beispiel Spannungs-

abfälle in der Leitung oder im Steckkontakt ermitteln, noch bevor die Verbindung tatsächlich ausfällt. Bei Bedarf kann die Steuerung so programmiert werden, dass Alarm ausgelöst wird, sobald ein bestimmter Schwellenwert erreicht ist.

## Effektiver Schutz vor Leitungsausfällen

In Anwendungen, in denen Leitungen in Schleppketten oder an Robotern wiederholt gebogen werden, kann es vermehrt zu einem allmählichen Abbau des Kupfers kommen. Durch millionenfache Zug- und Stauchbelastungen in diesen Anwendungen wird die Kupferqualität beeinträchtigt, was zu Ader- oder Litzenbrüchen führen kann.

Die intelligenten M12Plus-Steckverbinder mit integrierter Messelektronik bestehen aus einer vieradrigen, flexiblen Leitung (4 x 0,34 mm<sup>2</sup>) der Serie TXL mit Außenmantel aus Polyurethan, die für den Einsatz in Schleppketten vorgesehen ist. An beiden Enden des Sensor-/Aktor-Kabels sind M12-Steckverbinder mit A-Kodierung angebracht. Diese Ausführung entspricht dem gängigen Standard, der in vielen industriellen Anlagen verwendet wird. Die in den M12Plus-Steckverbindern verbaute Sensorik ermöglicht die Messung von Spannung und Strom am Stecker und an der Kupplung. Auf diese Weise können durch den Vergleich von Eingangs- und Ausgangswerten Beeinträchtigungen wie Kabelknick, Kabelbruch oder unzureichende Spannungsversorgung frühzeitig erkannt werden. Die hochpräzisen Messwerte erlauben auch eine genaue Überwachung der Kontaktgüte für eine langanhaltende und zuverlässige Performance der Anschlusschnik. Dabei werden

Faktoren wie die Korrosion von Kontakten oder der Verschleiß durch wiederholte Steckvorgänge berücksichtigt.

## Optimierung der Anlagenverfügbarkeit

In einer Anlage mit Tausenden von Verbindungen liegt ein großes Problem auf der Hand: Ein Techniker muss bei Ausfall einer Kabelverbindung den Fehler vor Ort erst einmal lokalisieren – und das natürlich möglichst schnell, um die finanziellen Verluste durch den Stillstand der Anlage zu minimieren. Solch eine Fehlersuche ist in der IP67-Stecktechnologie weitaus aufwendiger als bei einer Schaltschrankverdrahtung.

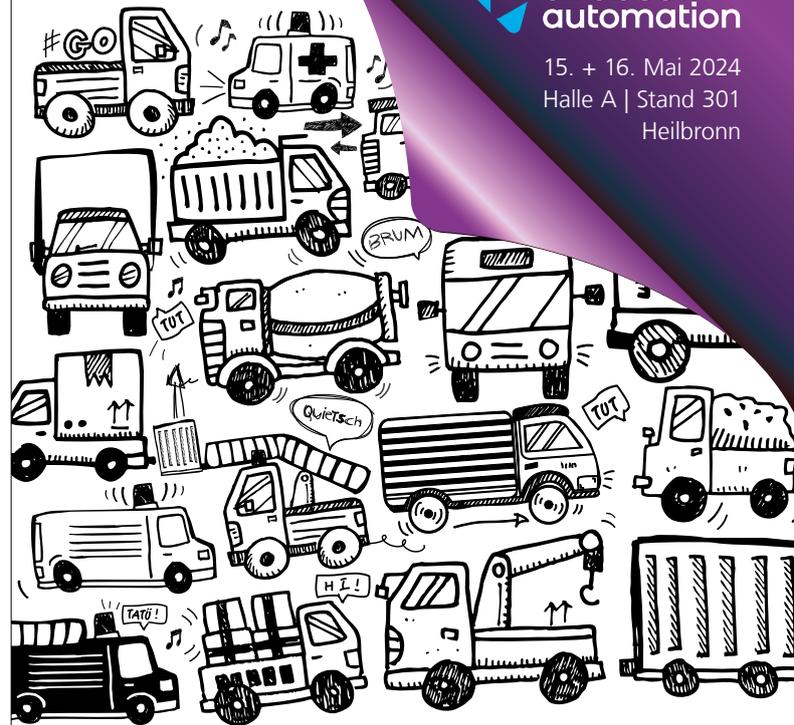
Turcks smarter M12Plus-Steckverbinder schafft hier Abhilfe und bietet einen entscheidenden Vorteil bei der Lokalisierung: Durch die individuelle MAC-Adresse jedes M12Plus-Steckverbinders ist das vom Ausfall bedrohte Kabel über die Dokumentation der Anlage direkt identifizierbar. Ohne wertvolle Zeit mit der Suche zu verschwenden, kann ein Techniker nun zu einem selbst gewählten Zeitpunkt mit dem passenden Ersatzteil zur Anlage gehen und die betroffene Leitung gezielt austauschen, sodass die Anlage den Betrieb ohne ungeplante Stillstandzeiten fortsetzen kann.

## Konfiguration via IIoT- und Service-Tool

Die Konfiguration der M12Plus-Steckverbinder und die Visualisierung der Messwerte kann bequem über Turcks IIoT- und Service-Tool TAS (Turck Automation Suite) erfolgen. Das browserbasierte Toolkit wurde dazu im neuesten Release um die nötigen Funktionalitäten erweitert. So kann jeder M12Plus per TAS beispielsweise eine individuelle Bezeichnung erhalten. Wer in seiner Anlage einen bestimmten Steckverbinder sucht, kann diesen per Klick gezielt blinken lassen. Auch die Visualisierung der anliegenden Strom- und Spannungswerte ist per Mausklick via TAS abrufbar.

## Ausblick

Der M12Plus ist das erste Modell einer neuen Generation smarter Steckverbinder, die in zahlreichen weiteren Varianten denkbar sind und speziell auf individuelle Anforderungen zugeschnitten werden können. Dazu zählen Weiterentwicklungen wie applikationsspezifische Ausführungen, Leitungen mit unterschiedlichen Querschnitten, verschiedenen Aderanzahlen sowie in einer breiten Palette von Spannungsbereichen. □



# Robuste Steckverbinder für die Mobile Automation

Umfangreiches Portfolio

IP67 / IP68 / IP69

M12 mit Kunststoff- oder Edelstahlüberwurf

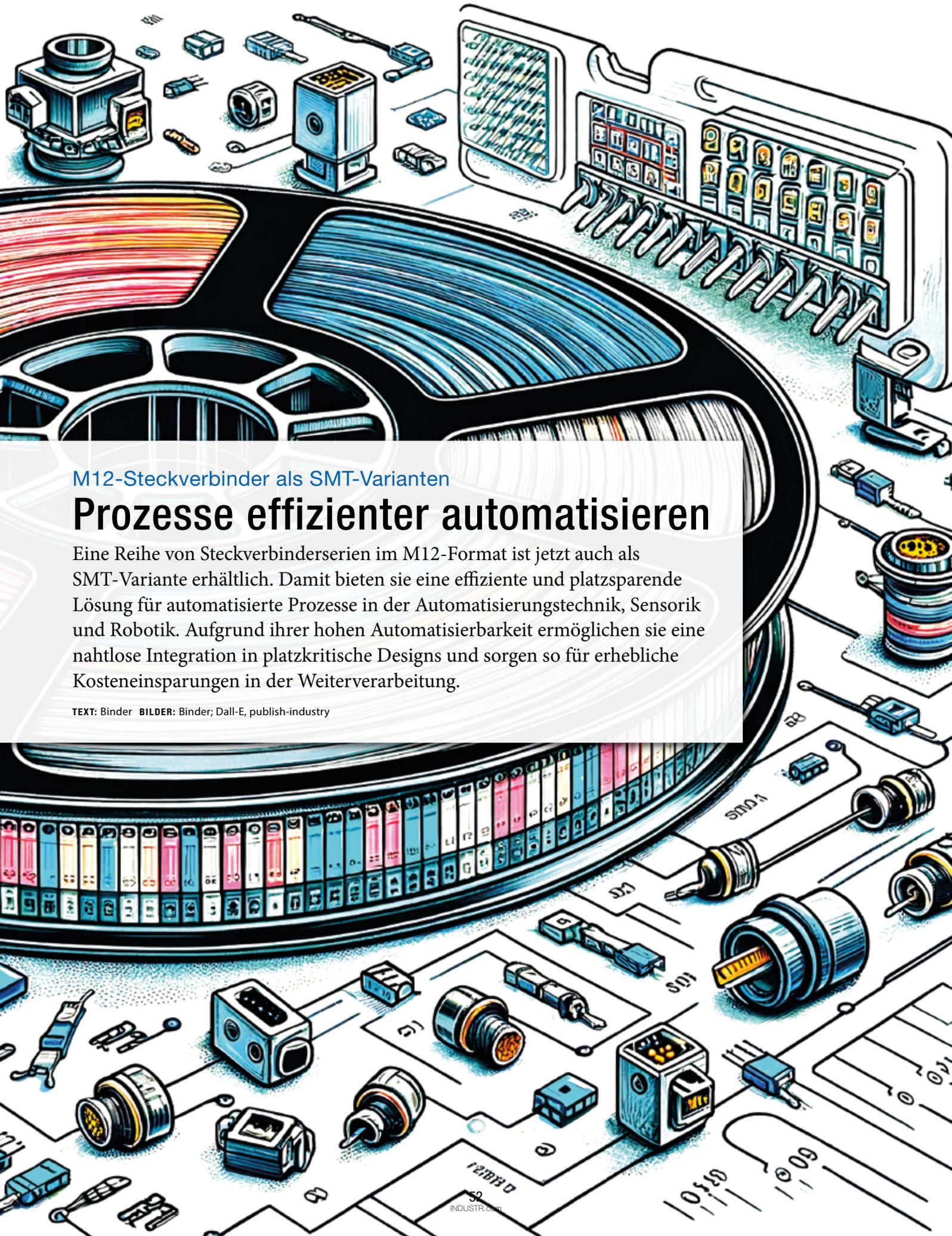
Ventilsteckverbinder für Hydraulik und Pneumatik

Deutsch DT Portfolio vollumspritzt

2, 3, 4, 6, 8, 12-polig | LED-Varianten 2+3-polig

Kundenspezifische Modifikationen / Kabelbäume





M12-Steckverbinder als SMT-Varianten

## Prozesse effizienter automatisieren

Eine Reihe von Steckverbinderserien im M12-Format ist jetzt auch als SMT-Variante erhältlich. Damit bieten sie eine effiziente und platzsparende Lösung für automatisierte Prozesse in der Automatisierungstechnik, Sensorik und Robotik. Aufgrund ihrer hohen Automatisierbarkeit ermöglichen sie eine nahtlose Integration in platzkritische Designs und sorgen so für erhebliche Kosteneinsparungen in der Weiterverarbeitung.

TEXT: Binder BILDER: Binder; Dall-E, publish-industry



Komponenten der Binder-M12-Serien  
als Surface Mounted Devices

Der Anbieter für industrielle Rundsteckverbinder Binder bietet Produkte mehrerer M12-Serien als oberflächenmontierbare Komponenten (Surface Mount Devices, SMDs) an. Sie eignen sich für die Weiterverarbeitung in vollständig automatisierten Prozessen, wie beispielsweise für das besonders dichte, auch beidseitige Bestücken von Leiterplatten. Diese werden unter anderem in Geräten der Automatisierungstechnik, Sensorik und Aktorik sowie in der Robotik eingesetzt.

### Platzsparend und wirtschaftlich

Im Zuge der Miniaturisierung elektronischer Baugruppen hat sich die Oberflächenmontage bei der Bauteilbestückung mit hoher Komponentendichte bewährt. Im Gegensatz zum klassischen Tauchlöt- (Through-Hole Technology, THT) oder Reflow-Tauchlötverfahren (Through-Hole Reflow, THR) werden die SMD-Kontaktpins, anstatt sie durch die Leiterplatte zu stecken und dann zu verlöten, im SMT-Prozess direkt auf die Oberfläche gesetzt und mittels Lötpaste verbunden. Dabei sind signifikante Platzeinsparungen möglich: Beispielsweise lässt sich so die Montage vieler Steckverbinder mit geringen Abständen in einer Ebene realisieren, wie es für passive/aktive Sensorverteiler in der Automatisierungstechnik erforderlich ist.

SMDs werden meist auf sogenannten Blistergurten (englisch: Tape & Reel) geliefert – eine Verpackungsart, die sich für die automatisierte Weiterverarbeitung beim Kunden eignet. Diese Automatisierbarkeit der Produktion ist,

neben der platzsparenden Leiterplattenbestückung, ein bedeutender Vorteil der Oberflächenmontage. Besonders bei großen Stückzahlen oder wenn mehrere Steckverbinder auf einer Leiterplatte zu verarbeiten sind, zeichnet sie sich durch ihre Wirtschaftlichkeit aus. Weiterhin lassen sich Vorteile bei der Wärmeableitung und der Signalintegrität sowie eine verringerte Fehleranfälligkeit beim Bestücken erzielen.

### SMT-Produktvielfalt

Die Binder-SMT-Produkte sind in Varianten mit den Polzahlen 4, 6 und 8 sowie mit unterschiedlichen Kodierungen erhältlich. Es gibt sie sowohl in geschirmten als auch in ungeschirmten Versionen. Die M12-Steckverbinder werden zudem in verschiedenen Ausführungen – etwa im Set mit unterschiedlichen Flanschgehäusen, als Einbauteil in Blisterverpackung oder Tape & Reel Verpackung für die automatisierbare Verarbeitung angeboten.

Im Detail handelt es sich um A-kodierte M12-Steckverbinder der Serie 713/763, B-kodierte Komponenten der Serie 715/766 sowie um Steckverbinder der Serie 825/876 mit D- und der Serie 876 mit X-Kodierung. Je nach Kodierung sind die M12-SMT-Varianten für verschiedene Applikationen geeignet: mit A-Kodierung für Sensoren und DC-Power, B-kodiert für Profibus sowie D- und X-kodiert für 100-Mbit- beziehungsweise 10-Gbit-Ethernet. Alle M12-Produkte von Binder gewähren einen industrierelevanten Schutz nach IP67 gegen das Eindringen von Staub und Wasser. Dabei orientieren sich die Binder-Varianten an den marktgängigen Standards hinsichtlich des Leiterplatten-Bohrbildes, wodurch die Umstellung auf Binder Produkte mit nur wenig Aufwand verbunden ist. □

Schlanke Schwenk-Drehmodule für ausladende Werkstücke

# FÜR PERFEKTES HANDLING

Fast nirgends in der Automatisierungstechnik geht es ohne Klein- und Kleinstantriebe; entsprechend vielfältig sind die Einsatzgebiete. Sie reichen von Medizintechnik und Laborautomation über den allgemeinen Maschinenbau und die Intralogistik bis hin zu Weltraumanwendungen. Überall tragen die kleinen Antriebssysteme dazu bei, dass die entsprechenden Automatisierungslösungen prozesssicher, zuverlässig und wirtschaftlich arbeiten.

Das gilt auch für den Handling-Bereich. In schlanken, dabei aber drehmomentstarken Schwenk-Drehmodulen sorgen sie dafür, dass auch ausladende Werkstücke präzise bewegt werden, bei schnellen Schraubern ebenso wie in Drehhandlings-, Montage- und Prüfautomaten.

Ein Beispiel ist das Zuschrauben kleiner Kosmetik- oder Pharmabehälter auf engem Raum in vollautomatisierten Verpackungslinien.

TEXT: Ellen-Christine Reiff und Alex Homburg, Redaktionsbüro Stutensee BILDER: Jung Antriebstechnik u. Automation; iStock, andresr



## Vom Kupplungshersteller zum Innovationspartner

JAKOB Antriebstechnik GmbH | Daimlerring 42 | 63839 Kleinwallstadt | Fon: 06022 – 22080  
info@jakobantriebstechnik.de | www.jakobantriebstechnik.de | www.jakob-kupplung.com





Die schlanken Endlosdreher eignen sich für das hochdynamische Verdrehen ausladender Werkstücke und außermittig angeordneter Greifer sowie für den Einsatz in der Schraub- und Wickeltechnik.

Wer in der Handhabungs- und Montagetechnik eine effiziente und platzsparende Lösung für typische Bewegungsabläufe wie Drehen, Schwenken, Schrauben, Rollen oder Wickeln sucht, für den dürften die Schwenk-Drehmodule der ForTorque-Baureihe des Wetztenberger Kinematikspezialisten JA<sup>2</sup> interessant sein. Denn die schlanken Endlosdreher eignen sich für das hochdynamische Verdrehen ausladender Werkstücke mit großem Trägheitsmoment und außermittig angeordneter Greifer sowie für den Einsatz in der Schraub- und Wickeltechnik.

## Drehen, Schwenken, Schrauben, Wickeln

Ein typischer Anwendungsfall für die kleinsten Schwenk-Drehmodule ist beispielweise das Zuschrauben kleiner Kosmetik- oder Pharmabehälter auf engem Raum in vollautomatisierten Verpackungslinien. Genauso eignen sich die Module aber auch, wenn Greifer oder Werkstücke geschwenkt werden müssen. Aufgebaut als Baukastensystem stehen sechs Baugrößen mit Durchmessern von 16, 20, 25, 35, 40 und 45 mm zur Verfügung. Das deckt Spitzen- und Dauerdrehmomente von 0,3 bzw. 0,14 Nm bis 4,0 bzw. 2,6 Nm ab. Die Trägheitsmomente der Lasten dürfen zwischen 2,0 und 200 kg cm<sup>2</sup> liegen. Damit gibt es für unterschiedlichste Handling- und Montageaufgaben passende Lösungen für winkelgenaues Bewegen und Positionieren.

Um bei hohen Fremdträgheitsmomenten die Abtriebswelle der Getriebe zu entlasten, haben die vier größeren Modulmodelle an der Abtriebsplatte eine sehr steife Lagerung bestehend aus zwei Dünnringlagern. Außerdem kann das Schwenk-Drehmodul mit 40 mm Durchmesser zusätzlich mit einer Fluid-Drehdurchführung für Pneumatik oder Vakuum ausgestattet werden, zum Beispiel um einen pneumatischen Greifer mit Druckluft zu versorgen. Die Kinematikspezialisten treiben den Baukasten-Gedanken aber noch weiter: Interessant ist die Möglichkeit, die schnellen Dreher mit Linearachsen, beispielsweise der QuickLab-Serie zu kombinieren. Passende

Adapterplatten finden sich im Zubehör. Das Resultat sind dann kompakte Hub-Dreh- oder Hub-Schwenksysteme bis hin zum fünffachsignen Handlingsystem.

## Hohe Dynamik und Präzision

„Das Herz unseres Automatisierungsbaukastens sind die Antriebe und die Anforderungen an sie sind sehr hoch“, erklärt Wilhelm Jung, Geschäftsführer bei JA<sup>2</sup>. „Die Motoren müssen hochdynamisch arbeiten, sich präzise ansteuern lassen und auch von den Abmessungen her passen.“ Bei den ForTorque-Modulen beispielsweise konnten die bürstenlosen DC-Motoren der Baureihen B und BX4 von Faulhaber überzeugen. Die in Zweipol- bzw. Vierpoltechnologie aufgebauten Motoren sind sehr kompakt. Die eingesetzten Ausführungen der Baureihe B sind bei Durchmessern von 16, 20 und 35 mm nur 28, 36 bzw. 68 mm lang, liefern dabei aber Dauerdrehmomente bis 168 mNm in der größten Ausführung. Ähnliches gilt für die BX4-Baureihe. „Hier verwenden wir Motoren mit 22 mm oder 32 mm Durchmesser und Dauerdrehmomenten von 18 bzw. 53 mNm“, berichtet Wilhelm Jung.

Die Motoren werden in den ForTorques bis zu Drehzahlen von 8.000 U/min eingesetzt. Für die Untersetzung sorgen unterschiedliche Getriebe, darunter auch spielarme Planetengetriebe von Faulhaber. Letztlich ist die Getriebetechnologie mit der jeweiligen max. Eintriebsdrehzahl das Limit für die max. Motordrehzahl. „Das Untersetzungsverhältnis wählen wir dann entsprechend der Applikation“, fährt Jung fort. „So können wir beeinflussen, wie weit das Fremdträgheitsmoment mit dem Quadrat der Untersetzung reduziert wird. Der Motor lässt sich dann unbeeindruckt vom Hebel präzise regeln. Bei unserer Wahl der Getriebe wurde besonderer Augenmerk auf den Wirkungsgrad der Getriebe gelegt. Denn je besser der Wirkungsgrad ist, um so präziser lässt sich das am Getriebeabgang applizierte Drehmoment über den Motorstrom rückschließen. Ein entscheidendes Feature besonders bei Schraub-

applikationen, bei denen empfindliche (Kunststoff)-Teile mit definiertem Drehmoment verschraubt werden müssen.“

### Einkabeltechnik für störungsfreie Ansteuerung

Angeschlossen und gesteuert werden alle Schwenk-Drehmodule über einen einheitlichen Bajonettstecker, über Einkabeltechnik und einen Motion Controller. Bei Automationssystemen ist der Schaltschrank aber meist vom eigentlichen Antrieb entfernt. „Zwischen Motor und Controller im abgesetzten Schaltschrank liegen dann schon mal 10, 20 oder noch mehr Meter“, weiß Jung. Deshalb gibt es ein spezielles, mehrfach geschirmtes Kabel, das die Motorleistung und das Wegsensordesignal zwischen Motor und Controller bis zu 30 Meter störungsfrei überträgt. Das Kabel wird zugentlastet befestigt, ist steckbar und obendrein auch noch schlepptauglich, also für den bewegten Einsatz ausgelegt. Die Einkabeltechnologie vereinfacht außerdem durch die lieferbaren vorkonfigurierten Kabelsätze die Installation.

Bei den Motion Controllern hat der Anwender die Wahl, weil die eingesetzten Motoren mit unterschiedlichen Controllern arbeiten können. „Motion Controller von Faulhaber bieten wir ebenfalls an“, ergänzt Wilhelm Jung. Die beiden Unternehmen arbeiten schließlich schon seit vielen Jahren erfolgreich zusammen. In den erwähnten QuickLab-Linearachsen beispielsweise sind die DC-Linearantriebe LM2070 und LM1247 im

Einsatz. Sie sind nicht als klassische „Oberflächenläufer“ mit Schlitten und Führung aufgebaut. Stattdessen wird der Läuferstab innerhalb einer selbsttragenden Dreiphasenspule geführt. „Durch diese Konstruktion ergeben sich ein ausgesprochen gutes lineares Kraft-/Stromverhältnis und eine hohe Dynamik. Zudem gibt es keine Rastmomente, wodurch sich die Linearantriebe für den Einsatz in unserem QuickLab-Baukasten besonders gut eignen“, so Wilhelm Jung abschließend. □

Driving the world

**SEW**  
EURODRIVE

## Energiesparen mit IE5-Lösungen



### Modularität macht den Unterschied – auch beim Energiesparen

Die neuen Synchronmotoren der Baureihe DR2C.. (normativ IE5) reduzieren den Energiebedarf. Modularität ist die Basis der Baukastensysteme von SEW-EURODRIVE und liefert die optimalen Kombinationen einzelner Antriebskomponenten in Bezug auf Leistung, Funktionalität und Energieverbrauch. Ideal aufeinander abgestimmte Antriebssysteme, bestehend aus Schaltschrank- oder dezentralen Umrichtern aus dem Automatisierungsbaukasten MOVI-C® und den DR2C..-Motoren mit oder ohne Getriebe, sorgen für ein höchstes Maß an Lösungseffizienz. So entsteht, Komponente für Komponente, kombiniert mit Drehzahlregelung oder zeitlichem Anlagenmanagement eine energie-effizientere Anlage. Je nach Lastprofil wird der Energiebedarf um 10 %, 20 % oder mehr verringert.

# Die Rolle von Motoren, Frequenzumrichtern und Steuerungen bei Maschinen Leistung effizient steigern

Zuverlässig, nachhaltig, energieeffizient und natürlich kostengünstig: So muss die Maschine von heute sein. Doch die wachsenden Anforderungen und der starke Wettbewerb setzt Maschinenbauer zunehmend unter Druck. Darüber hinaus erwarten Kundinnen und Kunden von neuen Anlagen eine nahtlose Integration in Digitalisierungs- und Automatisierungslösungen. Durch den Einsatz moderner Frequenzumrichter in Kombination mit der SPS können diese Erwartungen erfüllt werden.

TEXT: Johann Arndt, ABB Motion BILDER: ABB; iStock, jacoblund

Mithilfe von Frequenzumrichtern (FU) können Maschinenbauer den Stromverbrauch und die Präzision ihrer Produkte optimieren. SPSen dagegen bieten ein breites Spektrum an datengestützten Funktionen, darunter die Automatisierung, mit denen sich Zuverlässigkeit und Energieeffizienz steigern und die Kosten senken lassen.

## Auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit

Maschinenbauern und Verbrauchern in der Industrie stellt sich zunehmend die Frage, wie sie den Wettlauf zur Klimaneutralität gewinnen können. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) lässt sich dieses Ziel ohne Steigerung der Energieeffizienz nicht erreichen. Es liegt daher in der Verantwortung der Hersteller, Maschinen zu konzipieren, die leistungsstark und zugleich energiesparend sind.

Mit Motor-Umrichter-Paketen lassen sich erhebliche Energieeinsparungen erzielen, weil sich Motoren damit präzise auf die für den jeweiligen Prozess geeignete Drehzahl regeln lassen. Bei Anwendungen wie Lüftern oder Pumpen zum Beispiel, die nicht ständig bei voller Drehzahl laufen müssen, lässt sich der Energieverbrauch auf diese Weise um 25 Prozent und mehr senken.

Eine zusätzliche Option sind hocheffiziente Motoren. Die Motoren mit der derzeit höchsten Effizienz sind IE5-Synchronreluktanzmotoren (SynRM). Der Energieverlust eines SynRM mit integriertem Frequenzumrichter ist bis zu 40 Prozent geringer als der eines gängigen IE3-Motors.

Energieeffizienz bedeutet geringere Betriebskosten und weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen, zwei Aspekte, die entscheidend dazu beitragen, die Gesamtbetriebskosten (TCO) gering zu halten.

Bei steigenden Energiepreisen steigen auch die Einsparungen, die sich mit der Frequenzumrichtertechnik erzielen lassen, so dass sich die anfängliche Investition in einen FU durch betriebliche Einsparungen und Emissionsreduktion innerhalb weniger Monate amortisiert.

Weiterentwickelte Prozesse bedeuten weniger Stillstand und weniger Abfall. Mithilfe von SPSen kann Verschwendung minimiert und die Nachhaltigkeit noch weiter verbessert werden, da sich damit unnötige Schwankungen bei wesentlichen Prozessparametern vermeiden lassen. Zudem können durch Einsatz von SPSen Instandhaltungsverfahren verbessert werden, um die betriebliche Effizienz zu steigern.

Neben der Energieeffizienz sind auch die Materialeffizienz und die möglichst weitgehende Verwendung von Recyclingmaterial für Unternehmen wichtige Aspekte im Rahmen eines zirkulären Konzepts. Produkte sollten auf Zuverlässigkeit und Haltbarkeit geprüft und ihre Lebensdauer mit Hilfe von Dienstleistungen und digitalen Lösungen verlängert werden. An ihrem Lebensende sollten Produkte gut rezyklierbar sein, und bis zu 95 Prozent des Materials eines Frequenzumrichters sollte wiederverwertbar sein. Das Unternehmen ABB hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 die Kompatibilität von 80 Prozent seiner Produkte und Lösungen mit einem Kreislaufwirtschaftsmodell herzustellen.

## Intelligente Wartung vorantreiben

Die Wartung steht bei vielen Kunden im Fokus. Frequenzumrichter erlauben die präzise Regelung motorbetriebener Maschinen, wodurch übermäßiger Ver-





ABB bietet Maschinenbauern ein aufeinander abgestimmtes Produktportfolio aus Motoren, Frequenzumrichtern und Steuerungen an.

schleiß vermieden wird. Moderne FU und SPSen bieten die Möglichkeit der Fernüberwachung des Anlagenzustands und liefern den Nutzern Daten über ihre angetriebenen Systeme. Auf diese Weise können potenzielle Probleme frühzeitig erkannt und präventiv behoben werden, so dass es gar nicht erst zu kostspieligen unerwarteten Stillständen und Ausfällen von Maschinen kommt. Maschinenbauer, die ihre Produkte mit solchen Frequenzumrichtern ausrüsten, verfügen damit über ein wertvolles Verkaufsargument.

Moderne Frequenzumrichter und SPSen von ABB sind mit Netzwerkfunktionen für die einfache Integration mit anderen Technologien ausgestattet. Damit bieten sie mehr Flexibilität, auch im Hinblick auf die Anpassung an die Erfordernisse von Maschinenbauern und Endnutzern.

Rechtskonformität und Sicherheit sind von zentraler Bedeutung. Mithilfe von FU und SPSen können Maschinenbauer sicherstellen, dass ihre Maschinen hohe Standards der funktionalen Sicherheit erreichen und auf diese Weise wirtschaftliche Vorteile generieren, wie erhöhte Produktivität und minimale Ausfallzeiten.

Die Sicherheitsfunktion Safe Torque Off ist bei den Frequenzumrichtern von ABB standardmäßig integriert. Weitere Sicherheitsfunktionen sind verfügbar. Diese Funktionen erfüllen die einschlägigen Anforderungen, darunter die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und die TÜV Nord Zertifizierung.

Auch SPSen bieten wichtige Sicherheitsfunktionen. Die AC500-S Sicherheits-SPS zum Beispiel ermöglicht es Maschinenbauern und Endnutzern, einen sicherheitsbezogenen Code in verschiedenen Formaten zu schreiben und auszuführen. Dabei sind die Sicherheitsfunktionen auch dann aktiv, wenn die nicht sicherheitsrelevante Hardware inaktiv ist.

Die Kaufentscheidungen von Industriekunden werden durch Faktoren wie Sicherheit, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit beeinflusst. Moderne FU und SPSen machen den Bau von Maschinen möglich, die diesen Anforderungen gerecht werden und dabei kosteneffizient und anpassbar sind. Durch Einsatz von SPSen und die Integration von Frequenzumrichtern mit neuester Technologie und einem breiten Spektrum an integrierten Funktionen können Maschinenbauer erstklassige Maschinen konstruieren. □

# 300 Millionen

QUELLE: ABB

elektrische Antriebssysteme sind laut Schätzungen von ABB weltweit im industriellen Umfeld im Einsatz.

Sehr oft laufen diese schon seit zehn und mehr Jahren im Dauerbetrieb; und das mit veralteter und oft stromhungriger Technik. Bis 2040 wird sich weltweit die Zahl an Elektromotoren verdoppeln. Schon jetzt verbrauchen diese 45 Prozent des globalen Stromverbrauchs. Die Zahlen zeigen sehr eindrücklich, warum Energieeffizienz in der Antriebstechnik hohe Priorität haben muss.



Edge Learning für eine schnelle und  
genaue Zeichenerkennung

# OCR neu gedacht

Edge Learning ist eine benutzerfreundliche Form der Künstlichen Intelligenz, mit der die Lieferkette schnell und zuverlässig mit optischer Zeichenerkennung automatisiert werden kann. Verglichen mit regelbasierten OCR-Systemen ist Edge Learning jedoch überlegen und einfacher zu konfigurieren als Deep-Learning-basierte Systeme.

TEXT: Cognex BILDER: Cognex; iStock, CoffeeAndMilk

Das Bildverarbeitungssystem In-Sight 3800 von Cognex arbeitet mit KI-basierenden Edge-Learning-Tools und traditionellen regelbasierten Algorithmen und ermöglicht damit leistungsfähige Lösungen, unter anderem zum schnellen Lesen von Zeichen.



Viele Branchen sehen sich mit zunehmenden Compliance-Anforderungen, der Nachfrage der Verbraucher nach detaillierten Verpackungsinformationen auf Losebene und dem Wettbewerbsdruck in Bezug auf Geschwindigkeit und Effizienz der Lieferkette konfrontiert. Angesichts strenger Vorschriften zur Rückverfolgbarkeit und zum Schutz vor Fälschungen hat die Pharmaindustrie eine Vorreiterrolle bei der Nutzung der optischen Zeichenerkennung (Optical Character Recognition, OCR) zur Gewährleistung der Sicherheit über die gesamte Lieferkette hinweg übernommen. Dies erforderte erhebliche Investitionen, den Aufbau von Fachwissen und einen langen Lernprozess.

Angesichts unterschiedlicher Schriftarten und Trägermaterialien, sowie der komplexen visuellen Umgebung von Fertigungs- und Logistiklinien war die Automatisierung von OCR-Applikationen schon immer eine Herausforderung, die nur mit geschulten Automatisierungingenieuren, hohem Zeiteinsatz und einem beträchtlichen finanziellen Engagement zu lösen war. Selbst bei bester Leistung konnten herkömmliche OCR-Systeme in puncto Genauigkeit allerdings nie annähernd 100 Prozent erreichen, was manuelle Eingriffe erforderte und den Durchsatz einschränkte. Die Anforderungen an Geschwindigkeit und Genauigkeit von Hochgeschwindigkeits-Lieferketten zeigen nun die Grenzen der herkömmlichen OCR auf. Edge Learning, eine benutzerfreundliche Form der KI, bietet hingegen eine schnelle und zuverlässige Möglichkeit zur Automatisierung von Lieferketten mit OCR.

## Anwendungsfälle und Herausforderungen

OCR kommt bereits seit langer Zeit in verschiedensten Anwendungen zum Einsatz. Dabei haben sich vier wesentliche Einsatzfelder herauskristallisiert:

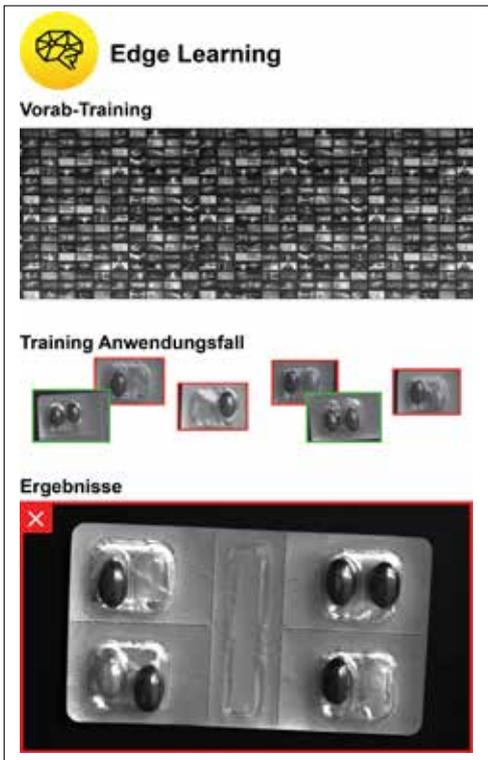
- Das Auffinden und Verifizieren alphanumerischer Zeichen
- Die Umwandlung von Codes in eine digitale Form, mit der sich jedes Teil oder Produkt in der Lieferkette verfolgen lässt
- Die Bestätigung, dass der gedruckte Code mit dem Teil oder Produkt und dem Barcode übereinstimmt
- Die Überprüfung, ob der entsprechende Code korrekt gedruckt wurde

Trotz aller Praxistauglichkeit bringen herkömmliche OCR-Systeme gewisse Herausforderungen bei ihrer Nutzung mit sich. So erfordern sie eine präzise Beleuchtung und müssen mit unterschiedlich reflektierenden Materialien, einer großen Designvarianz von Verpackungen sowie mit teilweise unsauberen Drucken zurechtkommen. Wird auch nur eine dieser Bedingungen nicht richtig erfüllt, so erhöht sich die Fehlerquote.

Edge Learning hat das Thema OCR verändert, indem es sowohl die Geschwindigkeit als auch die Genauigkeit verbessert und eine einfachere Anwendung in einer größeren Anzahl von Branchen und Situationen ermöglicht.

## Intelligenter KI für einfachere OCR

Mit Hilfe von Edge Learning können hochentwickelte KI-Algorithmen auf die spezifischen Anforderungen von Hochgeschwindigkeits-Lieferketten ausgerichtet werden, so dass OCR schnell und präzise ist, einfach eingesetzt und schnell trainiert werden kann. Herkömmliche regelbasierte OCR kann unter idealen Bedingungen eine Genauigkeitsrate von bis zu 98 Prozent erreichen. Bei den Mengen, die in modernen Lieferketten gehandhabt werden, führt diese Rate immer noch zu vielen Ausschussteilen, was den Gesamtdurchsatz verringert.



Der erste Teil des Anlernens bei Edge Learning-Systemen erfolgt anhand eines für die industrielle Automatisierung optimierten Datensatzes, der Anwender ergänzt den zweiten Teil um Bilder seines spezifischen Anwendungsfalls.

Vortrainierte Edge-Learning-Algorithmen übertreffen diese Genauigkeitsrate, denn sie sind auf die Herausforderungen beim Lesen von Text unter den Bedingungen von Fertigungs-, Prüf- und Logistikklinien zugeschnitten, die mit hoher Geschwindigkeit arbeiten. Die Edge-Learning-Verarbeitung wird dabei auf dem Gerät selbst durchgeführt, direkt an der Fertigungs- beziehungsweise Logistikklinie, ohne dass eine Kommunikation mit einem anderen Prozessor erforderlich ist. Dies führt zu Geschwindigkeitsvorteilen gegenüber herkömmlichen OCR-Systemen.

Komplexere KI-gestützte Deep-Learning-Algorithmen sind ebenfalls in der Lage, OCR durchzuführen. Sie erreichen unter passenden Bedingungen eine Genauigkeit von nahezu 100 Prozent und können jede Art von Text lesen lernen. Ihr Nachteil: Sie sind zu langsam für den unmittelbaren Einsatz an Fertigungs- beziehungsweise Logistikklinien, erfordern hochentwickelte Prozessoren sowie umfangreiches Fachwissen bei der Implementierung. Für die jeweilige Anwendung vorab trainierte Edge-Learning-Tools erreichen aufgrund ihrer Spezifität die Genauigkeit von generalisierten Deep Learning-Systemen und sind dabei in der Lage, die von der Industrie geforderten Geschwindigkeiten zu erzielen.

Die herausragende Geschwindigkeit und Genauigkeit von Edge-Learning-Tools wird dabei im Idealfall durch eine hochentwickelte Hardware wie dem Bildverarbeitungssystem In-Sight 3800 von Cognex gewährleistet. Diese Smart-Kame-

ra verfügt über einen leistungsstarken Sensor, eine integrierte Beleuchtung, ein Autofokus-Flüssiglinsen-Objektiv für eine schnelle Fokussierung und hohe Geschwindigkeiten sowie einen integrierten Prozessor. Ihre HDR+-Funktion ermöglicht verkürzte Belichtungszeiten, wodurch sich Anwendungen mit schnelleren Liniengeschwindigkeiten realisieren lassen. Das kleine Gehäuse des In-Sight 3800 ist unempfindlich gegen Vibrationen. In-Sight 3800 ist einfach zu platzieren, mit Strom zu versorgen und mit einer Fertigungs- beziehungsweise Logistikklinie zu verbinden, um Bilder zu erzeugen, die gut für die Edge-Learning-OCR geeignet sind.

### Trainingsaufwand reduziert

Herkömmliche regelbasierte OCR-Bildverarbeitungssysteme haben einen hohen Programmieraufwand bei der Einrichtung. Sie erfordern Zeit, Fachwissen und eine Neuprogrammierung, wenn sich die Anforderungen ändern.

Im Gegensatz dazu werden Deep Learning-basierte Systeme trainiert, indem man ihnen spezifische, mit Tags versehene Bilder der entscheidenden Merkmale vorlegt. Deep Learning kann erstaunliche Fähigkeiten entwickeln, um feine Unterscheidungen zu treffen und Texte unter einer Vielzahl von schwierigen Bedingungen exakt zu lesen. Um diese Genauigkeit zu erreichen, können jedoch Hunderte oder sogar Tausende von markierten Bildern für das Training erforderlich sein.



Edge Learning ist insbesondere für Aufgabenstellungen in den Bereichen Klassifizierung, Montageprüfung und Zeichenlesen geeignet.

Für die vortrainierte Edge-Learning-OCR reicht dagegen bereits eine kleine Zahl an Bildern zum spezifischen Anwendungsfall aus, um die Fähigkeit zu entwickeln, die gewünschten Schriften zu lesen. Für dieses spezifische Training der OCR ist zudem kein spezielles Wissen über Bildverarbeitung oder KI-Algorithmen erforderlich, sondern lediglich die Kenntnis der erforderlichen OCR-Aufgabe.

## Einfache Implementierung

Auch in Bezug auf die Implementierung bieten Edge Learning-basierende OCR-Systeme Vorteile im Vergleich zu regelbasierten oder Deep-Learning-Bildverarbeitungssystemen. So sind damit weder unterschiedliche Schriftenbibliotheken noch detaillierte Analysen der möglichen Fehllesung verschiedener Symbole nötig.

Herkömmliche OCR-Programme verwenden eine Reihe spezifischer Techniken, um die Gefahr der Fehllesung eines Symbols zu verringern, zum Beispiel spezielle Schriftenbibliotheken oder eine Feldeinteilung, die eine sorgfältige Definition jeder möglichen Stelle in einem Code und die Festlegung des Typs erfordert, so dass zum Beispiel die Ziffer „8“ in einem definierten numerischen Feld nicht fälschlicherweise als ein „B“ gelesen werden kann.

Wenn die Edge-Learning-OCR einen Fehler macht, lernt sie durch eine einfache Korrektur durch den Bediener, ähnliche

Fehler in Zukunft zu vermeiden. Sie lernt von selbst, welche Merkmale für Genauigkeit sorgen, ohne spezielle Programmierung, Feldeinteilung oder andere zeitaufwendige Verfahren.

## KI-Optionen integriert

Mit seinem Bildverarbeitungssystem In-Sight 3800 bietet Cognex Anwendern eine leistungsfähige Option für die Realisierung schneller, präziser Prüfanwendungen auf Basis von Künstlicher Intelligenz an. Das für Hochgeschwindigkeits-Produktionslinien konzipierte System stellt ein umfangreiches Vision-Toolset, leistungsstarke Bildverarbeitungsfunktionen und eine flexible Software zur Verfügung, um vollständig integrierte Lösungen für eine breite Palette von Prüfanwendungen zu liefern. Ein wesentliches Element des In-Sight 3800 ist der umfangreiche Satz an Bildverarbeitungswerkzeugen, die sowohl die auf KI-basierende Edge-Learning-Technologie als auch traditionelle regelbasierte Algorithmen umfassen.

Mit Hilfe von In-Sight 3800 lassen sich somit zahlreiche Anwendungen zum Lesen von Klarschrift und zur Fehlererkennung an Codes in unterschiedlichsten Branchen wie unter anderem in den Bereichen Automotive, Lebensmittelproduktion, Logistik und vielen weiteren schnell und zuverlässig realisieren. Auf diese Weise steht Anwendern eine effiziente Möglichkeit zur Verfügung, die Rückverfolgbarkeit von Produkten entlang der Lieferketten mit OCR zu maximieren. □

Kabelloses Echtzeit-Tracking im Körperinneren

# Miniaturroboter navigiert durch Körper

Was bis vor kurzem noch nach Science-Fiction klang, ist heute in der Entwicklung weit fortgeschritten: Winzige Roboter, die sich selbstständig durch den Körper bewegen, sollen Medikamente transportieren, Messungen in Geweben vornehmen oder chirurgische Eingriffe durchführen.

TEXT: Dr. Sibylle Kohlstädt, Deutsches Krebsforschungszentrum BILD: Qiu / DKFZ

Zwar wurden bereits magnetisch angetriebene Mikro- oder Nanoroboter entwickelt, die durch den Muskel, den Glaskörper des Auges oder das Blutgefäßsystem navigieren können. Doch mangelt es an ausgereiften Systemen, mit denen die Aktivitäten der Roboter tief im Körpergewebe in Echtzeit mitverfolgt und kontrolliert werden können. Herkömmliche bildgebende Verfahren sind nur bedingt geeignet. Die Magnetresonanztomographie (MRT) etwa hat eine zu geringe zeitliche Auflösung, die Computertomographie (CT) ist mit einer Strahlenbelastung verbunden und beim Ultraschall limitiert die starke Streuung der Schallwellen die räumliche Auflösung.

## Echtzeit-Tracking

Mit einer neu entwickelten Methode beschreibt das Team um Tian Qiu von DKFZ, Standort Dresden, einen Lösungsan-

satz für dieses Problem. Das winzige Gerät, das die Wissenschaftler entwickelt haben, basiert auf einem magnetischen Oszillator, also einem mechanisch schwingenden Magneten, der sich in einem millimetergroßen Gehäuse befindet. Ein äußeres Magnetfeld kann den Magneten mechanisch zur Schwingung anregen. Wenn die Schwingung abklingt, kann dieses Signal mit Magnetsensoren erfasst werden. Das Grundprinzip ist vergleichbar mit der Kernspinresonanz in der MRT. Die Forscher bezeichnen die Methode als "Small-Scale Magneto-Oscillatory Localization" (SMOL).

Mit SMOL kann die Position und Orientierung des kleinen Gerätes in großer Entfernung (über 10 cm), sehr genau (weniger als 1 mm) und in Echtzeit bestimmt werden. Im Gegensatz zu Tracking-Verfahren, die auf statischen Magneten basieren, kann SMOL Bewegungen in allen sechs Freiheitsgraden, also allen Raum- und Winkelkoordinaten, erfassen – und das mit deutlich höherer Signalqualität. Da das Gerät nur schwache Magnetfelder erzeugt und benötigt, ist es für den Körper unbedenklich. Zudem arbeitet es kabellos und ist mit vielen herkömmlichen Geräten und bildgebenden Verfahren kompatibel.

## Präzise Markierung von Tumoren

„Es gibt viele Anwendungsmöglichkeiten für die SMOL-Methode“, sagt Felix Fischer, Erstautor der Publikation. „Wir haben das System bereits in Miniaturroboter und Instrumente für die minimal-invasive Chirurgie integriert. Denkbar wäre eine Kombination mit Kapselendoskopen oder die Markierung von Tumoren für eine sehr präzise Therapie. Auch für voll-automatisierte Operationsroboter oder Augmented-Reality-Anwendungen könnte unsere Methode einen entscheidenden Vorteil bringen.“ □

**Persönlich, direkt, intensiv – erleben Sie diese  
erfolgreichen Macher live in inspirierenden Vorträgen!**



**„Hallo Zukunft, wir müssen reden!“**

... über Perspektiven und nötige Transformationen unserer Industrie!

Zum 5. Mal in Berlin: Der INDUSTRY.forward SUMMIT versammelt und vernetzt die Vordenker der Industrie in einer einzigartigen Atmosphäre, um über die relevanten Herausforderungen und dringenden Fragen unserer Zeit zu diskutieren.

02.07.2024 ab 15:00 Uhr im Spreespeicher inkl. Networking-Abend | 03.07.2024 ab 08:30 Uhr im Spreespeicher

**Sichern Sie sich jetzt Ihr Ticket!** [www.industry-forward.com](http://www.industry-forward.com)



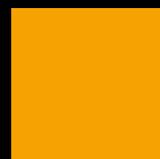
**TICKET  
SICHERN**

**NEW**

**binder**

# PBC15

- Bajonett-Schnellverriegelung
- Schraubklemm-Anschlussstechnik
- 3 Power + PE + 2 Signal
- Schirmbar, IP67



[www.binder-connector.de](http://www.binder-connector.de)