

# A&D RESHAPE

## MANUFACTURING INDUSTRY

Maschinen & Anlagen stärken

# WENN KLEINES GROSSES BEWEGT!

Nachhaltigkeit einfach umgesetzt ... mehr ab S. 8

**SINGLE PAIR ETHERNET**  
Vielfalt in der Feldebene  
endlich reduzieren S. 12-21

**MANUFACTURING-X**  
Wegbereiter für digitale  
Transformation? S. 32

**SPS IN DER CLOUD**  
Audi virtualisiert  
den Shopfloor S. 42

# CLEVER & EINZIGARTIG

## OPTA - PROGRAMMIERBARE LOGIKRELAIS Serie 8A

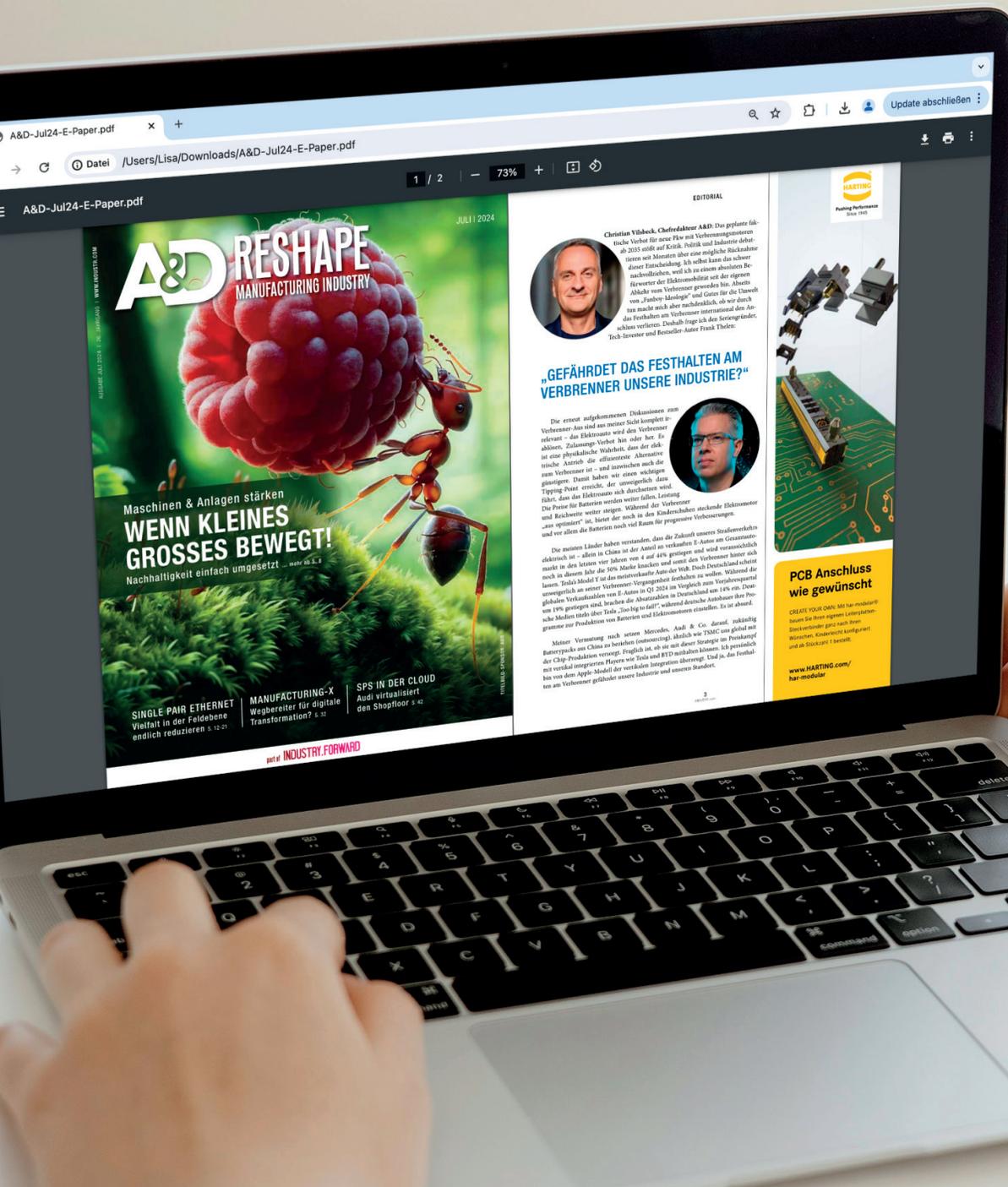
Mit über 4.000 Programmen aus der Arduino Bibliothek perfekt für nahezu jede Anwendung in der industriellen Automatisierung, OEM und Gebäudeautomation.



**OPTA**

- Versorgungsspannung 12...24 V DC
- 8 digitale/analoge (0-10 V) Eingänge
- 4 Relaisausgänge 10 A
- USB (Typ C) Highspeed-Anschluss für: Ethernet und/oder Modbus

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



Jetzt Leser werden!





**Christian Vilsbeck, Chefredakteur A&D:** Das geplante faktische Verbot für neue Pkw mit Verbrennungsmotoren ab 2035 stößt auf Kritik. Politik und Industrie debattieren seit Monaten über eine mögliche Rücknahme dieser Entscheidung. Ich selbst kann das schwer nachvollziehen, weil ich zu einem absoluten Befürworter der Elektromobilität seit der eigenen Abkehr vom Verbrenner geworden bin. Abseits von „Fanboy-Ideologie“ und Gutes für die Umwelt tun macht mich aber nachdenklich, ob wir durch das Festhalten am Verbrenner international den Anschluss verlieren. Deshalb frage ich den Seriengründer, Tech-Investor und Bestseller-Autor Frank Thelen:

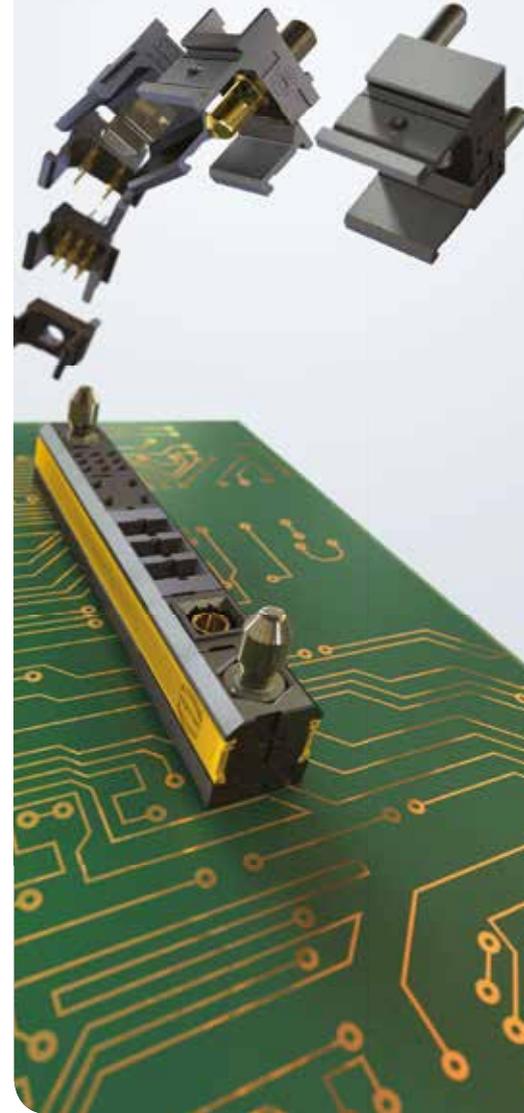
## „GEFÄHRDET DAS FESTHALTEN AM VERBRENNER UNSERE INDUSTRIE?“

Die erneut aufgekommenen Diskussionen zum Verbrenner-Aus sind aus meiner Sicht komplett irrelevant – das Elektroauto wird den Verbrenner ablösen, Zulassungs-Verbot hin oder her. Es ist eine physikalische Wahrheit, dass der elektrische Antrieb die effizienteste Alternative zum Verbrenner ist – und inzwischen auch die günstigere. Damit haben wir einen wichtigen Tipping-Point erreicht, der unweigerlich dazu führt, dass das Elektroauto sich durchsetzen wird. Die Preise für Batterien werden weiter fallen, Leistung und Reichweite weiter steigen. Während der Verbrenner „aus optimiert“ ist, bietet der noch in den Kinderschuhen steckende Elektromotor und vor allem die Batterien noch viel Raum für progressive Verbesserungen.



Die meisten Länder haben verstanden, dass die Zukunft unseres Straßenverkehrs elektrisch ist – allein in China ist der Anteil an verkauften E-Autos am Gesamtmarkt in den letzten vier Jahren von 4 auf 44% gestiegen und wird voraussichtlich noch in diesem Jahr die 50% Marke knacken und somit den Verbrenner hinter sich lassen. Tesla's Model Y ist das meistverkaufte Auto der Welt. Doch Deutschland scheint unweigerlich an seiner Verbrenner-Vergangenheit festhalten zu wollen. Während die globalen Verkaufszahlen von E-Autos in Q1 2024 im Vergleich zum Vorjahresquartal um 19% gestiegen sind, brachen die Absatzzahlen in Deutschland um 14% ein. Deutsche Medien titeln über Tesla „Too big to fail?“, während deutsche Autobauer ihre Programme zur Produktion von Batterien und Elektromotoren einstellen. Es ist absurd.

Meiner Vermutung nach setzen Mercedes, Audi & Co. darauf, zukünftig Batterypacks aus China zu beziehen (outsourcing), ähnlich wie TSMC uns global mit der Chip-Produktion versorgt. Fraglich ist, ob sie mit dieser Strategie im Preiskampf mit vertikal integrierten Playern wie Tesla und BYD mithalten können. Ich persönlich bin von dem Apple-Modell der vertikalen Integration überzeugt. Und ja, das Festhalten am Verbrenner gefährdet unsere Industrie und unseren Standort.



## PCB Anschluss wie gewünscht

CREATE YOUR OWN: Mit har-modular® bauen Sie Ihren eigenen Leiterplatten-Steckverbinder ganz nach Ihren Wünschen. Kinderleicht konfiguriert und ab Stückzahl 1 bestellt.

[www.HARTING.com/har-modular](http://www.HARTING.com/har-modular)

# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Bildreportage: Intelligente Molche

## TITELTHEMA

- 08 Titelstory:  
Wenn Kleines Großes bewirkt
- 10 Titelinterview:  
„Nachhaltigkeit spart bares Geld“

## FOKUSTHEMA: SINGLE PAIR ETHERNET

- 12 Auf dem richtigen Weg: Zukunftsfähig mit SPE, IO-Link & Sensor-to-Cloud
- 16 Umfrage: „Wird SPE die Vielfalt in der Feldebene reduzieren?“
- 19 Vernetzung pur: Einfache Integration von Sensoren dank SPE

## NET ZERO INDUSTRY

- 22 Net Zero Highlights:  
Aktuelles rund um Nachhaltigkeit
- 24 Nachhaltiges Metallrecycling:  
Moderne Antriebstechnik hilft
- 26 Braukunst: Energieeffiziente Antriebe in der Bierproduktion
- 29 Smarte Steuerungstechnik:  
Forschung für eine grünere Seefahrt

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 52 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Rücklicht



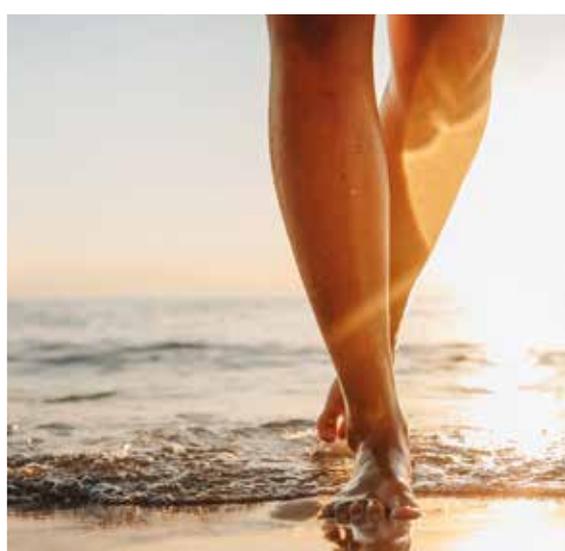
TITELSTORY

## WENN KLEINES GROSSES BEWEGT

# 12

FOKUSTHEMA

Auf dem richtigen Weg mit Single Pair Ethernet



# 62

INDIVIDUALITÄT IST GEFRAGT

Mehr Betriebssicherheit durch thermische Schaltschrankbetrachtung



# 8

## TITELSTORY

Nachhaltigkeit bei Maschinen & Anlagen einfach umgesetzt



# 42

## AUF IN EINE NEUE DIMENSION

Audi virtualisiert den Shopfloor



### DIGITAL FACTORY

- 32 Manufacturing-X: Wegbereiter für die industrielle Transformation?
- 36 Richtungsweisend: Landtechnikhersteller digitalisiert Fertigung

### FACTORY AUTOMATION SOLUTIONS

- 39 Retrofit: Update für weltweit größte Blumen-Elektrohängebahn
- 42 Shopfloor virtualisiert: Auf in eine neue Dimension
- 46 Stabil in jeder Lage: Jede Baumaschine benötigt Neigungssensoren
- 50 Den Dreh raus haben: Drehgeber mit integrierter Vibrationsanalyse

### SPEZIAL: SCHALTSCHRANK- & VERBINDUNGSTECHNIK

- 53 Blick hinter die Kulissen: Wie entstehen eigentlich Kabel?
- 56 Interview über steckbare Systemlösung: „Wettbewerbsvorteil durch Modularität“
- 60 Platz besser ausnutzen: Hutschiene einfach auf Montageplatte klicken
- 62 Individualität ist gefragt: Thermische Schaltschrankbetrachtung



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

# TURCK

Your Global Automation Partner



## Datengestützte Batterieproduktion

Von IO-Link bis RFID – digitalisierte Produktionsanlagen mit dezentralen Automatisierungslösungen und datengestützter Prozessoptimierung steigern Resilienz, Flexibilität und ROI.

MEHR ERFAHREN



[www.turck.de/bat](http://www.turck.de/bat)



Mit modernster Sensor-Technologie und KI gegen Verschleiß

# INTELLIGENTE MOLCHE

Um den Zustand von Gasleitungen zu überprüfen, ob darüber beispielsweise auch Wasserstoff transportiert werden kann, kommen intelligente Molche der Rosen Group zum Einsatz. Diese Inspektionsgeräte werden über eine Schleuse in die Rohrleitungen eingebracht und durch den Gasfluss angetrieben. Während ihrer Fahrt sammeln sie mit ihren Sensoren präzise Messdaten, die unterstützt durch Machine Learning Algorithmen Hinweise auf mögliche Auffälligkeiten liefern. So werden selbst feinste Haarrisse erkannt und Probleme lassen sich frühzeitig beheben.

BILD: Rosen Group





Nachhaltigkeit bei Maschinen & Anlagen einfach umgesetzt

## WENN KLEINES GROSSES BEWIRKT

Trotz zahlreicher verfügbarer Lösungen zögern viele Unternehmen, in die Energieeffizienz ihrer Maschinen und Anlagen zu investieren. Woran liegt das, wo doch selbst kleine und einfach umsetzbare Maßnahmen große Effekte bewirken? Ist es das fehlende Wissen über die Einfachheit, schrecken zu hoch eingeschätzte Kosten ab, werden Förderprogramme nicht genutzt? In der Praxis lässt sich dies alles schnell entkräften und eine ökologisch und vor allem auch ökonomische Win-win-Situation erreichen.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D    BILD: Dall-E, publish-industry

Wenn Sie sich jetzt gleich fragen, von welchen verfügbaren Lösungen und einfach umsetzbaren Maßnahmen hier großspurig gesprochen wird, dann braucht nur ein Stichwort fallen: Antriebstechnik! Es ist nun mal ein Fakt, dass 45 Prozent der kompletten elektrischen Energie in der Industrie von Elektromotoren verbraucht wird. Sie sind allgegenwärtig und kommen in unzähligen Maschinen und Prozessen zum Einsatz. Wenn alle, sich in Betrieb befindlichen 300 Millionen elektrischen Antriebssysteme durch moderne, energieeffiziente Modelle ersetzt würden, könnte der globale Energieverbrauch schlagartig um bis zu 10 Prozent reduziert werden.

Auch Frequenzumrichter steigern die Effizienz von Motoren erheblich, indem sie die Drehzahl und das Drehmoment eines Motors entsprechend den Anforderungen des Prozesses anpassen. Außerdem verlängert sich so die Lebensdauer eines Motors erheblich. Derzeit werden nur knapp 25 Prozent der industriellen Elektromotoren mit Frequenzumrichtern betrieben, obwohl 50 Prozent davon profitieren könnten. Der Energieverbrauch lässt sich damit typischerweise um circa 25 Prozent senken. Die Rechnung ist dann sehr simpel, wie schnell sich die Investition in moderne Antriebstechnik lohnt. „Typischerweise ist der Return on Invest (ROI) schon innerhalb von zwei Jahren erreicht“, weiß Fabian Müller, Vertriebsleiter bei Iwik, aus Kundenprojekten zu berichten. Iwik ist ein spezialisierter Partner für die Beratung, Inbetriebnahme und Wartung im Bereich Antriebstechnik und Industrieautomation.

## Und jetzt, woran hakt es?

„Wir werden täglich mit den Argumenten konfrontiert, warum Unternehmen sehr zögerlich mit Investitionen in mehr Energieeffizienz und somit in mehr Nachhaltigkeit sind“, ergänzt Müller. „Rationale Gründe sind es meist nicht, sondern es fehlt oft am Bewusstsein und der Bereitschaft zur Umsetzung.“ Viele Unternehmen haben noch nicht den nötigen Druck von ihren Kunden oder die Schmerzpunkte erreicht, um in Energieeffizienz zu investieren. Auch die Zuständigkeiten innerhalb der Unternehmen stehen der Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen oft im Weg. Einen Produktionsleiter interessiert zuerst die Betriebssicherheit, dann interessiert ihn die Verfügbarkeit der Anlage und erst danach kommt irgendwann Energieeffizienz. Denn wenn die Anlage aufgrund von Problemen steht, dann kostet es das Unternehmen richtig Geld. „Ob die alte Pumpe hinten im Eck viel Energie benötigt, ist für ihn erstmal nebensächlich, denn sie läuft. Was soll ich mir damit auch noch Arbeit aufhalsen, es gibt schon genügend zu tun“, hört Müller nicht selten von Kunden.

Oftmals scheuen Industriebetriebe – insbesondere in wirtschaftlich herausfordernden Zeiten – auch die anfänglichen Kosten, obwohl die Einsparungen schnell erheblich sein können. Müller betont, dass zwar eine Vielzahl von Lösungen und

Technologien zur Verfügung steht, die aber oft überwältigend wirken kann. Es ist entscheidend, dass Experten wie der Technologiekonzern ABB und Partner wie Iwik ihre Kunden durch die Vielzahl der Möglichkeiten navigieren und ihnen spezifische, maßgeschneiderte Lösungen bieten. „Viele Unternehmen denken, dass sie mit den größten und teuersten Projekten beginnen müssen, um etwas zu bewirken. Dabei kann man auch mit kleineren, skalierbaren Projekten wie der Optimierung einzelner Antriebe starten. Das ist nicht kostenintensiv, hat aber große Effekte“, weiß auch Jochen Hauck, Pricing & Channel Manager bei ABB Motion Deutschland, zu berichten.

## Förderprogramme nutzen, Komplexität reduzieren

Zu wenig ist gerade auch den kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) bekannt, welche Förderprogramme es für Investitionen in Maßnahmen für mehr Energieeffizienz gibt. Hauck ist es sehr wichtig zu sagen: „Wir als ABB oder auch unser Partner Iwik stehen jederzeit gerne beratend zur Seite, wie man von diesen Programmen profitieren kann. Der Staat bietet attraktive Förderungen in Höhe von 20 bis 25 Prozent.“ Viele der KMUs scheuen den bürokratischen Aufwand und verzichten damit auf die Förderungen, weiß auch Müller zu ergänzen. „Daher unterstützen wir bei der Antragstellung, um diese Hürden zu überwinden und die finanziellen Vorteile zu nutzen.“

Sowohl die Lösungsanbieter als auch Beratungsunternehmen sollten Energieeffizienzmaßnahmen deshalb so einfach und verständlich wie möglich darstellen. „Wir müssen auch aufzeigen, dass Energieeffizienz keine kostspielige Pflicht, sondern eine lohnende Investition ist. Mit praxiserprobten Beispielen und belegbaren Zahlen wird Unternehmen die Angst genommen, den Weg zu mehr Nachhaltigkeit zu gehen“, berichtet Müller aus Erfahrung. Ein Beispiel ist die Optimierung einer Lüftungsanlage durch den einfachen Austausch von Motoren und die Nachrüstung von Frequenzumrichtern. Diese Maßnahme führte bei einem Kunden zu einer Reduktion des Stromverbrauchs um 60 Prozent. In der Optimierung bestehender Systeme steckt somit erhebliches Potenzial für nachhaltige Einsparungen. Außerdem stieg die Produktivität der Anlage um 10 Prozent. □

### 5 TIPPS: NACHHALTIGKEIT EINFACH ERHÖHEN

- Überprüfen von Antrieben und Druckluftsystemen – diese Bereiche bieten das größte und einfachste Einsparpotenzial.
- Mitarbeitende einbinden, denn sie wissen am besten, wo es noch Optimierungspotenzial gibt.
- Fördermöglichkeiten nutzen, um die Investitionen in Energieeffizienz zu unterstützen.
- Mit kleinen Projekten wie einer Maschine oder Pumpe beginnen, um erste Erfolge zu erzielen und Vertrauen in die Technologie und die Einsparungen zu gewinnen.
- Partner mit tiefer und langjähriger Praxiserfahrung in die Umsetzung einbinden.

## Interview über die Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien

## „Nachhaltigkeit spart bares Geld“

Mehr Energieeffizienz, wettbewerbsfähiger durch nachhaltige Lösungen – das muss Industrieunternehmen so einfach, kostengünstig und skalierbar wie möglich gemacht werden. Genau darauf konzentriert sich ABB zusammen mit ihren Partnern wie Iwik. Wie die Unterstützung aussieht und welche Hürden zu nehmen sind, zeigen Jochen Hauck, Pricing & Channel Manager bei ABB Motion Deutschland, und Fabian Müller, Vertriebsleiter Iwik & Geschäftsführer instaGreen, im Interview mit A&D auf.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D

BILDER: ABB; Iwik

**ABB ist in der Industrie ein großer und bekannter Player, aber wofür stehen Iwik und instaGreen?**

**Müller:** Iwik ist seit über 30 Jahren ein Händler und Dienstleister im Bereich Antriebstechnik. Unser Handel umfasst hochwertige Produkte für industrielle Anwendungen. Im Service bieten wir Wartung, Reparatur und Inbetriebnahme von Antriebssystemen. Unsere Ingenieure meistern komplexe technische

Maßnahmen umzusetzen und dadurch echte Einsparungen zu erzielen.

**Iwik ist schon lange im Partnerprogramm von ABB. Was verbirgt sich dahinter, welchen Mehrwert erhalten Kunden dadurch?**

**Hauck:** Das „ABB Value Provider“-Programm zielt darauf ab, enge Partnerschaften mit Unternehmen wie Iwik zu fördern, die gemeinsam mit uns die

Partnern die Vertriebsaktivitäten stärken und innovative Lösungen für unsere Kunden entwickeln. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Antriebstechnik, einschließlich Frequenzumrichtern, Motoren und Steuerungstechnik. Diese Partnerschaften sind langfristig angelegt und basieren auf Vertrauen und gegenseitigem Nutzen. Unsere Partner kennen den regionalen Markt und die Bedürfnisse der Kunden vor Ort sehr gut, was uns hilft, maßgeschneiderte Lösungen anzubieten.

**Gehen wir doch in konkrete Maßnahmen: Fehlt es in der Industrie an den richtigen Produkten und Lösungen für mehr Energieeffizienz?**

**Müller:** Das Problem liegt nicht in der Verfügbarkeit der Lösungen, die Fülle wirkt für die Unternehmen manchmal sogar erschlagend. Hier ist es wichtig, dass wir als Dienstleister und Experten unsere Kunden durch den Dschungel der Möglichkeiten führen und ihnen konkrete, maßgeschneiderte Lösungen anbieten. Wir müssen schnelle und einfach realisierbare Erfolge ermöglichen, wofür gerade die Antriebstechnik mehr also nur prädestiniert ist. Die überall verbauten Elektromotoren laufen oft schon Jahrzehnte, und das auch noch ungeregelt ohne Frequenzumrichter. Mit hoch-effizienten IE5-Motoren in Kombination mit einem Frequenzumrichter lässt sich der Energieverbrauch rapide schlagartig senken. Hier können wir für Kunden be-



*„Es ist wichtig, den Kunden zu zeigen, dass auch kleinere Maßnahmen wie der Austausch einzelner Antriebe große Effekte haben können.“*

**Jochen Hauck**  
Pricing & Channel Manager  
ABB Motion Deutschland

Herausforderungen. Wir führen schlüsselfertige Projekte von der Planung bis zur Umsetzung durch. Ein Schwerpunkt liegt auf der Energieeffizienz mit Frequenzumrichtern. Um Energieeffizienz und Nachhaltigkeit zu fördern, haben wir zusätzlich die Marke instaGreen gegründet. Wir konzentrieren uns also darauf, bei unseren Kunden direkt kon-

Marktinteressen bearbeiten. Unsere Partner sind sorgfältig ausgewählt und autorisiert, um bestimmte Produkt- und Serviceportfolios zu vermarkten. Diese Partner haben Zugang zu unseren Tools, Bibliotheken und Bestellsystemen, was ihnen ermöglicht, effizient und kompetent zu arbeiten. Durch diese enge Zusammenarbeit können wir gemeinsam mit unseren

„Wir bieten Kunden Modelle an, bei denen wir die Kosten für moderne Antriebstechnik übernehmen und die Einsparungen dann teilen.“

Fabian Müller  
Vertriebsleiter Iwik &  
Geschäftsführer instaGreen



rechnen, wann sich die Investition auszahlt – meist schon innerhalb der ersten zwei Jahre. Denn gerade die anfänglichen Kosten werden oftmals gescheut, obwohl die langfristigen Einsparungen erheblich sein können.

**Hauck:** Besonders in unsicheren Zeiten sind Unternehmen oft zurückhaltend mit Investitionen. Wir versuchen, durch Aufklärungsarbeit und die schrittweise Umsetzung von Projekten diese Hemmungen zu nehmen. Ein typischer Ansatz ist es, klein zu beginnen, wie zum Beispiel der Optimierung einzelner Antriebe. Wenn die Unternehmen sehen, dass die prognostizierten Einsparungen tatsächlich eintreten, sind sie eher bereit, größere Projekte in Angriff zu nehmen. Förderprogramme spielen ebenfalls eine wichtige Rolle, da sie finanzielle Unterstützung bieten und die Investitionsbereitschaft erhöhen.

**Sind zögerliche Investitionen also mehr eine Kopfsache als durch rationale Gründe bedingt?**

**Müller:** Leider ja, die psychologische Komponente ist nicht zu unterschätzen. Oft sind Unternehmen so sehr auf das Sparen fokussiert, dass sie selbst dann zögern, wenn die Investition bereits kurzfristig sinnvoll ist. Wir bieten daher Modelle an, bei denen wir die Kosten übernehmen und die Einsparungen dann teilen. Dadurch können wir die Hemmschwelle senken und zeigen, dass

Investitionen in Energieeffizienz nicht nur sinnvoll, sondern auch finanziell machbar sind.

**Muss Nachhaltigkeit eigentlich immer nur Chefsache sein?**

**Müller:** Natürlich muss zuerst mal die Geschäftsführung voll hinter einer Nachhaltigkeitsstrategie stehen und es auch als geschäftskritisch sehen, energieeffizientere Lösungen voranzubringen. Nur eine Strategie allein nutzt wenig, wenn nicht von Anfang an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter proaktiv eingebunden werden. Denn die Leute an der Maschine, in der Produktion, im Service haben oft die besten Ideen und kennen die Prozesse in- und auswendig. Sie müssen motiviert und mitgenommen werden. Einfach „nebenebei“ Lösungen für mehr Energieeffizienz umsetzen funktioniert nicht, weil die normale Arbeit in Zeiten von Fachkräftemangel eh schon kaum geschafft wird. Trotzdem muss sich auch an der Rollenverteilung etwas ändern. Ein Instandhalter wird an Stillstandstunden gemessen, nicht in Kilowattstunden. Allerdings ist das unserer Erfahrung nach kein Widerspruch.

**Wenn es also Argumente und Lösungen gibt: Warum sollten sich Unternehmen auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit an die Kombination ABB und Iwik wenden?**

**Hauck:** Die Kombination aus der Stabilität, strategischem Denken und umfangreichen Ressourcen von ABB sowie die

Agilität, Schnelligkeit und Kundenorientierung von Iwik ist ideal. Gemeinsam können wir zuverlässige, pünktliche und innovative Lösungen liefern. Unsere Partnerschaft ermöglicht es uns, flexibel auf die Bedürfnisse der Kunden einzugehen und gleichzeitig die Vorteile eines großen Unternehmens zu nutzen. Durch die enge Zusammenarbeit können wir strategische Initiativen entwickeln und umsetzen, die sowohl ABB als auch unseren Partnern und Kunden zugutekommen. Diese Partnerschaft ist ein perfektes Beispiel dafür, wie große Unternehmen und agile, kundenorientierte Dienstleister gemeinsam erfolgreich sein können, um Kunden schnell Wettbewerbsvorteile zu sichern.

**Müller:** Wir kombinieren die Stärken beider Unternehmen optimal. Unsere Reaktionszeiten sind kurz, und wir können flexibel auf Kundenwünsche eingehen, während ABB die Stabilität und strategische Weitsicht bietet. Das zusammen sorgt dafür, dass wir unseren Kunden die besten Lösungen anbieten können und sie sich bei uns in guten Händen wissen. Unsere Kunden brauchen keine Moralkeule für Nachhaltigkeit, sondern sie bekommen von uns Lösungen, die wirtschaftlich sind und nachhaltig wirken. □



Information über die Antriebslösungen von ABB finden Sie über den QR-Code.





Zukunftsfähig mit SPE,  
IO-Link & Sensor-to-Cloud

# AUF DEM RICHTIGEN WEG

Single Pair Ethernet (SPE), IO-Link und Sensor-to-Cloud-Kommunikation sind wertvolle Werkzeuge für die Stärkung der eigenen Position in der Industrieautomation und Industrie 4.0. Die Integration und Vernetzung dieser modernen Technologien macht die Industrieautomation nicht nur effizienter, sondern auch kostengünstiger – ein Entwicklungspfad, der sich auszahlt.

**TEXT:** Michael Wiener, Nico Müller; Jumo

**BILDER:** Jumo; iStock, Constantinis

Diese Technologien haben für Jumo enormes Potenzial, schaut man auf die zahlreichen Branchen, die das Fuldaer Unternehmen im Bereich der industriellen Automatisierung beliefert. Denn die Machine-to-Machine (M2M) Kommunikation als ein wesentliches Element der Industrie 4.0 gewinnt unter Kosten- und Effizienz Gesichtspunkten immer mehr an Bedeutung.

## SPE für industrielle Automatisierung

SPE ist eine wegweisende Entwicklung in der Welt der industriellen Kommunikationstechnologien. Ursprünglich in der Automobilindustrie entwickelt, bietet SPE erhebliche Vorteile für die industrielle Automatisierung. Es nutzt nur ein einzelnes Adernpaar für die Datenübertragung, was eine schlankere, kostengünstigere und einfachere Infrastruktur ermöglicht, während hohe Datenübertragungsraten aufrechterhalten werden. SPE unterstützt Datenraten von bis zu 1 Gbit/s bei einer Leitungslänge von 40 Metern und ermöglicht eine konsistente Datenübertragung bis hin zur Feldebene. Jumo verwendet den 10BASE-T1L Standard bei einer geringeren aber dennoch vollkommen ausreichenden



Jumo hat die Möglichkeiten der SPE-Technologie für die direkte Ethernet-Einbindung aufgegriffen und in 3 neuen Sensorprodukten umgesetzt.

Datenübertragung von 10 Mbit/s. Hierbei kann eine Leitungslänge von bis zu 1.000 Metern realisiert werden.

Die Vorteile von SPE umfassen Platz- und Gewichtersparnis, einfachere Installation, Kostenersparnis, längere Reichweite, schnellere Datenübertragung und integrierte Stromversorgung via PoDL. Diese Eigenschaften machen SPE ideal für die Vernetzung im Rahmen des IIoT und der Industrie 4.0, da es die Anforderungen an eine immer stärkere Vernetzung von Geräten und datengesteuerte Entscheidungsfindung erfüllt.

### Smart Manufacturing mit IO-Link

IO-Link ist eine Kommunikationstechnologie, die bei dem Unternehmen seit vielen Jahren Teil des Produktportfolios ist. Es sorgt hierbei für den nahtlosen Austausch zwischen Sensoren, Aktuatoren und dem Steuerungssystem. Als die erste standardisierte IO-Technologie für die Kommunikation mit Sensoren und Aktuatoren ermöglicht IO-Link eine bidirektionale, digitale Punkt-zu-Punkt-Industrienetzwerkprotokollierung.

Die Schlüsselfunktionen von IO-Link beinhalten bidirektionale Kommunikation, Geräteparametrisierung, umfassende Diagnosefähigkeiten und Flexibilität bei der Unterstützung einer Vielzahl von intelligenten Geräten. IO-Link spielt ebenso eine zentrale Rolle bei der Realisierung von Smart Manufacturing und der vierten industriellen Revolution, indem es eine intelligente Lösung zur Weiterentwicklung von Produktionsprozessen und zur Verbesserung der Produktionseffizienz und Arbeitssicherheit bietet.

Die Machine-to-Machine (M2M) Kommunikation ist ebenso ein wesentliches Element der Industrie 4.0. Sie bezieht sich auf den automatisierten Datenaustausch zwischen Maschinen, Anlagen und Geräten, oft über ein Netzwerk, ohne menschliche Intervention. Diese Kommunikation ermöglicht es Maschinen, Informationen auszutauschen, Aufgaben zu koordinieren und Entscheidungen zu treffen, die auf Echtzeitdaten basieren. M2M-Kommunikation bezieht sich auf den direkten Datenaustausch zwischen Geräten, Maschinen, Sensoren und Steuerungssystemen wie dem Jumo-variTRON 500. Diese Kommunikation erfolgt in der Regel über drahtlose oder verkabelte Netzwerke und ist ein zentraler Bestandteil von Automatisierungs- und Überwachungssystemen in verschiedenen Industrien.

Das Konzept ist eng mit dem Internet der Dinge (IoT) verbunden, wobei der Schwerpunkt auf der Interaktion zwischen Maschinen liegt. In der M2M-Kommunikation spielen SPE und IO-Link eine entscheidende Rolle. SPE ermöglicht die schnelle und effiziente Übertragung großer Datenmengen über ein einzelnes Adernpaar, was in komplexen Automatisierungsumgebungen von großem Nutzen sein kann. Durch die Integration von SPE können Maschinen und Sensoren über größere Entfernungen kommunizieren und Daten effizienter übertragen. Die IO-Link Technologie punktet durch die Bereitstellung einer robusten und flexiblen Plattform für den Austausch von Sensordaten und Steuersignalen. Mit seiner Fähigkeit zur bidirektionalen Kommunikation ermöglicht IO-Link detaillierte Diagnosen und Echtzeit-Feedback von Sensoren und Aktuatoren, was für die präzise Steuerung und



SPE in Kombination mit dem im Sensor integrierten Cloud-Gateway realisiert eine robuste und effiziente Verbindung zwischen der IT und der OT-Welt.

Überwachung in M2M-Netzwerken unerlässlich ist. Jumo hat diese Vorteile erkannt und beide Technologien erfolgreich in sein Produktportfolio integriert.

M2M-Kommunikation findet in vielen Bereichen der Industrie 4.0 Anwendung, wie zum Beispiel in der Fertigungsautomatisierung. M2M ermöglicht hier eine präzise Kontrolle und Überwachung von Fertigungsprozessen. Maschinen können Zustandsdaten austauschen und Prozesse basierend auf Echtzeitinformationen anpassen. Ein weiterer Punkt ist die prädiktive Wartung, wodurch die ständige Überwachung der Gerätezustände realisiert und vorbeugende Wartungsmaßnahmen ausgelöst werden, bevor Fehler auftreten. Energiemanagement innerhalb der M2M-Technologie kann zur Überwachung und Steuerung des Energieverbrauchs eingesetzt werden, um Effizienz zu steigern und Kosten zu senken. Die Logistik und das Supply Chain Management ermöglicht in diesem Zusammenhang eine verbesserte Nachverfolgung und Verwaltung von Lagerbeständen sowie Transportmitteln.

### Sensor-to-Cloud-Technologien

Nicht nur die M2M-Kommunikation, sondern auch die Sensor-to-Cloud-Technologien spielen eine entscheidende Rolle in der digitalen Transformation der industriellen Automatisierung. Sie ermöglichen die direkte Übertragung von Sensordaten in die Cloud, wo diese für Analysen, Entscheidungsfindungen und Prozessverbesserungen genutzt werden können. Diese Entwicklung ist ein zentraler Bestandteil von Industrie 4.0 und des Industrial Internet of Things (IIoT).

Sensor-to-Cloud bezieht sich auf die Verbindung von smarten Sensoren in industriellen Umgebungen direkt mit der Cloud. Diese Verbindung erlaubt es, Daten von Produktionsprozessen effizient zu erfassen und in nutzbare Informationen umzuwandeln. Smarte Sensoren spielen hierbei eine Schlüsselrolle, da sie ohne weitere Komponenten direkt Daten an die Cloud senden können. Dieser direkte Datenfluss ermöglicht es, Produktionsdaten schnell und effizient zu nutzen, um beispielsweise Produktivität zu steigern oder Kosten zu reduzieren. Die Integration von SPE innerhalb dieser smarten Sensoren erweitert Sensor-to-Cloud-Lösungen und deren Möglichkeiten erheblich. SPE in Kombination mit dem im Sensor integrierten Cloud-Gateway realisiert eine robuste und effiziente Verbindung zwischen der IT und der OT-Welt. Bricht die Verbindung zum Cloud Server ab, werden Daten im smarten Sensor gepuffert und ein Alarm wird ausgelöst.

### Mit SPE und IO-Link zur Effizienz

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Jumo durch die Einführung neuer Technologien wie Single Pair Ethernet (SPE), IO-Link und Sensor-to-Cloud Kommunikation einen bedeutenden Schritt in Richtung eines ganzheitlichen System- und Lösungsanbieters unternimmt. Diese Technologien markieren einen wichtigen Meilenstein in der digitalen Transformation und stärken die Position des Unternehmens in der Welt der Industrie 4.0. Mit ihrer Fähigkeit, die Effizienz und Produktivität in der industriellen Automatisierung zu steigern, sind SPE, IO-Link und Sensor-to-Cloud entscheidende Elemente auf dem Weg, zukunftsfähige und integrierte Lösungen anzubieten. □

Expertenmeinung zum Potenzial von Single Pair Ethernet

## Wird SPE die Vielfalt in der Feldebene reduzieren?

Mit Single Pair Ethernet (SPE) steht eine Technologie zur Verfügung, die das Potenzial hat, die klassische Feldbuswelt zu vereinfachen, zu vereinheitlichen und auf ein vollständig neues Niveau hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Anwenderfreundlichkeit zu heben. Bei genauerer Betrachtung fällt allerdings auf, dass SPE nicht gleich SPE ist und unterschiedliche Standards existieren, die teilweise inkompatibel zueinander sind. Gleichzeitig ergeben sich aus den verschiedenen Anwendungen auf der Feldebene stark diverse Anforderungen an die Kommunikation. Wie kann SPE den Spagat schaffen, die eigene Komplexität zu beherrschen und gleichzeitig die Anforderungen der Feldebene zu erfüllen?

UMFRAGE: Christian Vilsbeck, A&D

BILDER: Panduit; binder; ifm; PNO; Weidmüller; Lapp; ETG; Dall-E, publish-industry



### MARTIN KANDZIÓRA

Tatsächlich ist es in den letzten zwei Jahren etwas ruhiger um das Thema SPE geworden. Doch jetzt scheint die Zeit gereifter zu sein. Das liegt vor allem an der fortschreitenden Digitalisierung von kommerziellen Gebäuden und der Industrie. Der Schlüssel dazu ist die Ethernet-Technologie als Plattform für strukturierte Verkabelung mit protokollunabhängigem Physical-Layer. Hier kommt SPE ins Spiel, sowohl bei Neuinstallationen als auch bei bestehenden Gewerken. Wir empfehlen, bei Neubauten auf jeden Fall die direkte Verlegung von SPE-Kabeln in Betracht zu ziehen. Damit ist man auch für zukünftige Anwendungen gerüstet, selbst wenn man heute noch auf Feld- und Gebäudebussysteme setzt. Wenn man z.B. die IO-Sensoren/Aktoren über SPE integriert, erspart man sich den Aufbau von Experten und reduziert die Hardwarebevorratung. Die Umstellung aller Systeme auf das Ethernet-Protokoll vereinfacht auch die Installation und Konfiguration. Auch können Synergien zwischen verschiedenen Datenquellen besser genutzt werden.

Senior Marketing Manager EMEA,  
Panduit



**SASCHA  
DOEBEL**

SPE hat das Potenzial, die Vielfalt in der Feldebene zu reduzieren. Durch die Nutzung des Ethernet-Protokolls bis hin zur Feldebene können proprietäre Protokolle und komplexe Verkabelungen minimiert werden. SPE ermöglicht eine einheitliche Kommunikationsinfrastruktur, kompaktere Geräte und unterstützt Power over Data Line (PoDL), was die Integration vielfältiger Feldgeräte vereinfacht. Die Vielzahl an Industriestandards erschwert es aktuell noch, den richtigen Standard für eine Anwendung zu wählen. Hersteller und Nutzerorganisationen müssen sich auf einheitliche Standards festlegen, um die Nutzerfreundlichkeit zu erhöhen. Dennoch kann SPE Netzwerkinfrastrukturen vereinfachen und Betriebskosten senken.

Leitung Produktmanagement,  
binder



**PETER  
WIENZEK**

SPE hat aktuell gleich mehrere Probleme: Es gibt zwei Konsortien, die verschiedene Stecker durchsetzen wollen. Und ein einheitliches Protokoll ist ebenfalls noch nicht in Sicht. Unabhängig davon stellt sich aber die Frage, ob es wirklich sinnvoll ist, SPE für die Kommunikation bis auf die Sensorebene zu verwenden. Denn IT-Security bis in den Sensor umsetzen zu müssen, würde für die meisten Anwender zu weit gehen. Für uns als Sensorhersteller ist es aus diesen Gründen klar, dass Feldbusse in absehbarer Zeit nicht verschwinden werden. Wir unterstützen mit IO-Link deswegen einen Kommunikationsstandard, der weltweite Akzeptanz hat und für die allermeisten Anwendungen ausreichend Leistungsfähigkeit hat. SPE ist für uns, wenn die oben genannten Probleme gelöst sind, als Ergänzung zu Feldbussen beziehungsweise IIoT auf der Northbound-Seite eine denkbare Möglichkeit.

Business Development Manager  
Systems IIoT, ifm



## SINGLE PAIR ETHERNET

# Ethernet-Steckverbinder

RoSPE-Steckverbinder für Industrieanwendungen (z. B. Industrie 4.0 oder IIoT-Projekte) sind 360° abgeschirmte, differenzielle Systeme – konzipiert für die Hochleistungsdatenübertragung bis 2,5 GHz. Power over Data Line (PoDL) unterstützt paralleles Übertragen von Daten und Power über nur ein Ethernet-Adernpaar – für durchgängige Verbindungen vom Sensor bis zur Cloud.

### RoSPE-Industrial

- Sehr kleine Steckverbinder nach IEC 63171-2 (IP20) für Gebäude- und Industrieverkabelung
- M8/M12-Steckverbinder nach IEC 63171-5 (IP67) für leistungsfähige Übertragung in Prozess- und Automatisierungsindustrie
- Smart Plug für schnelles Umrüsten bestehender Anlagen auf SPE
- Multidrop-T-Adapter zur Verbindung mehrerer Komponenten mit einem einzigen Kabel



[www.rosenberger.com](http://www.rosenberger.com)

**Rosenberger**



## HARALD MÜLLER

SPE wird die Vielfalt in der Feldebene reduzieren. Es gibt zwei Anforderungsbereiche: Prozessindustrie mit Ex-Bereich und andere Industrien wie Fabrik- und Gebäudeautomatisierung sowie Energieproduktion. Die Prozessindustrie hat Ethernet-APL erfolgreich umgesetzt, technologische Grundlagen sind gelöst und Geräte sowie Systeme stehen bereit. Neue Anlagen werden weltweit geplant. Erweiterungen für Profisafe, Security Level 2, und Anwendungen im nicht Ex-Bereich via SPE sind in Entwicklung. Die APL-/SPE-Ethernet-Kooperation arbeitet an protokollunabhängigen Punkten und Erweiterungen. SPE wird in Profinet integriert, Bandbreitenerweiterungen, rückwärtskompatibles AutoNeg, und Profisafe Integration werden entwickelt. Ein einheitlicher „Physical Layer“ auf Basis von SPE und Ethernet-APL für alle Industrien wird die Vielfalt in der Feldebene auf jeden Fall weiter reduzieren.

Director Technology, Endress+Hauser  
Temperature+System Products, für  
Profibus Nutzerorganisation (PNO)



## SIMON SEEREINER

Die derzeitigen analogen und digitale Feldbus-Architekturen haben im Hinblick auf Netzwerkfähigkeit, den Einsatz universeller IT-Standards, Cybersecurity-Themen sowie für immer höhere Bandbreiten nicht die richtigen Lösungen parat. Die Feldbusse wurden alle für das gebaut, wofür sie explizit genutzt werden sollten, und heute haben wir so viele unterschiedliche Feldbusse, die jeweils nur für eine spezifische Applikation ideal geeignet sind. SPE bietet jetzt die Möglichkeit, mit einem einheitlichen, standardisierten und für die Infrastruktur von morgen ausgelegtem Ethernet-Protokoll viele der bestehenden Feldbusssysteme zu verbessern und somit auf lange Sicht sogar zu ersetzen. Das heißt nicht, dass es morgen nur noch SPE geben wird und alles andere weg ist, aber in vielen Bereichen, wo mehr Bandbreite, höhere Transparenz, Netzwerkfähigkeiten, Cybersecurity und ein Verzicht auf Gateways gefordert sind, bietet SPE extreme Vorteile. Schließlich ergänzt SPE die Feldbusse um zusätzliche Funktionalitäten, die diese bisher nicht bieten.

Business Development Manager,  
Weidmüller



## RALF MOEBUS

Ein entscheidender Vorteil von SPE ist die durchgängig IP-basierte Kommunikation. Dadurch ist es möglich von der Sensor/Aktor-Ebene bis in die Cloud Daten zu übermitteln, ohne dass eine aufwändige Übersetzung notwendig ist. Bei SPE wurde von Beginn an intensiv an der internationalen Standardisierung gearbeitet. Für Protokolle, Kabel und Steckverbinder sind umfangreiche IEC- und IEEE-Normen für den industriellen Einsatz vorhanden. Dadurch werden die Komplexität und Inkompatibilität, im Vergleich zu den Feldbussen, deutlich reduziert. Für die Anwendungen auf der Feldebene ist im nächsten Schritt vor allem eine Standardisierung durch die Nutzerorganisationen notwendig. Es muss anhand von Use Cases definiert werden, wie SPE in die Systemlandschaft von Profinet, Ethernet/IP und anderen Industrial-Ethernet-Systemen eingebunden wird. Lapp arbeitet aktiv in den jeweiligen Arbeitsgruppen mit, um einen zügigen Einsatz von SPE in den Fabriken zu ermöglichen.

Leiter Product Management  
Automation, Lapp



## MARTIN ROSTAN

Single Pair Ethernet (SPE) wird zwar immer wieder als Protokoll oder gar als Feldbus dargestellt. SPE sind aber „nur“ 2-Draht-Übertragungstechnologien für beliebige Protokolle – wobei der SPE-Standard für 100 Mbit/s bislang nur 15 m anstatt der bisher üblichen 100 m Leitungslänge unterstützt. Die Single-Pair-Ethernet-Protagonisten sind durchaus kreativ: SPE sei eine attraktive Alternative zu konventionellen Feldbus-Protokollen, kann man lesen. SPE sei die Voraussetzung für IIoT. Sogar, dass man mit Hilfe von SPE Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichen könne. Jetzt ernsthaft: Es gibt sicherlich sinnvolle Anwendungen für SPE-Technologien. Aber weil SPE die bewährten Ethernet-Übertragungstechnologien nicht ersetzt, sondern ergänzt, verstärkt es die Vielfalt in der Feldebene. Und erhöht deshalb die Kosten.

Executive Director,  
EtherCAT Technology Group

Einfache Integration von Sensoren dank Single Pair Ethernet

# VERNETZUNG PUR

Die nächste Entwicklung in der industriellen Automatisierung ist bereits im Gange. Durch die Integration von Sensoren in industrielle Ethernet-Netzwerke gewinnen Fabriken sowie Logistikzentren zusätzliche Daten, die die Effizienz der Betriebe deutlich steigern. Dabei bietet Single Pair Ethernet eine kostengünstige und effiziente Lösung für die Integration.

TEXT: Daniel, Walldorf, TE Connectivity BILDER: TE Connectivity; LetsEnhance.io, publish-industry



Indem Fabriken sowie Logistikzentren Sensoren in industrielle Ethernet-Netzwerke integrieren, erschließen sich zusätzliche Daten. Diese Feld-Einblicke steigern die Intelligenz und Effizienz ihres Betriebs erheblich. Ein Beispiel hierfür sind Sicherheits-Laserscanner in der mobilen Robotik.

### Trend der Integration von Sensoren

In der Vergangenheit wurden Laserscanner nur verwendet, um zu erkennen, ob sich ein Objekt im Weg des Roboters befand. Wenn ein Hindernis vorhanden war, stoppte der Sicherheitsscanner den Roboter daran, vorwärtszubewegen. Im Laufe der Zeit wurden jedoch mehr Daten über die industrielle Infrastruktur verfügbar.

Jetzt können Hersteller einen vollständigen Datensatz über die Umgebung des Roboters erhalten, diese Informationen an die Robotersteuerung übertragen, um das Hindernis herumfahren, die Umgebungskarte aktualisieren, und andere mobile Roboter auf einem neuen optimalen Pfad umleiten. Auch für Unternehmen, die nicht im Geschäft der mobilen Robotik tätig sind, zeigt der aufkommende Trend der Integration von Sensoren in das Netzwerk großes Potenzial. Lassen Sie uns untersuchen, wie dieser Trend entstanden ist und wohin er als nächstes führen könnte.

### Wie Ethernet-Sensoren zum Trend wurden

Jahrzehntlang haben die meisten industriellen Sensoren im Wesentlichen eine „Auslösefunktion“ für Maschinenbauer bereitgestellt: Wenn sich etwas vor dem Sensor bewegt, löst der Sensor einen Alarm aus. Es ist im Wesentlichen eine Nachricht an das System, die besagt: „Hey, hier ist etwas.“ Die Schnittstelle für diese grundlegenden Sensoren ist ein einfaches Ein-Aus-Signal, das an ein E/A-Modul verkabelt ist.

Wenn der Sensor einen Alarm auslöst, wird das Ein-Aus-Signal an die Steuerung gesendet, damit sie reagieren kann. Aber diese einfachen Auslösesensoren sind nicht darauf ausgelegt, mehr Daten aufzunehmen oder eine zusätzliche Funktionalität bereitzustellen, was problematisch geworden ist, da wir uns in Richtung Industrie 4.0 entwickeln und Hersteller von Dingen wie Maschine Vision, künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen profitieren möchten.

Durch die Integration von Sensoren in industrielle Ethernet-Netzwerke gewinnen Unternehmen zusätzliche Daten, die die Intelligenz und Effizienz des Betriebs deutlich steigern.



In Zukunft benötigen wir Sensoren, die zu mehr als nur einer einfachen Reagieren-/Antworten-Funktion in der Lage sind, und hier haben wir eine Zunahme der Integration von Sensoren innerhalb des Systems selbst gesehen. Im Wesentlichen wird der Sensor Teil des Steuerungsnetzwerks.

### Was machen Ethernet-Sensoren?

Industrie 4.0 erfordert eine aufwendigere Steuerung auf Feldebene, was bedeutet, dass Hersteller von industriellen Sensoren zusätzliche Funktionalitäten benötigen. Die Integration von Sensoren in das Steuerungsnetzwerk ermöglicht zusätzliche Funktionalitäten, die Hersteller benötigen.

Wie? Indem Sensoren zu einem Teilnehmer im Ethernet-Netzwerk gemacht werden. Dies ermöglicht es dem Sensor, in der Steuersprache des verwendeten industriellen Ethernet-Protokolls zu kommunizieren, damit er Aufgaben auf höherer Ebene effektiver und nahtloser ausführen kann. Codeleser, Kamerasysteme oder Drehgeber sind alles gute Beispiele dafür, wo man heute diese Ethernet-Sensoren findet. Sie sind wirklich Teil des Netzwerks, so dass sie nahezu nahtlos kommunizieren können – was Edge Computing und Cloud-Konnektivität ermöglicht. Die Verwendung von Ethernet-Sensoren hat dramatisch zugenommen.

### Was kommt als nächstes für Ethernet-Sensoren?

Für Anwendungen im unteren Preissegment, in denen es keinen finanziellen Sinn macht, eine direkte Ethernet-Verbindung zu integrieren, sehen wir eine Zunahme der Verwendung von IO-Link in Kombination mit Remote-E/A's, die als Gateway zwischen den Netzwerken fungieren. Dies ermöglicht es Sensoren, zusätzliche Daten zu kommunizieren und

eine größere Funktionalität zu ermöglichen sowie Dezentralisierung zu bieten.

Es ist auch eine Weiterentwicklung des Trends zur Integration von Automatisierungssensoren und bietet einen Weg für Hersteller mit veralteten „Auslöse“-Sensoren und anderen Sensoren im unteren Preissegment, um auf die erhöhte Funktionalität und nahtlose Interkonnektivität von Industrie 4.0 zuzugreifen. Mit der zunehmenden Nachfrage nach Dezentralisierung und Flexibilität in industriellen Umgebungen werden wir weiterhin einen Anstieg der Nachfrage nach Remote-E/A's sehen. Diese Lösung bietet einen kosteneffizienten und platzsparenden Weg, Sensoren in Steuerungsnetzwerke zu integrieren, ohne dass für jeden Sensor ein Ethernet-Anschluss erforderlich ist.

### Kostengünstige und effiziente Lösung

Mit einem Remote-E/A können Gruppen von Sensoren über ein Strom- und Datenkabel verbunden werden, um zusätzliche Sensorfunktionalitäten bereitzustellen, wie zum Beispiel an beweglichen Maschinenteilen. Ein aufstrebender Trend, der die Welt der industriellen Automation transformiert, ist Single Pair Ethernet (SPE). SPE bietet eine kostengünstige und effiziente Lösung für die Integration von Sensoren in Ethernet-Netzwerke. Durch die Verwendung von nur einem Paar Drähten ermöglicht SPE eine einfache Verkabelung und bietet dennoch ausreichend Bandbreite für die Übertragung von Daten in Echtzeit. Diese Technologie verspricht, die Konnektivität von Sensoren zu verbessern und die Implementierung von Industrie 4.0-Systemen weiter voranzutreiben. Mit Single Pair Ethernet können Hersteller von Sensoren und Komponenten eine neue Ära der industriellen Automation einläuten, die von Effizienz, Flexibilität und nahtloser Integration geprägt ist. □

# 6

## Net Zero Highlights

Die Datenverarbeitung bremst Nachhaltigkeitsmaßnahmen aus und viele Unternehmen befürchten negative Auswirkungen. Land- und Baumaschinenindustrie soll nachhaltiger werden und KI-Tools stärken die Wasserstoffindustrie. Zudem setzt Island auf einen CO<sub>2</sub>-Staubsauger und der Bleianteil in Gussteilen sinkt.





Franke Drahtwälzlager & Drehverbindungen

## Speziell für die Elektronikfertigung

- minimaler Einbauraum
- einstellbare Vorspannung
- geringes Gewicht
- freie Werkstoffwahl & Geometrie



Lesen Sie die Kundenstory!



[www.franke-gmbh.de/news-presse/kundenstories/risomat](http://www.franke-gmbh.de/news-presse/kundenstories/risomat)



Erleben Sie Franke auf der Messe AMB in Stuttgart vom 10.-14. September 2024 in Halle C2, Stand 2D25.

## B2BEST-Barometer

Das neueste B2BEST-Barometer von ECC KÖLN und Creditreform zeigt, dass 63 Prozent der Unternehmen Verbesserungen im Umweltschutz durch das neue Lieferkettengesetz erwarten, gleichzeitig aber hohe Kosten und Bürokratie befürchten. Ein Fünftel der Großhändler und Hersteller befürchtet negative Auswirkungen auf die Wirtschaft, insbesondere auf die Attraktivität Europas als Wirtschaftsstandort (21 Prozent).

Erfahren Sie mehr: [ifhkoeln.de](http://ifhkoeln.de)

1

## Respect and Rethink

„Respect the Planet, Rethink Design“ – Unter diesem Motto möchte Henkel die Nachhaltigkeit in der Land- und Baumaschinenindustrie vorantreiben. Mit Fokus auf Klima, Kreislaufwirtschaft, Natur und Sicherheit strebt das Programm zuverlässige Produkte an, die den Umwelteinfluss minimieren. Die Lösungen umfassen Metallreinigung bei niedrigen Temperaturen und Strukturklebstoffe für Leichtbau.

Erfahren Sie mehr: [henkel.de](http://henkel.de)

2

## Ausgebremst

Eine Studie von Aras betont die Bedeutung von Nachhaltigkeit für die Industrie. Drei von vier Unternehmen fühlen sich von Kunden, Investoren und Mitarbeitern zum Handeln gedrängt. Trotz eines starken Bewusstseins für Nachhaltigkeit sehen sich viele Unternehmen mit Problemen konfrontiert: Mangelnde Effizienz bei der Erfassung und Aufbereitung von Daten führt zu Verzögerungen bei der Umsetzung von Maßnahmen.

Erfahren Sie mehr: [aras.com](http://aras.com)

3

## KI für Wasserstoff

Das Unternehmen Siemens möchte die Wasserstoffindustrie mit KI-basierten Tools für den Wasserstoffausbau unterstützen. Diese Software-Lösungen vereinfachen das Anlagendesign, automatisieren Prozesse und erleichtern die Prozessautomatisierung. Ziel ist es, Zeit und Kosten zu sparen und die Qualität der Produktion zu verbessern, um einen Beitrag zur Dekarbonisierung der Industrie zu leisten.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2754398](http://industr.com/2754398)

4

## CO<sub>2</sub>-Staubsauger

Das Gas CO<sub>2</sub> bindet Wärme in der Atmosphäre und trägt so zur Klimakrise bei. Jetzt ist die größte Kohlendioxid-Filteranlage Islands in Betrieb gegangen. Bei „Mammoth“ handelt es sich um den zweiten kommerziellen CO<sub>2</sub>-„Staubsauger“ von Climeworks in Island, der etwa zehnmals so groß ist wie sein Vorgänger. Bei vollem Betrieb wird die Anlage in der Lage sein, 36.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr aus der Luft zu filtern.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2752513](http://industr.com/2752513)

5

## Bleigehalt reduziert

Um den Bleianteil und den Energieverbrauch zu senken, entwickelten die TH Köln und die Martin Luck Metallgießerei ein KI-gesteuertes Schleudergussverfahren. Das Ziel dabei war es, Gussteile wie zum Beispiel Rohre und Gleitlager mit einem geringeren Bleianteil herzustellen. Mit Hilfe automatisierter Prozessparameter und eines neuen Heizsystems sollen so die Emissionen und Produktionskosten gesenkt werden.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2755286](http://industr.com/2755286)

6



Wartungsarme Frequenzumrichter mit Drehstromasynchronmotoren

# Für nachhaltiges Metallrecycling

Energieintensive Industrien stehen vor großen Herausforderungen: Energiekosten, CO<sub>2</sub>-Bepreisung und Fachkräftemangel, um nur einige zu nennen. Der Bereich Metallrecycling ist hiervon mit seinen elektrischen Großverbrauchern besonders stark betroffen. Mit Hilfe moderner Antriebstechnik kann gerade hier durch Kosteneinsparungen und Produktivitätssteigerung ein beeindruckender Return on Investment (ROI) erzielt werden.

TEXT: Mitsubishi Electric BILD: iStock, JazzlRT

Um auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig zu bleiben, muss sich die europäische Metall-Recycling-Branche den wirtschaftlichen Herausforderungen stellen. Schredder, Förderbänder und die Abluftbehandlung sind wahre „Energiefresser“. Dabei lassen sich Bestandsanlagen zum Beispiel problemlos mit wartungsarmen Frequenzumrichtern mit Drehstromasynchronmotoren nachrüsten. Mit nachhaltigem Effekt. Daraus resultieren Einsparungen bei den Energie-, Verschleiß- und Wartungskosten. Das wiederum erhöht die

Produktivität und Verfügbarkeit und lässt die Gesamtanlageneffektivität signifikant steigen.

„Zum Einsparpotenzial bei den Energiekosten kann ich ad hoc sagen: 7 bis 10 Prozent beim Hauptschredder“, verspricht Thomas Droth, Business Development Manager bei Mitsubishi Electric. „Bei zusätzlicher Aufrüstung mit moderner Steuerungstechnik und Energierückgewinnung kann die Produktivität um bis zu 30 Prozent gesteigert und der Strom-

verbrauch um circa 20 Prozent reduziert werden. Je nach Zustand der Anlage und Kostenentwicklung kann sich die Investition dann in weniger als einem Jahr bezahlt machen.“

### Lastspitzen reduzieren

Durch Lastmanagement sind moderne Mittel- und Niederspannungs-Frequenzumrichter von Mitsubishi Electric in der Lage, Lastspitzen zu reduzieren, den Energieverbrauch zu senken und zugleich die Netzstabilität des Energieversorgers zu gewährleisten. Die flexible Regelung durch den TMdrive oder die Serie FR-A800 sowie FR-F800 ermöglicht in den Anlagenbereichen eine höhere Motorlastung ohne Überlast und einen Betrieb der Anlage im Optimalbereich. Hiervon profitiert nicht zuletzt die Lebensdauer der Anlagenkomponenten.

Mitsubishi Electric bietet mit seinem „Asset Portal“ außerdem Lösungen zur Erfassung und Analyse von Betriebsdaten. Diese Informationen können genutzt werden, um Prozesse zu optimieren, Fernwartung zu ermöglichen und vorausschauende Wartung zu betreiben, um Anlagenstillständen vorzubeugen. „Auf diese Weise unterstützt Mitsubishi Electric seine Kunden auch bei der Digitalisierung“, so Droth weiter. Und der Metall-Recycling Markt ist riesig. 48 Prozent der 40 Millionen produzierten Tonnen des in Deutschland hergestellten Rohstahls wurde bereits 2021 aus recyceltem Stahl hergestellt.

Die Kostenexplosion belastet nicht nur die Betriebe, sondern ist eine Herausforderung für die Wirtschaftlichkeit des Sektors insgesamt.

Mit intelligenten Produkten und Lösungen zur Energie- und Kosteneinsparung trägt Mitsubishi Electric zur Zukunftsfähigkeit des Metallrecyclings bei, welches seinerseits ein Eckpfeiler für die nachhaltige Kreislaufwirtschaft ist. □

Driving the world

**SEW**  
EURODRIVE

## Standard neu definiert



### Standardumrichter MOVITRAC® advanced

Der kompakte Allrounder passt sich mit seinem skalierbaren Funktionspaket ideal an Ihre Ansprüche an und eröffnet so viele Einsatzmöglichkeiten.

Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Sie sparen Zeit: Auto-Inbetriebnahme in wenigen Sekunden
- Sie vermeiden Fehler: durchgängig steckbare Einkabeltechnik
- Sie sind flexibel: Regelung von Asynchron- und Synchronmotoren ohne/mit Geber
- Sie bleiben offen: Kommunikation mit gängigen Steuerungssystemen



Energieeffiziente Antriebe in der Bierproduktion

# Moderne Technik für alte Braukunst

Um der steigenden Nachfrage nach Bier gerecht zu werden und die Produktionskapazitäten zu erweitern, modernisierte die Andechser Klosterbrauerei ihre Abfüll- und Transporttechnik. Bei der Entwicklung einer energieeffizienten und umweltfreundlichen Anlage setzte sie auf dezentrale Antriebe und externes Know-how. Zur vollen Zufriedenheit der Brauerei konnte mit der neuen Technik die Abfüllleistung auf 24.000 Flaschen pro Stunde gesteigert und gleichzeitig der Energieverbrauch gesenkt werden.

TEXT: Gunthart Mau, SEW-Eurodrive BILDER: SEW-Eurodrive; Kloster Andechs, ARGUM Thomas Einberger





FEISSBIER HELI  
KLOSTER Andechs  
SEIT 1455

BRÄUEREI ALKOHOLGEHALT  
KLOSTER Andechs  
SEIT 1455

RADLER  
KLOSTER Andechs  
SEIT 1455

WEIZENBOCK  
KLOSTER Andechs  
SEIT 1455



Das mechatronische Antriebssystem Movigear performance vereinigt Synchronmotor, Getriebe und Frequenzumrichter als vollintegrierte Einheit in einem kompakten Gehäuse. Es wurde speziell für die horizontale Förderertechnik entwickelt und kommt in zahlreichen Brauereien zum Einsatz. Die integrierte Kommunikationsschnittstelle ermöglicht die direkte Anbindung an die BMS-Steuerung.

Die Andechser Brautradition wird fortlaufend durch moderne Methoden und Verfahren weiterentwickelt. Durch die steigende Nachfrage nach dem Kulturgut Bier kommen vorhandene Produktionskapazitäten irgendwann an ihre Grenzen. Daher traf die Klosterbrauerei Andechs vor wenigen Jahren die Entscheidung, für eine höhere Produktionsleistung in neue, zeitgemäße Abfüll- und Transporttechnik zu investieren. „Die Flaschenfüllerei musste erneuert werden, nachdem sie fast 30 Jahre in Betrieb war“, erläutert Stefan Müller, Leiter Betriebstechnik der Klosterbrauerei. Die seinerzeit verbauten Komponenten waren nicht mehr auf dem Stand der Technik. Ein weiterer Fokus lag auf der Umweltverträglichkeit der Anlage, vor allem in Hinblick auf den Energieeinsatz.

### Movi-C-Technik für Dezentrale Installation

Für den Neubau beauftragte die Klosterbrauerei Andechs die BMS Maschinenfabrik in Pfatter bei Regensburg mit der Entwicklung des Gesamtlayouts der Mehrweglinie. Parallel dazu erfolgte die Implementierung von Transportmodulen im Nass- und Trockenteil. „Bei den Antrieben haben wir uns aus mehreren Gründen für SEW-Eurodrive entschieden“, berichtet Müller. „Die dezentralen Antriebe Movimot hatten wir schon im Einsatz und gute Erfahrungen mit dieser Technologie gesammelt. Von SEW-Eurodrive bekamen wir die Zusage, dass wir bei der Inbetriebnahme der neuen Technik voll unterstützt werden.“ Albert Schenker, Kundenbetreuer im Drive Technology Center Süd von SEW-Eurodrive in Kirchheim/München, bestätigt: „Natürlich war der Support aus Kirchheim jederzeit gewährleistet. Sowohl für die Klosterbrauerei Andechs als auch für SEW-Eurodrive war bei diesem Projekt vieles ganz neu. Ich empfahl dem Kunden Movi-C, unsere neueste Technik. Es war die richtige Entscheidung für beide Seiten.“ Sicher spielte auch die regionale Nähe eine Rolle, zum Beispiel bei eventuellen Servicefällen, denn die Brauerei hat keine große Lagerhaltung. Mittlerweile ist die neue Abfüllanlage seit vier Jahren in

Betrieb, zur vollen Zufriedenheit des Kunden. Mit ihr wurde die Abfülleistung von 20.000 auf 24.000 Flaschen pro Stunde erhöht. Gleichzeitig konnte der Energieeinsatz reduziert werden.

### Waagerechte und schräge Förderstrecken

„An den zahlreichen Förderstrecken für Kästen und Flaschen wollte der Kunde energieeffiziente Antriebe in dezentraler Technik einsetzen“, erläutert Schenker. „Somit waren die Antriebseinheiten Movigear performance aus dem Automatisierungsbaukasten Movi-C prädestiniert. Sie haben die Energieeffizienzklasse IE 5 und lassen sich über Profinet ansteuern, was ein weiterer Wunsch des Kunden war.“ Die Antriebseinheiten Movigear performance werden für waagerechte Förderstrecken eingesetzt und benötigen daher keine Bremse. Für schräge Förderstrecken, die eine Bremse erfordern, kommen Standard-Asynchronmotoren zum Einsatz, die über motornaher Umrichter Movimot flexible aus dem Automatisierungsbaukasten Movi-C gespeist werden. Dank seiner horizontalen Durchgängigkeit – durch alle Elektronikprodukte – lassen sich unterschiedlichste Motortypen mit nur einem Umrichtertyp ansteuern und man benötigt nur eine Engineeringsoftware.

### Guter Draht vom Heiligen Berg nach Kirchheim

„Dieses Projekt war die erste Anlage mit Movigear performance und integrierter Antriebselektronik, die wir für einen Brauereikunden geplant hatten und die erste, die in Deutschland installiert wurde“, erinnert sich Kundenbetreuer Schenker. Und der Leiter Betriebstechnik Müller ergänzt: „Wir haben einen guten Draht nach Kirchheim und immer Vertrauen zu SEW-Eurodrive gehabt. Zudem schätzen wir sehr die Offenheit, mit der SEW uns begegnet.“ Auch die BMS Maschinenfabrik, die mit SEW-Eurodrive schon in vielen Projekten zusammenarbeitete, war bereit, alle technischen Anforderungen mit der neuen, dezentralen Technik umzusetzen. □

Moderne Steuerungstechnik für die Zukunft

# FORSCHUNG FÜR EINE GRÜNERE SEEFAHRT

Auch der maritime Sektor muss in Zukunft auf saubere Energien umsteigen, um die globalen Klimaziele zu erreichen. Das niederländische Meeresforschungsinstitut MARIN arbeitet in seinem Null-Emissions-Labor (ZEL) an Lösungen. Zur Ausstattung des Zukunftslabors setzt man dabei auf robuste und leistungsfähige Steuerungstechnik.

TEXT: Bachmann

BILDER: Bachmann / Adobe Stock / Gert van der Rös; Dall-E, publish-industry





Ein künftig immer seltener werdender Anblick: Um die globalen Klimaziele zu erreichen, muss auch der maritime Sektor zukünftig auf saubere Energien umsteigen.

Bereits 2017 begann MARIN mit dem Konzept für das Zero Emissions Lab, eine Einrichtung zur Konfiguration und Erprobung der Antriebsleistung von klimaneutralen oder emissionsfreien Schiffen. Für die Planung und Realisierung des ZEL hat MARIN die maritimen Automatisierungsexperten von Bachmann electronic mit dem Systemintegrator Raster Industrial Automation, einem Unternehmen der ICT Group, spezialisiert auf hochwertige, funktionale Sicherheitssysteme und anspruchsvolle Produktions- und Prozessautomatisierungen, zusammengebracht.

### Technische Grenzen überwinden

Im Zeitalter der Automatisierung scheinen die Möglichkeiten oft unbegrenzt zu sein. Die Wünsche und Bedürfnisse in technisch machbare, sichere und nachhaltige Lösungen zu übersetzen war im Falle des ZEL dennoch herausfordernd. Es gab keine vergleichbaren Einrichtungen und somit keine Beispiele oder Erfahrungswerte. „Glücklicherweise ist Raster großartig darin, falls nötig sogar das Rad neu zu erfinden“, sagt Joeri ten Napel, Key Account Manager bei Bachmann electronic. Das Team von

Raster hat sich auf die Entwicklung von individuellen Lösungen spezialisiert.

Raster unterstützte MARIN zunächst bei der Definition der Sicherheitsanforderungen, die in der Software festgelegt werden mussten. Dann wurde das System entwickelt, welches die Energie- und Hydroantriebssysteme integriert und die realitätsnahe Kopplung der Antriebshydrodynamik mit der Energieversorgung ermöglicht. Die Energie dafür wird über einen 700-Volt-DC-Bus an die Verbraucher verteilt. An den Gleichspannungsbuss können alle Arten von Stromquellen angeschlossen werden, beispielsweise Brennstoffzellen Batterien, Superkondensatoren oder Generatoren. Auch die unterstützenden Systeme wie der Umrichter und der Transformator für die 400-V-Wechselstromversorgung sind mit dem DC-Bus verbunden. Für die Verbindung zur Hydrodynamik sorgen Elektromotoren auf der Schiffswellenanlage, die einen Propeller in einem Kavitationstunnel antreiben.

„Bachmann hat sich bei diesem Projekt als hervorragender Partner erwiesen. Wir erhielten umfangreiche Unterstützung, um die erforderlichen Anpassungen

zur technischen Machbarkeit des Systems zu ermitteln“, kommentiert Martijn Kooij, Managing Director bei Raster Industrial Automation.

### Software zur Modellierung

Für zusätzliche Hardware gibt es im ZEL keinen Platz. Um trotz des Platzmangels Flexibilität für künftige Testkonfigurationen zu gewährleisten, ist einer der insgesamt drei Elektromotoren eigens für die Nachbildung verschiedener Verbrennungsmotoren vorgesehen. Je nach Modellierung kann man damit die Stromerzeugung aus der Verwendung verschiedener fortschrittlicher Treibstoffe wie beispielsweise komprimierten Wasserstoff oder Methanol simulieren. „MARIN kann Modelle mit unterschiedlichen Eigenschaften ins System laden und erhält so die erforderliche Flexibilität bei den Energiequellen“, erklärt Rob van Rooijen, Senior Software Engineer bei Raster. Die Experten von Raster nutzen für die Gestaltung des Systems die Modularität der umfangreichen Bachmann-Produktpalette. Die komplexe Steuerungstopologie im ZEL umfasst 17 CPUs der Bachmann MC200-Serie.



Das Team von Rob van Rooijen (Raster Industrial Automation) hatte eine herausfordernde Abstimmung des Steuerungssystems zu bewältigen.

## Robuste Steuerungs-Hardware

Das M200-System kann aufgrund seines breiten Spektrums leistungsfähiger CPUs auf der Basis industrieller (Pentium-)Prozessoren und einem umfangreichen Angebot von Ein-/Ausgangsmodulen individuelle Anforderungen wie in diesem Projekt leicht erfüllen. Die eingesetzten MC200-CPU's bieten skalierbare Prozessoren mit bis zu vier physikalischen Rechenkernen und bis zu 1,6 GHz Taktfrequenz. Echtzeitfähige Bussysteme erlauben eine Dezentralisierung der Automatisierung ohne Leistungseinbußen.

Für härteste Umgebungsbedingungen konzipiert, garantiert die M200-Serie einen störungsfreien Einsatz und ist lüfterlos bis zu einer Umgebungstemperatur von -40 bis +70 °C einsetzbar. Eine moderne, auf konsequente Netzwerkfähigkeit ausgelegte Systemarchitektur ermöglicht die einfache Integration in das Umfeld der Steuerungs- und Anlagenperipherie. Real-Time-Ethernet erlaubt die echtzeitfähige Vernetzung von Steuerungen, und die Unterstützung aller gängigen Feldbusysteme ermöglicht die standardisierte Anbindung externer Komponenten.

## Herausfordernde Abstimmung

Das Hauptsteuerungssystem des ZEL ist mit vier CPUs sowie einer Safety-Steuerung redundant ausgelegt, welche auf der Steuerbord- sowie der Backbord-Seite eines Schiffs verortet werden. Die derzeit insgesamt sieben verschiedenen Verbraucher oder Energiequellen verfügen jeweils über einen eigenen Controller.

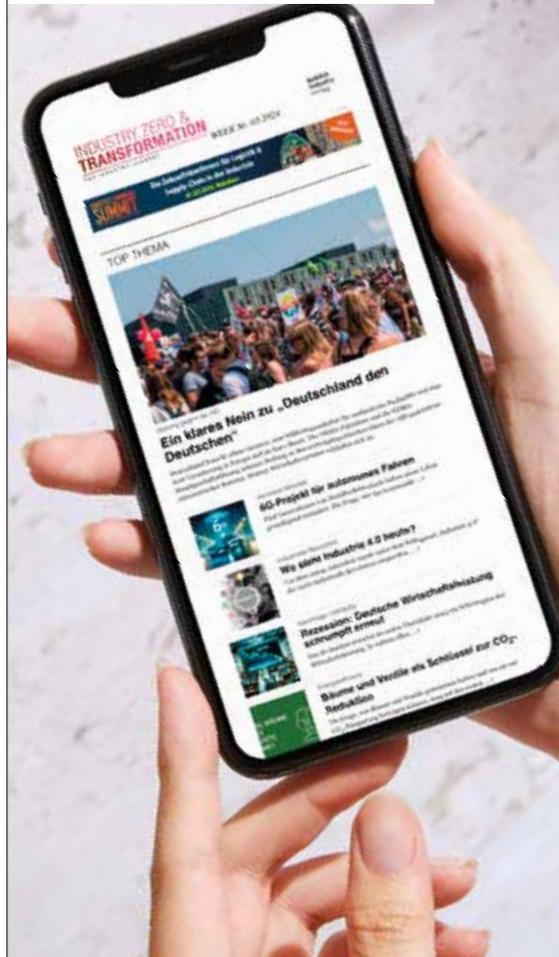
All diese Teilsysteme aufeinander abzustimmen war eine große Herausforderung: „Raster hat hervorragende Arbeit geleistet, um die von MARIN gewünschte Flexibilität innerhalb der Softwarearchitektur zu schaffen, welche sowohl die Maschinen- als auch die Prozesssicherheit gewährleistet“, sagt ten Napel, Key Account Manager bei Bachmann. Mit diesem Setup habe MARIN in seinem Zero Emission Lab die besten Voraussetzungen geschaffen, um fundierte Entscheidungen auf dem Weg in eine emissionsfreie Schifffahrt treffen zu können. □



Mehr Informationen über die Forschungsprojekte von MARIN finden Sie über den QR-Code.

# INDUSTRY.ZERO & TRANSFORMATION

FOR INDUSTRY LEADERS



Strategien, Innovationen & Themen, die Wandel und Zukunft der Industrie prägen.

## INDUSTRY.zero & Transformation NEWSLETTER

Jeden Donnerstag mit den wichtigsten Meldungen für Sie. Ausgesucht von unserer Redaktion.



Jetzt kostenfrei zum Newsletter anmelden unter: [INDUSTR.com/de/industry-forward](https://INDUSTR.com/de/industry-forward)

Manufacturing-X: Wegbereiter für die industrielle Transformation?

# Data Act und digitale Allianzen

Ob Manufacturing- oder Factory-X – der EU Data Act bildet die Grundlage für wichtige Technologietreiber in Wirtschaft und Industrie. Während der Weg in eine neue europäische Datenökonomie damit auf dem Papier vorgezeichnet ist, stellt sich die Frage, wie er in der Realität erfolgreich beschritten werden kann. Welche Akteure sind nun besonders am Zug, um föderative Datenräume zu schaffen, die digitale Wertschöpfung, erhöhte Resilienz und Nachhaltigkeit für Unternehmen und Organisationen schnellstmöglich Realität werden lassen?

TEXT: Michael Finkler, proALPHA BILD: iStock, gremlin



## »Mittels sogenannter föderativer beziehungsweise kollaborativer Datenräume sollen im Rahmen der X-Initiativen Daten entlang der gesamten Liefer- und Fertigungsketten gemeinsam und souverän genutzt werden können.«

Michael Finkler, Geschäftsführer Business Development bei proALPHA

Zum Hintergrund: Die Initiative Manufacturing-X wurde als Gemeinschaftsprojekt von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gestartet. Neben der Bundesregierung beteiligen sich große Verbände wie VDMA, ZVEI, VDI und Bitkom, fortschrittliche Fertigungs- und IT-Unternehmen Deutschlands sowie renommierte Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer daran. Sie alle wollen mit der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft Ernst machen. Entstehen soll ein einheitlicher Markt, der einen freien Datenfluss innerhalb der EU und über Sektoren hinweg ermöglicht. Ohne eine gemeinsame Datenökonomie werden Digitalisierungsprojekte an der Oberfläche kratzen und nicht viel weiter als bis ans eigene Werkstor führen. Neben der Realisierung digitaler Geschäftsmodelle soll die Resilienz von Unternehmen und Lieferketten verbessert und die gemeinsame Umsetzung der Nachhaltigkeitsanforderungen erleichtert werden.

Eine wichtige Rolle im Rahmen dessen wird Factory-X einnehmen. Im Vergleich zu Manufacturing-X, das branchenübergreifend für die Industrie ausgerollt wird, richtet sich Factory-X an die deutsche Kernindustrie Maschinenbau und möchte hier den Aufbau einer digitalen und föderativen Plattform explizit für den Datenaustausch in der Fertigungsindustrie vorantreiben. Es ist das Pendant zu Catena-X für die Automobilbranche; des Weiteren stehen Aerospace-X für die Luftfahrtbranche und Silicon-X für die Chipindustrie zur Diskussion.

### Mehrwert für die Fertigungsindustrie

Mittels sogenannter föderativer beziehungsweise kollaborativer Datenräume sollen im Rahmen der X-Initiativen Daten entlang der gesamten Liefer- und Fertigungsketten gemeinsam und souverän genutzt werden können. Dies soll nach vordefinierten Regeln, für die der Data Act den rechtlichen Rahmen vorgibt, erfolgen.

Der EU Data Act stärkt Nutzer von IoT-fähigen Maschinen und gibt ihnen erstmals das Recht auf ihre Nutzungsdaten. Sie können diese Daten frei nutzen und monetarisieren sowie zur Generierung weiterer digitaler Mehrwertdienste für Ökosysteme zur Verfügung stellen. Das hebt die zusätzliche Wertschöpfung maßgeblich. Auf EU-Ebene wird erwartet, dass der EU Data Act bis zum Ende des Jahrzehnts eine zusätzliche Wertschöpfung von 280 Milliarden Euro ermöglicht. Bereits heute werden Manufacturing-X und andere X-Initiativen auf europäischer und globaler Ebene geplant, entsprechend den internationalen Wertschöpfungsnetzwerken, und stoßen international auf großes Interesse. Länder wie Südkorea oder Japan sind bereits den Initiativen beigetreten.

Insofern schaffen die X-Initiativen eine grundlegende Neuordnung einer europäischen Datenökonomie und Wirtschaftsordnung unter Führung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), das beträchtliche Steuermittel zum Aufbau dieser Initiativen bereitgestellt hat. Ziel ist es, die EU zu einer der international führenden Digital-Ökonomien zu machen und sie in eine digitale Führungsrolle zu bringen. Letztlich soll eine intelligent vernetzte Industrie entstehen.

### Hohe Nutzerakzeptanz gefragt

Gefragt sind hier nun besonders die Anbieter von Softwarelösungen, die eine wesentliche Rolle dabei spielen, Manufacturing- oder Factory-X zum Erfolg zu führen. Nur wenn ein breites Manufacturing-X-Angebot an Standardsoftware vorhanden ist, kann die Nutzung föderativer Datenräume flächendeckend gelingen.

Insbesondere mittelständische Unternehmen werden Schwierigkeiten haben, die breiten Möglichkeiten der X-Initiativen durch eigene, individuelle Entwicklungsprojekte

zu erschließen. Doch das ist auch nicht ihre Aufgabe. Vielmehr sollten die Funktionen von den relevanten Softwareanbietern so gestaltet werden, dass sie einfach nutzbar sind. Diese Anbieter, darunter auch Hersteller von ERP- und MES-Systemen, müssen ihren Kunden frühzeitig die technischen und funktionalen Voraussetzungen zur Verfügung stellen, um den vornehmlich mittelständischen Anwendern eine einfache Nutzung, „quasi aus der Schublade“ zu ermöglichen. Fehlt es daran, sind diese Initiativen zum Scheitern verurteilt.

## Starke Konkurrenz

Die Herausforderung: Dieses Erfolgskriterium wird heute von den bisherigen Protagonisten der X-Initiativen, wie der Politik, noch viel zu wenig berücksichtigt. Darüber hinaus beteiligen sich Anbieter von Standardsoftware-Systemen nur begrenzt an den X-Initiativen. Viele sind sich derer kaum bewusst und stattdessen stark mit anderen Themen wie Artificial Intelligence, Cloud-Transformation und Blockchain beschäftigt. Selbst bei Factory-X sind im erfolgskritischen ERP- und MES-Bereich mit SAP und proALPHA bisher nur zwei Anbieter aktiv. Sie arbeiten daran, in den kommenden zwei Jahren X-kompatible Lösungen für ihre Kunden zu entwickeln. Diese Ausgangssituation ist bedenklich und wird es erschweren,

Manufacturing-X möglichst frühzeitig und flächendeckend auszurollen – auch vor dem Hintergrund, dass sich Manufacturing-X gegenüber AI, Cloud und SaaS-Geschäftsmodellen im Kampf um Ressourcen behaupten muss.

Zudem ist zu bedenken, dass Manufacturing-X ein Software-dominiertes Thema ist und die Produktion nur in Teilen betrifft. Die wesentlichen Ziele sind sowohl Unternehmens- und Lieferketten-Resilienz als auch Nachhaltigkeit. Diese sind nur bedingt produktionsrelevant. Während der Schwerpunkt häufig fälschlicherweise auf die Produktion gelegt wird, wird die Bedeutung der Anbieter vernachlässigt – viele fühlen sich folglich auch nicht angesprochen.

## Wie geht es weiter?

Die konkreten Manufacturing-X-Angebote werden erst über die kommenden zweieinhalb Jahre entstehen und müssen dann erst noch in standardfähige Softwarelösungen überführt werden. Demnach wird es noch eine gewisse Zeit dauern, bis diese Lösungen für die breite Masse zur Verfügung stehen werden. In der Zwischenzeit können sich Anbieter und Anwender aber bereits auf die föderativen Datenräume und das Arbeiten in Ökosystemen vorbereiten. □

# 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.



Energiedaten-  
management  
mit zenon:

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



**zenon**  
by COPA-DATA



Landtechnikhersteller digitalisiert Fertigung

# Richtungsweisend

Denkt man an die Produktion von Landmaschinen, haben wohl die wenigsten von uns Bilder einer hochmodernen, aufgeräumten und vor allem digitalisierten Fertigungsumgebung vor ihrem inneren Auge. Doch genau das findet man im oberösterreichischen Rainbach – der Landtechnikhersteller und Maschinenbauer Göweil hat an seinem jüngsten Standort eine ‚Smart Factory‘ errichtet, die dank modernster Technologien und Systeme dem Unternehmen den Weg in die Zukunft ebnet. Eine zentrale Rolle dabei spielt ein MES als führendes System am Shopfloor.

TEXT: Markus Maier, Industrie Informatik BILDER: Göweil; iStock, Kinwun

Seit mehr als 35 Jahren steht der Name Göweil am Landtechnikmarkt für ein hochwertiges Produktprogramm im Bereich Ballenwickel- und Presstechnik. Durch einen sehr hohen Exportanteil sind die österreichischen Maschinen nicht nur in Europa, sondern weltweit bekannt und erfolgreich im Einsatz. Hinzu kommt, dass die robusten und leistungsstarken Maschinen mittlerweile auch im industriellen Umfeld im Einsatz sind. Eine steile Unternehmensentwicklung also, die das familiengeführte Unternehmen allerdings auch vor neue Herausforderungen stellt.

## Neuer Standort, neue Herausforderungen

Die Göweil-Produkte wurden seit jeher am Hauptstandort in Kirchschlag in Oberösterreich produziert. Um den neuen Marktanforderungen und der hohen Nachfrage auch in Zukunft nachkommen zu können, wurde in den Bau eines völlig neuen Produktionsstandortes investiert. Auf mehr als 15.000 m<sup>2</sup> Fläche werden nun auch in Rainbach landtechnische Produkte lackiert, montiert und versandt.

Eng verbunden mit dem ambitionierten Projekt war der Wunsch nach einer umfassenden Digitalisierung am Standort. Markus Jungwirth, verantwortlicher Techniker für die Prozessverbesserung bei Göweil, erinnert sich an die Herausforderungen zu Beginn des Projekts: „Wir setzen in Lackiererei und Montage auf ein Perlenkettensystem. Das heißt, die geplanten Abläufe erfolgen in einer festgelegten Auftragsreihenfolge, in die nur schwer oder gar nicht eingegriffen werden kann. Die Challenge besteht darin, die Transportelemente für die zu lackierenden Teile – die sogenannten Träger – so mit Komponenten zu bestücken, dass die dafür festgelegten Formeln und Lackiervorgänge zusammenpassen und anschließend auch die richtigen Montageplätze damit beliefert werden können. Alleine durch dieses Grundsetting sind in der MES-Vorauswahl einige Anbieter ausgeschieden.“

Ziel laut Jungwirth war es, die lackierten Teile so wenig wie möglich „anzugreifen“ und ohne große Umwege immer an den richtigen Orten und Arbeitsplätzen zu haben.



## Integrative Systeme als Schlüssel

Schon vor Baubeginn des neuen Standortes waren bei Göweil ein ERP- und ein Lagerverwaltungssystem (LVS) im Einsatz. Das für die Fertigung angedachte MES sollte nahtlos an die bestehenden Strukturen anknüpfen und eine Einheit mit ihnen bilden. Mit Cronetwork MES wurde schlussendlich ein System gefunden, das die bestehenden und künftigen Prozesse ideal abbildet und unterstützt. Markus Jungwirth erklärt: „Das LVS wird heute von der Fertigungsfeinplanung angetriggert und damit die notwendigen Kommissionierungsschritte ausgelöst. Die zu lackierenden Teile machen sich auf den Weg, werden auf Trägern verplant und gehen schlussendlich durch die Lackieranlage.“ Das bedeutet im Detail, dass auf Basis der Plandaten in der Feinplanung dem LVS mitgeteilt wird, wo und zu welchem Zeitpunkt die benötigten Komponenten in der Produktion bereitgestellt werden müssen. Es erfolgt eine Verfügbarkeitsprüfung via LVS, dass die aktualisierten Daten an Cronetwork MES retourniert. Sind alle Komponenten ver-

fügar, erfolgt die Auftragsfreigabe durch den Planer. Es folgen die Verplanung und Beauftragung der Transporte durch das LVS, der Start des Lackiervorgangs und schlussendlich die Lieferung an die Montage-Arbeitsplätze. Cronetwork ist durchlaufende, automatische Abgleiche stets über Auftragsstati, Abstellplätze, und weiteres informiert und übernimmt so die führende Rolle im digitalen Shopfloor-Prozess.

## Große Potenziale dank intensiver Nutzung

Zusätzlich zur Lackiererei wird auch die Montage mittels Cronetwork Feinplanung verplant. Die Göweil-Produkte bestehen größtenteils aus sehr vielen Baugruppen. Diese werden über Cronetwork MES „just-in-time“ von mehreren Arbeitsplätzen der Endmontagelinie zugeführt. Das bedeutet, dass diese nebeneinanderliegenden Arbeitsplätze so verplant werden müssen, dass die Endmontagelinie gut mit den nötigen Baugruppen versorgt wird. Dieser komplexen Aufgabe wird man mit Cronetwork MES sehr effizient Herr.



Seit mehr als 35 Jahren steht der Name Göweil am Landtechnikmarkt für ein hochwertiges Produktprogramm im Bereich Ballenwickel- und Presstechnik.

Die Erfassung der dabei gewonnenen Daten (Mengen, Zeiten, und weiteres) erfolgt mittels Cronnetwork BDE. Hier rücken die Mitarbeiter am Shopfloor in den Fokus. „Unsere Mitarbeiter werden über die Terminals am Arbeitsplatz informiert, wann welche Montageabschnitte begonnen, beziehungsweise fertiggestellt werden müssen und wann die benötigten Teile zur Verfügung stehen. Zudem können sie weitere produktrelevante Informationen wie zum Beispiel Zeichnungen abrufen“, so Jungwirth, der weiter ausführt: „Die Kollegen nutzen die Cronnetwork Terminals außerdem gerne für einen Blick in die nahe Zukunft. So sind sie besser auf die kommenden Aufträge vorbereitet. Ein von uns unterschätzter Effekt sind die vielen Verbesserungskonzepte, die von unseren Mitarbeitern auf Basis dieser neuen Informationen kommen und unsere Abläufe ständig verbessern.“ Ein wichtiger Faktor ist laut Jungwirth die enge Zusammenarbeit und das Mitspracherecht der Kollegen bei der Gestaltung der Terminals.

## MES heute zentrales System in der Fertigung

Der Betriebsleiter für den Standort Rainbach, Mathias Kapfer bringt den aktuellen Status der Digitalisierungsmaßnahmen am Shopfloor auf den Punkt: „Cronnetwork MES ist das zentrale System in unserer Fertigung. Sämtliche Aufträge aus unserem ERP werden automatisch an das MES übertragen, mithilfe der Feinplanung in eine Zeitschiene gegossen und nach finaler Freigabe automatisch an die verknüpften Systeme wie LVS, die Lackieranlage und die Montagearbeitsplätze geschickt. Man kann sagen, dass Cronnetwork Feinplanung DAS Arbeitsmittel für unsere AV ist, um die Produktion als digitalen Zeitstrahl spiegeln zu können. Dadurch arbeiten wir heute strukturierter, durchgeplant und haben dadurch Ressourcen freilegen können.“ Kapfer lobt zudem die professionelle Zusammenarbeit mit Industrie Informatik: „Vereinfacht gesagt

hat Cronnetwork MES unsere Anforderungen am besten von allen Anbietern abgedeckt. Seit Projektbeginn sind wir zudem mit den MitarbeiterInnen von Industrie Informatik in engem Austausch. Man ist stets bemüht, unsere zusätzlichen Anforderungen im Standard umzusetzen, was zu einem sehr hohen Prozentsatz möglich ist. Aber auch individuelle Anpassungen sind grundsätzlich kein Problem und rasch realisiert.“

## Fazit

Der digitale Shopfloor ist am neuen Standort der Firma Göweil Realität geworden. Das MES als zentraler Dreh- und Angelpunkt dafür liefert das, was man sich davon erwartet hat – und noch mehr. Allem voran ist die digitale Abbildung des Perlenkettensystems in Cronnetwork ein wichtiger Schritt in Richtung Ressourceneffizienz. Ein Großteil der Lager- und Logistikaktivitäten entfällt dadurch, chaotische Lager gehören der Vergangenheit an. Der enge Verbund und hohe Integrationsgrad mit angrenzenden Systemen wie ERP und LVS ermöglichen papierlose, automatisierte, strukturierte und dokumentierte Workflows. Zudem übernimmt die leistungsstarke Fertigungsfeinplanung die Terminkoordination am Shopfloor, was den Mitarbeitern rund um den Werksmeister viel Arbeit abnimmt und Kapazitäten und Konzentration für andere wichtige Aufgaben im Werk freilegt. Last but not least konnten durch die transparenten Prozesse – Stichwort Terminals – viele weitere Verbesserungspotenziale an der Fertigungslinie freigelegt werden.

Kapfer abschließend: „Aktuell arbeiten wir noch immer an der weiteren Verbesserungen der Nutzung von Cronnetwork MES in unserem Werk. Die Möglichkeiten in der Kombination aus MDE, BDE und Feinplanung sind riesig und wir stehen erst am Beginn unserer Reise.“ □

Technisches Update für die weltweit größte Blumen-Elektrohängebahn

## RETROFIT FÜR BLÜTENPRACHT

Das Unternehmen Royal FloraHolland betreibt in Aalsmeer eine der weltweit größten Elektrohängebahnanlagen für den Transport von Blumen und Pflanzen, die täglich rund 39.000 km zurücklegt. Um die ständige Betriebsbereitschaft und Aktualität der Anlage zu gewährleisten, hat Royal FloraHolland zusammen mit seinen Partnern ein umfangreiches Modernisierungsprojekt durchgeführt, bei dem die alten SPS-Steuerungen durch moderne Steuerungen ersetzt werden. Die Arbeiten werden schrittweise bei laufendem Betrieb durchgeführt und umfassen auch die Aktualisierung der Software, der HMI und der Servicekonzepte.

TEXT: Berghof BILDER: Berghof; iStock, Lorado





In Aalsmeer ersetzt Berghof Automation die alten SPS Steuerungen der Elektrohängebahn-Anlage von Royal FloraHolland durch moderne Codesys V3.5 Steuerungen, um den weltweiten Blumenversand zu verbessern.

Die Genossenschaft Royal FloraHolland betreibt in Aalsmeer (Niederlande) seit mehr als 20 Jahren eine der größten Elektrohängebahn-Anlagen („EHB“) der Welt. Von hier aus gehen Blumen und Pflanzen in die ganze Welt.

Pro Stunde sausen rund 2.600 einzelne Stapelwagen durch die Anlage. In Summe legen die Fahrzeuge täglich rund 39.000 km zurück, fahren also jeden Tag einmal um die Welt. Damit auch in Zukunft die Ersatzteilversorgung mit Hardware-Komponenten und die Update- und Supportleistungen für die Software-Systeme reibungslos funktioniert, hat Berghof Automation zusammen mit der Betreibergesellschaft Pentanova CS Nederland BV und in enger Abstimmung mit dem Eigentümer Royal FloraHolland ein umfassendes Modernisierungskonzept erarbeitet. Bei diesem bisher größten Retrofit-Projekt von Berghof ersetzen wir nach und nach die fast 1.800 auf der Anlage im Einsatz befindlichen Codesys V2.1 SPS Steuerungen durch moderne Codesys V3.5 Steuerungen.

## Herausforderungen

Bei allen Retrofit-Projekten lautet bei Berghof Automation die oberste Prämisse: Die Anlage muss immer funktionsfähig bleiben. Deshalb führten und führen wir auch hier alle Arbeiten, die den kompletten Stillstand der Anlage erfordern, entweder nachts oder am Wochenende durch. Umfassende Planung und exakte Koordination stellen darüber hinaus sicher, dass alle Arbeiten reibungslos und ohne Produktivitätseinbußen über die Bühne gehen. Außerdem bauen wir immer eine Rückfallstrategie in unsere Planungen ein, um auch

bei unvorhersehbaren Ereignissen den sicheren Betrieb der Anlage zu gewährleisten.

Eine besondere Herausforderung ist bei diesem Projekt die enorme Transportleistung der Anlage: Auch während der Modernisierung sollen jederzeit bis zu 2.600 Stapelwagen pro Stunde möglich sein. Damit das Projekt auch wirtschaftlich gut zu den Vorstellungen von Royal FloraHolland passt, haben wir das Retrofit-Projekt außerdem in einzelne Etappen unterteilt.

Hinzu kommt eine weitere Besonderheit in Bezug auf die Steuerung der einzelnen EHB Fahrzeuge: Bis zu 6 Fahrzeuge können im sogenannten Pulkbetrieb in Formation mit Minimalabstand weite Teile der 17,5 km langen Schienenstrecke zurücklegen. Dabei fahren alle Fahrzeuge eines Pulks absolut synchron – und das mit Geschwindigkeiten von bis zu 180 m/min. Deshalb müssen die neuen Steuerungen in den Fahrzeugen exakt identische Fahreigenschaften wie die bisherigen Steuerungen gewährleisten. Denn selbst minimale Unterschiede in den Brems- und Beschleunigungsphasen könnten die komplexen Regelungsfunktionen im Pulkbetrieb beeinträchtigen.

## Die Lösung im Detail

Die umfassende Kompatibilität der Systeme von Berghof Automation ermöglicht einen effizienten Umbau und minimiert die Fehlerwahrscheinlichkeit.

Wir setzen bei allen Retrofit-Projekten auf mechanisch kompatible Geräte, die sich ohne großen Verdrahtungsaufwand in

Moderne und wartungsfreie Codesys V3-Steuerung für mobile Fahreinheiten mit integrierter Schienenbusschnittstelle. Der Gegenpart auf stationärer Seite ist das CAN2SC-Gateway.



bestehende Schaltschränke einbauen lassen. Bei der Inbetriebnahme können wir so schnell und einfach die alte Steuerung durch den neuen Typ ersetzen. Das ausgebaute alte Gerät halten wir zur Sicherheit als Backup in Reserve.

Nach diesem vielfach bewährten Prinzip sind wir auch bei Royal FloraHolland vorgegangen. Nicht nur die in stationären Schaltschränken eingebauten Steuerungen, sondern auch die rund 1.300 Steuerungsmodule der EHB Fahrzeuge haben wir mit neuen Codesys V3.5 Steuerungen mechanisch kompatibel aufgebaut.

Neben kompatibler Hardware ist es aber genauso wichtig, ein tragfähiges Konzept zur Aktualisierung der SPS Applikationssoftware zu haben. Als ersten Schritt portieren die Techniker bei Berghof Automation das SPS Programm der zu tauschenden Steuerung auf die aktuelle Codesys Version 3.5. Kommunikationsschnittstellen testen wir dabei, soweit möglich, an Laboraufbauten vor. Die anschließende Inbetriebnahme der neuen Steuerung in der Anlage stellt sicher, dass die ursprüngliche Funktionalität gegeben ist. Mit der Modernisierung bekommt der Anlagenbetreiber nicht nur eine neue Steuerung. Auch HMI, Servicekonzept und Remote-Funktionen sind dann wieder auf dem neuesten Stand.

## Die Phasen des Retrofit-Projektes

Im ersten Schritt des Projektes haben wir uns auf die Komponenten konzentriert, die mehrfach identisch in der Anlage verbaut sind. Das sind neben den Steuerungen der rund 1.300

EHB Fahrzeuge die Steuerungen der 48 über die Anlage verteilten Lastwechselstationen. Die Modernisierung haben wir, sozusagen als „Testballon“, exemplarisch an einer Station komplett durchgeführt. Nach mehreren Wochen erfolgreichem Testbetrieb hat unser Partner Pentanova CS Nederland BV dann die weiteren Stationen nacheinander umgebaut.

Für die EHB Fahrzeuge haben wir in Zusammenarbeit mit Conductix-Wampfler Automation eine neue Komplettsteuerung entwickelt und in Betrieb genommen. Berghof liefert die SPS inklusive Applikationssoftware und Conductix-Wampfler ist für Gehäuse und Antriebselektronik zuständig. Nach der ebenfalls erfolgreichen Testphase mit zehn neuen Steuerungen hat Pentanova CS Nederland BV damit begonnen, alle weiteren Fahrzeuge schrittweise auf die neue Technik umzurüsten.

Letzter Teil der Modernisierung ist der Austausch der etwa 180 stationären SPS Steuerungen, die auf 22 Steuerungsbereiche verteilt sind. Der mit Pentanova CS Nederland BV abgestimmte Modernisierungsplan begann 2019 mit dem Umbau des ersten Steuerungsbereichs. Bis Ende 2022 haben wir 15 Steuerungsbereiche mit neuen Codesys V3.5 Steuerungen ausgestattet.

Nach dem Umbau der restlichen 7 Steuerungsbereiche wird Ende 2024 die komplette Anlage mit neuer, moderner SPS Technik ausgestattet sein. Bei diesem bisher größten Retrofit-Projekt in der Geschichte von Berghof ersetzen wir nach und nach die fast 1.800 auf der Anlage im Einsatz befindlichen Codesys V2.1 SPS Steuerungen durch moderne Codesys V3.5 Steuerungen. □



Audi virtualisiert den Shopfloor

## AUF IN EINE NEUE DIMENSION

Die Vielfalt und Anzahl an Geräten reduzieren und Applikationen auf Software umstellen, um die Fertigung schneller, robuster und flexibler zu machen: Audi hat es sich zum Ziel gesetzt, die Shopfloor-Automatisierung zu virtualisieren. Dafür braucht es nicht nur eine neue, IT-basierte Infrastruktur, sondern auch virtuelle PLCs. Siemens hat den Schlüssel zum Erfolg geliefert.

TEXT: Mathias Albrecht, Siemens BILDER: Audi

Bei der Implementierung der virtuellen PLC wird die Steuerung zunächst auf die cloudbasierte Infrastruktur übertragen und getestet. Währenddessen wird schrittweise das volle Potenzial der Virtualisierung ausgeschöpft.



Eine stabile und durchgehend verfügbare Produktion, in der möglichst viele Autos gebaut werden können – das ist das Ziel des Ingolstädter Autobauers. Damit aber Innovationen aus der sich rasant entwickelnden IT-Welt schneller integriert werden können und eine stetige Optimierung der Fertigung – gemäß dem Slogan Vorsprung durch Technik – leichter möglich ist, muss die Produktion IT-orientierter gestaltet werden.

Insbesondere die Tatsache, dass viele verschiedene Geräte im Einsatz sind, stellt Audi vor Herausforderungen. Um die Produktion auf eine steigende Nachfrage anzupassen, müssen beispielsweise weitere Hardwaregeräte gekauft werden. Dabei kommt es aber immer wieder zu längeren Lieferzeiten. Zudem können Updates in vielen Fällen nur manuell installiert werden und die Wartung verursacht hohe Kosten. Beides ist jedoch notwendig, um Cybersecurity zu gewährleisten. Hoch ist auch der Energieverbrauch. Je mehr Hardwaregeräte im Einsatz sind, desto mehr Energie wird benötigt. Das mindert wiederum die Energieeffizienz einer Anlage.

Um diese Herausforderungen zu lösen, müssen in der Produktion IT und OT vereint werden. Möglich macht das die Virtualisierung des Shopfloors.

## Neue Maßstäbe in der Shopfloor-Automatisierung

Um IT und OT in der Produktion zusammenzuführen, hat Audi eine komplett neue, softwarebasierte Infrastruktur geschaffen. Die Idee kommt ursprünglich aus dem Bereich der Data Center. Die unterste Ebene der Infrastruktur ist immer gleich und bildet die Basis für die verschiedenen Anwendungen. Mit Edge Cloud 4 Production hat Audi dieses Prinzip auf die Produktion übertragen und die Shopfloor-Automati-

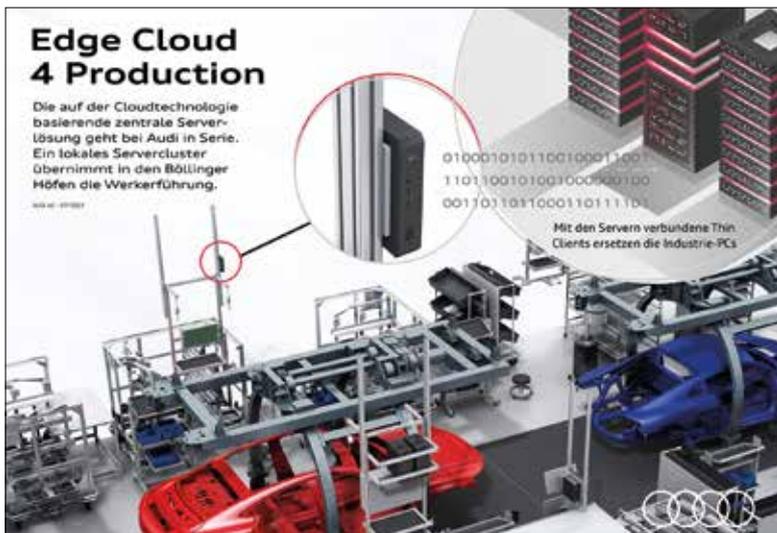
sierung revolutioniert. Die virtuelle PLC von Siemens spielt dabei eine entscheidende Rolle.

## Herzstück des virtualisierten Shopfloors

Hinter der Edge Cloud 4 Production steckt ein Team aus IT- und OT-Spezialisten, das eine private Cloud als Infrastruktur für die komplette Produktion im Werk Böllinger Höfe aufgebaut hat. Auf dieser Cloud laufen alle Applikationen als Software, wie etwa die virtuelle PLC Simatic S7-1500V.

Als es 2019 darum ging, die Vision des virtualisierten Shopfloors zu einem Konzept weiterzuentwickeln, war Siemens als ein langjähriger Partner für Automatisierungssysteme einer der ersten Ansprechpartner. Denn eine softwaregetriebene Fabrikautomatisierung ist nur mit einer entsprechenden Steuerungslösung möglich. Audi benötigte eine virtuelle PLC, die mit der neuen Plattform Edge Cloud 4 Production kompatibel ist und sich nahtlos in die bestehende Automatisierungsumgebung einfügt. Mit Simatic S7-1500V stellt Siemens genau die gewünschte Lösung zur Verfügung.

Offiziell vorgestellt wurde die virtuelle PLC im Frühjahr 2023. Zu dieser Zeit startete bei Audi bereits die Umstellung der ersten Anlage in der Montage auf die Edge Cloud 4 Production – die Grundlage für den Einsatz der virtuellen PLC. Im Juli 2023 ging die Cloud schließlich live. Direkt im Anschluss begannen die Vorbereitungen für die Implementierung der virtuellen PLC. Dafür war eine extrem enge Zusammenarbeit zwischen Audi, Siemens und weiteren Technologiepartnern erforderlich. Das hat sich ausgezahlt: Seit Januar 2024 sind im Audi Werk Böllinger Höfe am Standort Neckarsulm zwei virtuelle PLCs in der Achsmontage des Audi e-tron GT erfolgreich im Einsatz.



In der taktgebundenen Fertigung ist Audi der erste Automobilhersteller, der eine zentrale Serverlösung mit einer Verlagerung der Rechenleistung einsetzt.

## Gewohntes weiter nutzen

Mit der Umstellung auf eine IT-basierte Shopfloor-Automatisierung macht die Produktion zwar einen großen Sprung nach vorne, doch für die Mitarbeitenden an den einzelnen Anlagen macht sich die Veränderung kaum bemerkbar – im positiven Sinn. Ihnen stehen weiterhin alle Funktionen, die sie von Hardware-PLCs kennen, sowie die bekannten Oberflächen und Tools zur Verfügung. Dank der Kompatibilität mit dem TIA Portal müssen auch keine zusätzlichen Programme für die virtuelle PLC geschrieben werden.

## Anlagen zentral und einfacher managen

Dank der einheitlichen Infrastruktur haben alle Applikationen dieselbe Basis, was ein rein digitales Management ermöglicht. Verschiedene Tätigkeiten können zentralisiert und auch remote durchgeführt werden. Zudem sorgt das Management über die Edge Cloud 4 Production für mehr Cybersecurity, da viele Angriffsvektoren aus der Produktion genommen wurden.

### SIEMENS INDUSTRIAL OPERATIONS X



Dieses Portfolio bringt IT- und Softwarefähigkeiten in die OT-Welt. So wird die Produktion hoch anpassungsfähig. Das eröffnet Kunden wie Audi eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten, wie etwa eine schnellere Implementierung von neuen Funktionalitäten, eine leichtere Skalierbarkeit und eine nahtlose Zusammenarbeit von IT- und OT-Personal. Mehr Infos erhalten Sie über den QR-Code.

## Produktion sofort auf den Bedarf anpassen

Da die virtuelle PLC als Software heruntergeladen und über Industrial Edge deployed wird, entfällt sowohl die Lieferzeit als auch die Installation von Hardware-Komponenten. Je nach Bedarf können zusätzliche Instanzen der PLC direkt heruntergeladen oder nicht benötigte Instanzen deinstalliert werden. Das spart Kosten und Energie. Auch Updates und Apps aus Industrial Edge Management können einfach und schnell anlagenweit ausgerollt werden – und zwar vollständig aus der Ferne.

## Erfolgreiche Inbetriebnahme

Neben technischen Hürden gab es auch organisatorische Herausforderungen zu überwinden. Mitarbeitende und Management mussten von der Idee der IT-basierten Fabrikautomatisierung überzeugt, die Funktionalität der virtuellen PLC bewiesen und Verantwortlichkeiten verteilt werden. Dafür wurde für Edge Cloud 4 Production ein eigenständiges Team gegründet, in dem IT-Experten eng mit OT-Spezialisten zusammenarbeiten. Dank zahlreicher Tests an der Anlage und einer guten Abstimmung zwischen IT- und OT-Teams konnten Audi und Siemens die neue Technologie erfolgreich in Betrieb nehmen.

Nach ersten Überlegungen, wie die Produktion IT-basiert gestaltet werden könnte, war schnell klar, dass ein Großkonzept notwendig war. Die Evaluierung der Durchführbarkeit und die dazugehörigen Tests dauerten jedoch rund drei Jahre. Diese Zeit war nötig, um Anforderungen zu definieren, Gegebenheiten zu prüfen und mit Herstellern der benötigten Komponenten zu sprechen. Bei der virtuellen PLC profitierten die Projektpartner so bereits früh voneinander – Audi von Siemens' Know-how im Bereich der Automatisierungs-

*„Die virtuelle PLC ist eine Revolution in der Automatisierungstechnik und der Industrie. Dank ihr kann eine Fabrik und ihre Infrastruktur ganz neu gedacht werden.“*

**Sven Müller**  
Projektleiter Edge Cloud 4 Production  
Audi



technik, Siemens von Audis kontinuierlichem Feedback. Außerdem mussten die Technologien noch angepasst werden. Das betraf beispielsweise die Echtzeitfähigkeit der unterlagerten Infrastruktur.

Der Einsatz einer virtuellen PLC über die Edge Cloud 4 Production wurde zunächst erfolgreich im Audi Production Lab erprobt. Bei der Suche nach einer passenden Anlage für eine erste Inbetriebnahme in der Produktion fiel die Wahl auf eine Anlage in der Fertigungslinie des Audi e-tron GT in den Böllinger Höfen in Neckarsulm. Dank der Kleinserie eignet sich die Manufakturfertigung besonders gut zur Erprobung neuer Technologien. „Anfangs gab es natürlich auch Skepsis und Bedenken in der Belegschaft. Für uns ist beides ein Antrieb, um die Rolloutplanung des Gesamtprojekts so detailliert und vorausschauend wie möglich zu gestalten“, sagt Robin Fallmann, Fertigungsplanung Automatisierungstechnik bei Audi.

Gemeinsam mit Siemens führte Audi bereits frühzeitig Tests an der Anlage durch, um die Situation vor Ort und die Herausforderungen der Umsetzung kennenzulernen. Dieses Engagement hat dazu beigetragen, die Akzeptanz in der Belegschaft zu erhöhen. Denn mit der steigenden Anzahl erfolgreicher Tests wuchs auch das Vertrauen in die virtuelle PLC und die Sicherheit, dass die Lösung funktioniert.

Der ersten Inbetriebnahme im Produktivbetrieb ging eine monatelange Vorbereitungsphase voraus. Server mussten aufgebaut, das Netzwerk geplant, Komponenten installiert und die Verbindungen zu Industrial Edge hergestellt werden. Laut Pascal Schirmer, der als Mitglied des Edge Cloud 4 Production Teams hauptverantwortlich für die Umsetzung der Erstimplementierung war, hat das nur geklappt, weil alle

Beteiligten die gemeinsamen Ziele klar definiert hatten und jeder die notwendige Zeit investierte, um die gesetzten Meilensteine pünktlich zu erreichen. Die hier gemachten Erfahrungen zahlen nun unmittelbar auf die Umsetzung folgender Rollouts ein, so Schirmer.

## Die erste Inbetriebnahme war nur der Anfang

Mit der erfolgreichen Erstimplementierung der virtuellen PLC haben Siemens und Audi einen wichtigen Meilenstein in der Zusammenarbeit erreicht. Doch dieser Erfolg war erst der Startschuss für die kommenden Jahre, in denen sowohl die virtuelle Steuerung als auch die cloudbasierte Infrastruktur weiter entwickelt, getestet und ausgerollt werden soll.

In den kommenden Monaten soll vor allem die Belegschaft in den Böllinger Höfen zur neuen Technologie informiert und geschult werden. Zugleich werden aktuell auch erste Apps aus Industrial Edge Management ausgerollt und getestet, wie etwa Sinec Traffic Analyzer. Die Apps können flexibel heruntergeladen und genutzt werden – und auch wieder ganz einfach gelöscht, falls sie später nicht mehr zum Einsatz kommen.

Gleichzeitig wird die Erstimplementierung genutzt, um organisatorisch und betrieblich dazuzulernen. So wird beispielsweise auch ein virtuelles Bedienpult getestet und nach potenziellen Hürden im Arbeitsalltag an der Anlage gesucht. Hierbei hat sich Siemens bereits als starker Partner erwiesen. Herausforderungen, die sich bei der ersten Inbetriebnahme ergeben haben, konnten dank des Engagements von Siemens und der Audi IT-Abteilung gelöst werden. Basierend auf der bisherigen erfolgreichen Zusammenarbeit blicken alle Projektbeteiligten optimistisch in die Zukunft. □

Jede Baumaschine benötigt Neigungssensoren

## Stabil in jeder Lage

Schnelle Bewegungen können herkömmliche statische Neigungssensoren beeinträchtigen. Während sie im Ruhezustand äußerst genaue Werte liefern, können sie durch Erschütterungen an Genauigkeit verlieren. Dies wird dann zum Problem, wenn während Bewegungen präzise Winkelwerte benötigt werden, wie zum Beispiel bei Radlader-Schaufeln oder den Auslegern von Landmaschinen. Spezielle Neigungssensoren bieten hier eine Lösung. Eine für mobile Maschinen entwickelte Baureihe integriert einen Drehratensensor, der die Auswirkungen von Erschütterungen kompensiert und auch während der Fahrt stabile Neigungswerte liefert. Zusätzlich lässt sich mit einem einfachen Regler die Kompensationsstufe an die Bewegungsart der jeweiligen Anwendung anpassen.

TEXT: Markus Egerer, Pepperl+Fuchs BILDER: Pepperl+Fuchs; iStock, filmfoto

Ein konventioneller, statischer Neigungssensor funktioniert ähnlich wie eine Wasserwaage. Er misst den Neigungswinkel eines Objekts relativ zum Erdmittelpunkt. Diese Messung ist in vielen mobilen Maschinen von großer Bedeutung. Die Ausrichtung der gesamten Maschine liefert dem Fahrer wichtige Informationen, insbesondere wenn Bagger oder Traktoren an Hanglagen arbeiten. Zusätzlich sind Neigungswerte nicht nur für das Fahrzeug selbst relevant, sondern werden auch für die Lagebestimmung von Anbaugeräten, Auslegern oder beweglichen Ladeflächen benötigt.

### Handelsübliche Neigungssensoren

Konventionelle Neigungssensoren haben ihre Grenzen, wie ein einfaches Beispiel verdeutlicht: Stellen wir uns vor, auf einer Baustelle soll mit einer Planierraupe ein gleichmäßiger Höhenunterschied geschaffen werden. Angenommen, ein bestimmter Abschnitt soll mit einem konstanten Gefälle von 5 Grad planiert werden. In solchen Situationen sind herkömmliche Neigungssensoren möglicherweise nicht ausreichend. Üblicherweise muss der erfahrene Maschinenführer seine ge-



schulden Augen und Erfahrung einsetzen. Nach einer ersten Durchfahrt der Planierraupe erfolgt eine Nachmessung, und Korrekturen werden vorgenommen, bis der gewünschte Winkel erreicht ist. Eine dynamische Neigungsmessung am Raupenschild könnte jedoch automatisch die 5 Grad einstellen und so den Arbeitsaufwand erheblich reduzieren. Dennoch genügt herkömmliche Neigungssensorik allein in solchen Situationen möglicherweise nicht. Kapazitive MEMS-Sensoren (Micro-Electro-Mechanical-System) sind das vorherrschende Verfahren zur Bestimmung solcher Winkelwerte. Die Position

ihrer Kondensatorplatten ändert sich bei Abweichungen von der Horizontalen, und aus dieser Änderung der Kapazität können äußerst präzise Winkelwerte in statischen Situationen abgeleitet werden.

In dynamischen Situationen tritt jedoch ein anderes Phänomen auf: Jede Beschleunigung wird von den Sensoren erfasst und als Änderung des Neigungswinkels interpretiert, obwohl sich die tatsächliche Neigung nicht verändert hat. Schnelles Beschleunigen oder Abbremsen, Stöße oder Vibrationen



Pepperl+Fuchs hat die IMU F99-Serie entwickelt, die zuverlässige Neigungswerte auch in dynamischen Anwendungen liefert. Der Sensor lässt sich wie hier am Baggerarm überall leicht montieren.

beim Überfahren von Bodenunebenheiten sowie Fliehkräfte bei Richtungsänderungen oder schnellen Kurvenfahrten führen daher zu Messfehlern. Nach einer solchen Bewegung stabilisiert sich der Sensor im Ruhezustand und gibt dann den korrekten Wert aus.

## Hohe Winkelgenauigkeit in Echtzeit

Ein Neigungssensor, der auf dem Prinzip der Beschleunigungsmessung basiert, ist nicht in der Lage, eine dynamische Neigungsmessung während der Bewegung einer Maschine durchzuführen. Pepperl+Fuchs hat die IMU F99-Serie entwickelt, die zuverlässige Neigungswerte auch in dynamischen Anwendungen liefert. IMU steht für „Inertial Measuring Unit“ oder inertiales Messsystem. Diese Vorrichtung umfasst nicht nur einen MEMS-Neigungssensor, sondern auch einen Drehratensensor, der auch als Gyroskop bekannt ist. Das Gyroskop verwendet ebenfalls die Kapazitätsänderung zwischen Kondensatorplatten, die sich jedoch durch Corioliskraft bewegen. Dieses Messprinzip erfasst eine Drehratengeschwindigkeit und liefert die Lageänderung in Grad pro Sekunde. Beide integrierten Sensorelemente führen Messungen in drei Achsen durch, um Daten für die x-, y- und z-Richtung bereitzustellen. Durch die Software kann der Einfluss der Maschinenbeschleunigung auf den Neigungswinkelwert effektiv kompensiert werden.

Pepperl+Fuchs hat einen speziellen Algorithmus für diese Gerätereihe entwickelt, der externe Beschleunigungseffekte effektiv ausgleicht und während der Fahrt oder Bewegung der Maschine präzise Neigungswerte liefert. Dies gilt unabhängig davon, ob die Maschine gleichmäßig bewegt, beschleunigt oder abgebremst wird. Diese berechneten Messwerte sind ohne Verzögerung verfügbar. So wird die Effizienz und Genauigkeit erheblich steigert, was im Vergleich zu anderen üblichen Verfahren nicht der Fall ist, da hier oft nur Messwerte über einen Zeitraum gemittelt werden, um Ausreißer zu glätten. Die

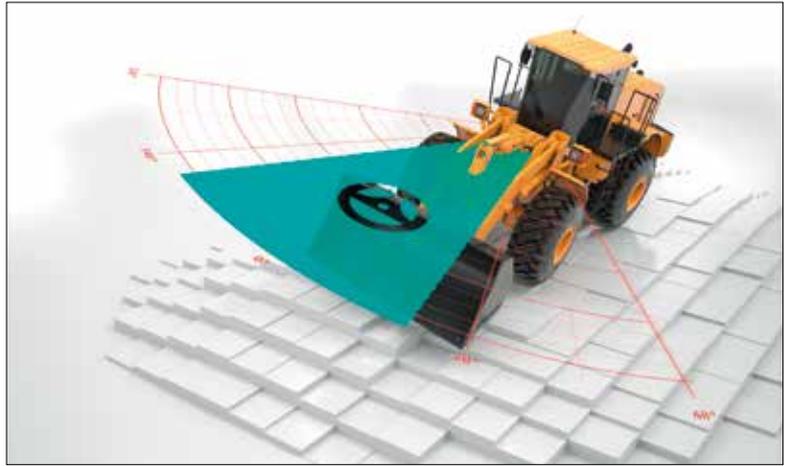
IMU F99-Serie ermöglicht dem entgegen einer präzisen Steuerung von Auslegern, Baggerschaufeln oder Planierschilden während der Maschinenbewegung und eröffnet zudem völlig neue Möglichkeiten für Arbeitsabläufe.

Die gesammelten Daten können auch zur Integration in Fahrerassistenzsysteme für Baumaschinen und Landmaschinen genutzt werden. Auf unebenem Gelände kann beispielsweise der Lenkwinkelschlag automatisch begrenzt werden, um das Risiko eines Maschinenkippen zu reduzieren. Bei einem Kran kann das unkontrollierte Schwingen des Kranhakens unterdrückt werden, wenn der Sensor direkt am Haken angebracht ist. Die IMU F99 erfasst die Position des Hakens im Raum, sodass die Kransteuerung automatisch korrigieren kann, ohne dass der Kranführer dies manuell tun muss.

## Ein Gerät, aber mehr als ein Neigungssensor

Die IMU F99-Sensoren bieten die Möglichkeit, externe Beschleunigungen auszugleichen, und ihre Genauigkeit kann bis zu 0,5 Grad oder besser erreichen, mit einer Winkelauflösung von 0,01 Grad. Die Daten werden über die CAN-Bus-Schnittstelle übertragen. Der Sensor bietet aber mehr als nur stabile Winkelwerte. Es stehen mehrere Messgrößen zur Verfügung, die flexibel an die spezifischen Anforderungen der Anwendung angepasst werden können. Die Steuerung kann sowohl die Rohdaten der einzelnen Sensorelemente als auch die bereits kompensierten Winkelwerte verwenden. Die verfügbaren Rohdaten umfassen Beschleunigung, Drehrate und Rotationsbeschleunigung. Fusionierte Daten wie lineare Beschleunigung, Gravitationsvektor und Euler-Winkel werden in Echtzeit berechnet und stehen sofort zur Verfügung.

Die IMU F99 ist das einzige Gerät seiner Art, das über einen praktischen „Schieberegler“ verfügt. Dieser ermöglicht die Anpassung des Kompensationsbereichs auf einer Skala von



Anti-Fall-Over-Erkennung

0 bis 7, um die passende Stärke der Beschleunigungskompensation über den CAN-Bus einzustellen. Bei der Extrem-Einstellung 0 wird beispielsweise eine effektive Kompensation für kurze, starke Stöße wie das Überfahren von Schlaglöchern erzielt. Bei der Extrem-Einstellung 7 gleicht das Gerät lineare Beschleunigungsfahrten besonders langandauernd aus. Die passende Einstellung kann in der Praxis schnell durch einen Testlauf in der tatsächlichen Anwendung ermittelt werden.

## Schnelle Montage auf Bestandsmaschinen

Neben der Präzision und Echtzeitmessung bieten die integrierten Messgrößen Neigung, Drehrate und Beschleunigung unschlagbare Vorteile: Ein einziges Inertialmesssystem IMU F99 kann Aufgaben übernehmen, für die zuvor der Einsatz mehrerer Geräte erforderlich war. Dies reduziert sowohl den Aufwand bei der Beschaffung als auch bei der Integration der Sensoren erheblich. Darüber hinaus gestaltet sich die Installation äußerst unkompliziert, da das Gerät unabhängig von seiner Lage und Ausrichtung stets präzise Daten liefert. Die Nachrüstung an bestehenden Maschinen ist einfach, da für die Installation der IMU F99 keine mechanischen Veränderungen an den Auslegern erforderlich sind. Ein aufwendiges Design von mechanischen Komponenten entfällt dadurch komplett.

Das Gerät wird in einem stabilen Metallhalter montiert, der eine einfache Installation ermöglicht und gleichzeitig robusten Schutz vor Stößen bietet. Beim Austausch des Sensors bleibt der Halter an seinem Platz, lediglich das Sensormodul wird ausgetauscht. Dabei sind weder eine Neuausrichtung noch eine erneute Kalibrierung erforderlich. Die Geräte sind gemäß der Schutzart IP68/69 zertifiziert und können Temperaturen von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+85^{\circ}\text{C}$  standhalten.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Sensor während des laufenden Maschinenbetriebs als Waage genutzt werden

kann. Beispielsweise beeinflusst das Aufnehmen einer Ladung die Neigung des Auslegers bei Radladern oder Baggern. Basierend auf dem Neigungswert kann nun das Gewicht ermittelt werden. Diese Wiegefunktion steht dank der Beschleunigungskompensation auch während der Fahrt zur Verfügung, wodurch zeitraubende Wiege-Stoppvorgänge vermieden werden können. Dies führt zu erheblichen Effizienzsteigerungen beim Umschlag von Waren und der Nutzung der Maschinen. □



abj

DIE BESSER-MESSER  
ABJOEDDEN.DE

---

ALLES AUS EINER HAND

25 JAHRE KOMPETENZ VOM NIEDERRHEIN

Zum Jubiläum erweitert abjödden seine Produktpalette: Neben den robusten, induktiven Wegaufnehmern der Schreiber Messtechnik GmbH und Neigungs-, Beschleunigungs- und Vibrationsensoren der KELAG Künzli Elektronik AG gesellen sich noch dielektrische Polymersensoren von Delfa Systems und der Datalogger Dydqotec der gbm mbh hinzu. Alles zueinander passend.

Alles aus einer Hand.

Fragen? Kontaktieren Sie uns.

Anfragen@abjoedden.de








#bessermesser



Induktiver Drehgeber mit integrierter Vibrationsanalyse

## DEN DREH RAUS HABEN

Ein integrierter Beschleunigungssensor im induktiven Drehgeber ermöglicht die Positionsmessung und Schwingungsanalyse mit nur einem Gerät. Das vereinfacht die Zustandsüberwachung und Wartungsplanung für hochbelastete Anlagen in der Automatisierung deutlich.

TEXT: Uli Poestgens, Heidenhain BILDER: Heidenhain; Dall-E, publish-industry

Vor allem in hochperformanten Anlagen der Automatisierung ist es für ungestörte Produktionsabläufe, perfekte Fertigungsergebnisse und langlebigen Maschineneinsatz entscheidend, auftretende Vibrationen frühzeitig zu erkennen. Umso schneller und einfacher können beschädigte Produkte, Maschinenschäden oder Anlagenausfälle vermieden werden. Eine neue und besonders komfortable Lösung, um auftretende Schwingungen an rotierenden Maschinenelementen zu erkennen und zu analysieren, ist der neue induktive Drehgeber ECI 123 Splus von Heidenhain mit integriertem Beschleunigungssensor für die vorausschauende Zustandsüberwachung.

### Datenlieferant

Der ECI 123 Splus übernimmt die Positionsmessung und Schwingungsanalyse und damit die Antriebsregelung und Zustandsüberwachung von rotierenden Maschinenelementen in einem Gerät. Dabei verknüpft er die erfassten Schwingungssignale mit den Positionswerten, liefert also auch Informationen, die einen schnellen Rückschluss auf Art und Lage einer Vibrationsquelle zulassen. Außerdem können an den neuen Drehgeber bis zu drei externe Temperatursensoren angeschlossen werden. Alle diese Informationen überträgt der ECI

123 Splus über die EnDat 3-Schnittstelle an die nachfolgende Steuerungselektronik. Das spart einerseits zusätzliche Sensorik für die Vibrationsmessung und reduziert andererseits erheblich den Verkabelungs- und Montageaufwand.



**auch für ATEX  
Zonen 2/22  
verfügbar**

## Einschalten - absolute Position - SIL 3 Kat 4 Kleinster Absolutgeber für SIL 3-Anwendungen

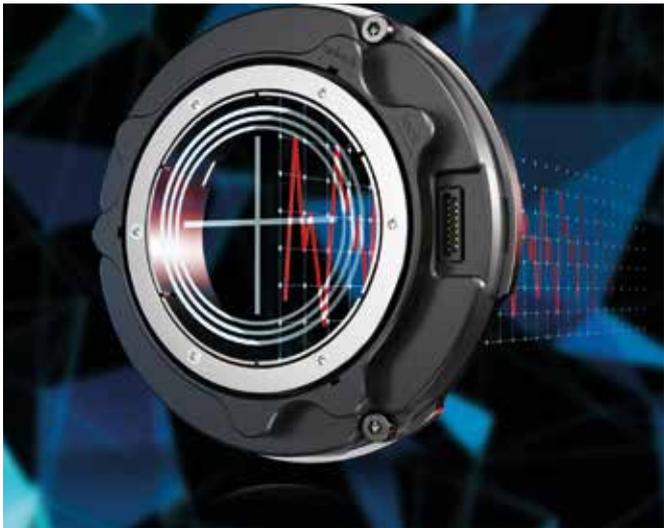
Funktional sicherer Drehgeber  
mit Profisafe und CIPsafety Ethernet/IP.

- \_ SIL 3 / SIL 2 - PROFIsafe & CIPsafety Drehgeber im Industriestandard 58mm
- \_ Redundanter Aufbau (KAT 4): zwei vollständig unabhängige Multiturndrehgeber in einem
- \_ PROFIsafe, PROFINET, CIP Encoder Profil, CIPsafety, nach aktuellsten Standards



**IMPRESSUM**

**Herausgeber** Kilian Müller  
**Head of Content Manufacturing** Christian Fischbach  
**Redaktion** Christian Vilsbeck (Managing Editor/verantwortlich/-926), Ragna Iser (-898), Carina Kein (-922), Dana Neitzke (-930), Katharina Huber (0172.9 85 82-11)  
**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net  
**Head of Sales** Kilian Müller  
**Anzeigen** Caroline Häfner (Director Sales/verantwortlich/-914), Saskia Albert (-918), Beatrix Decker (-913), Ika Gärtner (-921), Alexandra Klauen (-917);  
 Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2024  
**Inside Sales** Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929); sales@publish-industry.net  
**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtlfinger 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@vuservice.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@vuservice.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 induktive Drehgeber bietet mit einem integrierten Beschleunigungssensor samt Mikroelektronik Positions-messung und Schwingungsanalyse in einem Gerät.

**Integrierter Beschleunigungssensor**

Für die Schwingungsmessung an rotativen Achsen verfügt der ECI 123 Splus über einen integrierten 3-Achsen-Beschleunigungssensor inklusive Microcontroller für die Auswertung der Daten. Das ermöglicht eine erste Ordnungsanalyse mit Ausgabe von bis zu 64 Ordnungen direkt im Drehgeber. Für weitere Analysen übermittelt der ECI 123 Splus die Daten per EnDat 3-Schnittstelle rein seriell an die nachfolgende Steuerung. Hier kann der Anlagenhersteller individuelle Schwingungsanalysen konfigurieren und zum Beispiel Zeitpunkte für die Analyse sowie die Art der Analyse definieren und Messachsen, Geschwindigkeitsbereiche oder Trigger festlegen. Diese Daten kann er dann über die Zeit auf Änderungen in den für ihn relevanten Ordnungen beobachten.

Auf diese Weise unterstützt der ECI 123 Splus das maßgeschneiderte Online-Condition Monitoring einer Maschine, um Fehler frühzeitig zu erkennen und genau zu analysieren. Anhand dieser Daten kann der Anlagenbetreiber im Rahmen seiner Predictive Maintenance die regelmäßigen Serviceintervalle – angepasst an die reale Maschinenbelastung – optimieren oder außerplanmäßige Wartungen rechtzeitig in seine Betriebsabläufe integrieren, bevor es zu einem Ausfall und Stillstand kommt. Außerdem erlauben die über die Laufzeit der Anlage gesammelten Daten auch fundierte Prognosen zur Restnutzungsdauer. □

**FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE**

<b>Firma</b>	<b>Seite</b>	<b>Firma</b>	<b>Seite</b>
ABB .....	Titel, 8, 10	ifm .....	16
a.b.jödden .....	49	Industrie Informatik .....	36
Andechser Klosterbrauerei .....	26	Jumo .....	12
Aras .....	22	Lapp .....	16, 53
Audi .....	42	MARIN .....	29
Bachmann electronic .....	Beilage, 29	Martin Luck Metallgießerei .....	22
Beckhoff .....	56	Mitsubishi Electric .....	24
Berghof .....	39	Panduit .....	16
binder .....	16	Pepperl+Fuchs .....	46, U4
Caltech-Institut .....	66	proAlpha .....	32
Climeworks .....	22	Profibus Nutzerorganisation .....	16
Copa-Data .....	35	publish-industry Verlag .....	31, 61, U3
Creditreform .....	22	Rosen Group .....	6
ECC Köln .....	22	Rosenberger .....	17
Endress+Hauser .....	16	Royal FloraHolland .....	39
EtherCAT Technology Group .....	16	SEW-Eurodrive .....	25, 26
Finder .....	U2	Siemens .....	22, 42
Frank Thelen Media .....	3	TE Connectivity .....	19
Franke .....	23	TH Köln .....	22
Friedrich Lütze .....	59, 62	TR Electronic .....	51
Göweil .....	36	Turck .....	5
Harting .....	3	Universität Stuttgart .....	62
Heidenhain .....	50	Weidmüller .....	16, 60
Henkel .....	22		
icotek .....	57		

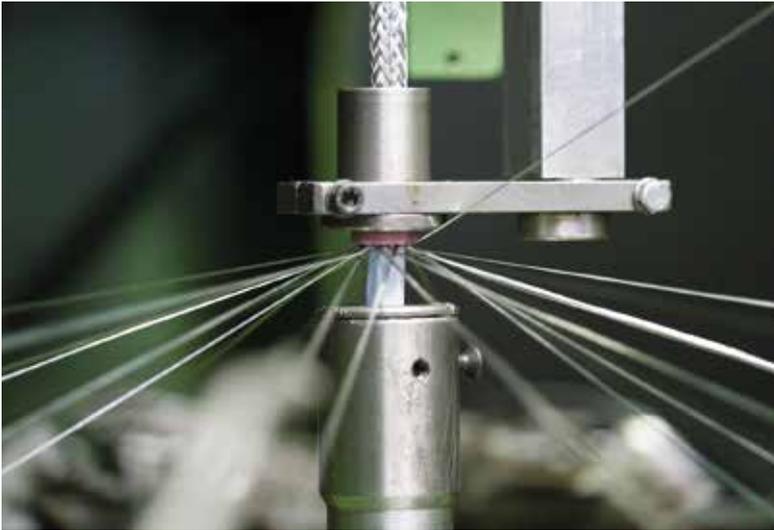
Hinter den Kulissen der Kabelproduktion

# Wie entstehen eigentlich Kabel?

Das Verfahren zur Herstellung von Stromleitungen läuft im Großen und Ganzen immer nach dem gleichen Schema ab. Unter einem schützenden Kunststoffmantel verbergen sich drei Hauptkomponenten: ein grün gelber Erdungs- oder Schutzleiter, ein blauer Neutralleiter und ein stromführender brauner oder schwarzer Draht. Diese Leiter bestehen aus mehreren verdrehten Kupferlitzen, feinen, leitfähigen Kupfersträngen, die Energie und Signale übertragen können. Doch wie genau entstehen diese Kabel?

TEXT: Lapp BILDER: Lapp; iStock, tunart





Eine Isolationsschicht wird um die Kabelseele herum verseilt.

Lapp stellt seit über 60 Jahren zuverlässige Kabel, Leitungen sowie Steckverbinder und Schleppketten her. Jeden Tag entstehen bei dem Stuttgarter Unternehmen tausende km verschiedener Leitungstypen. Allein im größten Werk von Lapp in Forbach, Frankreich, werden jährlich 130.000 km Kabel produziert. Das Stuttgarter Kabelwerk konzentriert sich hauptsächlich auf Anschluss- und Steuerleitungen mit größerer Vielfalt und geringerem Volumen. Ceam in Italien spezialisiert sich auf Datenleitungen, während Lapp Muller in Frankreich sich auf das Projektgeschäft und Marineanwendungen konzentriert. Die beiden Produktionswerke in Indien produzieren hauptsächlich Datenleitungen und Infrastrukturkabel in großen Volumina und mit hoher Vielfalt. In Korea liegt der Fokus auf strahlenvernetzten Leitungen, während in den USA wiederum Anschluss- und Steuerleitungen im Mittelpunkt stehen.

### Hochindividuelle Produktion

Aber wie genau kommen wir nun zum Endergebnis, einem beständigen und flexiblen Kabel? „Zuerst einmal werden die richtigen Rohstoffe für die zu fertigende Leitung ausgewählt“, erklärt Joachim Schmid, Geschäftsführer der Stuttgarter Kabelwerke. „Mit ihnen rüsten wir dann die Anlage.“ Je nach geplantem Endergebnis werden die vorgeschriebenen Parameter an den Maschinen eingestellt. Die Kabelproduktion ist hochindividuell – Kunststoffe können unterschiedlich auf Hitze, Kälte oder Luftfeuchtigkeit reagieren. Daher sind bereits bei diesem ersten Schritt Feingefühl und Know-how bei den Maschinen- und Anlagenbediener:innen essenziell.

Ebenso wichtig sind die Kupferlitzen. Kupfer ist ein hervorragender und beständiger Leiter. Die weiche Beschaffenheit macht es außerdem zu einem gut verarbeitbaren, wi-

derstandsfähigen und dehnbaren Metall. Bevor die fertigen Litzentrommeln in Stuttgart eingeliefert werden, müssen zunächst Kupferblöcke über Zugmaschinen gezogen werden. Mit Diamantzieheisen werden die Blöcke in dünne Drähte geschliffen, die bei Lapp weiterverarbeitet werden können. Beim sogenannten Verlitzen können dabei verschiedene Litzeklassen definiert werden. Diese bedingen die Flexibilität des Kabels. In der Produktion in Forbach verfügt Lapp über einen eigenen Kupferzug. Das spart Kosten bei der Herstellung und sorgt dafür, dass auch dieser Fertigungsschritt den hohen Qualitätsstandards der Produkte entspricht.

### Kunststoff für Isolation und Mantel

Der erste Produktionsschritt beginnt an den Aderlinien. Zunächst werden Kunststoff- und Farbgranulate sowie etwaige Zusatzstoffe, um den Kunststoff später beispielsweise vor Wärmeinflüssen zu schützen, in Trichter gefüllt, danach übernimmt der Einschnecken-Extruder den nächsten Schritt. Im Innern des Extruders rotiert eine Plastifizierschnecke – man kann sich die Anlage ein wenig wie einen beheizten Fleischwolf vorstellen. Entlang dieser Schnecke werden die Granulate erst aus dem Trichter beigemischt und verdichtet, anschließend geschmolzen und in der dritten Phase zu einer homogenen Masse verarbeitet. Je nachdem, welche Kunststofftypen verwendet werden, können die Temperatur im Extruder bis zu 240° C, in manchen Fällen sogar 300 °C betragen.

Die homogenisierte Schmelze wird am Ende der Schnecke im Extruder hin zum Extruderkopf befördert. Dort läuft die Kupferlitze durch das passende Werkzeug und die Schmelze wird um diese herum ausgeformt. Nachdem die Litze ihre isolierende Kunststoffschicht erhält, kühlt sie in einem Wasserbad ab. Die heiße Isolation wird nun bis auf den Kern der



Ein Extrudor bringt eine Kunststoffschicht auf das Kupfer auf.

Ader heruntergekühlt. Damit kann Lapp ausschließen, dass die Adern beim Aufwickeln auf die Eisenspulen miteinander verkleben. Bei Innen- und Außenmantelextrusion ist dieser Vorgang fast identisch.

Nach der Aderextrusion werden die einzelnen Adern in der Verseilerei zu einem flexiblen Aderbündel verseilt. Die einzelnen Adern werden an den Verseilmaschinen der Reihe nach Farbe oder nummerisch oder alphanummerisch eingesetzt. Wenn der:die Anlagenbediener:in die Verseilanlage nach dem Rüsten startet, führt diese die einzelnen Adern mit einer Drehbewegung automatisch zusammen, sodass eine Art Kordel entsteht. Das fertige Produkt wird im Fachjargon als Aderbündel, Verseilung oder Kabelseele bezeichnet. Seit kurzem verfügen die Stuttgarter Kabelwerke für diesen Produktionsschritt über einen neuen Rohrverseiler, der mit 50 m Länge der größte und auch modernste seiner Art ist. „Diese Anschaffung war notwendig, um unseren Output von mehr als 35.000 km an Kabeln pro Jahr gemäß unserer Strategie 2027 im Kabelwerk erreichen zu können. Mit ihm steigern wir unsere Kapazität enorm“, so Schmid.

## Hohe Standards für alle Typen

Zu den zahlreichen Verbindungslösungen von Lapp gehören auch Kabel und Leitungen, die unterschiedlichen Bedingungen und Umgebungen genügen müssen. Servo- oder Steuerleitungen, die vor elektromagnetischen Einflüssen oder vor mechanischen Belastungen geschützt werden sollen, erhalten vor der Außenmantelisolierung beispielsweise zusätzlich ein Geflecht. Nach Lapp Standard hat dieses Geflecht aus verzinnem Kupfer einen Bedeckungsgrad von 80 bis 85 Prozent. Bei Datenleitungen, die nur vor elektromagnetischen Einflüssen geschützt werden sollen, werden speziel-

le Folien eingesetzt. Damit das Geflecht die Kabelseele nicht verletzt, wird je nach Produkt ein Innenmantel zwischen der Seele und dem Geflecht ergänzt. Zu guter Letzt bekommt das Kabel einen schützenden Außenmantel aus Kunststoff – dieser Vorgang läuft analog zur Aderisolation ab. Eine separate Vliesbewicklung, die unter dem Mantel liegt, verhindert, dass die Kabelseele mit dem Außenmantel zusammenklebt. Nun kann die Leitung bedruckt werden – dafür hat Lapp eine eigene festgelegte Drucklegende. Diese dient diversen rechtlichen und normativen Vorgaben. So gewährleistet sie beispielsweise die Rückverfolgbarkeit der Kabel und nennt diverse Spezifikationen, die für Elektriker: innen relevant sein können.

## Hochspannungsprüfung bildet Abschluss

Im letzten Schritt des Fertigungsprozesses erfolgen Hochspannungsprüfungen in speziellen Faraday'schen Käfigen, wobei Ader-gegen-Ader oder Ader-gegen-Schirm getestet wird. Hierbei werden künstliche Kurzschlüsse mit bis zu 6000 Volt an der Leitung simuliert, um deren elektrische Isolationsfähigkeit und Spannungsfestigkeit zu prüfen. Sobald die Leitung ihre Robustheit und Zuverlässigkeit unter Beweis gestellt hat, wird sie von der Eisentrommel auf Vollholz- oder Sperrholztrommeln umgespult und anschließend in die Logistiklager und Verteilzentren geliefert.

Schmid erklärt: „Die Produktionsreste werden dann gesondert gelagert. Die Kunststoffe kommen in den Kunststoffbehälter und die Kupferlitzen in die Kupferboxen.“ Kunststoffabfall und überschüssige Kupferlitzen können in der Kabelherstellung nicht mehr aufgeschmolzen und wiederverwendet werden. Um den hohen Nachhaltigkeitsansprüchen gerecht zu werden, verkauft Lapp diese Produktionsabfälle, um sie recyceln und an anderer Stelle wieder einsetzen zu können. □

## Interview über steckbare Systemlösung für die schaltschranklose Automatisierung „Wettbewerbsvorteil durch Modularität“

Vergleicht man die Schaltschranktechnik der vergangenen Jahrzehnte, so zeigt sich ein nahezu unveränderter prinzipieller Aufbau – gekennzeichnet durch einen ebenso unverändert hohen Komponenten- und Verdrahtungsaufwand. Eine deutlich flexiblere und effizientere Schaltschrankalternative hat Beckhoff mit dem MX-System als modulare und steckbarem Automatisierungsbaukasten entwickelt. Im folgenden Interview erläutern Marvin Düsterhus und Dr. Friedrich Klasing aus dem Produktmanagement MX-System die Details.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Stefan Ziegler, Beckhoff BILDER: Beckhoff

*Das MX-System wurde im Jahr 2021 erstmals vorgestellt und hat sicherlich das Potenzial, den traditionellen Maschinenschaltschrank nicht nur zu verkleinern, sondern sogar komplett zu ersetzen. Wie haben sich Kundenreaktionen und -akzeptanz seither verändert?*

**Düsterhus:** Seit der Vorstellung hat sich tatsächlich einiges getan. Wir haben bislang über 70 reale Applikationen begutachtet und diese erfolgreich in entsprechende MX-Systeme transformiert. Die Anfragen stammen aus den unterschied-

jede Applikation interessant sein kann. Denn mit dem MX-System ist es nicht nur möglich, den Schaltschrank an Ort und Stelle 1:1 zu ersetzen, sondern durch dessen Zerteilung in kleinere Einheiten zudem die gesamte Steuerungstechnik modular und dezentralisiert anzuordnen. Diese Erkenntnis ist mittlerweile auch bei unseren Kunden angekommen und kaum jemand stellt heute noch in Frage, dass die Zukunft der Automatisierungstechnik schaltschranklos sein wird. Die vollständige schaltschrank-

rungen in Komponenten und Prozessen, ein Ausgleichen des sich verschärfenden Fachkräftemangels sowie eine möglichst einfache Maschinenwartung.

**Dr. Klasing:** Das MX-System wird nicht mehr nur als eine weitere Möglichkeit wahrgenommen, Automatisierungslösungen zu realisieren, sondern als Chance, sich vom Wettbewerb abzuheben. Die Modularisierung von ganzen Maschinen oder Teilen dieser ist tatsächlich seit Beginn der industriellen Revolution ein Grundsatz des Maschinenbaus, da die Vorteile für Reparatur und Wartung auf der Hand liegen. Entsprechende Ansätze finden sich auch seit den Anfängen der Computerprogrammierung in der Software und bei elektronischen Komponenten in der Hardware. Allein der Schaltschrank, das Bindeglied zwischen Mechanik und Elektronik, hat sich diesem Trend bislang erfolgreich entzogen. Das MX-System löst dies nun insoweit auf, als dass auch der Schaltschrank entsprechend dem Maschinenkonzept vollständig modular realisiert und dezentralisiert werden kann, mit den entsprechenden Vorteilen für Reparatur, Wartung und Betrieb. Branchenübergreifend und, durch umfassende Konformität (IEC, UL, CSA, etc.), weltweit lässt sich ein wachsendes Interesse am MX-System feststellen. Wir erleben im Gespräch mit Kunden, wie neue und innovative Maschinenkonzepte entstehen, die mit herkömmlichen Methoden nicht oder nur mit erheblichen



*„Mit dem MX-System ist es nicht nur möglich, den Schaltschrank zu ersetzen, sondern durch dessen Zerteilung in kleinere Einheiten zudem die gesamte Steuerungstechnik modular und dezentralisiert anzuordnen.“*

**Marvin Düsterhus**  
Produktmanagement MX-System  
Beckhoff Automation

lichsten Bereichen, von Prüfständen über Verpackungsmaschinen bis hin zur Automatisierung von Brauereien. Dabei sind auch die zum Einsatz kommenden Schaltschranklösungen immer unterschiedlich. Das zeigt, dass eine schaltschranklose Maschine mit unserem MX-System für

lose Automatisierung – und somit das MX-System – bietet Lösungen für die Herausforderungen von heute und morgen, mit denen unsere Kundschaft konfrontiert wird. Hierzu zählen beispielsweise die vollständige Modularisierung der gesamten Maschine, Standardisie-

„Das MX-System wird nicht mehr nur als eine weitere Möglichkeit wahrgenommen, Automatisierungslösungen zu realisieren, sondern als Chance, sich vom Wettbewerb abzuheben.“

Dr. Friedrich Klasing  
Produktmanagement MX-System  
Beckhoff Automation



Mehraufwänden umzusetzen wären. Das Verständnis des MX-Systems ist spürbar gewachsen, wie auch die Nachfrage. Letzteres sorgt für einen Ansporn bald auch in Serie lieferfähig zu sein.

*Seit der Vorstellung wurde das Komponentenspektrum des MX-Systems kontinuierlich ausgebaut. Was waren bisher die wichtigsten Entwicklungsschritte beziehungsweise Neukomponenten?*

**Düsterhus:** Viele Maschinen haben in Schaltschränken zusätzliche VPN-Router verbaut. Da wir diese nicht im eigenen Portfolio haben, mussten wir uns dafür etwas einfallen lassen. Hieraus ist das Infrastrukturmodul entstanden. Im Grunde ein Leergehäuse mit Anbindung an unsere Baseplate, aber auch Anschlussmöglichkeiten für die Außenwelt, mit dem sich solche, aber auch andere

Geräte von Drittherstellern platzsparend in unser Ökosystem integrieren lassen. Die Familie der Netzteile hat ebenfalls Zuwachs bekommen. Insbesondere bei den 48-V-DC-Netzteilen stehen mit bis zu 40 A leistungsstarke Ausführungen zur Verfügung, die speziell im Hinblick auf ATRO und XTS entwickelt wurden, aber auch für Standard-48-V-DC-Komponenten angedacht sind. Weiterhin kann inzwischen die Pneumatik eingebunden werden. Hierfür stellen wir die Elektronik in Form von Sockelmodulen bereit, die handelsübliche Pneumatikventile direkt aufnehmen können und dann gemeinsam auf einer Baseplate montiert werden. Gerade in Anwendungen mit verteilten oder in Summe nur wenigen Ventilen, wie zum Beispiel am Endeffektor eines Roboters, ist dies eine sehr kostengünstige und platzsparende Lösung. Ein weiterer

großer Schritt stellt die Baugröße 3 für Baseplate und Funktionsmodule dar, die wir auf der SPS 2023 vorstellten.

**Dr. Klasing:** Die Pneumatikmodule sind in Zusammenarbeit mit Festo und SMC entstanden und stehen exemplarisch für die erfolgreiche Integration von Technologien anderer Hersteller. Die Verbindung aus MX-System und Pneumatik stellt einen Mehrwert für alle Beteiligten dar. Derartige Erweiterungen mit entsprechendem Mehrwert werden auch in Zukunft das Spektrum des MX-Systems bereichern. Das MX-System wird für Erleichterungen in vielen Bereichen des Maschinenbaus stehen, dazu wird auch die Dokumentation beitragen. Wir verfolgen einen völlig neuen Ansatz, wenn es um die Zusammenstellung und Aufbereitung der Inhalte geht. Wer benötigt wann welche Informationen? Das ist die Kernfrage,

## Click. Clack. Closed.

### Die Fast Assembly Kabeleinführung

Die Kabeleinführung KEL-FA (Fast Assembly) bietet eine schnelle Montage ohne Werkzeug. Zugentlastung gemäß DIN EN 62444 sowie eine hohe Flexibilität durch den Einsatz verschiedenster Tüllen sind weitere Vorteile.



[www.icotek.com](http://www.icotek.com)

### Interesse geweckt?

Sichern Sie sich jetzt Ihr kostenloses Muster:



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



Das MX-System ist hoch modular aufgebaut und lässt sich mit einem breiten Spektrum an Funktionsmodulen optimal an die jeweilige Applikation anpassen.

die wir bei der Erstellung der Unterlagen immer wieder im Auge haben. Eine nicht zu unterschätzende Komponente des MX-Systems ist die Diagnose-App. Wenn diese auch nicht ausschlaggebend für die Machbarkeit einer Maschine mit den Mitteln des MX-Systems ist, so wird sie den Umgang mit Maschinen im Feld nachhaltig beeinflussen. Sie bietet Servicekräften die Möglichkeit, auf bislang nicht zugängliche Informationen zuzugreifen und so die Servicequalität zu steigern – bei gleichzeitig reduzierter Einsatzdauer. In Verbindung mit den Eigenschaften des MX-Systems kann man auf diese Weise Downtimes verkürzen und die Produktivität steigern. Die Möglichkeiten der App sind dabei noch lange nicht ausgeschöpft, so arbeiten wir aktuell an einer Lösung, die App als möglichen Access-Point für Off-Site-Techniker auszubauen. Ein weiterer Vorteil der Diagnose-App gegenüber den Apps anderer Hersteller ist, dass diese Informationen der gesamten Maschine zur Verfügung stellen kann und nicht nur einzelner Komponenten wie zum Beispiel IO-Link-Teilnehmer.

**Was kennzeichnen die zur SPS 2023 neu vorgestellten Komponenten der Baugröße 3 und inwieweit vergrößern sie das Anwendungsspektrum des MX-Systems?**

**Düsterhus:** Im Kern wird die Baseplate durch eine zusätzliche Reihe von

Datensteckplätzen ergänzt, wobei aber alle Funktionsmodule der bestehenden Baugrößen kompatibel bleiben. Die Baseplate selbst hat, abgesehen von ihren Abmessungen, keine neuen technischen Kenngrößen, bietet aber neue Möglichkeiten: Bei gleicher Breite stehen nun deutlich mehr Steckplätze zur Verfügung, um noch mehr Funktionsmodule unterbringen zu können. Durch die zusätzliche Reihe können zudem unsere neuen 3-reihigen Funktionsmodule verwendet werden. Durch größer dimensionierte Kühlrippen lassen sich nun nicht nur Einspeisungen von 32 A, sondern auch bis zu 125 A realisieren und deutlich größere Lasten schalten. Ein Servoverstärker kann in Baugröße 3 pro Kanal bis zu 28 A Nennstrom liefern und ein Frequenzumrichter einen Motor mit bis zu 15 kW antreiben.

**Dr. Klasing:** Der Fokus liegt hier weniger auf der Integration neuer Funktionen, sondern auf der Erweiterung der Leistungsfähigkeit. Insbesondere die höheren Leistungen erweitern das Anwendungsspektrum des MX-Systems erheblich. Maschinen, die große Einspeiseleistungen benötigen, konnten bislang durch den MX-System-Baukasten nur bedingt und hybrid umgesetzt werden. Die 3-reihigen Baseplates können den bislang in solchen Fällen notwendigen Schaltschrank zur Energieverteilung ersetzen, hierdurch

können mehr und größere Maschinen vollständig schaltschranklos projektiert werden und damit wiederum die Vorteile der dezentralen Steuerungstechnik ausspielen. In der Topologie einer Maschine wird eine 3-reihige Baseplate wohl immer oberhalb der bislang vorgestellten 1- und 2-reihigen Baseplates zu finden sein, als zentraler Punkt in einer Mischung aus Stern- und Daisy-Chain-Topologie.

**Ein entscheidender Vorteil des MX-Systems ist die optimale Unterstützung der zunehmend geforderten Maschinenmodularisierung. Wie wichtig ist in diesem Zusammenhang die Erweiterung des Baseplate-Portfolios?**

**Dr. Klasing:** Der Schaltschrank wird der vollständigen Modularisierung einer Maschine – Mechanik und Elektrik – immer im Weg stehen, da dieser in jedem Fall Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Maschinenteilen erzeugt und/oder sich nicht oder nur schwer in den Maschinenraum integrieren lässt. Ein breites Baseplate-Portfolio ermöglicht es Herstellern, die benötigten MX-Systeme für verschiedene Maschinenmodule leichter anzupassen. Dies trägt zur Flexibilität bei, da Module und Komponenten leichter ausgetauscht oder hinzugefügt werden können. Durch die Erweiterung des Baseplate-Portfolios und mit dem damit einhergehenden Leistungszuwachs

## Modular, einfach, energieeffizient!



lassen sich noch einmal deutlich mehr Maschinen ohne Schaltschrank realisieren. Sieht man einmal von den meist größeren, modularen Maschinen ab, kann eine 3-reihige Baseplate zudem für eine kleine monolithische Maschine mit relativ vielen 24-V-DC-Komponenten eine kostengünstigere Alternative zu zwei oder mehr 1- beziehungsweise 2-reihigen Baseplates darstellen.

### *Lassen sich die Vereinfachung der Modularisierung und das Einsparpotenzial hinsichtlich des Maschinen-Footprints anhand beispielhafter Zahlen verdeutlichen?*

**Düsterhus:** Dies hängt immer von der jeweiligen Anwendung ab. Denn Schaltschrank ist nicht gleich Schaltschrank. Hier gibt es viele Unterschiede in den Abmessungen sowie bei Einbauort und -lage. Allgemein lässt sich sagen, dass sich durch das MX-System die benötigte (Anschraub-)Fläche in den Dimensionen Höhe und Breite im Vergleich zu einem typischen Schaltschrank auf ein Drittel reduziert. Durch die kleineren modularen Einheiten des MX-Systems lassen diese sich viel einfacher in das Maschinenkonzept integrieren, sodass der Footprint reduziert werden kann. Ein konkretes Beispiel kann ich aus der Automobilindustrie nennen. Dort haben wir beispielsweise eine Maschine mit über 50 Servoachsen betrachtet, dessen gesamter mechanischer Teil bereits heute vollständig modular aufgebaut ist. In den Maschinenmodulen befinden sich viele dezentrale I/O-Baugruppen und einige dezentrale Antriebe. Dennoch bleibt ein 7 m langer, an der Maschinenseite platzierter Schaltschrank übrig. Dieser schränkt zum einen die Zugänglichkeit der Maschine ein, zum anderen muss die gesamte Verdrahtung aus den Maschi-

nenmodulen dort hingeführt werden. Durch die Transformation zum MX-System entfällt der Schaltschrank hingegen komplett. Auch hier kommt eine 3-reihige Baseplate mit einer 125-A-Einspeisung zum Einsatz, die sternförmig sechs weitere MX-Systeme als Substationen der Maschinenmodule speist. Da die MX-Systeme platzsparend und ohne Footprint-Vergrößerung in die Maschinenmodule integriert werden können, reduziert sich die Stellfläche durch den Entfall des Schaltschranks um etwa 10 Prozent.

### *Neben der Kompaktheit ist die Kaskadierbarkeit des MX-Systems ein entscheidender Faktor für eine konsequente Maschinenmodularisierung. Welche konkreten Anwendungsvorteile bietet diese, auch mit Blick auf das erweiterte Baseplate-Spektrum?*

**Dr. Klasing:** Die Kaskadierung beziehungsweise das Daisy-Chaining mehrerer MX-Systeme ist nur eine der möglichen Topologien, um einen Schaltschrank durch mehrere MX-Systeme zu ersetzen. Neben der Variante, mehrere MX-Systeme über eine Leitung miteinander zu verketteten, können MX-System-Stationen auch wie ein Hub genutzt werden. Das bedeutet, es werden von einer (zentralen) Baseplate mehrere MX-System-Stationen parallel und/oder seriell mit Leistung und EtherCAT versorgt. Unabhängig davon, ob mehrere MX-Systeme kaskadiert oder in einer Sterntopologie miteinander verbunden sind, das begrenzte Element ist die Leistung. Hier helfen die 3-reihigen Module, da mit diesen eine netzseitige Einspeisung von bis zu 125 A AC möglich ist. Auch der Einsatz von zentralen DC-Link-Modulen für die Erzeugung der 600-V-DC-Zwischenkreisspannung ist in der Baugröße 3 noch besser umsetzbar als bei Baugröße 2. □

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)



Vollbestückte Hutschienen einfach auf die Montageplatte klicken

## Platz im Schaltschrank besser ausnutzen

Die effiziente Platznutzung und die mühelose Montage sind essenziell für eine reibungslose Fertigung. Um die ordnungsgemäße Befestigung der Tragschiene auf der Montageplatte sicherzustellen, sind Freiräume für Schrauben oder Nieten zwischen den Klemmen erforderlich. Dies führt dazu, dass die verfügbaren Platzkapazitäten nicht optimal ausgenutzt werden. Jetzt gibt es eine Lösung.

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



Die Klippon RailSnapper werden so platziert, dass sie später bei der Montage durch die Langlöcher der Tragschiene geführt werden können.

Aktuell müssen die Befestigungspunkte für die Tragschiene bei der Bestückung mitberücksichtigt werden, oder die Leiste muss vor der Bestückung mit Komponenten auf der Montageplatte befestigt werden. Im schlimmsten Fall müssen Komponenten sogar zunächst entfernt und nach der Befestigung erneut platziert werden.

### Tragschienenlänge ausschöpfen

Der Klippon RailSnapper von Weidmüller ermöglicht das volle Ausschöpfen der Tragschienenlänge. Die Tragschiene kann über ihre gesamte Länge mit Komponenten bestückt und anschließend in der Montagehalle direkt auf die Montageplatte gedrückt sowie installiert werden. Dazu werden die Befestigungsschrauben vor der Montage auf die Montageplatte geschraubt. Die Klippon RailSnapper werden dabei so platziert, dass sie später bei der Montage durch die Langlöcher der Tragschiene geführt werden können. Bei der späteren Montage der vollständig bestückten Tragschiene rasten die gefederten Schrauben über beziehungsweise hinter der abgesetzten Tragschiene ein. Das Einrasten dieser federnden Elemente hält die Tragschiene

fest und drückt diese an die Montageplatte. Wenn die Tragschiene flächig auf der Montageplatte aufliegt, kann der PE-Kurzschlussstrom gemäß IEC 60947-7-2 bis zu einer Leiterquerschnittsgröße von 16 mm<sup>2</sup> abgeführt werden. Ein zusätzlicher PE-Leiter mit dem Anschluss auf einer PE-Reihenklammer entfällt.

### Bessere Standards und Prozesse

Prozessschritte wie die Bestückung der Klemmleiste und der Einbau können voneinander getrennt werden. In Zeiten des Fachkräftemangels können so Prozessschritte aufgeteilt werden. Dies führt zu einer höheren Effizienz im gesamten Schaltschrankbauprozess. Die Bestückung der Tragschiene kann durch ungelernete Arbeitskräfte, externe Partner oder sogar in automatisierten Prozessschritten durchgeführt werden. Fachkräfte können sich auf die technische Verdrahtung oder andere komplexe Aufgaben konzentrieren. So werden Ressourcen optimal genutzt, und die Effizienz wird gesteigert. Eine Montage der Klippon RailSnapper kann über eine integrierte Schraube oder bei größeren Stückzahlen mittels Niete und entsprechenden Nietgeräts vorinstalliert werden. □

NEXT  
TECHNOLOGY  
FOR INDUSTRY PIONEERS



Neues zu Technologien  
der Zukunft

### NEXT TECHNOLOGY NEWSLETTER

Jeden Sonntag mit den wichtigsten  
Meldungen für Sie.  
Ausgesucht von unserer Redaktion.



Jetzt kostenfrei zum Newsletter  
anmelden unter:  
[INDUSTR.com/de/next-technology](https://www.industr.com/de/next-technology)



Mehr Betriebssicherheit mit individueller thermischer Schaltschrankbetrachtung

## Individuelle Betrachtung bitte!

Viele Schaltschrank- und Anlagenplaner betrachten den Nachweis der zulässigen Erwärmung gemäß den Vorschriften als reine Pflichtaufgabe, ohne in der Planungsphase das Kühlkonzept zu berücksichtigen und den Schaltschrank bedarfsgerecht auszulegen. Die Auswirkungen einer falschen Schaltschrankplanung sind jedoch unangenehm: Überdimensionierte Kühlsysteme, erhöhte Betriebskosten, ineffiziente Ressourcennutzung und potenzielle Risiken für die Betriebssicherheit können die Folge sein.

TEXT: Michael Bautz, Lütze; Daniel Haag, IGTE der Universität Stuttgart BILDER: Lütze; iStock, Marina Demeshko

Das kanallose Verdrahtungssystem AirSTREAM von Lütze sorgt für ein homogenes Klima im Schaltschrank.

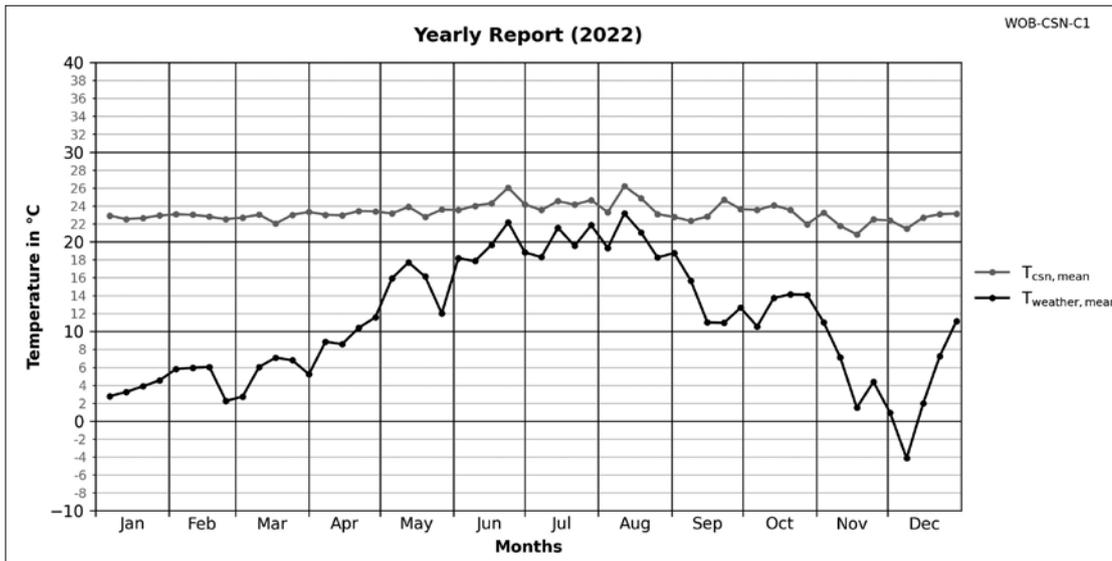


Für viele Schaltschrank- und Anlagenplaner stellt der Nachweis der zulässigen Erwärmung gemäß DIN EN 61439 eine reine Pflichtaufgabe dar. Dabei könnte in der Planungsphase noch Einfluss auf das Kühlkonzept und den Aufbau eines Schaltschranks genommen werden. Hier liegt jedoch ein klassisches Stakeholder Problem vor: Planung und Betrieb einer Anlage liegen in unterschiedlichen Händen. Der Anlagenplaner hält sich strikt an die im Lastenheft festgehaltenen Vorgaben. Die Vorgaben zur thermischen Auslegung sind vom Auftraggeber in der Regel jedoch nicht individuell abgestimmt, sondern werden pauschal verfasst. Und allein schon aus Haftungs- und Gewährleistungsgründen wird ein Anlagenplaner eher eine Überdimensionierung des Kühlsystems in Kauf nehmen, als eine potenziell riskante Veränderung am Kühlsystem vorzunehmen. Zumal die Anlagenplaner nicht die Energie- und Instandhaltungskosten der Anlage tragen. Doch wo genau liegt nun das Problem?

Jedes Lastenheft enthält eine Angabe zur Umgebungstemperatur, der ein Schaltschrank ausgesetzt ist. Praxisübliche Werte liegen bei 35 bis 40 °C. Eine Diskussion über die Sinnhaftigkeit dieser Angaben ist – basierend auf der langjährigen Erfahrung der Autoren – oft zwecklos. Bedienen wir uns an dieser Stelle an einem Beispiel aus dem Alltag: Bei den meisten Menschen stößt man auf wenig Widerspruch, wenn man die Übertragbarkeit des Wetterberichts von einem Ort auf einen anderen – oft auch nur wenige Kilometer weit entfernten – Ort anzweifelt. Schließlich eignen sich wenige Themen so gut eine Konversation zu starten wie eine Diskussion über die Unzuverlässigkeit des Wetterberichtes. Genauso weithin akzeptiert ist der Umstand, dass das Wetter die Temperaturen in der eigenen Wohnung sowie deren Heiz- und Kühlbedarf hochgradig beeinflusst. Kein gebäudeenergetischer Planer wird das Heiz- oder Kühlsystem eines Gebäudes auslegen ohne dessen geografische Lage, Größe, Bauform oder energetischen Stan-

dard zu kennen. Wie kommt es dann, dass dies alles vergessen scheint, wenn der Sachverhalt auf industrielle Fertigungshallen und Schaltschränke übertragen wird? Im Grunde lässt sich die ganze Problematik auf einen Aspekt reduzieren: Sicherheitsdenken. Anders als bei der Behaglichkeit in der eigenen Wohnung, schwingt beim Thema Schaltschrankkühlung immer die Angst vor einem kostenintensiven Anlagenausfall mit. Dass eine individuelle Schaltschrankbetrachtung, ein nachhaltiges Kühlkonzept und die Erhaltung der Betriebssicherheit nicht im Widerspruch zueinander stehen, soll im Folgenden anhand eines Praxisbeispiels gezeigt werden.

Zunächst einmal sollte der Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Schaltschrankinnentemperatur geklärt werden. Wird einem Schaltschrank nicht aktiv ein Wärmestrom mittels eines Kühlgerätes oder eines Wärmeübertragers entzogen, so ist dessen mittlere Innentemperatur in sehr guter Näherung linear von der Temperatur der Schaltschrankumgebung abhängig. Praxisüblich wird hier oft ein mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient von 5.5 W/m<sup>2</sup>K angenommen. Für einen freistehenden Standschrank (2m x 1m x 0,8m) entspricht dies etwa einem Wärmeübertragungsvermögen durch freie Kühlung von 44 W pro 1 K Temperaturdifferenz zur Umgebung. Dieser Sachverhalt ist keineswegs pauschal auf einen beliebigen Schaltschrank zu übertragen, bietet jedoch einen ersten Anhaltswert. In der Überschlagsrechnung implizit enthalten sind bereits zwei Maßnahmen zur thermischen Ausbesserung: die gesamte Fläche des Schaltschranks (außer dem Boden) ist an der Wärmeabgabe des Schaltschranks an die Umgebung beteiligt und im Schaltschrank liegen annähernd homogene Temperaturen vor. Dies ist zum Beispiel durch den Einsatz des kanallosen Verdrahtungssystems AirSTREAM und der AirBLOWER Lüfter möglich. Außerdem kann die Realitätsnähe der Berechnung verbessert werden, wenn der Schaltschrank statt in eine Zone in mehrere Zonen unterteilt wird, wie es



Durchschnittswerte: Vergleich der Hallentemperatur und des Wetters für das Jahr 2022

das überarbeitete Wärmesimulationstool AirTEMP 2.0 bietet. Aber welche Umgebungstemperatur sollte jetzt angenommen werden, wenn zuvor die Realitätsnähe von pauschalen Vorgaben von 35 bis 40 °C in Abrede gestellt wurde?

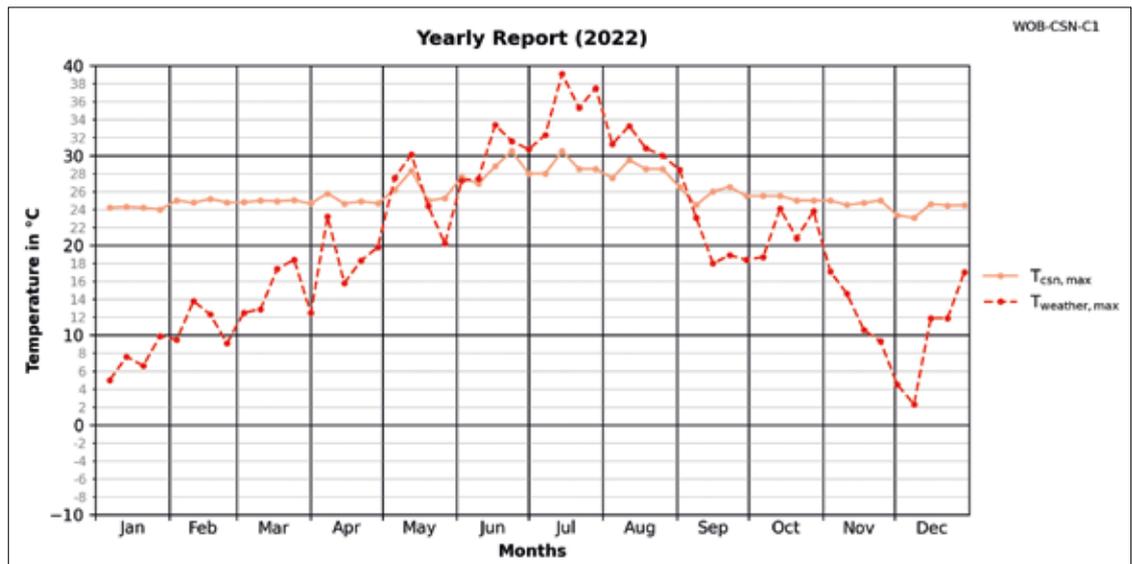
Wichtig zu bemerken ist, dass die Umgebungstemperatur, der ein Schaltschrank ausgesetzt ist, über ein Jahr hinweg veränderlich ist. Zudem ist der thermische Versagensprozess eines elektrischen Bauteils im Detail komplex. Eine detaillierte quantitative Betrachtung ist an dieser Stelle nicht möglich, deshalb wird in diesem Artikel qualitativ argumentiert. Hier kann eine Analogie zum Versagensprozess von mechanischen Bauteilen gezogen werden. Die Temperatur entspricht dabei der mechanischen Spannung (oder Kraft) die auf ein Bauteil wirkt. Im Alltag tritt ein mechanischer Defekt oft nicht durch ein einmaliges statisches Ereignis ein, sondern resultiert aus vielen vorangegangenen dynamischen Belastungen. So ist es auch bei dem thermischen Versagen von elektrischen Bauteilen in Schaltschränken. Ähnlich zur Dauerfestigkeit von mechanischen Bauteilen, wird die Lebensdauer von elektrischen Bauteilen neben dem absoluten Wert der Temperatur, auch von der Frequenz und Amplitude von Temperaturschwankungen beeinflusst. Wichtig ist damit neben einer Maximalbetrachtung der Umgebungstemperatur vor allem auch die im Mittel vorliegende Umgebungstemperatur und deren Schwankung. Um den jahreszeitlichen Verlauf der Umgebungstemperatur zu quantifizieren, wurde über mehrere Jahre hinweg eine Langzeitmessung im Feld durchgeführt. Mittels autonomer Datenlogger wurde die Umgebungstemperatur in einer Fertigungshalle über mehrere Jahre hinweg aufgezeichnet. Die Abbildung oben zeigt die Ergebnisse der Messungen für das Jahr 2022. Dabei handelt es sich um einen Standort in Mitteldeutschland.

Es soll keinesfalls die Aussage aufgestellt werden, dass die gewonnen Erkenntnisse allgemein gültig sind. Das Stichwort lautet hier individuelle Schaltschrankbetrachtung. In ihrer Gesamtheit decken sich die gewonnen Messdaten aber mit den Erkenntnissen, die durch vergleichbare Praxismessungen in den letzten Jahren gewonnen wurden.

Die Auswahl des Messortes erfolgte basierend auf mehreren Kriterien. Es handelt sich um eine großindustrielle Fertigungshalle, die bereits einige Jahrzehnte alt ist. Das Gebäude selbst weist einen niedrigen Energieeffizienzstandard auf. Teile des Daches sind mit Fenstern ausgestattet, so dass durch die solare Einstrahlung die Halle zusätzlich aufheizen kann. Außerdem kann durch große Hallentore, die für Logistikverkehr regelmäßig geöffnet werden, ein Luftaustausch mit der Umgebung erfolgen. Außerdem befinden sich in der unmittelbaren Umgebung der untersuchten Anlage weitere Fertigungslinien, die potenziell ebenfalls Wärme abstrahlen und die Umgebung aufheizen. Zusammenfassend handelt es sich damit um einen Aufstellort, in dem im Sommer sehr hohe Temperaturen und im Winter vergleichsweise kalte Temperaturen erwartet wurden.

## Überraschende Ergebnisse

Entsprechend überraschend waren die Messergebnisse. Im Jahr 2022 gab es am Aufstellort einen heißen Sommer mit Tagen bis zu 40 °C und einen kalten Winter mit bis zu -10 °C kalten Tagen. Über das Jahr hinweg stellte sich in der Fertigungshalle jedoch eine vergleichsweise konstante Temperatur mit durchschnittlich 20 bis 25 °C ein. Maximalwerte von etwa 30 °C wurden nur an sehr wenigen Tagen im Jahr in der Halle erreicht. Gleiches gilt für den Winter: trotz wetterbedingt



Maximalwerte: Vergleich der Hallentemperatur und des Wetters für das Jahr 2022

niedriger Außentemperaturen fiel die Hallentemperatur typischerweise nicht weit unter 20 °C. Letzteres ist plausibel dadurch zu begründen, dass die Halle selbst durch ihr großes Luftvolumen eine hohe Wärmekapazität hat und die Abwärme diese aufheizt. Nicht in den Abbildungen zu erkennen ist der typische Tag-Nacht-Rhythmus, der sich täglich einstellte. Typischerweise schwankt die Umgebungstemperatur täglich in einem Bereich von 5 K.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass entgegen den Erwartungen auch im Sommer maximal Schaltschrankumgebungstemperaturen von 30 °C aufgetreten sind. Basierend auf der rechnerischen Abschätzung für einen Einzelschrank, die zuvor angestellt wurde, können damit auch im Hochsommer noch 440 W an Verlustleistung abgeführt werden. Unter der Voraussetzung, dass im Schaltschrank ein homogenes Temperaturfeld vorliegt und maximal 40 °C zulässig sind. Liegt die Verlustleistung über diesem Wert, kann ein Kühlgerät vorgesehen werden. Dabei reicht aber vermutlich eine der kleinsten Leistungsklassen aus, um die Betriebssicherheit der Anlage zu garantieren. Wie bereits oben erwähnt ist neben der absoluten Temperatur im Schaltschrank auch das dynamische Verhalten maßgeblich. Taktet ein Kühlgerät dabei mit einer Taktzeit von wenigen Minuten, kann dies zum einen die Lebenserwartung des Kompressors negativ beeinflussen, genauso werden aber auch elektrische Bauteile im Kaltluftstrom wiederkehrenden Temperaturschwankungen ausgesetzt. Diese wirken sich genau wie absolute Temperaturerhöhungen negativ auf die Lebenserwartung aus.

Ein Aspekt, der den Autoren auch immer wieder auffällt, ist die Betrachtung der maximal zulässigen Umgebungstempe-

ratur von einer anderen Perspektive aus. Schaltschränke sind in der Regel oft nahe von Arbeitsplätzen in der Fertigung angeordnet. Entsprechend §3 der Arbeitsstättenverordnung sind bei Temperaturen von mehr als 30 °C am Arbeitsplatz vom Arbeitgeber zusätzliche Maßnahmen zur Hitzeregulierung zu ergreifen. Ab 35 °C kann nicht mehr gearbeitet werden, außer es werden dieselben Maßnahmen wie an Hitze-Arbeitsplätzen (zum Beispiel Gießerein) ergriffen. Die Autoren haben noch nicht beobachtet, dass an einer Fertigungslinie zusätzliche Maßnahmen entsprechend der Arbeitsstättenverordnung ergriffen wurden. Gerade in Betrieben mit einer starken Gewerkschaft erscheint es unwahrscheinlich, dass der Arbeitgeber dieser Pflicht nicht nachkommt. Daher erschien es den Autoren plausibel, 30 °C als praxisübliche Obergrenze für die Temperatur in Fertigungshallen anzusehen.

## Fazit

Die Autoren haben eine empirische Studie zu den jahreszeitenabhängigen Temperaturverhältnissen in einer Fertigungshalle durchgeführt. Die gemessenen Temperaturen lagen deutlich unter den initialen Annahmen des Betreibers der Fertigungsanlage. Über das Jahr hinweg unterlag die Temperatur in der untersuchten Fertigungshalle nur geringen Schwankungen und bewegte sich im Bereich von lediglich 20 bis 25 °C. Die Autoren planen weitere Messungen, um festzustellen, ob es sich hierbei um einen Einzelfall handelt oder dieser Umstand systematisch auftritt. Die Umgebungstemperatur ist der Faktor, der den notwendigen Kühlbedarf eines Schaltschranks am stärksten beeinflusst. Daher sollte dieser Einflussfaktor möglichst realitätsnahe bewertet werden, um ein nachhaltiges und energieeffizientes Kühlkonzept ableiten zu können. □

Biohybride Roboterquallen erkunden die Tiefsee

## KLEINE CYBORGS AUF MISSION

Quallen sind faszinierende Meerestiere, die in fast allen Weltmeeren zu finden sind. Für Forscher sind sie vor allem wegen ihrer Einfachheit interessant. In Zukunft könnten sie – entsprechend ausgestattet – auch in der Tiefsee als kleine Forschungshelfer eingesetzt werden.

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

Sie sind faszinierend, scheinbar einfach und doch so komplex: Quallen spielen eine wichtige Rolle im Ökosystem Meer. Ihr charakteristischer glockenförmiger Körperbau und ihre langen Nesseln machen sie einzigartig. Obwohl sie weder ein Gehirn noch ein zentrales Nervensystem besitzen, können sie sich durch rhythmische Bewegungen effizient fortbewegen. Ein Forschungsteam des Caltech-Instituts hat aus diesen kleinen Tieren biohybride Roboter geschaffen, die in Zukunft bei der Erforschung unserer Ozeane eingesetzt werden könnten. Dazu wurden spezielle Elektronik und Vorrichtungen verwendet, die Sensoren tragen und die quallentypischen Bewegungen verbessern können. So ausgerüstet sollen die „Quallen-Cyborgs“ die Ozeane erkunden und Daten über wichtige Umweltfaktoren wie Temperatur, Salz- oder Sauerstoffgehalt des Wassers sammeln.

### Biohybride Meeresforscher unterwegs

Im Vergleich zu ihren natürlichen Kollegen sind die technisch aufgerüsteten Quallen effizienter und schneller. Dank eines elektronischen „Herzschrittmachers“ und einer speziellen „Kappe“, der den Widerstand verringert und Platz für Sensoren bietet, können sie bis zu 4,5-mal schneller schwimmen und kleine Lasten transportieren. So ausgestattet können die Quallen wesentlich effizienter in den bislang weitgehend unerforschten Tiefen des Ozeans navigieren und somit wertvolle Daten für das Forschungsteam des Caltech-Instituts sammeln. Das Ziel des Forschungsteams ist es nun, die Fähigkeiten der bionischen Quallen weiter zu verfeinern, um sie zukünftig auch horizontal steuerbar zu machen. □



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)

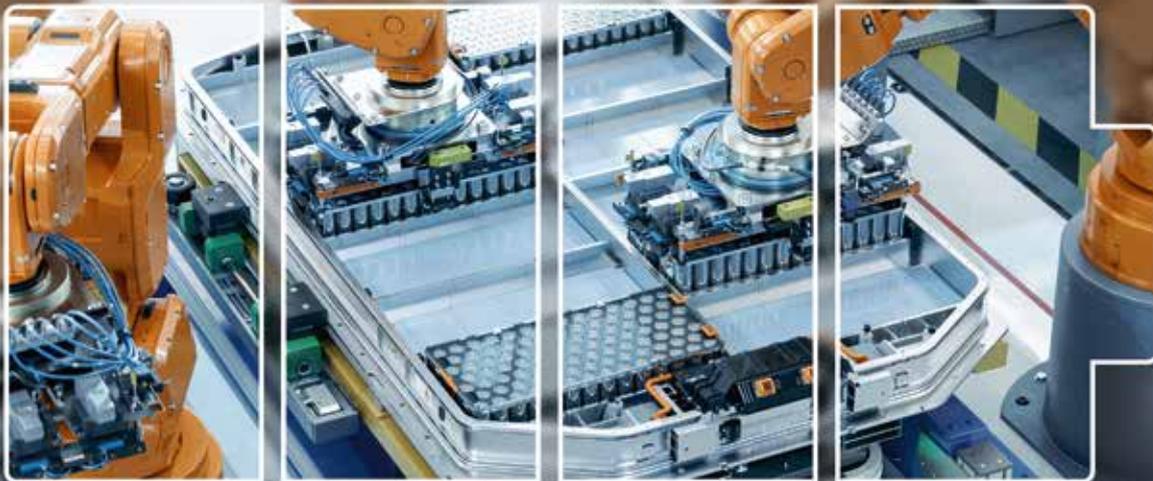
# Aufgeladen mit Expertise.

Sensoren und Automations-  
lösungen für die Batteriefertigung

Mit Leidenschaft für Technologie  
und langjährigem Know-how in den  
Prozessen der Automobilindustrie.



Mehr Informationen unter  
[pepperl-fuchs.com/br-battery](https://pepperl-fuchs.com/br-battery)



Your automation, our passion.

 **PEPPERL+FUCHS**