

# A&D

**AUTOMATION  
DIGITALISIERUNG**



**Flexibel wie ein Cobot,  
präzise und dynamisch wie  
ein Industrieroboter**  
...mehr ab Seite 8

**GRENZEN  
ÜBERWINDEN**

TITELBILD-SPONSOR: SCHAEFFLER

**SMARTE SENSORIK**  
So nutzen Sie die  
Potenziale aus s. 12-28

**LEITUNGSWÄCHTER**  
Vorausschauende Wartung  
für die Datenleitung s. 29

**OPC UA ÜBER MQTT**  
Endlich ein unabhängiger  
Standard für alles s. 34

**publish  
industry  
verlag**

# 2<sup>nd</sup> – World Interoperability Conference

**30 May**  
**2022**

12:30 pm to 15:00 pm  
Hall 19 – Room New York  
Hannover Messe

OPC UA as a globally established  
secured semantic interoperability  
solution for machinedata from the  
field to the cloud (and back)

Registration at  
[www.opcfoundation.org/wic2022](http://www.opcfoundation.org/wic2022)



on the basis of a decision  
by the German Bundestag





**Christian Vilsbeck, Chefredakteur A&D:**

Normalerweise stelle ich hier im Editorial interessanten Persönlichkeiten aus der Industrie eine Frage zu einem Thema, das die Automatisierungsbranche gerade bewegt. Doch dieses mal fällt mir keine Frage ein, deren Wichtigkeit hier Platz verdient. Denn während ich diese Zeilen schreibe, bebt in der Ukraine weiterhin ein erbitterter Krieg. Darum kann ich gerade nur appellieren:

## „MEHR DEMUT BITTE!“

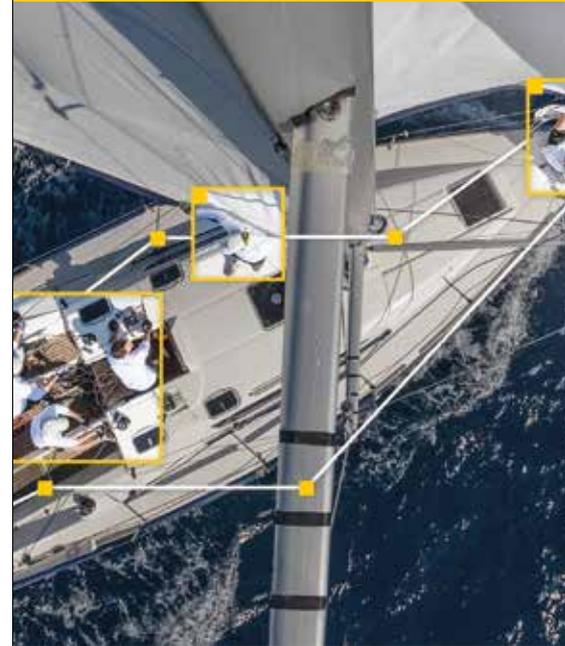
Denn wie ticken wir insgeheim schon wieder? Wir machen uns Sorgen, weil die Energie- und Spritpreise sich rapide verteuern. Industrien sind zusätzlich über abreißende Lieferketten beunruhigt, weil beispielsweise in der Ukraine produzierte Kabelbäume für die Automobilindustrie nicht mehr lieferbar sind. Die knapper werdenden Ressourcen schlagen sich auf höhere Kosten in der Produktion nieder, Lieferzeiten erhöhen sich. Die Gewinnmargen sinken.

Merken Sie es? Jammern wir nach zwei Jahren Corona schon wieder heimlich, weil am Monatsende weniger übrig bleibt und alles teurer wird? Und wie soll das erst im Winter werden, wenn wir mehr heizen müssen! Sollten wir aber nicht unendlich dankbar sein, dass wir abends auf der Couch gemütlich unser Wohlstandsbäuchlein reiben können und friedlich und ohne Angst wegschlummern. Und wenn man das Elend in den Nachrichten nicht mehr sehen kann, dann drückt man einfach ein anderes Programm auf dem Flatscreen her...

Die Menschen in der Ukraine können nicht einfach das Programm wechseln. Und dieses Leid gibt es ja nicht nur in dem uns geografisch so nahem Land. Darum denke ich, wir sollten uns in unserem Tun und Streben nach mehr Wohlstand desöfteren etwas zurücknehmen, sich selbst nicht so wichtig nehmen, sondern öfter mal an das längst vergessene Wort Demut denken.

**TURCK**

Your Global Automation Partner



## Leinen los – Kurs Zukunft

Dezentrale Automatisierungslösungen verschieben die Koordinaten moderner Industrieproduktion. Wir bringen Sie auf Erfolgskurs.

MEHR ERFAHREN



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

# INHALT

TITELSTORY

## GRENZEN ÜBERWINDEN



### AUFTAKT

- 06** Bildstory: Humanoider Assistenzroboter

### TITELSTORY

- 08** Turbo-Programm für Cobots  
**10** Interview: „Wir hieven Cobots auf ein neues Level“

### FOKUS: SMARTE SENSORIK & INDUSTRIAL ANALYTICS

- 12** Bleibt die Smart Factory eine Illusion?  
**16** Mehr Qualität ohne extra Sensoren  
**18** Umfrage: Feature Overkill vs. zukunftsfähig  
**22** Mit Sensoriklösungen fokussiert alles im Blick  
**26** Kaum Sichtbares sichtbar machen

### INDUSTRIELLE KOMMUNIKATION

- 29** Vorausschauende Wartung für die Datenleitung  
**32** Kommentar über Entwicklungen in der industriellen Kommunikation  
**34** OPC UA über MQTT: Einigung auf einen Standard

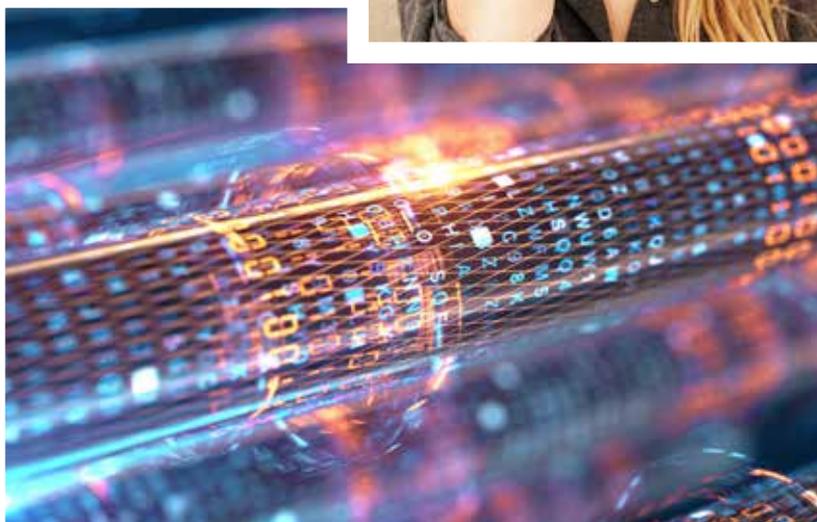
### RUBRIKEN

- 03** Editorial  
**28** Firmenverzeichnis & Impressum  
**41** Storyboard: MPDV  
**66** Rücklicht

# 12

FOKUSTHEMA VON SEITE 12-28

Smarte Sensorik & Industrial Analytics



# 62

FÜR BAURAUMLKRITISCHE SENSORIK

Ethernet-Konnektivität mit  
M8-Rundsteckverbinder



# 08

## TITELSTORY

Turbo-Programm für Cobots



# 29

## LEITUNGSWÄCHTER

Vorausschauende Wartung  
für die Datenleitung



### INDUSTRIELLE SOFTWARELÖSUNGEN

- 38** Simulation begleitet alle Lebensphasen einer Maschine

### ROBOTIK & HANDLING

- 42** Kunststoff-Cobot für unter 5.000 Euro  
**45** Interview: „Schneller rechnet sich Automatisierung nicht“

### ANTREIBEN & BEWEGEN

- 46** Entspannt starten ohne Überlastung mit Softstarter  
**50** Kosten sparen durch Retrofit bei Drehverbindungen

### STEUERUNGSTECHNIK

- 53** Vertical Farming mit industrieller Steuerungstechnik  
**56** Ganzheitliche Zustandsüberwachung mit offener Steuerungsplattform

### VERSORGUNGS- & VERBINDUNGSTECHNIK

- 60** Isolationsüberwachung im Maschinen- und Anlagenbau  
**62** Ethernet-Konnektivität für bauraumkritische Sensoren  
**64** Hochleistungs-Printrelais für intensive Schaltleistungen

# ☼ Franke



## Kunststofflager LVK

Das Leichtgewicht unter den Drehverbindungen

NEU



- Geringes Gewicht
- Hohe Tragzahl
- Spielfrei eingestellt
- Kostengünstig
- Korrosionsbeständig
- Chemikalien- und meerwasserbeständig
- Geeignet für Anwendungen im Nahrungsmittelbereich

Das neue Kunststofflager eignet sich ideal für den Einsatz in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie.

Erfahren Sie mehr zur Funktionsweise von Drahtwälzlagern:



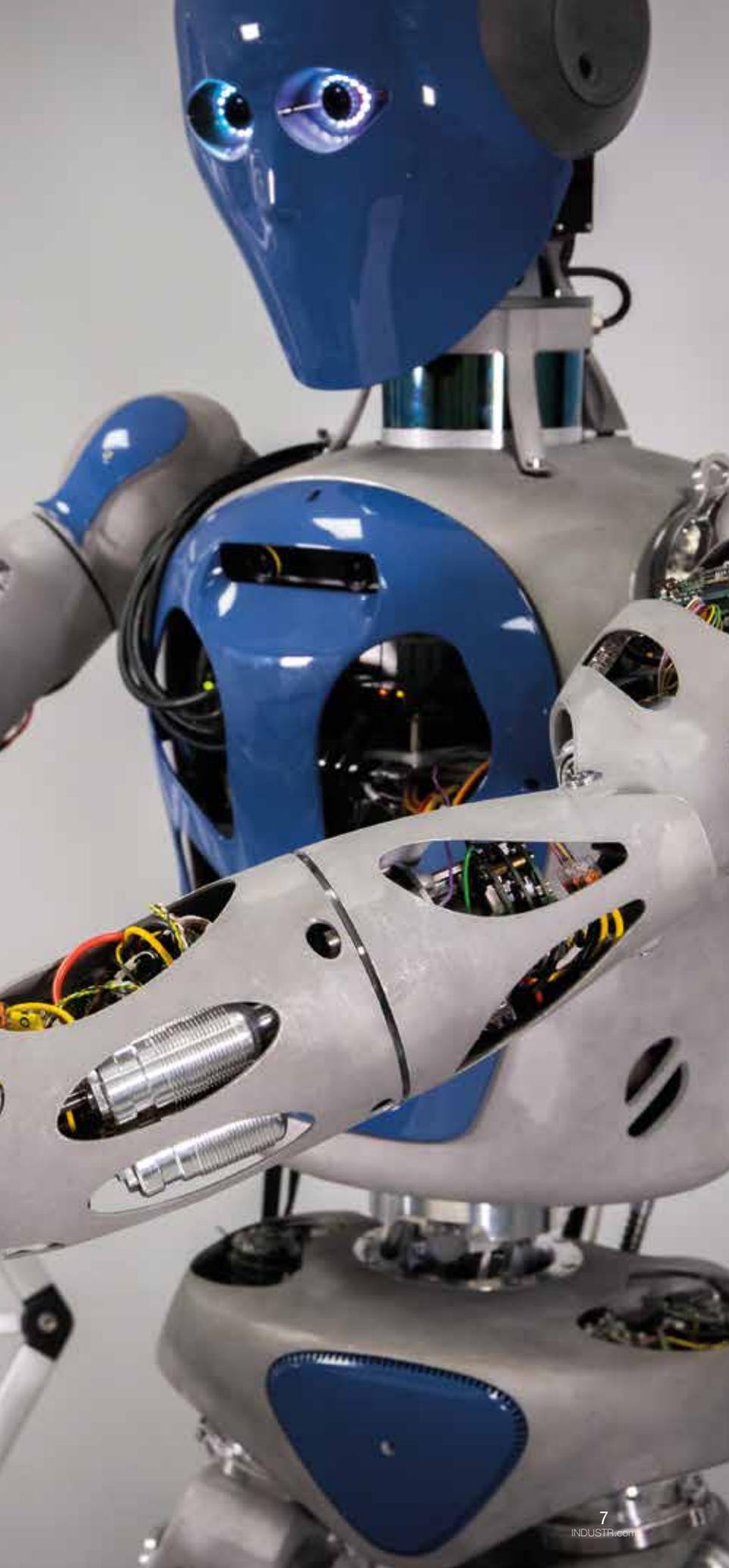
Flexible Montage in Weltraum und Industrie

# HUMANOIDER ASSISTENZROBOTER

Autonome mobile Roboter sind nicht nur ein wichtiger Baustein der Industrie 4.0. In zukünftigen Raumfahrtmissionen sollen sie den Infrastrukturaufbau auf fremden Planeten unterstützen. Im nun abgeschlossenen Transferprojekt TransFIT entwickelten das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), die Universität Bremen und Siemens die zur autonomen und kollaborativen Ausführung komplexer Montagearbeiten notwendigen robotischen Fähigkeiten. Ergebnis ist der humanoide Roboter RH5 Manus.

TEXT: DKFI BILDER: DFKI, Thomas Frank





Als robotische Testplattform bauten die DFKI-Forschenden den Humanoiden RH5 Manus auf, ein für den Einsatz in einer menschlichen Umgebung entwickelter Assistenzroboter, der sich durch ein hybrides seriell-paralleles Design auszeichnet. Dank seines innovativen adaptiven Greifsystems, das über taktile Sensoren, Nahfeldererkennung und einen lokalen Mikrocontroller für biologisch inspirierte Greifreflexe verfügt, ist der Roboter in der Lage, komplexe Greifbewegungen auszuführen. Auf Maschinellern basierende Verfahren zur Umgebungswahrnehmung wie Objekterkennung und Greifposenbestimmung ermöglichen ihm nicht nur das Greifen und Halten von Komponenten, sondern auch die direkte Kooperation mit der Astronautin oder dem Astronauten. Zudem lässt sich RH5 mithilfe eines am Robotics Innovation Center entwickelten und für die Teleoperation optimierten aktiven Exoskeletts fernsteuern. Ziel der Zusammenarbeit ist aber nicht nur die Aufgabenteilung, sondern auch, dass der Roboter aus der Interaktion mit dem Menschen lernt, um immer autonomer agieren und sich an veränderte Anforderungen anpassen zu können. So muss bei extraterrestrischen Missionen bedacht werden, dass eine Reparatur des Systems nicht oder nicht jederzeit erfolgen kann. Ist der Roboter beispielsweise in seiner Bewegung eingeschränkt, weil eines seiner Gelenke nicht mehr richtig funktioniert, kann er dank der in TransFIT entwickelten Technologien sein Verhalten so anpassen, dass diese Einschränkung berücksichtigt wird.



Weitere Informationen  
über den RH5 Manus  
erhalten Sie über den  
Link im QR-Code

Flexibel wie ein Cobot, präzise und dynamisch wie ein Industrieroboter

# Turbo-Programm für Cobots

Bis zu 50 Prozent höhere Geschwindigkeiten und 30 Prozent mehr Traglast – eine Möglichkeit von vielen, die der Automobil- und Industrielieferer Schaeffler anbietet, um Cobots „einen Turbo zu verpassen“. Ein erster Blick auf die Innovationen in unserer Titelstory und einen Vorgeschmack auf die Hannover Messe...

BILDER: Schaeffler

In wenigen Wochen ist es endlich so weit. Die internationale Automatisierungsbranche trifft sich wieder in Hannover. Endlich können Fachgespräche persönlich geführt, bestehende Geschäftskontakte gepflegt und neue geknüpft werden. Das diesjährige Messe-Motto „Transforming Industry Together“ könnte treffender nicht sein, nur gemeinsam kann die notwendige Transformation gelingen. Bleibt die Entscheidung zu treffen, welche der rund 1800 Aussteller man in den wenigen Tagen besuchen möchte. Wer im Bereich der Robotik-Entwicklung tätig ist, sollte auf jeden Fall in seinen Messe-Planer Halle 6, Stand C48 als Pflicht-Termin eintragen. Dort wird der Automobil- und Industrielieferer Schaeffler erstmals sein erweitertes Robotik-Portfolio ausstellen. Betrachtet man die erzielten Fortschritte genauer, entsteht schnell der Eindruck, dass man vor einem Durchbruch steht, wenn es um den breiten Einsatz von Leichtbaurobotern und Cobots in der Automation geht. Durchbruch deshalb, weil den Entwicklern zufolge mit den hier angebotenen Lösungen zwei Hauptforderungen der produzierenden Industrie, nämlich höhere Dynamik und Sensitivität ohne Steifigkeitsverlust, gelöst werden können.

## Mehr Dynamik und Traglast

Für mehr Dynamik und Traglast entwickelten die Ingenieure die innovative PCB-Motorenbaureihe UPRS, die im Vergleich zum Marktstandard um 80 Prozent höhere Nenndrehzahlen und gleichzeitig 60 Prozent mehr Drehmomentdichte erzielt. Das bedeutet für die Branche einen signifikanten Entwicklungssprung hinsichtlich höherer Geschwindigkeiten und gleichzeitig größerer Traglasten. Konzeptionell lässt sich das höhere Drehzahlband zu einem Anteil für größere Geschwindigkeiten (zum Beispiel um 50 Prozent) und gleichzeitig für eine größere Traglast (zum Beispiel um 30 Prozent) nutzen – indem man eine entsprechend größere Übersetzung wählt. Schaeffler bietet die PCB-Motorbaureihe UPRS in den vier Baugrößen 14, 17, 25, 32

an, mit Außendurchmessern von 53 bis 115 mm und axialen Baulängen von nur 21 bis 33 mm. Wie bei rahmenlosen Motoren üblich, werden die Lagerungen der Umgebungsstruktur mitbenutzt. Das spart Bauraum und Gewicht.

## Höhere Steifigkeit der Cobotstruktur

Bei hohen Beschleunigungen wie sie vor allem bei Pick&Place-Aufgaben gefordert sind, bedarf es einer besonders steifen Cobotstruktur, um ein lang andauerndes Einschwingen am Greifer beziehungsweise Werkzeug zu vermeiden. Schaeffler bietet zur Steigerung der Steifigkeit als Gelenklager ein zweireihiges Schrägnadellager vom Typ XZU an. Dieses erreicht im Vergleich zu den

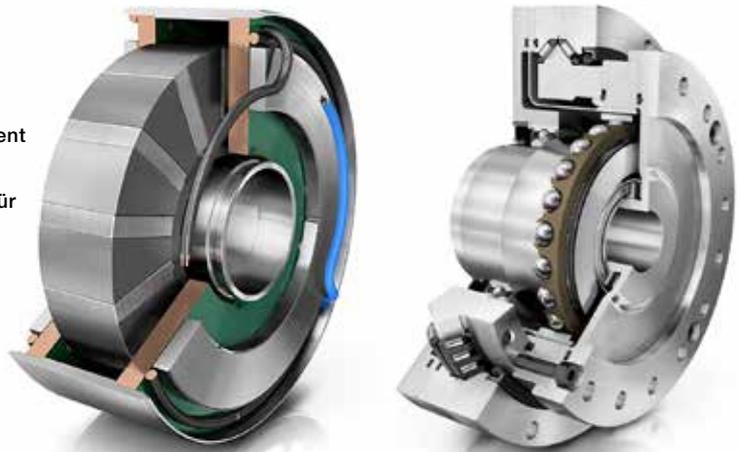
üblichen Kreuzrollenlagern etwa 30 Prozent mehr Kippsteifigkeit. Simulationen und Versuche mit XZU-Lagern haben eine Halbierung der Einschwingzeit im Vergleich zu Kreuzrollenlagern ergeben. Das ist ein enormer Fortschritt und wird helfen, die Taktzeiten beispielsweise in der Montageautomation zu senken.

## Sehr große Variantenvielfalt

Ebenso bedeutend für eine steife Cobotstruktur ist die Auswahl eines passenden Präzisionswellgetriebes. Abgesehen von einer hohen Torsionssteifigkeit standen im Lastenheft der



Der PCB-Motor UPRS (links) mit 60 Prozent höherer Drehmomentdichte ermöglicht kleinere und leistungsfähigere Antriebe für Cobots. Das Präzisionswellgetriebe RT1 (rechts) trumpft mit Spielfreiheit, hoher Positioniergenauigkeit, Kompaktheit und sehr hoher Lebensdauer auf.



Entwickler die Spielfreiheit während einer langen Gebrauchsdauer, geringes Gewicht, geringer Bauraum auch eine hohe Variantenvielfalt. Deshalb bietet Schaeffler nun zwei Wellgetriebe-Baureihen an: High Torque RT1 und Standard Torque RT2. RT2-Wellgetriebe decken zirka 80 Prozent der üblichen Cobot-Anwendungen ab. Die Baureihe ist in fünf Baugrößen von 14 bis 32, fünf Übersetzungen von 50 bis 160, in Varianten mit Hohlwelle und zum direkten Anbau an die Motorwelle, als geschlossene Einheit mit Dichtungen sowie als Komponentenset erhältlich. Die RT1-Getriebe werden aktuell in vier Baugrößen von 14 bis 32, in den Übersetzungen 100 und 160 und für Drehmomente von 25 bis knapp 900 Nm angeboten. Mit der hohen Drehmomentdichte der RT1-Wellgetriebe sind besonders kompakte Gelenkarme für überdurchschnittlich hohe Lasten realisierbar. Dieses Motor- und Getriebeprogramm bietet Herstellern die Basis, um ein sehr breites Cobot-Programm zu konzipieren, das sowohl hinsichtlich Performance als auch Kosten die meisten Kundenwünsche abdecken kann.

liefern ohne zusätzlichen Bauraum zu beanspruchen und ohne Steifigkeitsverlust des mechanischen Gesamtsystems hochgenaue Drehmomentsignale. Im Gegensatz zu anderen Lösungen am Markt ist bei den sensorisierten Wellgetrieben die DMS-Struktur auf der Flexspline in Dünnschicht-Technologie dauerhaft aufgebracht. Damit wird dem Markt erstmalig eine serientaugliche und langlebige Sensorlösung geboten. Die Sensorik kombiniert Sicherheitsfunktionen mit einer präzisen, feinfühlig Position- und Prozessregelung. Ein innovatives Konzept: In jedem Wellgetriebe eine Sensorik vorausgesetzt, können die Drehmomentsignale für die Entwicklung einer aktiven Schwingungskompensation genutzt werden. Höhere Verfahrensgeschwindigkeiten bei gleichzeitig kürzeren Einschwing- und Positionierzeiten werden so realisierbar.

### Neu: Präzisionsplanetengetriebe

Der Automobil- und Industriezulieferer wird in Hannover auch Produkte der kürzlich erworbenen Melior Motion ausstellen. Dessen Präzisionsplanetengetriebe sind für Industrieroboter mit Traglasten bis über 100 kg konzipiert. Sie zeichnen sich im Vergleich zum Marktstandard durch ein um den Faktor 10 geringeres Verdrehspiel und eine um den Faktor 3 verlängerte Gebrauchsdauer aus. Derartig große Entwicklungssprünge sind sehr selten und haben das Potential, die Zukunft der Industrierobotik zu bestimmen. Nicht zu übersehen ist, dass Schaeffler im Jahr 2022 ein Portfolio an Präzisionsgetrieben für die Robotik anbietet, das alle Achsen und Traglasten lückenlos von wenigen Kilogramm bis über 100 kg abdeckt. Allein das macht den Stand C48 in Halle 6 zu einem Pflicht-Termin für Robotik-Entwickler und -Interessierte. □

### Neu: In Getriebe vollintegrierte Sensorik

Als Neuheit werden dieses Jahr als Option auch sogenannte sensorisierte Wellgetriebe präsentiert, das heißt vollständig in die Wellgetriebe integrierte Drehmomentsensoren. Diese



Weitere Information über die Robotik-Lösungen von Schaeffler finden über den Link im QR-Code

## Interview über die Robotik-Lösungen für Cobots

## „Wir hieven Cobots auf ein neues Level“

Die kollaborativen Roboter überzeugen vor allem durch Flexibilität, Usability und günstige Preise. Aber es hapert meist an der Performance und Präzision – was einem breiteren Einsatz im Wege steht. Mit seinen Robotik-Lösungen für Cobots will Schaeffler jetzt die Grenzen zwischen Cobots und klassischen Industrierobotern aufheben. Nicolai Hämmerle, Vice President Strategic Business Field Robotics, und Jürgen Stölzle, Director Global Sales Robotics, erläutern im Interview mit A&D, welches Potenzial Cobots damit erhalten.

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

**Schaeffler baut seine Robotik-Aktivitäten deutlich aus und fokussiert primär auf die Cobots. Mit welchem Anspruch gehen Sie in diesen bereits stark besetzten Markt?**

**Stölzle:** Zuerst ein paar beeindruckende Zahlen, die das Potenzial des Robotikmarktes aufzeigen: Die Automobilindustrie in Südkorea hat den weltweit höch-

bot-Fähigkeiten gerne mehr einsetzen, beispielsweise tagsüber in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern. Aber nachts sollten die Roboter dann autonom mit hoher Geschwindigkeit und hohe Präzision agieren – so wie von klassischen Industrierobotern gewohnt. Aber hier stoßen Cobots bisher an ihre Grenzen. Durch ihre Leichtbauweise können sie zwar

**Hämmerle:** Unsere Getriebe, Lager und Motoren bringen genau die Voraussetzungen, um Cobots diesen Sprung zu ermöglichen. Neben der deutlich gesteigerten Steifigkeit für die Reduzierung des Nachschwingens ermöglichen unsere Komponenten einen deutlichen Entwicklungssprung hinsichtlich höherer Geschwindigkeiten und Traglasten. Doch das ist nicht alles, denn ein absolutes Highlight ist die im Getriebe vollintegrierte Sensorik. Damit gibt es im Cobot keine Steifigkeitsverluste, kein zusätzliches Gewicht und auch keine extra Kosten und Integrationsaufwand.

**Was ist denn mit dieser integrierten Sensorik alles möglich?**

**Stölzle:** Der im Getriebe integrierte Sensor detektiert sofort jegliche zusätzlich auftretende Kräfte oder Drehmomente. Wir liefern mit unseren Lösungen dem Cobot-Hersteller also die Signale frei Haus, damit er direkt die Berührungsempfindlichkeit und somit die Mensch-Roboter-Kollaboration realisieren kann. Mit dieser Lösung sind wir einzigartig im Markt und bieten einen absoluten Mehrwert. Der Cobot-Hersteller benötigt keinen zusätzlichen Bauraum oder Gewicht für extra Sensoren, denn diese zwei Punkte beeinflussen wieder die Dynamik des Roboters. Wird ein separater Sensor am Getriebe angebracht, so leidet automatisch auch die Torsionssteifigkeit des Roboters. Unsere in Dünnschicht-



*„Das Marktpotenzial für sehr schnelle und präzise Cobots ist im Umfeld der Industrieanwendungen riesig.“*

Nicolai Hämmerle  
Vice President Strategic Business Field Robotics  
Schaeffler

ten Automatisierungsgrad mit 2700 Industrieroboter pro 10.000 Mitarbeiter. Der weltweite Gesamtquerschnitt aller Industrien kommt auf nur 110 Industrieroboter pro 10 000 Mitarbeiter. Noch extremer ist das Verhältnis bei den Cobots – hier sind es gerade mal vier Stück. Und diese führen dann meist klassische Tätigkeiten von Pick & Place, Bewegen von Teilen oder einfache Montageaufgaben aus; die Kollaboration wird selten genutzt. Die Unternehmen würden die Co-

schnell beschleunigen und abbremsen, aber durch die fehlende Eigensteifigkeit erhöhen sich auch die Nachschwingzeiten und es dauert länger, bis der Cobot seine Position gefunden hat. Der Anspruch von Schaeffler mit seinen Lösungen für Roboter ist es, die Grenzen zwischen Cobots und klassischen Industrierobotern zu überwinden. Mit unseren Lösungen können wir bei Cobots die Geschwindigkeit, Dynamik und Präzision auf ein neues Niveau heben..



„Mit unseren Lösungen können wir bei Cobots die Geschwindigkeit, Dynamik und Präzision auf ein neues Niveau heben.“

Jürgen Stölzle  
Director Global Sales Robotics  
Schaeffler



Technologie aufgebrauchte Sensorik liefert über die komplette Lebensdauer konstante Drehmomentsignale – Verschleißerscheinungen wie die Überalterung von Klebeschichten gibt es nicht.

**Hämmerle:** Wir bei Schaeffler unterstützen den Cobot-Hersteller aber nicht nur mit unseren einzigartigen Komponenten, sondern wollen in einer Entwicklungspartnerschaft immer auch gemeinsam Themen voranbringen. Beispielsweise wie kann der Endkunde dank unserer Sensorik im Getriebe auch die Schwingungskompensation regelungstechnisch realisieren. Denn bei höheren Bewegungsgeschwindigkeiten der Roboterarme kommen automatisch auch Eigenschwingungen und Einschwingzeiten beim Positionieren stärker zum Tragen. Mit dem sensorisierten Wellgetriebe von Schaeffler lässt sich das für einen deutlichen Performance-Sprung des Cobots aktiv ausregeln. Was wir ebenfalls mit unseren Kunden gemeinsam vorantreiben, ist eine Verbesserung des Bewegungsablaufs, ohne den Aufbau und Struktur des Roboterarms groß verändern zu müssen.

**Ein Problem von vielen Cobots ist neben der erwähnten geringeren Performance auch die über die Laufzeit oft leidende Wiederholgenauigkeit. Können hier die Robotik-Lösungen von Schaeffler durch die jahrzehntelange Kompetenz im Bereich Präzisionslager und Getriebe ebenfalls punkten?**

**Stölzle:** Auf jeden Fall! Bei unseren Robotik-Lösungen kommt natürlich das Schaeffler-Know-How aus allen anderen Produkten voll zum Tragen. Wir haben beispielsweise beim Wellgetriebe einerseits eine eigene ausgeklügelte Auslegung der Verzahnung, um die Drehmomentübertragung ohne Einbußen über die komplette Lebensdauer spielfrei zu halten. Gleichzeitig fließt immer auch unser Know-How in Werkstoff- und Materialwissenschaften bezüglich Materialkomposition, Wärmebehandlung und Abstimmung der Komponenten in die Robotik-Produkte ein. So können wir eben auch über die Lebensdauer dann die Performance entsprechend halten und verhindern ein Wegdriften der Wiederholgenauigkeit mit zunehmender Nutzungsdauer.

**Gerade der Cobot-Markt ist auch sehr preissensitiv. Wie konkurrenzfähig vom Preis her stufen Sie hier Ihre Robotik-Lösungen ein?**

**Hämmerle:** Wir bei Schaeffler können unsere Robotik-Lösungen durch unsere Hochserientechnologie für die Automobilfertigung extrem kostenoptimiert produzieren, ohne jegliche Einbußen bei der Qualität. Unsere Robotik-Lösungen zielen aber dennoch nicht auf den Markt der Low-Cost-Robotik, sondern wir wollen Cobots auf das Leistungsniveau von Industrierobotern heben. Das Marktpotenzial für hochperformante und präzise

Cobots ist im Umfeld der Industrieanwendungen riesig. Denn im Vergleich zu ihren klassischen „Kollegen“ sind Cobots kleiner, leichter und flexibler einsetzbar – und zu guter Letzt dann auch deutlich günstiger. Denn um es auch noch zu verdeutlichen: Unsere Robotik-Lösungen sind keine teure Luxusware.

**Dennoch akquirierte Schaeffler kürzlich Melior Motion mit seinen Getriebe-lösungen für Industrieroboter mit hohen Traglasten. Wie passt das in Ihre Fokussierung auf Cobots?**

**Stölzle:** Ja wir haben uns mit den Lösungen von Schaeffler auf den Markt der Cobots fokussiert. Aber unsere Kunden sind ja meist breiter aufgestellt und benötigen auch Produkte für Roboter mit hohen Traglasten. Und hier ergänzt die Lösung von Melior Motion unser Angebot perfekt, weil wir jetzt auch Traglasten von 15 bis über 100 Kilogramm hinaus bei Industrierobotern bedienen können. Was für uns natürlich wichtig war, ist die herausragende Technologie von Melior Motion, denn auch im hohen Lastbereich wollen wir keine „me too“ Lösung anbieten. Das Ultra-Präzisionsplantengetriebe erlaubt bei Industrierobotern in Bezug auf Präzision und Lebensdauer einen ähnlichen Entwicklungssprung wie unsere Lösungen für Cobots. □





Sensor- und Applikationswissen zusammenführen

## BLEIBT DIE SMART FACTORY EINE ILLUSION?

Ohne die präzise Abbildung der Maschinenrealität lässt sich keine Smart Factory aufbauen. Vernetzte intelligente Sensoren bieten enorme Möglichkeiten. Die steigende Komplexität ist aber auch eine Herausforderung und verlangt eine neue Art der Zusammenarbeit der Partner über den ganzen Wertschöpfungsprozess. Lesen Sie hierzu den Kommentar von Dr. Oliver Vietze, CEO und Chairman der Baumer Group.

BILDER: Baumer; iStock, SanneBerg



*„Ohne ein Umdenken bleibt die Vision der wettbewerbsfähigen Smart Factory eine Illusion.“*

**Dr. Oliver Vietze**  
CEO und Chairman der Baumer Group

Das Gedankengut von Industrie 4.0 und Smart Factories basiert unter anderem darauf, Geräte, Maschinen und Anlagen und selbst das zu produzierende Gut miteinander zu vernetzen. Es gilt viele Daten zu sammeln, diese zu Information zu verdichten und dann sinnvoll zu nutzen. Die Bedeutung von Sensoren als Daten- und Informationslieferant der Maschinenrealität nimmt dabei massiv zu – sie sind geradezu ein Schlüssel dazu.

Die Miniaturisierung von Mikroprozessoren schafft immer höhere Leistungsfähigkeit. Wir Sensorhersteller können nun auch kleinste Sensoren „smart“ machen. IO-Link ermöglicht die bidirektionale Kommunikation bis in die unterste Feldebene. Sensoren können für unterschiedliche Messaufgaben flexibel und online parametrisiert werden. Daten und Informationen von ganz „unten“ werden kostengünstig nutzbar. Moderne „Connected Smart Sensoren“ haben ein enormes Chancenpotenzial für die wirtschaftlich abbildbare Optimierung von Produktionsequipment bezüglich OEE, TCO und Flexibilität.

Aber nicht alles, was nun technisch möglich wird, macht auch kommerziell Sinn. Mit zusätzlichen Daten einen wirklichen Kundennutzen zu erreichen, ist nicht immer einfach und kostet erst mal Geld. Viele Unternehmen beschäftigen sich mit dem Thema intensiv, aber noch selten kann ein vernünftiger ROI realisiert werden. Wie lange können wir uns das leisten?

### **Illusion des Universalsensors**

Was macht das Thema Digitalisierung in der industriellen Produktion so schwierig? Im Gegensatz zum Consumer Markt mit Millionen von Nutzern mit ähnlichen Anforderungen, ist in der Industrie jede Applikation, jede Maschine, jeder Sensor-

messpunkt anders. Den millionenfach produzierten universellen Smart Sensor, den man wie ein Smartphone im Webshop kaufen kann und dann mit einer geeigneten App alle Sensoraufgaben einfach löst, wird es auch in Zukunft nicht geben.

In der Industrie gilt es viele Variablen zu berücksichtigen: unterschiedlichste Messphysik am Frontend, Echtzeitanforderungen zum Steuern und Regeln, präzise und zuverlässige gut/schlecht Aussagen, die Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen – im Maschinenumfeld oft gesetzlich vorgegeben. Weiter gibt es eine Vielzahl von Steuerungen, Schnittstellen und Protokollen. Altbestandsanlagen müssen aktualisiert werden und neues Equipment sollte eine lange Nutzungsdauer haben. Die industrielle Automation braucht sehr viel unterschiedliches Domänenwissen. Und die Komplexität steigt weiter und schneller. Die Features von smarten Sensoren lassen sich nicht mehr in einem einfachen Datenblatt beschreiben.

### **Sensor als Daten- und Wissenslieferant**

Wir müssen unsere Stärke der Vergangenheit – die Innovationsgeschwindigkeit – gerade bei der Digitalisierung wieder stärken. Wir können nur schneller werden, wenn wir partnerschaftliche, unkomplizierte Zusammenarbeit wieder lernen. Echte Innovation entsteht nur, wenn wir das Wissen über die technischen Möglichkeiten moderner Sensoren als Daten- und Informationslieferant mit dem Applikationswissen über die zu realisierenden Produktionsprozesse zusammenführen. Die Kernfrage über den wirklichen Nutzwert von Daten und Informationen muss frühzeitig zusammen mit dem Endanwender geklärt werden. Alle Partner der Wertschöpfungskette müssen im Innovationsprozess zusammenarbeiten, unkompliziert und offen. Es gilt zu Experimentieren – mutig zu sein. □

**wöhner**  
ALLES MIT SPANNUNG

# IMPULS GEBER

Wir setzen Akzente für  
die Elektrotechnik von morgen.

[woehner.com](http://woehner.com)

Machinelles Lernen erhöht die Fertigungsqualität in Echtzeit

# Mehr Qualität ohne extra Sensoren

Wie lässt sich die Fertigungsqualität einer Produktion erhöhen, ohne zusätzliche Sensoren verwenden zu müssen? Wie das anhand der vorhandenen Maschinendaten mit Hilfe von Machine Learning Algorithmen funktioniert, zeigt ein Entwicklungsprojekt der Ostschweizer Fachhochschule.

TEXT: Dr. Fabian Bause, Beckhoff Automation BILDER: Robin Vetsch; iStock, akinbostanci

Gegenstand des Entwicklungsprojekts sind Bolzenanker in verschiedensten Ausführungen. Hier sollte die Umschließungsqualität der zugehörigen metallischen Hülse aus vorhandenen Maschinendaten in Echtzeit bestimmt werden. Ein mechanischer Bolzenanker besteht im Wesentlichen aus dem Bolzen, einer U-Scheibe, einer Sechskantmutter sowie einer metallischen Hülse. Für ausreichende Haftung im Einsatz sorgen die Reibkräfte zwischen der Hülse und der Wandung des Bohrlochs.

Um die für die Haltekraft notwendigen Normalkräfte auf das Bohrloch aufzubringen, wird die Hülse über einen konusförmigen Kopf des Metallbolzens mit der Bohrung verspreizt.

## Ziele des Projekts

Das von R&D-Ingenieur Robin Vetsch im Rahmen des OST-Studiengangs Bachelor of Science Systemtechnik federführend bearbeitete Projekt fokussierte sich auf den Umschließungsprozess, wobei die vorgeformte, gestanzte Hülse den konischen Hals des Bolzenankers umschließt. Die vorgeformten Metallhülsen werden mit einem neu entwickelten Fer-

tigungskonzept über zwei Servozylinder um den Bolzenhals geschlossen. Präzise angesteuert werden die beiden Servozylinder von einem Beckhoff-Servoverstärker AX5206.

Aufgabe der Bachelorarbeit des Entwicklungsprojekts war, eine automatisierte Qualitätsprüfung mithilfe von Methoden des maschinellen Lernens zu entwickeln. Für die Qualitätskontrolle sollten lediglich die bereits vorhandenen Maschinendaten verwendet, also keine zusätzlichen Sensoren verbaut werden. Bislang wurde die Umschließungsqualität der Hülse um den Bolzen mehrheitlich noch manuell mit einer Prüflöhre durchgeführt. Nun wurde gezeigt, dass jede Umschließung in drei verschiedene Klassen (zu wenig umschlossen, in Ordnung, zu fest umschlossen) innerhalb der Qualitätsvorgaben eingeteilt werden kann. Weiterhin sollen die geometrischen Eckdaten der umschlossenen Hülse (Hülsebreite, -höhe und -öffnung) mit einer Regression vorhergesagt werden. Durch die 100 %-Kontrolle des Umschließungsvorgangs sollen Trends oder Abweichungen frühzeitig erkannt werden.

Als Qualitätsmaßstab wurde eine zylinderförmige Prüfhülse verwendet. Der Bolzen mit der umschlossenen Hülse musste genau in diese Prüflöhre passen, das heißt die Hülse durfte nicht zu fest oder zu wenig umschlossen werden. Auf der Grundlage verschiedener FEM-Si-

mulationen des Umschließungsprozesses wurde definiert, welche Parameter einen relevanten Einfluss auf das Umschließungsergebnis haben. Abgestimmt auf diese Informationen folgten zahlreiche Umschließungsversuche, während denen mit dem Software-Oszilloskop TwinCAT Scope von Beckhoff alle wichtigen Echtzeitdaten der beiden Servozylinder aufgenommen wurden. Hierzu zählen beispielsweise die Stromaufnahme, das Drehmoment sowie der Schleppfehler der Servomotoren.

## ML-Integration in die Steuerung

Innerhalb eines klassischen ML-Frameworks – in diesem Fall Scikit Learn – wurde basierend auf den aufgezeichneten Versuchsdaten ein sehr robustes Machine-Learning-Regressionsmodell entwickelt und trainiert. Eine solche Arbeit mit dem ML-Framework beinhaltet die Datenaufbereitung und -selektion, die Modellierung und das Training eines geeigneten ML-Algorithmus sowie dessen Evaluation. Das Ergebnis dieses Engineering-Schritts ist ein trainiertes ML-Modell, welches den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Zieldaten repräsentiert. Ebenso offen wie die Schnittstelle zu den Daten ist die Schnittstelle für das Deployment des trainierten ML-Modells in TwinCAT 3 gewählt. Hier wird das Open Neural Network Exchange (ONNX)-Dateiformat als etablierter Standard unterstützt.



Darstellung der Hülsenbreite als eines der Qualitätskriterien bei der Hülsenumschließung

Der nächste Projektschritt bestand darin, das trainierte ML-Modell echtzeitfähig in die Maschinensteuerung zu integrieren. Hierzu wurde die TwinCAT 3 Neural Network Inference Engine (TF3810) eingesetzt, sodass sich das in das ONNX-Format umgewandelte Modell laut Robin Vetsch auf sehr einfache Weise und mit nur wenigen Zeilen Programmcode in der TwinCAT-Echtzeitumgebung implementieren ließ. Für ein solches Deployment des ML-Modells in TwinCAT 3 wird das exportierte ML-Modell in ein Binärformat (.bml) konvertiert und anschließend auf dem Zielsystem (Embedded-PC oder Schaltschrank-PC) abgelegt.

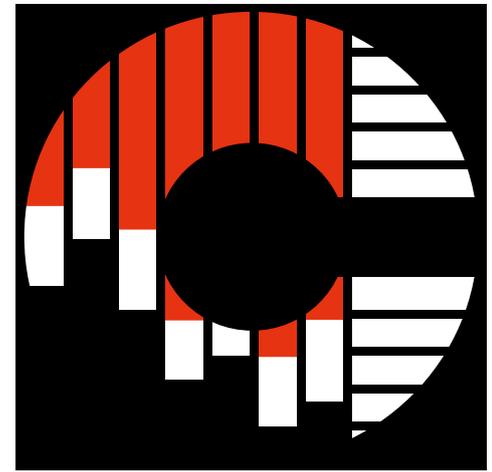
Durch das Laden der bml-Datei konfiguriert sich das Runtime-Modul derart, dass genau die Rechenoperationen zur Inferenz des ML-Modells effizient auf der CPU des Industrie-PC ausgeführt werden. Entsprechend handelt es sich bei diesem Modul um eine echtzeitfähige Inference Engine, die sich nahtlos in TwinCAT 3 integriert und alle etablierten Wege des Programmierens in TwinCAT 3 unterstützt: Aufruf des Moduls aus der PLC, aus C/C++ oder direkt über einen zyklischen Task.

## Ergebnisse des Projekts

Durch die Ausführung des für die Bolzenankerprüfung trainierten ML-Modells ließen sich Höhe und Breite der

umschlossenen Hülse auf  $\pm 0,15$  mm genau abschätzen, was einem relativen Fehler von knapp 2 % entspricht. Die Hülseöffnung konnte mit einem relativen Fehler von 10 % abgeschätzt werden. Als vereinfachte Approximation konnte festgelegt werden, dass die Höhe und Breite der umschlossenen Hülse die verwendete Prüfhülse ausreichend spezifiziert. Als Modell wurde hierfür ein neuronales Netz vom Typ MLP (Multi Layer Perceptron) verwendet. Die Ausgangsgrößen des Modells sind die geschätzten Werte der Breite, Höhe und Öffnung der Hülse. Durch einfache, in der SPS definierte Grenzwerte konnte neben der Regression auch eine einfache Klassifizierung realisiert werden.

Mithilfe der datenbasierten Qualitätskontrolle profitiert das Unternehmen laut Robin Vetsch von zahlreichen Vorteilen. So lässt sich eine 100 %-Inline-Qualitätskontrolle ohne zusätzliche Sensorik oder Prüfstation realisieren. Weiterhin können die zu jedem Umschließungsvorgang vorliegenden Qualitätsdaten noch für weitergehende Auswertungen genutzt werden. Die Echtzeitfähigkeit der ML-Lösung bietet zudem die optimale Grundlage, um Mechanismen für ein möglichst frühzeitiges Ausschleusen erkannter Schlechteile zu implementieren. Eine detaillierte Trenddarstellung über TwinCAT HMI ermöglicht schließlich bei Bedarf rechtzeitige Reaktionen der Anlagenbediener. □



# 34. Control

Internationale Fachmesse für Qualitätssicherung

📅 03.-06. Mai 2022

📍 Stuttgart

next  
level  
quality  
assurance

industrial image processing - multi sensor - vision systems - embedded vision - QA software - artificial intelligence - machine learning - 3d-metrology - additive manufacturing - hyperspectral imaging - microscopy - endoscopy - heat flow thermography - ultrasound - magnetic resonance - X-ray CT - OCT - ellipsometry - polarization - associated components - precision measurement - real-time data - quality networking - QA systems



🌐 [www.control-messe.de](http://www.control-messe.de)

📧 #control2022 [in](#) [t](#) [f](#) [i](#) [o](#) [y](#)

Veranstalter: P. E. SCHALL GmbH & Co. KG

☎ +49 (0) 7025 9206-0

✉ [control@schall-messen.de](mailto:control@schall-messen.de)



Umfrage: „Werden smarte Sensoren auch nur ansatzweise ausgenutzt?“

## FEATURE OVERKILL VS. ZUKUNFTSFÄHIG

Smarte Sensoren sind allorts, man könnte fast glauben, normale Sensoren gibt es gar nicht mehr. Neben den Messwerten liefern die smarten Sensoren viele Statusinformationen wie Verschmutzungslevel, Umgebungstemperatur oder Lebensdauer. Doch wird in der Praxis das Potenzial dieser modernen Sensoren derzeit überhaupt auch nur ansatzweise ausgenutzt? Wann ist es also für den Anwender sinnvoll, bereits Mehrausgaben in leistungsfähige, smarte Sensoren zu tätigen? Wir haben Experten um ihre Meinung gebeten.

UMFRAGE: Christian Vilsbeck, A&D    BILDER: Balluff; Contrinex; Gefran; ifm solutions; Leuze; SensoPart; Turck; iStock, draganab





**STEPHAN  
LANGER**

Uneinheitlich, limitiert, kompliziert, teuer – so lauten oftmals die Assoziationen zu smarter Sensorik. „Smart“ darf sich jedoch nicht nur auf Informationen wie Verschmutzung, Temperatur und Lebensdauer beschränken, um für Anwender einen wirklichen Mehrwert darzustellen. Wir bei Balluff finden, dass zu einem smarten System zusätzlich Messdaten beispielsweise zu Vibration, Neigung oder Signalqualität gehören und haben deshalb das Smart Automation Monitoring System (SAMS) entwickelt. Neben den genannten Funktionen sind auch logische Verknüpfungen, Lokalisierung, Zähler oder Timer in jeder einzelnen Komponente des Systems integriert. So kann durch ein einheitliches, einfaches und erschwingliches Konzept smarte Sensorik zur anlagenübergreifenden Automatisierung genutzt werden.

Director Application & Market Development, Balluff



**NORBERT  
MATTHES**

Eine Investition in smarte Sensoren lohnt sich beispielsweise in der vorausschauenden Wartung (Long live Counter). Diese Aufgabe kann der smarte Sensor übernehmen, ohne dass dafür eine externe Steuerung programmiert werden muss. Smarte Sensoren von Contrinex ermöglichen den Austausch von Status-Informationen und verfügen über frei konfigurierbare Ausgänge. Dadurch kann der Anwender jede beliebige Distanz zwischen o und Smax als Schalterpunkt setzen und mit dem Ausgangspin verknüpfen. Bei fotoelektrischen und Ultraschallgeräten ist dieses Verhalten selbstverständlich – jetzt gibt es diese Funktion auch bei den induktiven Schaltern von Contrinex. Es lassen sich nicht nur Set Points mikrometergenau in der Applikation justieren, auch Event-Alarme (zum Beispiel max. Temperaturmessung) können jetzt auf die Ausgänge geschaltet werden. Unsere Kunden wissen das sehr zu schätzen.

Technical Sales Manager, Contrinex



**TORSTEN  
FUCHS**

Wir können nur dann einen Nutzen aus Sensor-Daten ziehen, wenn Informationen entstehen, die zu Entscheidungen führen. Relevante Informationen entstehen, wenn man Daten in einen Kontext bringt – das heißt mit Datensätzen aus demselben Produktionsprozess korreliert werden. Intelligente Sensoren ermöglichen die Messung mehrerer Variablen gleichzeitig und liefern so eine Momentaufnahme davon, was in einem bestimmten Teil einer Maschine oder einer Produktionslinie passiert. Um Entscheidungen zu treffen, müssen die wichtigsten Aspekte eines Prozesses erfasst werden. Deshalb enthalten intelligente, multivariable Sensoren prozessspezifische Algorithmen für die Zustandsüberwachung und Leistungsoptimierung, wie zum Beispiel die Schwingungsanalyse oder Erkennung der Betriebsart.

Geschäftsführer, Gefran Deutschland



**MICHAEL  
SCHIMANOWSKI**

Wer heute noch „normale“ Sensoren für neue Anwendungen einplant, setzt auf veraltete Technologie und verschenkt ganz sicher Potentiale. Die Kosten für die Erfassung zusätzlicher Parameter durch smarte Sensoren sind gering. Wir bei ifm stellen schon seit Jahren alle neuen Sensoren mit einer IO-Link-Schnittstelle aus. Die Übertragung der zusätzlichen Messwerte ist also standardmäßig vorgesehen. Die Hürden bestehen heute eher noch auf Seiten der überlagerten Systeme, die daraus Informationen machen, auf deren Basis etwa Entscheidungen im Bereich Wartung und Service getroffen werden. Hier sind einfache, modulare und skalierbare Lösungen gefragt, wie wir sie mit unserer IIoT-Plattform moneo anbieten. Solche Lösungen lassen sich übrigens auch nach der Inbetriebnahme einer Maschine oder Anlage nachrüsten – vorausgesetzt es gibt smarte Sensoren.

Geschäftsführer, ifm solutions



**ULRICH  
BALBACH**

Grundsätzlich wählt ein Maschinenbauer sicher genau den Sensor mit den entsprechenden Funktionalitäten aus, die er für seine spezifische Applikation in seiner Maschine oder Anlage benötigt. Alles andere wäre nicht effizient, auch im Hinblick auf sein Preis-Leistungsverhältnis. Viele Zusatzfunktionen sind frei hinzuwählbar, aber kein notwendiges Muss. Sie sind in die Elektronik des Sensors integriert und können jederzeit aktiviert werden – oder eben auch nicht. Entscheidend ist immer, dass möglichst bereits bei der Auswahl des Sensors bekannt ist, welche Anforderungen in der jeweiligen Applikation erfüllt werden müssen. Wichtig ist letztendlich, dass dann dieser Sensor seine Funktion erfüllt, die Performance sachgerecht eingesetzt und nicht überpowered ist.

Geschäftsführer, Leuze



**SEBASTIAN  
SCHRÖDER**

Mit dem flächendeckenden und standardisierten Einzug von IO-Link in mitunter „einfache“ I/O-Sensorik und der damit verbundenen Möglichkeit der bilateralen Kommunikation, ist der Begriff „smart“ heutzutage in aller Munde. Immer mehr Funktionen, die in der Vergangenheit von der Steuerung oder zusätzlichen Komponenten übernommen wurden, wandern heute in den Sensor. Dies geschieht entgegen der Annahme häufig kostenneutral und wird so für viele potenzielle Anwender immer interessanter. Das Feedback vom Markt zeigt allerdings, dass sich der Wandel zwar stetig, aber sehr latent gestaltet. Einige First Mover haben die weitreichenden Möglichkeiten, die die zusätzlichen Informationen für ihre eigenen Produkte mit sich bringen, erkannt und investieren in diese Technologien. Das gesamte Potenzial ist aber bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Wir bei SensoPart arbeiten täglich daran gewinnbringende Intelligenz in unsere Sensoren zu implementieren und ich kann Ihnen sagen, dass einige unserer Ideen tatsächlich „smart“ sind.

Leiter Produktmanagement Sensorik,  
SensoPart Industriesensorik



**OLIVER  
MARKS**

Signalqualität, Gerätetemperatur, Maximalwertspeicher – fast jeder moderne, digitale Sensor bietet heute Identifikations- und Zustandsinformationen, meist mit IO-Link. So erleichtern die smarten Sensoren nicht nur die Inbetriebnahme, auch virtuell, sondern auch Maschinenüberwachung, den digitalen Zwilling oder einen Gerätetausch mit automatisierter Nachbestellung über das ERP. Eine intelligente Datenvorverarbeitung am Sensor oder im I/O-Modul verschlankt den Datenstrom, die Kommunikation über Standards wie OPC UA, MQTT oder Modbus TCP macht die Nutzung in IT-Systemen heute zum neuen „Normal“ in Maschinen und Anlagen, sodass sich die Investition in smarte Sensoren unmittelbar lohnt. Dank parallelen Zugriffs auf Nutz- und Diagnosedaten können smarte Sensoren Mehrwert generieren, ohne die bestehende Automatisierung zu stören.

Leiter Geschäftsbereich Automation  
Products, Turck

publish  
industry  
verlag

# INDUSTR.com

INDUSTRIE VORWÄRTS DENKEN

## NETZWERK – WISSEN – BUSINESS

AUTOMATION

ENERGIETECHNIK

ELEKTRONIK

PROZESSTECHNIK



### INDUSTR.com – INDUSTRIE VORWÄRTS DENKEN

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



Sensopart bietet eine umfassende Anwendungsberatung: Dazu gehören konkrete Empfehlungen und Anleitungen zur Positionierung der Sensoren sowie der passenden Modellwahl bei den einzelnen Prozessschritten.



## Sensoriklösungen für effizientes Pick & Place

# Fokussiert alles im Blick

Sensorik ist in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie nicht wegzudenken. Pick & Place Anwendungen für die Verpackung der Produkte benötigen präzise Sensorik, die auch mit kritischen Faktoren wie schwarzen Objekten oder glänzenden Oberflächen keine Probleme hat. Blaulichtsensoren überzeugen hier und sie bewähren sich als die idealen Augen für Roboter.

TEXT: Bernd Eckenfels, Sensopart BILDER: Sensopart

Genau für diese Aufgabenstellungen wartet Sensopart mit den passenden Bildverarbeitungslösungen für die Industrie auf. Sensopart bietet Sensoren und Bildverarbeitungskameras für die Identifikation und Inspektion von Objekten sowie für Positionierungsaufgaben in der Robotik an. Von Sensoparts Fachwissen und Erfahrung in der Automobilindustrie und bei Anwendungen in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie profitiert auch der langjährige Partner AMP. AMP Automation mit Sitz in Lincolnshire, Großbritannien, liefert integrierte Robotersysteme für Fertigungs- und Produktionsprozesse.

Für eine aktuelle Anwendung benötigte AMP Sensorunterstützung für ein Pick & Place System, das in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, einschließlich Verpackungsproduktion, eingesetzt wird. Gefordert wurden Kameras und die dazugehörige Beleuchtung, um die Position der Produkte zu verfolgen sowie Sensor-„Augen“ für die Roboter, die für die Entnahme und Platzierung der Lebensmittel eingesetzt werden. Die Lebensmittelproduktionslinie ist für viele verschie-

dene Broterzeugnisse gedacht, in diesem Anwendungsbeispiel für das Pitabrot, das vom Ofen in die Verpackungsphase überführt wird.

Zunächst verlässt die frisch gebackene Pita den Ofen und gelangt über ein langes Förderband zum Kühlturm. Reflexionslichtschranken überwachen das Produkt, während es sich über das Band bewegt. So wird sichergestellt, dass die Roboterzellen kontinuierlich mit Produkten versorgt werden. Es kommt hierbei stark auf den geeigneten Sensor für das jeweilige Produkt an. Ein Sensor mit einem dünnen Lichtstrahl wird zum Beispiel für schmale Produkte verwendet. LED-basierte Sensoren sind in der Lage, besonders feine Strahlen zu liefern.

## Binarisierung der Produkte

Im nächsten Schritt kommt das Pitabrot in eine Bildverarbeitungszelle, in der zwei Farbkameras Bilder des vorbeifahrenden Produkts aufnehmen. Für diesen Prozess ist ein



Sensopart stattet die Roboterköpfe mit einem winzigen FT 10 Subminiatur-Blaulichtsensor aus.

blaues Förderband notwendig – denn der Kamera wird hier beigebracht, blau zu erkennen. Ein Prozess, der „Binarisierung“ genannt wird. Mit Hilfe der Binarisierung wird aus dem Farbbild ein Schwarz-Weiß-Bild erzeugt. Die verschiedenen Brot-Variationen stellen hiermit keine Herausforderung mehr dar und eine präzise Erkennung von Produktfehlern sowie die Messung von Größe und Form werden ermöglicht.

Sensopart unterstützt seine flexible Bildverarbeitungslösung für diese Anwendung mit einer Softwareschnittstelle, die den Prozess deutlich vereinfacht. Denn die leistungsstarke Software ist gleichzeitig sehr einfach zu bedienen und enthält bereits nützliche Funktionsblöcke – die komplexen Teile der Arbeit, wie zum Beispiel die Erstellung von Algorithmen, sind somit bereits erledigt. So wie der Handy-Nutzer nur einen Knopf drücken muss, um ein Foto zu machen, ist für die Bedienung der Bildverarbeitungszelle kein Fachwissen erforderlich, da alles von der Software übernommen wird.

Nach der Bildverarbeitungszelle wird das Produkt vom Fließband genommen und in Kartons verpackt. Dies geschieht durch Delta-Roboter, die sich in jeder Zelle befinden. Den Robotern werden die Koordinaten der Produkte vorgegeben, die sie entnehmen sollen. Die Kartons können eine beliebige Farbe haben, transparent sowie beliebig groß sein, womit herkömmliche Rotlichtsensoren Schwierigkeiten haben. Optische Blaulichtsensoren stellen eine kosteneffiziente Alternative zu solch komplexen Lösungen dar und bieten eine wesentlich höhere Prozessstabilität als herkömmliche Rotlichtsensoren, da sie unabhängig von Form, Farbe oder Struktur des erkannten

Objekts sofort reagieren. Auch bei der Kombination mehrerer kritischer Faktoren – zum Beispiel schwarze Objekte mit hochglänzender Oberfläche und großem Erfassungswinkel – haben sich Blaulichtsensoren stets bewährt.

## Blaulichtsensor auf Roboterkopf

Der Roboter muss zwei Anforderungen erfüllen: Er muss in der Lage sein, das aufzunehmende Produkt zu lokalisieren und er muss wissen, dass er das Produkt nicht fallen gelassen hat. Für diese Anwendung hat Sensopart jeden Roboterkopf mit einem winzigen FT 10 Subminiatur-Blaulichtsensor ausgestattet. Aufgrund seiner kompakten Größe bedeutet der FT 10 keine zusätzliche Masse für den Roboter und bietet eine zuverlässige, kontinuierliche Erkennung.

Die BlueLight-Technologie von Sensopart ist den faseroptischen Methoden überlegen, da die Installation viel unkomplizierter und die Gefahr eines mechanischen Ausfalls geringer ist. Die BlueLight-Technologie wurde von Sensopart ursprünglich für die Solarindustrie entwickelt. Da sie bei durchsichtigen Produkten, wo rotes Licht direkt durchdringen würde, oder mattschwarzen Objekten, die rotes Licht absorbieren, besser funktioniert als rotes Licht. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass die blaue LED mit geringerer Intensität durch die Zelle strahlt und das Personal weniger ablenkt als das rote Licht mit höherer Intensität.

Bei der Anwendung der Brotproduktion wird ein Gegenstromsystem verwendet, so dass Sensoren benötigt werden,

um sicherzustellen, dass sich die Kartons in der richtigen Position befinden. Diese Kartons können bedruckt und mit Bildern versehen sein, die möglicherweise überprüft werden müssen. Sobald das Pitabrot entnommen und in den Karton gelegt wurde, wird der Karton verschlossen und der Barcode gelesen. Bei Produkten, die in Plastik eingewickelt werden müssen, sorgen Sensoren dafür, dass die Verpackungen verschlossen, in der richtigen Position und korrekt beschriftet sind. Sensopart bietet auch eine Lösung für eine Nischenanwendung von AMP an – die Verfolgung der Kunststoffkante, so dass die Schlauchbeutelrollen bei Bedarf angepasst werden können.

Der größte Teil des Prozesses kann durch einige wenige Modelle sehr vielseitiger Sensoren abgedeckt werden, die den Robotern als "Augen" dienen und die Oberfläche, Farbe, Form, Größe, Menge und Position des Brotprodukts überwachen. Sobald eine Lösung für einen einzelnen Prozessabschnitt entwickelt wurde, kann sie für eine werksweite Lösung auf mehrere Bahnen übertragen werden.

In Zusammenarbeit haben Sensopart und AMP einen erfolgreichen und effektiven Kommissionier- und Verpackungsprozess entwickelt, der sicherstellt, dass ein Qualitätsprodukt schnell und gemäß den richtigen Spezifikationen verpackt wird. Einer der Hauptgründe für die langjährige Partnerschaft zwischen Sensopart und AMP ist die umfassende Anwendungsberatung durch Sensopart. Dazu

gehören konkrete Empfehlungen und Anleitungen zur Positionierung der Sensoren sowie der passenden Modellwahl bei den einzelnen Prozessschritten. □



## DAS EFFIZIENZ-LINE-UP\*

Mehr Leistung für weniger Preis

### Servo MR-JET



- // Höchste Performance durch 24-Bit-Encoder
- // Flexible Ansteuerung mit Industrial Ethernet
- // Optimale Inbetriebnahme mit 'One-Touch Tuning' und 'Quick Tuning'
- // Echtzeitfähig mit CC-Link IE TSN



[de.mitsubishielectric.com/fa](https://de.mitsubishielectric.com/fa)



Fehler in kleinsten Objektstrukturen mit Global Shutter entdecken

## Kaum Sichtbares sichtbar machen

Um auch kleinste Objektstrukturen in höchster Qualität zu klassifizieren, wachsen die Anforderungen an Industriekameras in Bezug auf Auflösung und Bildqualität seit Jahren stetig. Mit einer extremen Auflösung von 127 Megapixeln und Global Shutter gibt es nun Industriekameras, denen auch kaum sichtbare Fehler nicht entgehen.

TEXT: SVS-Vistek BILDER: SVS-Vistek; iStock, James Brey

Die Industriekamera shr661 von SVS-Vistek besitzt eine Auflösung von 127 Megapixel und arbeitet mit Global Shutter.



Die am Markt verfügbaren hochauflösenden Sensoren verfügen jedoch alle nur über einen Rolling Shutter, der einfacher herzustellen ist. Die neue CMOS-Kamera shr661 von SVS-Vistek stellt somit eine Besonderheit in der Bildverarbeitung dar, denn sie bietet eine sehr hohe Auflösung

von 127 Megapixeln und arbeitet dennoch mit einem Global Shutter. Damit erweitert sie das Anwenderspektrum gerade im Bereich bewegter Objekte.

Bei Sensoren mit Rolling Shutter werden die Sensorzeilen nacheinander belich-

tet und ausgelesen, was in Applikationen mit bewegten Objekten zu einer zeitversetzten Belichtung der Sensorzeilen und somit zu Verzerrungen und beleuchtungsbedingten Musterartefakten führen kann. Global Shutter-Sensoren hingegen belichten, vereinfacht gesagt, alle Pixel gleichzei-

## Blau kennt keine Grenzen

Unsere coolen, einfach zu bedienenden BlueLight-Sensoren bieten eine gesteigerte Effizienz in der Objektdetektion für eine Vielzahl von Automobil-, Kunststoff-, Verpackungs- und pharmazeutischen Anwendungen.

 **SENSOPART**

**NEU**  
FT 10-BHD  
mit  
2 Schaltausgängen



FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
B&R	33, 38	igus	42, 45
Bachmann	53	Lapp	29
Balluff	18	Leuze	18
Baumer	12	Lütze	65
Beckhoff	16	machineering	39
Bender	60	Mitsubishi Electric	25
Bernstein	51	MPDV	41
binder	62	OPC Foundation	U2, 34
Carlo Gavazzi	46	P.E. Schall	17
Conrad	U4	Phoenix Contact	56
Contrinex	18	publish-industry Verlag	21, U3
DFKI	6	Rodriguez	50
Display Elektronik	55	Schaeffler	Titel, 8, 10
Easyfairs	47	Sensopart	18, 22, 27
Finder	61, 64	Solar Promotion	43
Franke	5	SVS-Vistek	26
Gefran	18	Turck	3, 18
Harting	35	Wöhner	15
Hilscher	32	Yaskawa	49
ifm solutions	18		

tig und lesen sie dann aus. So technisch dies klingt, so einfach ist der Vorteil in der Anwendung beschrieben: Bewegte Objekte werden durch den Global Shutter scharf abgebildet. So können beispielsweise durchlaufende Objekte am Fließband auch in dieser hohen Auflösung bis ins kleinste Detail inspiziert werden.

127 Megapixel Auflösung

SVS-Vistek hat mit der shr661 eigenen Angaben zufolge als erster Hersteller eine Industriekamera mit 127 Megapixel und Global Shutter im Programm. Sie basiert auf dem Sony Pregius-Sensor IMX661 mit einer Pixelgröße von 3,45 µm Kantenlänge. Die shr661 bildet aufgrund der hohen Auflösung von 13392 x 9528 Pixel und ihrem Global Shutter selbst bei bewegten Objekten feinste Strukturen ab und stellt in Bezug auf die Bildqualität das derzeitige High-End bei Industriekameras dar.

Das konsequent auf den industriellen Einsatz ausgerichtete Design der shr661 erleichtert die Integration in industrielle Applikationen. Obwohl mit großem Sensor ausgestattet, verfügt die Kamera über ein kleines Gehäuse. Ein großer Temperaturbereich im Betrieb wird durch das bewährte SHR-Kühlsystem und das bewährte Wärmemanagement von SVS-Vistek ermöglicht. Es sorgt für eine gleichmäßige Temperaturverteilung und eine hohe Homogenität des Bildes. Aufgrund der Pixelgröße ist die Auswahl passender Objektive problemlos.

Die hohe Datenrate des großen Sensors von bis zu 2,2 GB/s erfordert moderne, schnelle Interfaces. Durch den Einsatz der leistungsfähigen CoaXPress-12-Schnittstelle überträgt die shr661 bis zu 17 Bilder/s, in der Variante mit 10 GigE-Interface sind 6,3 Bilder/s erzielbar. Darüber hinaus profitieren Anwender der shr661 von einigen High-End-Features wie anpassbaren Flat Field und Defect Pixel Corrections.

Problemlose Integration

Für eine einfache Integration steht ein I/O-Framework mit mehreren Eingängen und vier Power-Out-Ausgängen zur Verfügung, das eine präzise Triggerung wie auch Sequenzer und logische Operatoren unterstützt. Die Ausgänge mit dem eingebauten Strobe Controller können LED-Beleuchtungen direkt ansteuern.

Die GenICam-Schnittstelle mit GenTL-Interface erlaubt eine problemlose Einbindung in alle großen Machine Vision-Softwarepakete innerhalb weniger Minuten. Die Kamera ist derzeit bei SVS-Vistek als Demonstrator verfügbar. □

IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller  
**Head of Value Manufacturing** Christian Fischbach  
**Redaktion** Christian Vilsbeck (Managing Editor/verantwortlich/-926), Leopold Bochtler (-922), Ragna Iser (-898), Demian Kutzmutz (-937), Julia Papp (-916)  
**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net  
**Head of Sales** Andy Korn  
**Anzeigen** Caroline Häfner (Director Sales/verantwortlich/-914), Saskia Albert (-918), Beatrice Decker (-913), Carolin Dittrich (-899); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2022  
**Inside Sales** Karina Reisenegger(-938); 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  
**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 jährliche, als Sondernummer erscheinende A&D-Kompodium.  
**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.**



Vorausschauende Wartung für die Datenleitung

# Leitungswächter

Ungeplante Maschinenstillstände könnten schnell sehr teuer werden – vor allem in der Smart Factory. Ausfallgründe sind aber nicht nur defekte Lager, Motoren oder Getriebe, sondern die Datenleitungen können ebenfalls Verschleiß unterliegen. Genau für diese Fälle gibt es jetzt ein Überwachungsgerät für Ethernet-basierte Netzwerke.

TEXT: Stefan Hilsenbeck, Lapp BILDER: Lapp; iStock, undefined



Der Etherline Guard von Lapp überwacht ausfallgefährdete Datenleitungen.

Predictive Maintenance ist ein wichtiges Instrument, um unvorhergesehene Stillstände und somit eine Beeinträchtigung der Produktivität zu vermeiden. Lapp hat hierfür den Etherline Guard vorgestellt. Dabei handelt es sich um ein stationäres Überwachungsgerät, das die aktuelle Leistungsfähigkeit einer Datenleitung auswertet und in Prozent angibt.

Grundlage dafür sind Daten, die über eine Sensorik aus den physikalischen Eigenschaften der Datenübertragung ermittelt werden. Die Realzeit-Zustandsanzeige macht es möglich, die Verschleißgrenze einer Leitung zu erkennen und den optimalen Austauschzeitpunkt im Voraus zu planen. Lapp empfiehlt den Etherline Guard vor allem für Datenleitungen gemäß Übertragungsstandard 100BASE-TX (bis zu 100 Mbit/s) nach IEEE 802.3, aber auch für EtherCAT-, EtherNET/IP- und 2-paarige Profinet-Anwendungen, wie zum Beispiel der Etherline Torsion Cat. 5 oder der Etherline PN Cat. 5 FD. Diese Leitungen werden in vielen Branchen in den letzten Metern beziehungsweise auf der Prozessebene einer Anwendung eingesetzt und sind somit häufig Teil von Schleppketten oder torsionsbehafteten Kabelführungen, wie sie in Roboterarmen vorkommen.

### Zwei Varianten verfügbar

Der Etherline Guard ist besonders platzsparend und mit der Schutzart IP 20 für den Montageort Schaltschrank vorgesehen. Dabei ist er gerade mal ein bisschen größer als eine Streichholzschachtel. Das Gerät wird mit 24 V DC betrieben, ist für einen Temperaturbereich von -40 °C bis +75 °C vorgesehen und gemäß DIN EN 60529 vibrations- und schockfest. Eine einfach zu bedienende Set-Taste ist für das Aufrufen verschiedenster Funktionen, wie beispielsweise dem Teach-in, oder dem Aktivieren des Accesspoints vorgesehen. Der Etherline Guard wird zwischen die kritische Anwendung bzw. der zu überwachenden Leitung und der Steuerungsseite in einen Datenleitungsknoten gesteckt. Dafür verfügt das Gerät über einen Guard-/Data-Port für die zu

überwachende Datenleitung mit RJ45-Stecker, die von der kritischen Anwendung zum Gerät führt, sowie einen Data-Port für die Datenleitung mit RJ45-Stecker, die vom Gerät zur Steuerung führt. Über den Anschluss einer dritten Datenleitung an der LAN-Buchse (Variante PM03T) oder über die Verwendung des Antennenanschlusses für WiFi (Variante PM02TWA) können die Wartungsdaten an eine übergeordnete Steuerung übertragen werden. Beide Varianten können für die Cloud-Kommunikation mit MQTT konfiguriert werden. Der externe SMA-Antennenanschluss gewährleistet eine sichere Funkstrecke, wenn sich das Gerät beispielsweise im Schaltschrank befindet. Die Antenne wird dann einfach außerhalb montiert. Der Etherline Guard ist außerdem mit einem fünfpoligen Klemmterminal für Einzeladerverdrahtung ausgestattet. Auf dem Terminal finden sich Anschlüsse für die Spannungsversorgung, für die Verbindung der Funktions-Erdung (FE) und für die digitalen Ausgänge Q1 (push/pull-Schaltausgang) und Q2 (PWM moduliertes Ausgangssignal), welche zur Ausgabe des Kabelstatus dienen.

### Einfach Inbetriebnahme

Neben den üblichen LEDs an jedem RJ45-Port befinden sich drei zentral angeordnete mehrfarbige Diagnose-LEDs am Gerät: PWR für Betriebsbereitschaft, STATUS für den Zustand der zu überwachenden Datenleitung und COM für Connect (LAN-Version) oder WiFi (WiFi-Version). Die Entwickler von Lapp haben dabei ganz bewusst nur einfach gehaltene Diagnose- und Einstellmöglichkeiten am Gerät vorgesehen. Möchte ein Nutzer auf darüber hinausgehende Einstellungen oder Funktionsparameter zugreifen, oder sich über die grafische Verlaufshistorie des Kabelstatus informieren, bietet das Webinterface von Etherline Guard einen einfachen und komfortablen Zugang. Für die Inbetriebnahme ist kein IT-Expertenwissen nötig. Sie erfolgt mit einer automatisierten und selbstlernenden Parametrisierung („Teach-In“) in wenigen Minuten. Weiterer Vorteil: Für die Anwendung werden keine fabrikneuen Datenleitungen oder

Der Etherline Guard ist besonders platzsparend und mit der Schutzart IP 20 für den Montageort Schaltschrank vorgesehen.



Änderungen am Kabeldesign benötigt. Das bedeutet, dass ein Retrofit in die bestehende Netzstruktur jederzeit möglich ist. Der Etherline Guard ist als eine kabelgebundene LAN-Variante „PM03T“ und als eine kabellose WiFi-Variante „PM02TWA“ erhältlich. Dank der zwei Varianten und einem breiten Spektrum an diversen Anschlussmöglichkeiten kann der Anwender entscheiden, wie die benötigten Statusinformationen an die übergeordnete Prozessebene übertragen werden sollen.

### Stetige Kontrolle der Datenleitungsleistung

Unregelmäßigkeiten in den analysierten Daten können mit den patentierten Predictive Maintenance Algorithmen von Lapp leicht erkannt werden. Die beiden digitalen Ausgänge Q1 und Q2 ermöglichen die Ausgabe des Kabelstatus als Schaltsignal oder als PWM moduliertes analoges Signal, wobei die Alarmschwelle für den Schaltausgang Q1 vom Anwender vorgegeben werden kann. Sowohl die LAN- als auch die WiFi-Variante können den Kabelstatus via MQTT ausgeben. Dazu gibt es in der LAN-Variante den LAN-RJ 45 Anschluss, in der WiFi-Variante funktioniert die Kommunikation drahtlos. So ist eine verlässliche IIoT-Kommunikation garantiert. Die Daten können ebenso per Nutzung des Accesspoints beispielsweise ganz einfach mit einem mobilen Endgerät ausgelesen werden. Die aktuelle Leistung der Datenleitung wird bei beiden Varianten in Prozent angegeben. Der Etherline Guard berechnet kontinuierlich den Kabelzustand und schlägt Alarm, wenn die Leistung bzw. die Übertragungseigenschaften einer Leitung nachlassen und ein Ausfall drohen könnte. Die Alarmauslöseschwelle ist werkseitig auf 80 Prozent eingestellt, kann aber individuell zwischen 99 Prozent und 21 Prozent angepasst werden.

### Kunden wurden früh mit einbezogen

Einen ersten Prototypen des Etherline Guards hatte Lapp in seinem futureLab auf der Hannover Messe 2019 vorgestellt.

Die frühe Vorstellung des Etherline Guards bei potenziellen Kunden – damals hieß das Gerät im Arbeitstitel noch Predictive Maintenance Box – hat Lapp bei der Entwicklung extrem geholfen. Dank des direkten Kundenfeedbacks konnte verhindert werden, dass die Innovation am Markt vorbei entwickelt wurde. Bereits 2020 kam Etherline Guard bei drei Pilotkunden aus den Branchen Medizintechnik, Automotive und Intralogistik sowie im Dienstleistungs- und Logistikzentrum von Lapp in Ludwigsburg zum Einsatz. Im Zuge der Pilotprojekte konnte das Entwicklerteam von Lapp einige wichtige neue Erkenntnisse gewinnen. Zum Beispiel beim Alterungsprozess von Ethernet-Leitungen. Im Gegensatz zur allgemeinen Meinung, dass ein auftretender Drahtbruch im Kupferleiter das Ende der Lebensdauer einer dynamisch bewegten Datenleitung verursacht, kam heraus, dass in den meisten Fällen die Abnutzung und Veränderung in der Isolationsschicht schuld an der Verschlechterung der Übertragungseigenschaften von Datenleitungen sind. Aber auch in Bezug auf das Kundenverhalten konnte Lapp wichtige Erkenntnisse gewinnen, denn viele Maschinenbauer bevorzugen eher eine verdrahtete Lösung statt einer funkgebundenen. Gleichzeitig war den Kunden die einfache Bedienung bei parallel komplexer Funktionalität besonders wichtig.

### Gestresste Leitungen im Blick

Zusammenfassend ist der Etherline Guard besonders für Datenleitungen geeignet, die ständig „Stress“ ausgesetzt sind: Das sind Bewegungen mit hohen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, wechselnde Bewegungsabläufe, Rotationen mit axial sehr hohen Verdrehungswinkeln, schnelle Taktzeiten und kleine Biegeradien. Das Gerät wird auch in kritischen Prozessen eingesetzt, bei denen im Falle eines Stillstandes hohe bis extrem hohe Ausfallkosten oder sogar Personenschäden entstehen würden. Mit Etherline Guard ermöglicht Lapp den Kunden einen weiteren Schritt auf dem Weg zur Smart Factory. □



Kommentar über Entwicklungen  
in der industriellen Kommunikation

## „Kein Wachstum mit weiter so!“

Das Unternehmen Hilscher wurde vor 35 Jahren von meinem Vater Hans-Jürgen Hilscher gegründet und seitdem von ihm als CEO geführt. Von Anbeginn beschäftigen wir uns mit industrieller Kommunikationstechnik. Diese setzt bereits seit 15 Jahren auf 100 Mbit-basierte Ethernet-Systeme. Aber irgendwann kommt der Punkt an dem sich alles ändert...

BILD: Hilscher

Seit dem 01.01.2020 bin ich, Sebastian Hilscher, CEO der Hilscher Gruppe. Hans-Jürgen hat mir ein erfolgreiches Unternehmen übergeben, wofür ich ihm sehr dankbar bin. Um das Unternehmen allerdings für weiteres Wachstum fit zu machen, ist es notwendig, sich dezentraler aufzustellen und gleichzeitig die momentanen Veränderungen im Markt durch die Digitalisierung zu nutzen, um in unserem Bereich als Technologieführer hervorzugehen.

Mit dem Aufkommen der Digitalisierung spricht jeder von Big Data, KI und Analytics. Die zentrale Frage ist jedoch: Wie komme ich an die Daten, die ich für dafür brauche? Heute werden die Daten zwischen Aktoren, Sensoren und Steuerun-

Gigabit im Markt. OPC-UA und MQTT spielen bereits einen Teil der Kommunikation aus der Feldebene in die Cloud. Wir haben schon vor einigen Jahren die Entscheidung getroffen, unsere netX Chip Familie für diese Technologien aufzurüsten.

### Wir brauchen Standards und Allianzen

Neben TSN Gigabit zeichnet sich im Markt der Trend des SPE (Single Pair Ethernet) ab. Dieses soll einfache Sensoren, die aus Kostengründen bisher noch kein Netzwerkanschluss hatten, an ein Ethernet-Netzwerk anbinden. Dazu laufen in den Standardisierungsgremien gerade die Spezifikationsphasen und bei uns die ersten Prototypen. Wenn in Zukunft jeder

## *Zusammen können wir die Digitalisierung erfolgreich meistern!*

**Sebastian Hilscher, CEO Hilscher**

gen innerhalb der Feldebene ausgetauscht. In Zukunft werden diese aus der Feldebene in die Cloud transportiert. Sensoren müssen zusätzliche Diagnosedaten liefern, ganze Bilder von Vision-Systemen müssen transportiert werden. Hierzu sind neue Technologien wie TSN, OPC-UA und MQTT nötig. Für mehr Bandbreite sehen wir bereits erste Prototypen mit TSN

einfache Sensor über einen Netzwerkanschluss verfügt, lässt sich so mein Daten-Pool weiter vergrößern.

So kommt Baustein zu Baustein, um am Ende ein großes Bild der Digitalisierung zu geben. Aber auch für uns ist es nicht möglich, dieses Bild alleine zu zeichnen. Aus diesem



# DIE ADAPTIVE MASCHINE

## Ihr Wettbewerbsvorteil

In einer Welt der kleinen Losgrößen, kurzen Lebenszyklen und des Online-Handels bleiben Sie mit der adaptiven Maschine profitabel – der ersten Maschine, die sich dem Produkt anpasst.

### Aktuelle Herausforderungen ..... Adaptive Maschinenlösungen

Individuelle Konsumwünsche	Produktion auf Bestellung
Höhere Variantenvielfalt	Formatwechsel ohne Stillstandszeiten
Kurze Produktlebenszyklen	Einfache Neukonfiguration mit digitalem Zwilling

B&R ermöglicht die Umsetzung der adaptiven Maschine bereits heute – mit einer perfekt abgestimmten Gesamtlösung aus intelligenter Track-Technologie, Robotik, Vision und digitalen Zwillingen.



Holen Sie sich Ihren Wettbewerbsvorteil:  
[www.br-automation.com/adaptive](http://www.br-automation.com/adaptive)

Grund sind wir eines der Gründungsmitglieder der Open Industrie 4.0 Allianz, um zusammen mit starken Partnern die Aufgabe zu meistern.

### bleibt die Frage: Wer ist das „Wir“ bei Hilscher?

Das Unternehmen Hilscher wurde in den vergangenen 35 Jahren von Hans-Jürgen als wichtigstem Entscheider, Strategen und Entwickler geführt. Alles lief über seinen Tisch, was sicherlich der Schlüssel für das erfolgreiche Wachstum war. Mit 360 Mitarbeitern weltweit ist für weiteres Wachstum allerdings ein Umdenken erforderlich. Mir war klar, es gibt kein „Weiter so“, wenn wir weiter erfolgreich wachsen wollen. Mit der Übernahme 2020 habe ich ein Managementteam eingeführt, deren Aufgabe es ist, eigenständige Entscheidungen zu treffen. Dabei war es mir wichtig, einen guten Mix sowohl aus bereits vorhandenen Mitarbeitern als auch neuen Kollegen mit viel Erfahrung in dieses Team zu holen.

Seit Ende 2020 erarbeiten wir zudem in unserem Strategieprozess, wie wir die neue Arbeitsweise auch auf das Unternehmen gesamtheitlich übertragen können. Ein Team aus anfangs 20 Mitarbeitern arbeitet mit dem Managementteam an der strategischen Ausrichtung des Unternehmens. Nach und nach werden weitere Mitarbeiter/innen hinzugezogen, um den Veränderungsprozess möglichst organisch zu gestalten und die Akzeptanz dafür zu erhöhen. □

PERFECTION IN AUTOMATION  
A MEMBER OF THE ABB GROUP



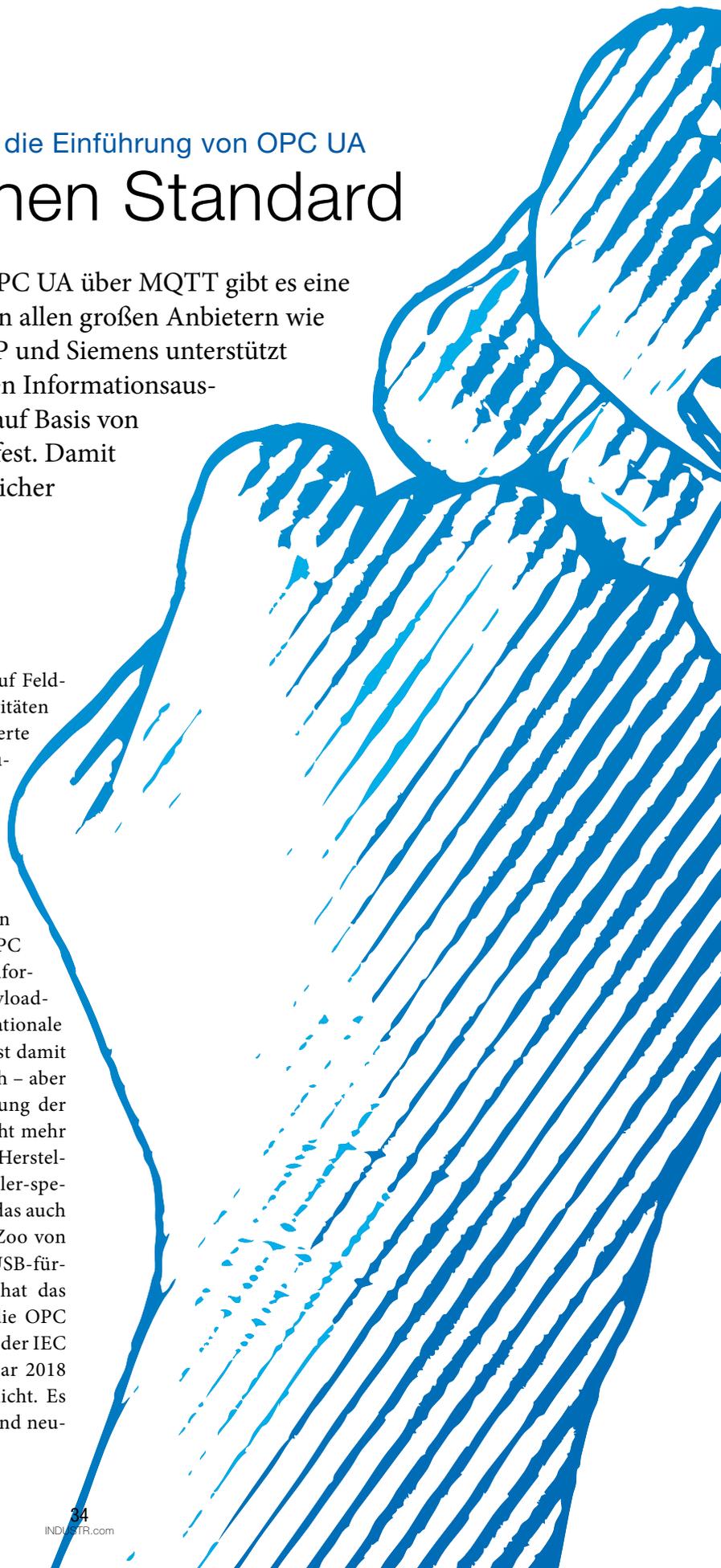
## Führende IoT-Anbieter unterstützen die Einführung von OPC UA Einigung auf einen Standard

Es ist Realität geworden: Auf Basis von OPC UA über MQTT gibt es eine akzeptierte OT-zu-IT-Verbindung, die von allen großen Anbietern wie AWS, Google Cloud, IBM, Microsoft, SAP und Siemens unterstützt wird. Bei diesem sicheren, standardisierten Informationsaustausch in Edge-to-Cloud-Anwendungen auf Basis von OPC UA läuft bereits aktiv das erste Plugfest. Damit wird ein Schreckensszenario unterschiedlicher MQTT-Mappings abgewendet.

TEXT: Stefan Hoppe, OPC Foundation

BILDER: OPC Foundation; iStock, GeorgePeters

Nach der Fokussierung auf die Kommunikation auf Feld-ebene setzt die OPC Foundation eine Reihe von Aktivitäten im Bereich der Cloud fort, um eine einzige harmonisierte Lösung für die Prozess- und Fabrikautomation anzubieten, die vom Feld bis in die Cloud skaliert. Viele Menschen positionieren OPC UA nur für die Kommunikation „der letzten Meile“ zum Gerät in Feld- und Edge-Ebene und gehen intuitiv von MQTT für die Edge- bis Cloud-Konnektivität aus. Auch die OPC Foundation favorisiert MQTT als Transportprotokoll in die Cloud – aber als unterlagerte Infrastruktur für „OPC UA over MQTT“ für den Transport standardisierter Informationen. Der Grund ist folgender: MQTT ist ein payload-agnostic-Protokoll, was bedeutet: es gibt keine internationale Norm und Definition der Nachrichten-Nutzlast und ist damit quasi wie „damals“ bei Modbus: Sicherlich sehr einfach – aber eben ohne eine inhaltliche standardisierte Beschreibung der Daten und das ist im Zeitalter der Digitalisierung nicht mehr Stand der Technik. Das „Schreckensszenario“: Diverse Hersteller von Steuerungen haben bereits ein eigenes Hersteller-spezifisches Mapping auf MQTT definiert und leider tun das auch weitere andere Konsortien – es wird am Ende einen Zoo von MQTT-Zuordnungen geben! Mit einer einfachen „USB-für-Maschinen“ Schnittstelle als Plug&Produce-Lösung hat das allerdings nichts mehr zu tun. Stattdessen plädiert die OPC Foundation zur Einigung auf ein Mapping: OPC UA ist der IEC 62541 Standard – die OPC Foundation hat im Februar 2018 OPC UA PubSub (über UDP und MQTT) veröffentlicht. Es gibt weltweit keine andere große, anerkannte, offene und neu-





PEOPLE. POWER. PARTNERSHIP.

## KLEINER, SCHNELLER, SMARTER

Ethernet Connectivity für die  
industrielle Transformation

Ethernet übernimmt in immer mehr Bereichen den Job des universellen Kommunikationsprotokolls. Damit wird die Vision eines einheitlichen Protokollstandards für die Kommunikation von der Cloud bis an jeden Sensor möglich – damit wird das IIoT immer mehr Realität. Doch keine industrielle Transformation mit Ethernet ohne die passende Infrastruktur.

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

trale Organisation wie die OPC Foundation, die dieses Thema auf friedliche Weise angeht. Dieses einheitliche Signal von IT-Unternehmen zur Unterstützung von OPC UA (over MQTT) hat es noch nie in der Geschichte der Automatisierung gegeben und wird eine weitere massive Übernahme durch OT-Unternehmen auslösen.

Die Hauptgründe für diese Entwicklung sind in erster Linie die weltweite Akzeptanz von OPC UA als offener Standard der Wahl für die sichere Interoperabilität von Produktionssystemen über OT- und IT-Netzwerke hinweg, die einen standardisierten Datenaustausch nutzen. So gibt es über 860 registrierte OPC Foundation Mitglieder, die ein großes, schnell wachsendes Ökosystem von Endanwendern, Standardisierungsgremien und Anbietern unterstützen.

Zweitens verwendet OPC UA eine standardisierte Methode zur Definition,

Erkennung und Nutzung von Informationsmodellen (IMs) und Diensten, die mit den Produktionssystemen verbunden sind. Dieser standardisierte Ansatz für den semantischen Informationsaustausch verhindert die Bindung an einen bestimmten Anbieter und die kostspielige kundenspezifische Programmierung, die für die Aufnahme von nicht standardisierten IMs in der Cloud erforderlich ist. Mit der Einführung der UA Cloud Library sind OPC UA IMs global für alle Cloud-Anwendungen verfügbar, so dass es für Cloud-Anwendungen einfach ist, OPC UA-basierte semantische Informationen sowie Live-Daten aus dem Edge-Bereich direkt zu nutzen.

### Transportunabhängiger IEC-Standard

OPC UA unterstützt als transportunabhängiger IEC-Standard zwei verschiedene Kommunikationsmuster: Client/Server (z.B. über TCP oder WebSockets) sowie Publish/Subscribe (z.B. über UDP oder MQTT), um den unterschiedlichen Anforderungen der Industrie gerecht zu werden – von Produktionssystemen bis



OPC UA wird weltweit als offener Standard der Wahl für die sichere Interoperabilität von Produktionssystemen über OT- und IT-Netzwerke hinweg akzeptiert.

hin zu Edge- und Cloud-Szenarien: Während im Umfeld von transaktionalem Verhalten à la SCADA/MES + Automatisierung das OPC UA Client/Server basierte Muster besser nutzbar ist – so ist das eher Cloud orientierte „Analytics-lastige“ Einsatzszenario mit OPC UA PubSub over MQTT leichter: Daten werden einmal versendet und sind damit „vergessen“ – Handshakes für weitere Aktionen sind nicht notwendig.

## Plugfest als Qualitätssicherung

Das Programm zur Qualitätssicherung der OPC Foundation deckt die OPC UA Publish/Subscribe-Kommunikationsmuster bereits ab und bildet den ersten herstellerübergreifenden Multi-Cloud-Standard Test: Interoperabilitäts-Workshops mit führenden SPS-Anbietern wie Beckhoff und Siemens, die OPC UA-Daten von der Steuerung über MQTT senden, haben bereits begonnen.

## Endanwender profitieren

Die Endanwender profitieren von den Zusagen der großen IoT-Anbieter, die OPC UA als Standard für die IoT-Kommunikation unterstützen, und begrüßen diese sehr. Das Kriterium für die Aufnahme in die Liste der Unterstützer ist, dass die Unternehmen OPC UA over MQTT entweder bereits in ihren Produkten anbieten oder dass diese Umsetzung auf ihrer Entwicklungs-Roadmap steht.

Hier Aussagen von initial unterstützenden IT/OT Unternehmen:

- **Sanat Joshi, Managing Director, Manufacturing Industry Solutions, Amazon Web Services:** „AWS kennt die Komplexität der industriellen Datenkonnektivität und die Herausforderungen, mit denen Hersteller und Industriekunden bei der Implementierung von IIoT und Industrie

4.0-Anwendungen konfrontiert sind. Aus diesem Grund bietet AWS ein Portfolio von Diensten an, die die Cloud-Funktionalität auf den industriellen Betrieb ausdehnen, um industrielle Edge-Funktionen bereitzustellen. Mit AWS IoT Greengrass und SiteWise Connector können Hersteller OPC UA-basierte Daten sicher in AWS mit offenem Datenzugriff für Echtzeit-Visualisierung, Analysen und maschinelles Lernen aufnehmen, um betriebliche Effizienz, Innovation, Skalierbarkeit und Agilität zu fördern.“

- **Sven Goldstein, Product Manager Connectivity, Beckhoff:** „Beckhoff ist der erste Automatisierungsanbieter, der OPC UA Pub/Sub sowohl über UDP als auch über MQTT unterstützt. Die Anforderung, industrielle Anlagen in einem gesicherten und standardisierten Format mit der Cloud zu verbinden, ist von größter Bedeutung und ein aufkommendes Thema in allen Industriezweigen. Mit seiner PC-basierten Steuerungsarchitektur kann Beckhoff neue Kommunikationstechnologien einfach adaptieren, damit Maschinenbauer ihre Anlagen direkt mit der Cloud verbinden können.“
- **Melanie Ruhe, Head of Global Product Management MindSphere:** „Siemens MindSphere setzt voll und ganz auf OPC UA mit seinen leistungsstarken Datenmodellierungsfunktionen und umfangreichen Plattformdiensten zur mühelosen Anbindung von Fertigungsanlagen.“
- **Erich Barnstedt, Chief Architect Standards & Consortia, Azure IoT, Microsoft Corporation:** „Microsoft war der erste Anbieter, der OPC UA PubSub über MQTT unterstützte, als wir 2016 Microsoft OPC Publisher auf den Markt brachten. Außerdem hat Microsoft von Anfang an mit der OPC Foundation an der OPC UA PubSub-Spezifikation gearbeitet.“
- **Ulas Cubuk, IBM App Connect for Manufacturing Product Manager, IBM:** „IBM unterhält eine langjährige Partnerschaft mit der OPC Foundation. Das Engagement

der OPC Foundation für die Gewährleistung der Interoperabilität in der Automatisierung war die erste Wahl für diese Partnerschaft. Wir haben unseren Kunden lange dabei geholfen, Strukturen für die Veröffentlichung von OPC UA Nachrichten über MQTT zu entwickeln. Jetzt wollen wir dieses Spiel durch die Anpassung der OPC UA PubSub-Spezifikation noch verstärken.“

- **Claudius Link, Senior Vice President Engineering Manufacturing and Industrial IoT at SAP SE:** „SAP begrüßt die Entwicklung von Standards zur Lösung von Problemen in der Kundenrealität – hybride Cloud- und Edge-Computing-Lösungen sind heute die Norm und die Grundlage für viele Kunden, um ihre digitale Transformation zu beschleunigen. Als Mitglied der OPC Foundation setzt sich SAP dafür ein, die Integration von industriellen und geschäftlichen Abläufen zu vereinfachen, basierend auf offenen Kommunikationsmustern, wie sie von der OPC Foundation definiert wurden.“
- **Charlie Sheridan, Global Technical Directory Manufacturing, Automotive & Energy , Google Cloud:** „Google Cloud ist der Offenheit und der Zusammenarbeit mit der Industrie verpflichtet. Indem wir zur OPC UA Cloud Library beitragen und diese nutzen, können wir unseren Kunden und Partnern einen "cloudbasierten" Zugang zu OPC UA Informationsmodellen ermöglichen. OPC UA wird unser Weg sein, Maschinendaten in unsere Datenanalyse- und KI-Funktionen einzubinden, um letztendlich das Versprechen von zugänglichen Daten und einfach zu nutzender KI in Fabriken zu erfüllen.“

### Weitere Cloud-Aktivitäten

Die OPC Foundation beschränkt sich bei den Cloud-Aktivitäten nicht nur auf OPC UA über MQTT, sondern forciert auch folgende Themen:

- **OPC UA Cloud Library:** Zusammen mit CESMII, USA, macht es die gemeinsame Arbeitsgruppe The UA Cloud Library einfacher denn je, OPC UA Informationsmodelle zu finden, zu teilen, zu erforschen und von Anwendungen, Endanwendern und Standardisierungsgremien zu nutzen. Heute enthält die UA Cloud Library bereits über 70 OPC UA Informationsmodelle, die sowohl von einzelnen

Unternehmen als auch von internationalen Standardisierungsorganisationen erstellt wurden. Es gibt weltweit keine größere, offenere Bibliothek mit standardisierten Informationsmodellen für die Automatisierung.

- **OPC UA Cloud Federation:** Zusammen mit DIN wird die gemeinsame Arbeitsgruppe eine Spezifikation für Industrial Cloud Federation (ICF) entwickeln, die auf OPC UA Technologie basiert und mit dieser realisiert wird. Sie beschreibt die Kommunikation zwischen Endpunkten von Cloud-Diensten und Endpunkten von Geräten, die sich physisch in einer Produktionsumgebung befinden. Die Kommunikation erfolgt über eine oder mehrere administrative Unternehmensgrenzen und Cloud-Systeme hinweg. ICF berücksichtigt sowohl die Kommunikation von Edge-Komponenten zu Cloud-Komponenten als auch die unternehmensübergreifende Kommunikation mit anderen Cloud-Systemen. □

### KOMMENTAR VON STEFAN HOPPE PRÄSIDENT DER OPC FOUNDATION



„Es ist fantastisch zu sehen, dass OPC UA die einzige harmonisierte Lösung für die Prozess- und Fabrikautomation ist, die vom Feld zur Cloud – und zurück – skaliert. Die Vision der OPC Foundation, OPC UA als den offenen Standard der Wahl für die Dateninteroperabilität in der gesamten Automatisierungswelt zu etablieren, begann und entwickelt sich mit Steuerungen und Visualisierungssystemen und hat nun die IT und die Cloud erreicht – wie im Jahr 2010 als Vision vorhergesagt. Dies wird zu einem weiteren Wachstum des offenen Ökosystems, basierend auf OPC UA, führen.“



Simulation begleitet alle Lebensphasen einer Maschine

## DAS PERFEKTE ZUSAMMENSPIEL

„Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.“ – Was der griechische Philosoph Aristoteles schon lange vor Industrie 4.0 und Smart Factory erkannte, beschäftigt heute den Maschinenbau. Denn Hardware, Software und ein Programmcode ergeben nicht automatisch eine funktionierende Maschine. Erst das perfekte Zusammenspiel all dieser Komponenten ergibt ein funktionierendes Ganzes. Um das zu erreichen, spielt die Simulation eine entscheidende Rolle.

TEXT: Carola Schwankner, B&R BILDER: B&R; iStock, sorn340

Warum brauchen wir eigentlich Simulation im Maschinen- und Anlagenbau? „Die Antwort ist ganz einfach: Um Maschinen wirtschaftlich zu entwickeln, in Betrieb zu nehmen und langfristig zu betreiben“, sagt Isabella Laasch, Produktmanagerin für Simulation bei B&R. Maschinen werden immer komplexer. Dementsprechend gestaltet sich auch das Zusammenspiel aus Mechanik, Elektrik und Automatisierung zunehmend diffiziler. Mögliche Maschinenabläufe direkt an einem physischen System auszuprobieren, verursacht hohe Kosten und ist schlichtweg unwirtschaftlich – und zwar in allen drei Phasen des Maschinenlebens: Entwicklung, Inbetriebnahme und laufender Betrieb.

### Entwicklungsfehler kosten Geld und Zeit

In der ersten Lebensphase einer Maschine, der Entwicklung, durchläuft die Maschine bereits mehrere Stadien. In

jedem davon kann es zu gravierenden Fehlern kommen. Nach der Rule of Ten der Fehlerkosten erhöhen sich die Kosten für die Behebung eines Fehlers um den Faktor 10 für jedes Stadium der Maschinenentwicklung, in dem der Fehler nicht erkannt wurde. Je früher der Fehler also behoben wird, desto günstiger und schneller kann die Maschine entwickelt werden.

Ziehen sich Fehler jedoch durch die gesamte Maschinenentwicklung, zeigen sie sich spätestens bei der Inbetriebnahme des Prototyps. „Taucht bei der Inbetriebnahme ein Problem nach dem anderen auf, ist das fatal“, sagt Laasch. Nicht nur, dass zu diesem Zeitpunkt bereits Kosten für den Prototyp entstanden sind, auch zusätzliche Ressourcen für das Entwicklerteam werden benötigt, da sie sich nun auf Fehlersuche begeben müssen. Entstehen Schäden an der Hardware, bedeutet das zu-

Der digitale Zwilling begleitet eine Maschine ihr Leben lang – von der Entwicklung bis hin zum laufenden Betrieb. Darüber hinaus bildet er die Basis für zusätzliche Funktionen und für die Weiterentwicklung der Maschine.



sätzliche Ausgaben für Ersatzteile sowie einen möglichen Zeitverzug aufgrund langer Lieferzeiten. Schlimmstenfalls kommen auf den Maschinenbauer sogar Konventionalstrafen zu, sollte der geplante Auslieferungstermin der neuen Maschine nicht eingehalten werden können.

### Simulation ist der Schlüssel

„Wir müssen also einen Weg finden, eine Maschine über alle Lebensphasen hinweg digital abzubilden“, sagt Laasch. „Aus meiner Sicht gibt es dafür nur einen Weg und das ist die Simulation.“ In der virtuellen Simulationsumgebung entsteht ein digitaler Zwilling der Maschine. Mit dem digitalen Zwilling lassen sich das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten während der Entwicklung überprüfen sowie eine virtuelle Inbetriebnahme der Maschine durchführen.

### Hand in Hand mit Simulations-Experten

Maschinenbauer können aus einer Vielzahl an Simulationswerkzeugen auswählen. Das Angebot erstreckt sich von Tools für die Hardware- und Maschinensimulation bis hin zur Prozesssimulation. B&R arbeitet deshalb seit vielen Jahren mit unterschiedlichen Simulationsexperten zusammen und hat verschiedene Werkzeuge in sein Automatisierungssystem eingebunden. „Mit unseren Partnern wie MathWorks, Maplesoft, machineering und ISG bieten wir eine breite Palette an Simulationsmöglichkeiten und haben für jeden Anwendungsfall eine Lösung parat“, erklärt Laasch. „Entscheidend dabei ist, dass unsere Kunden frei wählen können, welches Simulationswerkzeug sich für ihre Maschine am besten eignet. Die B&R-Entwicklungsumgebung ist in jedem Fall das zentrale Tool.“



# Perfekt kombiniert – optimal simuliert

Mit iPhysics machen Sie den Schritt zu echtem Next Level Engineering. Von Maschinenbauern für Maschinenbauer entwickelt.

- einfach
- intuitiv
- schnell
- sicher
- kombinierbar
- produktiv

## Einmal testen?

Unser nächster kostenfreier Schnupper-Workshop ist am 26.04.2022. Einfach anmelden und ausprobieren.



sales@machineering.com | www.machineering.com





Mit den Simulationswerkzeugen ISG virtuos (ISG), iPhysics (machineering), Matlab/Simulink (MathWorks) und MapleSim (Maplesoft) hat B&R Tools für jeden Anwendungsfall in sein Automatisierungssystem eingebunden.

## Das richtige Werkzeug für jede Anforderung

Mit der Simulationssoftware von Maplesoft und MathWorks lassen sich zum Beispiel Maschinenkomponenten sehr effizient und exakt abbilden sowie Momente und Kräfte etwa für Maschinenauslegungen simulieren. Unterschiedliche Belastungsfälle können einfach getestet werden. Würden diese Tests an einem realen System vorgenommen werden, kosten sie viel Zeit, viele Arbeitsstunden und binden zahlreiche Ressourcen. Im Falle einer zu großen Belastung besteht auch die Gefahr, dass kostbare Hardware beschädigt wird und ersetzt werden muss. In der Simulation erkennt der Maschinenbauer jedoch auf einen Blick, ob die Maschine der Belastung standhalten wird oder nicht. Die Tools von machineering und ISG decken hingegen den Bereich der Prozesssimulation ab. Sie zeigen das dynamische Verhalten einer kompletten Maschine in 3D. Damit lassen sich unter anderem sämtliche dynamische Faktoren, die auf den Materialfluss einwirken, mit dem digitalen Zwilling in Echtzeit testen. Der Maschinenbauer sieht sofort, wie sich der Materialfluss verhält, wenn er Komponenten der Maschine austauscht. Auch Stillstandzeiten lassen sich frühzeitig erkennen und eliminieren.

## Daten für vorausschauende Wartung nutzen

Nach Abschluss der Maschinenentwicklung und einer erfolgreichen virtuellen sowie realen Inbetriebnahme kann der digitale Zwilling auch in der dritten Lebensphase einer Maschine, dem laufenden Betrieb, von großem Nutzen sein. Basierend auf Echtzeitdaten läuft der digitale Zwilling als virtuelles Pendant im Schaltschrank mit und lässt sich zum Beispiel für Prognosen über die Lebensdauer und den Zustand der realen Maschinenkomponenten heranziehen. „Verändert sich das Verhalten der realen Maschine im Vergleich zum digitalen Zwill-

ing, weil zum Beispiel ein Lager bereits sehr abgenutzt ist, fällt dies unmittelbar auf“, erklärt Laasch. Die gesammelten Daten werden unter anderem für vorausschauende Wartung, Fehlerdokumentationen oder Fernwartungssysteme verwendet.

## Einarbeitungszeit verkürzen

Darüber hinaus ergeben sich mit dem digitalen Maschinenpendant zum Beispiel neue Möglichkeiten für das Training von Maschinenbediener und Servicetechniker. Sie können sich unter anderem mit der Handhabung oder dem Human Machine Interface vertraut machen, bevor die Maschine bei ihnen vor Ort eintrifft. Die Einarbeitungszeit verkürzt sich damit wesentlich. Zudem kommt der digitale Zwilling auch zunehmend in virtuellen Showrooms zum Einsatz. So kann der Vertrieb potenziellen Kunden jederzeit neue Maschinen vorstellen – unabhängig von Messen oder Veranstaltungen. Mit Hilfe einer Augmented-Reality-Brille lässt sich die digitale Maschine sogar in reale Umgebungen einblenden. So sind zusätzliche sogenannte Was-wäre-wenn-Untersuchungen für die Planung und Entwicklung mit bewegten Objekten und Maschinen möglich.

## Maschinen schneller weiterentwickeln

„Der digitale Zwilling bleibt der Maschine ein Leben lang erhalten“, sagt Laasch. „Er bildet aber auch die Basis für zusätzliche Funktionen und für die Weiterentwicklung der Maschine.“ Der Maschinenbauer kann zum Beispiel die Erkenntnisse aus dem laufenden Betrieb für die Optimierung des Systems verwenden. Das Simulationsmodell steht ihm dabei zur Verfügung, um alle geplanten Erweiterungen vorab sicher durchzuspielen. So reduzieren sich Stillstandzeiten bei Aufrüstungen auf ein Minimum und die nächste Generation an Maschinen lässt sich schneller entwickeln. □

# Digitale Transformation braucht Change Management

Auf dem Weg zur Smart Factory geht es um mehr als Technik und Organisation – es geht um die Menschen in Ihrem Unternehmen. Machen Sie Ihren Mitarbeitern und sich selbst den Change-Prozess daher so leicht wie möglich!

TEXT: MPDV BILD: Adobe Stock, Gorodenkoff, jirsak



Viele Experten beschäftigen sich mit dem klassischen Einführungsprozess der Fertigungs-IT, also mit dem IT-Projekt. Aber denken Sie auch mal an die Menschen: einerseits an die, die mit dem System arbeiten sollen und andererseits an die, die wollen, dass das System genutzt wird. Idealerweise schaffen Sie es, dass die, die es nutzen sollen, dies auch wollen – das wäre der Königsweg. Minimum ist allerdings, dass insbesondere die Mitarbeiter:innen im Shopfloor die neuen IT-Systeme akzeptieren und deren Nutzen verstehen. Daher sollten Sie sowohl die technischen Hürden und organisatorische Stolpersteine kennen als auch entsprechend handeln.

## Wesentliche Aspekte berücksichtigen

Sorgen Sie auch bei den Mitarbeiter:innen im Shopfloor für Akzeptanz – zum Beispiel, indem Sie diese frühzeitige in Form von Veranstaltungen oder Flyern informieren. Trainieren Sie ausgewählte Key User, die ihr Wissen anschließend an die restliche Belegschaft weitergeben können. So machen Sie aus Betroffenen engagierte Mitstreiter:innen. Ihre Mitarbeiter:innen fühlen sich involviert und wertgeschätzt.

Wenn Sie einen Betriebsrat haben, dann informieren Sie diesen frühzeitig und binden Sie die Kolleg:innen in Ihr Vorhaben ein. Treffen Sie geeignete Betriebsvereinbarungen, die einerseits Ihre Mitarbeiter:innen schützen und andererseits der Digitalisierung nicht im Weg stehen.

## Gamification kann helfen

Nutzen Sie den Spieltrieb der Menschen, um deren Motivation zu steigern. Kündigen Sie zum Beispiel einen inter-

nen Wettbewerb an: Wer die meisten korrekten Eingaben im neuen System innerhalb der ersten zwei Wochen durchführt, bekommt ein T-Shirt mit dem Logo der neuen Software. Oder stellen Sie das neue System in einem abgegrenzten Bereich Ihrer Fertigung parallel zur Verfügung und lassen Sie Ihre Mitarbeiter:innen damit "spielen". Anschließend sollen sie Vorschläge erarbeiten, in welchem Funktionsumfang das System eingeführt werden soll.

Auch im Produktivbetrieb kann der Gamification-Ansatz weiter genutzt werden, um bestimmte Kennzahlen positiv zu beeinflussen. Dazu reicht es, wichtige Kennzahlen zentral auf einem für jeden einsehbaren Bildschirm anzuzeigen. Oftmals verbessern sich dieser daraufhin bereits nach wenigen Wochen. Denn Mitarbeiter:innen fühlen sich durch die Transparenz motiviert.

## Kompetente Unterstützung

Wir von der MPDV zeigen Ihnen, wie Sie es Ihren Mitarbeiter:innen und sich selbst leichter machen. Wir haben sowohl das Know-how als auch die passenden Produkte und Services. Mit dem Manufacturing Execution System (MES) HYDRA, dem Advanced Planning and Scheduling System (APS) FEDRA und der Integrationsplattform MIP bieten wir ein breites Spektrum an flexiblen Lösungen für die Smart Factory. Gleichzeitig beraten wir Sie gerne, wenn es um Change Management in der Smart Factory geht. □

**We create Smart Factories.** Und wann ist Ihre Fabrik dran? Besuchen Sie uns auf unserer Website zum Thema: <https://www.mpdv.com/de/changemanagement/>

Automatisierung besonders leicht gemacht

## Kunststoff-Cobot für unter 5.000 Euro

In Fabriken, in der Pflege, in Ausgabeautomaten oder auf dem Feld können kollaborative Leichtbauroboter dabei helfen, monotone und einfache Aufgaben zu automatisieren. Damit sich solche interagierenden Servicerobotik-Konzepte schnell und kostengünstig umsetzen lassen, gibt es jetzt einen Kunststoff-Roboter mit Cobot-Funktionen, der nur 8 kg auf die Waage bringt und besonders günstig ist.

TEXT: Alexander Mühlens, igus BILDER: igus





# inter solar

connecting solar business | EUROPE

Die weltweit  
führende Fachmesse  
für die Solarwirtschaft  
MESSE MÜNCHEN

11–13  
MAI  
2022

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



- Gebündelte Produktionskompetenzen, neueste Trends und gezielte Kontakte
- Ob Wafer, Solarzellen oder Module
- Von Materialien über innovative Fertigungslösungen bis zur Messtechnik
- Treffen Sie 1.450 Aussteller und 50.000+ Energieexperten auf vier parallelen Fachmessen



Zusammen mit geringen Kosten, wenig Wartungsaufwand und einer einfachen Bedienung will igus mit dem neuen Leichtbauroboter ReBeL besonders kleineren Unternehmen und Start-ups den Einsatz der Automatisierung leicht machen. Auch soll der ReBeL neue innovative Ideen in der Servicerobotik ermöglichen – vom montierten Einsatz auf Agrar-Drohnen bis hin zur mobilen Unterstützung als Haushaltshilfe.

Das Herzstück ist das weltweit erste industrietaugliche Cobot-Getriebe aus Kunststoff mit Motor, Absolutwert-Encoder, Kraftregelung und Controller. Elektronische Komponenten im vollintegrierten Wellgetriebe machen eine Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) möglich. Denn durch die Absolutwert-Encoder-Technologie können Kräfte wie auch Momente über den Motorstrom in Kombination mit der Winkelmessung ermittelt und sicher begrenzt werden. Dafür setzt igus auf einen Doppencoder, bei dem eine Messung vor und hinter dem Gelenk erfolgt, um Kräfte und Drehmomente zu erkennen und darauf reagieren zu können.

## Kunststoff als Gamechanger

Der Einsatz von Kunststoff führt beim ReBeL zu einer äußerst kompakten, leichten Bauweise. Der Roboter wird mit einem Eigengewicht von 8,2 Kilogramm zum leichtesten Cobot in seiner Klasse. Seine Traglast liegt bei zwei Kilogramm und er besitzt eine Reichweite von 662 Millimetern. Durch den niedrigen Einstiegspreis als Open Source Variante ohne Robotersteuerung, Software und Netzteil für 3.900 Euro oder als vollausgestattete Plug-and-Play-Variante für 4.970 Euro (jeweils Stückzahl 1) und den geringen Wartungsbedarf der schmierfreien Komponenten lässt sich der ReBeL selbst dort einsetzen, wo sich der Einsatz von Robotik bisher nicht lohnte. igus hat sein motion plastics Know-how auch in die Leistungselektronik eingebracht und erstmalig einen Encoder mit Hilfe von Leitplasticbahnen entwickelt. So lassen sich Dreh- und Zyklenzahl, Durchläufe, Temperatur und Strom exakt messen. Dank einer Cloud-Anbindung mit Webcam stellt ein Dashboard alle generierten Daten übersichtlich live dar. Der Kunde erhält so die volle Transparenz über seinen ReBeL im Betrieb, über Kennzahlen wie Verschleiß, Taktzeit und Stückzahlen.

Viele neue innovative Ideen werden jetzt machbar: vom Einsatz auf einem fahrerlosen Transportsystem und in Landwirtschaftsrobotern über die Laborautomatisierung und Qua-

litätskontrolle bis hin zur Nutzung als Barkeeper. Oder in der Textilindustrie: Kunden können beispielsweise bei der Digitalen Strickmanufaktur ihr individuelles Design online konfigurieren, bestellen und der Auftrag wird direkt in die Produktion übermittelt. Mit Low Cost Automation werden die Strickmaschinen und der Logistik-Prozess dann automatisiert.

## Einstiegshürden für Robotik sinken weiter

Neben dem Preis senkt igus auch weitere Einstiegshürden wie Komplexität oder Aufwand. So lässt sich der neue ReBeL, wie auch die anderen Gelenkarm-, Delta- oder Linearroboter des motion plastics Spezialisten, ganz einfach testen und betreiben. Dafür hat igus eine kostenlose Steuerungssoftware im Angebot. Selbst Laien können schon nach kurzer Zeit die Bewegungen des Roboters festlegen und simulieren. Betriebe sparen dadurch Kosten bei der Inbetriebnahme und machen sich von Integratoren unabhängiger.

Wer weitere Unterstützung benötigt, kann auch auf den neuen RBTXpert Service zurückgreifen, der bei der Auswahl der richtigen Low Cost Automation Lösung hilft. Nach einem kostenfreien Online-Gespräch mit dem RBTXpert lässt sich die geplante einfache Automatisierung testen. Auf Basis der Tests kann der RBTXpert dann ein verbindliches Angebot mit Festpreis machen. Möglich macht das der Low Cost Automation Marktplatz RBTX.com, auf dem sich Komponenten, Hardware und Software unterschiedlicher Hersteller finden. Sie sind im Zusammenspiel getestet und funktionieren zu 100 Prozent miteinander. Darunter befinden sich verschiedenste Roboterkinematiken, Kameras, Software, Greifer, Leistungselektronik, Motoren, Sensoren und Steuerungen. Gemäß des Ansatzes „Build or Buy“ können Kunden einzelne Komponenten für ihren Roboter oder bereits fertige Robotik-Lösungen konfigurieren und direkt bestellen. Übliche Hardwarekosten ohne Integration betragen 8.500 Euro, Komplettlösungen gibt es schon ab 12.500 Euro. RBTX ist Teil eines neuen Low Cost Automation Ökosystems, das igus kontinuierlich weiterentwickelt. □

*Lesen Sie auf der nächsten Seite im Interview von Alexander Mühlens, Leiter Automatisierungstechnik bei igus, mehr über die Möglichkeiten des Roboters mit Cobot-Funktionen.*

Interview über Low-Cost-Robotik

# „Schneller rechnet sich Automatisierung nicht“

Mit dem ReBeL bietet igus einen besonders günstigen Kunststoff-Cobot an. Doch kann günstig für Automatisierungsaufgaben auch wirklich gut sein? Alexander Mühlens, Leiter Automatisierungstechnik bei igus, erklärt im Interview mit A&D, warum Vorbehalte hier unbegründet sind.



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

**Wie entkräften Sie Befürchtungen, Ihre Kunststoff-Roboter könnten in der Lebensdauer und Zuverlässigkeit nicht konkurrenzfähig sein?**

Unsere Roboter sind bereits auf einen ununterbrochenen Volllastbetrieb von mindestens 2 Millionen Lebenszyklen ausgelegt, dies entspricht einer üblichen Lebensdauer von 2 Jahren. Doch in den wenigsten avisierten Anwendungen laufen die Roboter im Dauerbetrieb. Darum verzichten wir auf eine überdimensionierte Auslegung, die den Preis dann schnell in den höheren fünfstelligen Preisbereich treiben würde. Und durch die Verwendung von Kunststoff statt Metall agieren unsere Low-Cost-Roboter sogar unempfindlicher, wenn es in Richtung Schmutz, Feuchtigkeit oder Korrosion geht. Auch hier gibt es natürlich speziell ausgelegte Roboter, aber die kosten dann eben schnell das Zehnfache im Vergleich zu einem ReBeL. Außerdem bewegen wir keine schweren Lasten, wo extreme Steifigkeit der Roboter notwendig ist. Mit dem ReBeL ermöglichen wir Traglasten von bis zu 5 kg, im Cobot-Modus 2 kg.

**Wie präzise kann denn der ReBeL arbeiten, auch über die gesamte Lebensdauer?**

Eines ist ganz klar: Wir sind mit dem ReBeL in einem ganz anderen Markt unterwegs als Roboter mit Positioniergenauigkeiten im Hundertstelbereich. Für diese Hochpräzisionsanwendungen braucht es weiter spezielle Robotik, die aber auch ihren Preis hat. Für unsere avisierten Anwendungen in der Low-Cost-Automation positionieren wir mit einer Genauigkeit von weniger als +/- 1 Millimeter. Das reicht für typische Applikationen wie das Bewegen von Inspektionskameras, dem Umladen von Objekten oder der Kaffeezubereitung und kontaktlosen Bars völlig aus. Außerdem lässt sich die Positioniergenauigkeit in sehr vielen Anwendungen durch konisch zulaufende Passelemente sehr einfach und effizient verbessern. Werkstücke werden dann über diese Führungen sehr exakt zum Ziel positioniert, der Greifer des Roboters muss sich nur in einen groben Korridor hineinbewegen. Diese sehr effiziente und einfache Automation kommt aus dem japanischen Karakuri-Gedanken.

**Den ReBeL gibt es ab 3.900 Euro in der Open Source Variante. Geht es künftig sogar noch günstiger?**

Unser nächstes Ziel für einen Roboter sind sogar Preise im Bereich von 1000 bis 1500 Euro. Dann amortisiert sich der Preis in vielen einfachen Automatisierungsanwendungen bereits nach wenigen Wochen. □

Softstarter mit zukunftsfähiger Funktionalität

## Entspannt starten ohne Überlastung

Hocheffizienzmotoren reduzieren ihren Stromverbrauch, machen aber die Begrenzung der hohen Anlaufströme notwendig, um eine Überlastung und Folgeschäden in Anlagen und Komponenten zu vermeiden. Ein intelligenter Softstarter mit selbstlernenden Algorithmen sorgt für optimale Starts unter unterschiedlichen Bedingungen und erlaubt durch die integrierte Kommunikationsschnittstelle eine zukunftsfähige Funktionalität.

TEXT: Michael Schultze, Carlo Gavazzi BILDER: Carlo Gavazzi; iStock, Tatiana Syrtseva

Elektromotoren im industriellen und gewerblichen Einsatz verbrauchen einen erheblichen Anteil der weltweiten Energieproduktion. Steigt die Effizienz all dieser Motoren, verbessert sich deren Umweltverträglichkeit aufgrund von CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Die Europäische Kommission nutzt diese Stellschraube und begrenzt mit den EU-Ökodesign-Vorschriften den erlaubten Stromverbrauch für ein breites Spektrum an Motoren. So müssen seit Juli 2021 Drehstrom-Asynchron-Motoren mit einer Nennausgangsleistung zwischen 0,75 kW bis 1.000 kW das Effizienzniveau IE3 oder höher aufweisen.

## Hohen Einschaltstrom begrenzen

Der hohe Wirkungsgrad der Hocheffizienzmotoren senkt den Energieverbrauch, durch ihren Einsatz entsteht jedoch ein technisches Problem an anderer Stelle: Die Anlaufströme dieser Motoren sind um ein Vielfaches höher als die der bisherigen Standardmotoren. Während konventionelle Motoren beim Einschalten einen 6- bis 8-fach höheren Einschaltstrom gegenüber dem Nennstrom des Motors erzeugen, benötigen Energieeffizienzmotoren beim Start einen Anlaufstrom von bis zum 15-fachen des Motornennstroms. Das kann zu Störungen in der Netzversorgung, zum Auslösen von Überstromschutzeinrichtungen sowie zu Druckstößen in Pumpensystemen führen.

Die klassischen Verfahren für die Verringerung von Anlaufströmen sind die Stern-Dreieck-Schaltung und der Frequenzumrichter. Frequenzumrichter sind eine hochflexible, gegenüber Softstartern jedoch weniger energieeffiziente Lösung, die aus Kostengründen in der Regel nur bei Anwendungen genutzt wird, bei denen Drehzahländerungen erforderlich sind. Stern-Dreieck-Schaltungen hingegen sind kostengünstig zu realisieren, allerdings bleiben sie deutlich hinter der Anpas-

sungsfähigkeit und Funktionalität moderner Sanftanlaufgeräte zurück. So kann das Anlaufmoment nicht an die Anforderungen von Motor und Last angepasst werden, auch ein Sanftauslauf ist nicht möglich. Außerdem können Strom- und Drehmoment-Transienten auftreten, die die angekoppelten Komponenten mechanisch belasten. Softstarter als Ersatz für die Stern-Dreieck-Schaltung sind daher für die meisten Anwendungen eine gute Wahl.

## Kompaktes Design

Für die Steuerung der Motorbelastung bei Start- und Stoppvorgängen von Kompressoren, Pumpen, Lüftern und Förderbändern in der Industrieautomation und in der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik hat Carlo Gavazzi daher zwei neue Softstarter-Serien entwickelt. Die teilgesteuerte Serie RSGD und die vollgesteuerte Serie RSGT ermöglichen den Softstart von Drehstrom-Asynchron-Motoren von 5,5 kW bis 75 kW bei 400 VAC.

Die Softstarter sind kompakt gebaut. Mit 45 mm bzw. 75 mm bei der RSGD-Serie und bei der RSGT-Serie je nach Typ mit 45 mm, 75 mm oder 120 mm benötigen sie wenig Platz im Schaltschrank. Auf der Vorderseite zeigt eine LED-Anzeige Betriebsspannung, Status, Phasenreihenfolge, Alarme und Alarm-Rücksetzmodus an; seitlich sind die Blinksequenzen für die verschiedenen Alarme aufgelistet. Mittels einer Prüf- und Rücksetztaste können ein Überlastalarm simuliert, Alarme zurückgesetzt, ein Alarmerholungsmodus eingestellt und der Phasenfolgeschutz, je nach Anwendung, aktiviert bzw. deaktiviert werden. Über Relaisausgänge melden die Softstarter Störungen in die Steuerung der jeweiligen Anwendung sowie das Ende des Anlaufvorgangs und die Umschaltung in den Bypass nach dem Hochlauf. Beim RSGD 75 mm und bei den RSGT-Geräten ist ein Ventilator mit externer Stromver-



Jetzt limitiertes  
Gratisticket sichern!

## Regionale Fachmessen für Industrieautomation

Erleben Sie die Qualität persönlicher Kontakte und finden Sie Ihren Lösungspartner.

### Düsseldorf

11. + 12. Mai 2022

Areal Böhler

Einladungscode: 3030

[automation-düsseldorf.de](http://automation-düsseldorf.de)



### Heilbronn

18. + 19. Mai 2022

Redblue Messehalle

Einladungscode: 3030

[automation-heilbronn.de](http://automation-heilbronn.de)



### Hamburg

29. + 30. Juni 2022

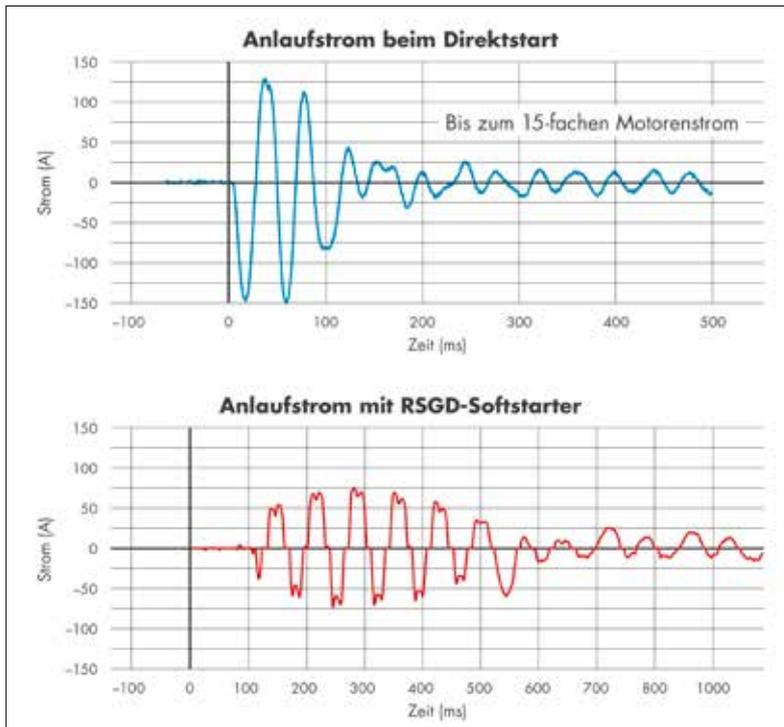
Messehalle

Hamburg-Schnelsen

Einladungscode: 3030

[automation-hamburg.de](http://automation-hamburg.de)





Die Sanftanlaufgeräte RSGD und RSGT verringern den Anlaufstrom. Dabei verbessert ein selbstlernender Algorithmus bei jedem Start die Anlauf- und Auslaufparameter des Motors.

sorgung vormontiert, bei den RSGT-Geräten wird zusätzlich die Motortemperatur überwacht. Ein QR-Code auf der Vorderseite der Geräte verlinkt auf ein Hilfe-Menü zur Fehlerbehebung.

### Optimale Einstellungen durch selbstlernenden Algorithmus

Die Anpassung der Geräte an die Anlauf- und Auslaufparameter der Anwendungen erfolgt sehr einfach mittels dreier individuell einstellbarer Potenziometer für Sanftanlaufzeit, Sanftauslaufzeit und maximalen Volllaststrom (FLC) an der Vorderseite der Geräte. Am FLC-Drehpotenziometer wird der maximale Betriebsstrom laut Pumpen- bzw. Motortypenschild eingestellt; es fungiert als Überlastschutz.

Ein selbstlernender Algorithmus verbessert bei jedem Start die Anlauf- und Auslaufparameter des Motors entsprechend der eingestellten Vorgaben. Beim Anlauf werden die Einstellung für die Strombegrenzung beziehungsweise die Startparameter des Anfangsdrehmoments und der Stromrampe angepasst, so dass

der Motor jeweils möglichst nahe an der eingestellten Anlaufzeit gestartet wird. Den Schwerlastanlauf unterstützt eine Booster-Funktion. Beim Auslauf sorgt ein Algorithmus für die Drehmomentregelung für ein gleichmäßiges Abbremsen der Last; beim Überhitzen des Leistungshalbleiters oder mit der entsprechenden Einstellung lässt der Softstarter den Motor im Freilauf auslaufen. Nach durchschnittlich zehn Starts sind die optimalen Einstellungen erreicht. Das Ergebnis sind ruckfreie Motorenstarts und Motorstopps, die die mechanische Belastung der Komponenten reduzieren und dadurch Wasserschläge und Kavitationseffekte bei Pumpen verhindern.

Der interne Algorithmus stellt weiterhin sicher, dass die integrierten Bypass-Relais, die bei Erreichen der Motor-Nenn-drehzahl die Thyristoren überbrücken, im richtigen Moment ausgelöst werden. Ein Motor-Überlastschutz der Klasse 10 sowie weitere integrierte Überwachungsfunktionen wie die Erkennung von Phasenfolge- und Phasenasymmetrie-Fehlern und die Überwachung von Unter- und Überspannung bieten weiteren Schutz und

machen zusätzliche Überwachungskomponenten in der elektrischen Schaltanlage überflüssig.

### Komfortable Kommunikationsfunktionen

Ein besonderes Merkmal der beiden Softstarter-Serien ist die Kommunikationsfunktion für die Einstellung der Parameter und die Echtzeitüberwachung per Software. Unter der Klappe hinter dem QR-Code befindet sich eine RS485-Modbus-RTU-Schnittstelle in Form eines Mini-USB-Steckers, über den der Softstarter mit einem Laptop verbunden werden kann. Optional ist die Kommunikationsverbindung als feste RS485-Modbus-RTU-Schnittstelle verfügbar. Die kostenlos erhältliche Konfigurations-Software SCS (Softstarter Configuration Software) ermöglicht die Einstellung, Steuerung und Überwachung von bis zu 247 Motor-Softstartern. Das Bedienpersonal kann die Softstarter individuell konfigurieren und Konfigurationsdateien bidirektional übertragen, die Momentanwerte überwachen und Fehler und Alarme sowie die Daten der letzten 32 Starts ablesen. Über die his-



Die Sanftanlaufgeräte RSGD und RSGT von Carlo Gavazzi verfügen über Logging-Funktionen zum Auslesen von Fehlermeldungen.

torischen Daten können sowohl anwendungsbezogene Probleme als auch Probleme im Zusammenhang mit der Dimensionierung der Softstarter aufgedeckt werden.

### Zukunftssichere Investition

Bei der Versorgung einer wachsenden Weltbevölkerung und beim Aufbau von

Infrastrukturen zur umweltschonenden Energieerzeugung spielen Pumpen und Kompressoren eine wichtige Rolle. Hoch-effizienzmotoren reduzieren ihren Stromverbrauch, machen aber die Begrenzung der hohen Anlaufströme notwendig.

Die Softstarter-Serien RSGD und RSGT von Carlo Gavazzi bringen mit

selbstlernenden Algorithmen für An- und Auslauf und der integrierten Kommunikationsschnittstelle ein Paket an zukunftsfähiger Funktionalität mit, mit dem eine einfache Inbetriebnahme und Überwachung, optimale Starts unter unterschiedlichen Bedingungen und dadurch eine geringe mechanischer Belastung der Komponenten sichergestellt sind. □

# Startbereit in drei Minuten

Einfache Inbetriebnahme – überlegene Leistung

# YASKAWA



## Die Sigma-7 Servoantriebe kommen schneller auf den Punkt.

Durch intelligente Voreinstellungen und Tuning-less-Funktion ist die Inbetriebnahme in drei Minuten erledigt. Darüber hinaus bietet die hochperformante Regeltechnik mit einer Vielzahl raffinierter Funktionen wie Vibrationsunterdrückung und Kraffrippelkompensation viel Spielraum, um Effizienz und Produktivität Ihrer Anlage weiter zu steigern. Mit Sigma-7 gelingt der Start spielend.

Kosten sparen durch Retrofit bei Drehverbindungen

# Überholen statt wegwerfen

Aus alt mach neu: Bei professioneller Durchführung ist ein Retrofit von Anlagen und Bauteilen ein guter Weg, um Kosten zu sparen – bei überzeugender Funktionalität des Endprodukts. Vor allem groß dimensionierte Drehverbindungen müssen in älteren Maschinen und Anlagen oftmals generalüberholt oder ersetzt werden.

TEXT: Rodriguez BILDER: Rodriguez; iStock, Fertnig

Bei einem ca. 40 Jahre alten, vertikalen CNC-Dreh-Fräszentrum übernimmt eine Kreuzrollendrehverbindung von Rodriguez die Lagerung des Drehtisches.



Dank des vorhandenen Know-hows von Rodriguez und der Eigenfertigung in Eschweiler lassen sich auch komplexe Anforderungen bei Drehverbindungen erfüllen. Die Überholung von älteren Komponenten gehört dabei zum Service-Portfolio des Herstellers. Ein Beispiel: Im Auftrag eines großen Verkehrsbetriebes überholen die Experten derzeit rund 550 Kugeldrehverbindungen, die als Verbindung zwischen Achse und Wagenkasten von U-Bahn-Waggon zum Einsatz kommen. Es handelt sich um zwei verschiedene unverzahnte Kugeldrehverbindungen mit ca. 900 bzw. 1000 mm Laufkreisdurchmesser, die von vier Herstellern nach unterschiedlichen Vorgaben gefertigt wurden. Die ältesten Lager sind ca. 15 Jahre alt.

### So gut wie neu nach Retrofit

„Trotz des Alters sind die Komponenten jedoch grundsätzlich noch in einem guten Zustand und werden auch lediglich in einem Bereich von  $\pm 20^\circ$  belastet“, erläutert Martin Stremmel, Product Manager bei Rodriguez. „Deshalb macht ein Retrofit Sinn.“ Dabei übernimmt Rodriguez in einem ersten Schritt die äußerliche Begutachtung, die Aufnahme von Schäden und die Demontage. Anschließend werden die Ringe geprüft und vermessen. Daran schließt sich die Reinigung und Neulackierung der Kugeldrehverbindungen an. Die bereits genutzten Bereiche der Komponenten werden markiert, sodass die überarbeiteten Drehverbindungen versetzt zur bisherigen Einsatzposition eingebaut werden können. Zu guter Letzt erfolgt die Remontage mit neuen Wälzkörpern, Distanzstücken, Dichtungen und Schmierstoffen. Die überholten Komponenten stehen neuen Produkten in nichts nach.

### Speziallager machen Retrofit möglich

Nicht immer lassen sich jedoch alte Komponenten noch retten. Wenn sie jenseits der Reparaturfähigkeit sind, müssen sie er-

setzt werden. „Doch auch das ist nicht immer einfach, wenn die ursprünglich in einer Maschine verbauten Lösungen nicht mehr als Standardprodukt auf dem Markt verfügbar sind“, so Martin Stremmel. „In diesem Fall führt an Speziallagern kein Weg vorbei.“ So geschehen bei einem älteren CNC-Dreh-Fräszentrum, das von einem Fachspezialisten generalüberholt wurde.







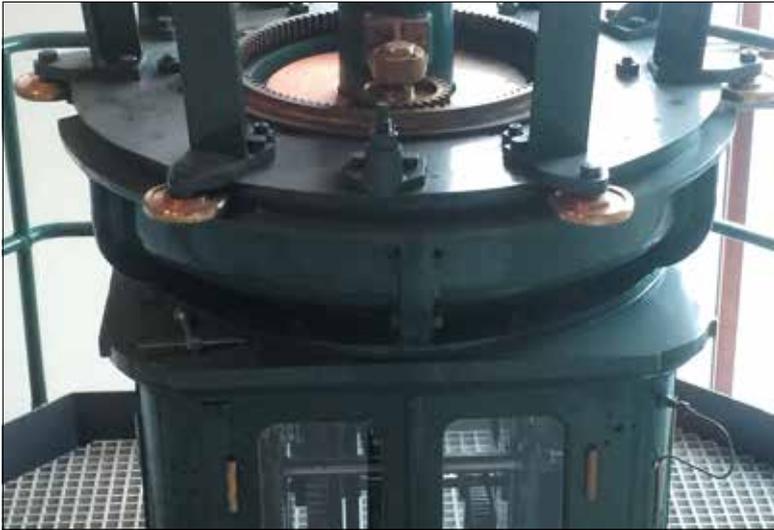


**EIN LEUCHTENDES BEISPIEL  
FÜR SMARTE SICHERHEIT**

Hier geht's direkt zum Video

**Elektronischer Not-Halt SEU erweitert Gesamtpaket  
für die SMARTE Absicherung Ihrer Maschine**

[www.bernstein.eu](http://www.bernstein.eu)



Bei der Sanierung einer Leuchtturmlampe auf der Shetlandinsel Bressay fiel die Wahl auf ein Hochleistungs-Vierpunktlager aus dem umfangreichen Sortiment von Rodriguez.

Bei dem ca. 40 Jahre alten, vertikalen CNC-Dreh-Fräszentrum übernimmt eine Kreuzrollendrehverbindung die Lagerung des Drehtisches. Auf der Maschine lassen sich gewaltige Werkstücke mit einem Gewicht von bis zu 20 Tonnen spanabhebend bearbeiten. Auch die Maße der verbauten Kreuzrollendrehverbindung sind beeindruckend – sie betragen 1340,40 x 780 x 216 Millimeter. Schon allein aufgrund der Dimensionen kam hier ein Standard-Lager nicht infrage. Das alte Lager wurde ausgebaut und anschließend bei Rodriguez vermessen. Es entstand eine Fertigungszeichnung, die als Vorlage für die Fertigung des Speziallagers diente. Der Fokus lag dabei auf Passgenauigkeit, Form und Funktion. So hat das neue Lager einen Rund-/Planlauf kleiner gleich 5 Mikrometer und verfügt abgesehen von den richtigen Maßen auch über identische Verzahnungsdaten. Insgesamt eine optimale Lösung, mit der das Dreh-Fräszentrum weitere 40 Jahre seinen Dienst tun kann. Schließlich überzeugen alle hochqualitativen Produkte von Rodriguez mit einer langen Lebensdauer.

### Individuelle Lager für Sonderfälle

„Rodriguez bietet Speziallager in einer Vielzahl von Ausführungen an, mit denen sich konstruktive oder wirtschaftliche Sonderfälle lösen lassen“, betont Martin Stremmel. „Technisch sind der Kreativität dabei kaum Grenzen gesetzt – so sind unterschiedliche, auch ausgefallene Werkstoffe verfügbar und es lassen sich verschiedene Oberflächenqualitäten realisieren.“ Je nach Art des Einsatzes hat der Kunde die Wahl zwischen gedrehten oder geschliffenen Lagern und der Ausführung in Wälzlagerstahl, Edelstahl, Kunststoff oder einem Edelstahl-Kunststoff-Mix. Rodriguez verfügt über das nötige Know-How und moderne Fertigungsanlagen, um individuelle Lösungen schnell und flexibel realisieren zu können.

### Sprichwörtliches Leuchtturm-Projekt

So manches Mal können bei einem Sanierungsprojekt aber auch Lager „von der Stange“ zum Einsatz kommen. So fiel bei der Sanierung einer Leuchtturmlampe auf der Shetlandinsel Bressay die Wahl auf ein Hochleistungs-Vierpunktlager aus dem umfangreichen Sortiment von Rodriguez. Das Großwälzlager mit einem Außendurchmesser von 948 mm konnte kurzfristig geliefert werden und ersetzt nun das alte System, das den heutigen technischen Standards und Sicherheitsvorschriften in keiner Weise mehr entsprach. Die ursprüngliche Lampe des Leuchtturms stammt aus dem Jahr 1858. Sie bestand aus einem mit Quecksilber gefüllten Becken, in dem das Licht schwebte, um eine fast reibungslose Rotation zu ermöglichen. So konnte ein sehr leichter Uhrwerkmechanismus verwendet werden, um das Licht zu drehen. Die Herausforderung lautete, das Quecksilber zu ersetzen und trotz der „erschweren“ Bedingungen – der drehende Teil der Lampe wiegt mehrere hundert Kilogramm – eine kontinuierliche, gleichmäßige Bewegung des Lichtes zu gewährleisten. Die Kugeldrehverbindung von Rodriguez ist die ideale Lösung für die vorliegende Anwendung: Sie konnte erfolgreich in dem leicht gekrümmten Becken über dem Sockel montiert werden und sorgt dank ihrer guten Verarbeitungsqualität für eine optimale Drehbewegung.

Robuste und zugleich wirtschaftliche Vierpunktlager von Rodriguez bewähren sich in zahlreichen Anwendungsfällen und auch unter schwierigen Einsatzbedingungen. Sie können Axial- und Radiallasten sowie Kippmomente sicher aufnehmen. Die Lager sind mit Innen- oder Außenverzahnung sowie ohne Verzahnung lieferbar. Die Komponenten sind ausgesprochen einfach zu montieren und besonders für hochpräzise Anwendungen geeignet – zum Beispiel in der Luftfahrtindustrie oder im Sondermaschinenbau. □

## Gestapelter Anbau mit Vollautomatisierung

# Vertical Farming revolutioniert die Landwirtschaft

In der vertikalen Landwirtschaft, dem „Vertical Farming“, gedeihen Pflanzen nicht auf freiem Feld: Sie werden in einer geschlossenen, kontrollierten Umgebung angebaut – auf mehreren, übereinander angeordneten Wachstumsflächen. Die gezielte Dosierung von Licht, Klima, Wasser und Nährstoffen schafft dabei optimale Wachstumsbedingungen. Eine sinnvolle Automatisierung reduziert Arbeitskosten. Die niederländische Artechno Growsystems hat dieses System perfektioniert und nutzt hierfür industrielle Automatisierungstechnik.

TEXT: Florian Blümel, Bachmann Visutec BILDER: Bachmann Visutec



Überlegungen, eine landwirtschaftliche Produktion in mehrstöckige Gebäude zu verlagern, sind nicht neu. Ideen dazu entstanden bereits in den 1960er-Jahren in Europa. Vor dem Hintergrund des weltweiten Bevölkerungswachstums und der Tatsache, dass in den kommenden drei Jahrzehnten rund 80 Prozent der Menschen in urbanen Ballungszentren leben, gewinnt das Vertical Farming eine ganz neue Bedeutung: Um den Nahrungsbedarf von zusätzlich drei Milliarden Menschen zu decken, reichen die vorhandenen Bodenressourcen für einen traditionellen landwirtschaftlichen Anbau nicht mehr aus. Unabhängig davon befürchten Wissenschaftler massive Umweltschäden durch den damit verbundenen hohen Wasserverbrauch und die Einträge von Dünger und Pestiziden.

Im Gegensatz zu konventionellen Anbaumethoden ermöglicht die vertikale Landwirtschaft zudem die saisonunabhängige Pflanzenproduktion und ganzjährige Ernten. Die Anbauflächen sind geschützt vor Extremwetterereignissen aufgrund des fortschreitenden Klimawandels, was sichere Erträge garantiert.

## Revolutioniert – und perfektioniert

Die niederländische Artechno Growsystems hat die Idee des Vertical Farmings nun mit ihren AVF+-Systemen revolutioniert: Aus der perfekten Kombination von Licht, Klima, Wasser und Nährstoffen schafft das innovative Unternehmen optimale Wachstumsbedingungen für Pflanzen. Zusammen mit einer



Modernes Look & Feel: Visualisierung und Bedienung der vertikalen Landwirtschaft auf einem Bachmann OT1215 mit atvise scada.

sinnvollen Automatisierung der landwirtschaftlichen Prozesse von der Aussaat bis zur Ernte reduzieren sie zudem den manuellen Arbeitsaufwand auf einen Bruchteil von jenem der traditionellen Landwirtschaft.

In AVF+-Systemen werden rund 99 Prozent weniger Wasser benötigt als beim herkömmlichen Gemüseanbau, denn das eingesetzte Wasser wird rezykliert und wieder dem Kreislauf zugeführt. Dieses wird auf seinen verbliebenen Düngemittelanteil untersucht, und nur noch das Fehlende ergänzt. Auch der Düngemiteleinsatz lässt sich so um mehr als 60 Prozent reduzieren. Durch den Anbau in einer von Umweltinflüssen geschützten Umgebung kann zudem auf Pestizide gänzlich verzichtet werden.

### Ökonomie mit Licht und (noch) Schatten

Artechno hat es geschafft, abhängig von der Pflanzensorte die Erntemengen auf bis zu 100 kg pro Quadratmeter Anbaufläche und Jahr auszubauen. Das ist leicht das Fünffache dessen, was man im herkömmlichen Anbau erreichen kann. Gelingen ist dies durch ihr weltweit einzigartiges Konzept der Klimakammern: In den rund 8 Meter hohen Zellen sind die Anbauflächen in zehn Schichten übereinander angeordnet, bei denen die Temperaturabweichung weniger als 1 Grad Celsius aufweist. „Die Klimazelle bietet den perfekten Raum für einen Ausgleich von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>. Durch unser einzigartiges Airflow-Prinzip wird das Klima auf jeder Schicht homogen verteilt und gibt den Pflanzen immer genau das, was sie für ein starkes und gesundes Wachstum benötigen“, sagt Ruud Jansen, Mitinhaber bei Artechno Growsystems.

Optimierungspotenzial sieht der Ingenieur bei der benötigten Energie. Das für das Pflanzenwachstum notwendige Licht verbrauche davon noch zu viel. Versuche mit nochmals sparsameren LED-Leuchten, Veränderungen an der Oberflächenaus-

gestaltung der Zelle, um das Licht noch besser zu reflektieren, sowie der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien eröffnen jedoch neue Potenziale: „Da die Pflanzen zum Wachstum CO<sub>2</sub> benötigen, erreicht die Anlage damit sogar eine positive CO<sub>2</sub>-Bilanz“, so Jansen.

### Skalierbar von klein bis groß

Die Systeme von Artechno sind komplett skalierbar, von der kleinen Anlage, welche auf 15 m<sup>2</sup> der Forschung und Entwicklung von Anbaurezepten dient, bis hin zu Klimazellen mit einer Anbaufläche von 960 m<sup>2</sup>. Das ganze Konzept ist dabei so ausgelegt, dass diese Zellen wiederum miteinander kombiniert werden können und sich so Anbauflächen von bis zu 20.000 m<sup>2</sup> erzielen lassen – abhängig von den Bedürfnissen der Pflanzen, dem verfügbaren Platz und dem gewünschten Produktionsvolumen. Auch die Umsysteme der Anbaulogistik – die Aussaat, das Be- und Entladen der Zellen, die Ernte und schließlich die Reinigung der Pflanzbehälter – sind modular aufgebaut und komplett automatisierbar: „Unsere Kunden können mit einigen wenigen Schlüsselkomponenten beginnen und ihre Automatisierung und ihren Betrieb mit zunehmendem Wachstum skalieren“, erläutert Ruud Jansen.

### Begeistert überwacht und gesteuert

Die Vollautomatisierung des gesamten Anbauprozesses garantiert einerseits eine konsistente Pflanzenproduktion, andererseits geringe Arbeitskosten. Monitoring und Bedienung geschehen zentral von einem Ort aus – mit atvise scada von Bachmann Visutec. Im Frontend setzt Artechno dazu auf die 15.6“-Webterminals OT1215 von Bachmann, die mit ihren Dual-Core-Prozessoren richtig viel Rechenpower liefern. Die industrietauglichen Touch-Panels werden als Bundle mit vorinstalliertem atvise scada an Bord geliefert. Sie ermöglichen so

„Bei einem Ausbau bleiben unsere Anlagen dank OPC UA in der Gesamtarchitektur durchgehend synchron, ohne Informationsverlust, und ohne Schnittstellenanpassungen.“

Ruud Jansen  
Mitinhaber bei Artechno Growsystems

die Bedienung vor Ort und fungieren gleichzeitig als vollwertiger SCADA-Server. Diese Lösung sei für ihn einzigartig, zeigt sich Jansen begeistert. „Die Umsetzung in reiner Webtechnik lässt es zu, dass unsere Kunden die Anlage mobil und mit den verschiedensten Endgeräten überwachen und bedienen können. Ganz ohne Hürden, responsiv in jedem Viewport.“ Die leistungsstarke Projektierung gäbe seinem Ingenieurteam zudem viel Freiraum für die effiziente Umsetzung der Anwendungen, gerade in der Skalierung und dem Ausbau der Zellen zu größeren Anlagen. Für den Systementscheid pro atvise war für ihn in diesem Zusammenhang auch die Kommunikation per OPC UA wichtig: Bei einem Ausbau der Anlagen können weitere Datenpunkte leicht integriert werden, das System bleibt in der Gesamtarchitektur durchgehend synchron, ohne Informationsverlust, und ohne Schnittstellenanpassungen. Überdies erlaubt atvise das Online-Engineering, was die Inbetriebnahme der komplexen Anlagen deutlich einfacher macht. „Zudem ist der HMI-Builder wirklich praktisch. Er schafft die Basis für das moderne Look & Feel unserer Bedienoberflächen“, freut sich Jansen.

### Noch viel Potenzial

Vertical Farming würde weder den Anbau in Gewächshäusern, noch den Anbau auf dem Feld verdrängen, erklärt Jansen. Aber es biete eine Möglichkeit, mit den Herausforderungen der Zukunft besser umgehen zu können, spare Wasser und reduziere die Gewässerbelastung. Die kleine Stellfläche in einem geschlossenen Volumen mache es zudem möglich, dass die Produktion näher zu den Verbrauchern rücken könne und so Kosten und Emissionen aus dem Transport der Waren reduziert werden. Zudem könne das Vertical Farming Länder mit schwierigen Umweltbedingungen unabhängiger von Lebensmittelimporten machen. „Wir forschen außerdem daran, wie wir zukünftig neben dem Anbau von Blattgemüse und Kräutern auch jenen von Früchten saisonal unabhängiger und produktiver gestalten

können“, gibt der Mitinhaber einen Ausblick. Insbesondere Erdbeerpflanzen böten sich hierfür an. Jansens Ziel ist es, mit Artechno zu wachsen und der weltweit führende Anbieter solcher Anbausysteme zu werden. Mit Bachmann fühlt er sich dazu mit einem guten Partner verbunden: „Wir können auf eine Technologie aufbauen, die State-of-the-art ist. Daneben erhalten wir auf kurzen Weg einen exzellenten Support, der für die Weiterentwicklung unserer Systeme wichtig ist.“ □

The advertisement is a vertical banner with a blue background on the left and a black background on the right. On the left, the 'display' logo is at the top, followed by the text '...since 1984'. Below this, the words 'LED', 'LCD', 'TOUCH', 'LED', 'TFT', 'TOUCH', 'OLED', 'KEYPADS', and 'TFT' are stacked vertically in various sizes and colors. At the bottom left is a TUV SUD logo. In the center, the slogan 'Not only a project, it's a Partnership!' is written in a yellow, cursive font. On the right side, there are three images: a cockatoo with colorful feathers, a row of four smartphones in different colors (blue, green, yellow, red), and a colorful frog. The text 'COLOUR UP' and 'YOUR LIFE' is written in large, white, bold letters next to the images.

Entdecken Sie unsere brandneue Homepage:  
[www.display-elektronik.de](http://www.display-elektronik.de)

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda  
Tel. 0 60 43 - 9 88 88 - 0 · Fax 0 60 43 - 9 88 88 - 11

Ganzheitliche Zustandsüberwachung mit offener Steuerungsplattform

# Condition Monitoring bis ins letzte Blatt

Der Einsatz von Condition-Monitoring-Systemen (CMS) sowie eine darauf aufbauende Instandhaltung erhöht die Effizienz von Maschinen wesentlich. So lassen sich Betriebskosten senken und die Anlagenverfügbarkeit erhöhen. Das gilt für einen Maschinenpark in der Produktion ebenso wie für eine Windenergieanlage. Erfahren Sie am Beispiel der Windenergieanlage, wie eine offene Steuerungsplattform die ganzheitliche Zustandsüberwachung ermöglicht.

TEXT: Philipp Dauer, Phoenix Contact Electronics BILDER: Phoenix Contact Electronics; iStock, Imikeee

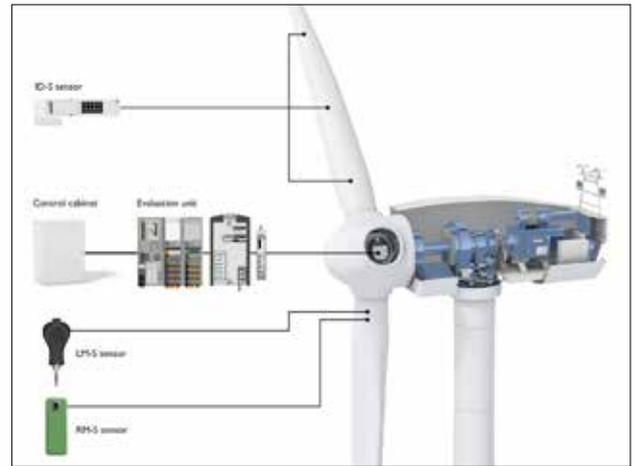
Mit 64 Gigawatt installierter Leistung und einem Anteil von 23 Prozent an der Stromerzeugung wird fast ein Drittel der in Deutschland installierten Kraftwerksleistung durch Windenergieanlagen (WEC) bereitgestellt. Bei Stromgestehungskosten von 0,04 bis 0,08 Euro/kWh Onshore sowie 0,08 bis 0,10 Euro/kWh Offshore bewegen sich die WEC auf Augenhöhe mit konventionellen Energieerzeugungseinheiten, wie etwa Kohle- oder Nuklearkraftwerken.

Um den Wandel hin zu erneuerbaren Energien so effizient wie möglich zu gestalten, engagiert sich Phoenix Contact auf dem Weg zur All Electric Society sowohl im Bereich der Energieerzeugung ebenso wie -verteilung und -speicherung. Bei den WEC wird dies in der Gesamtbetrachtung zu einer veränderten Kostenstruktur der Stromgestehungskosten (LCOE) führen. Zur Aufrechterhaltung ihrer Wettbewerbsfähigkeit müssen die Anlagen daher stetig wirtschaftlicher werden und ihre Betriebskosten auf ein Minimum reduzieren.

## Hoher Anteil an Reparaturkosten

Da die Betriebs- und Wartungskosten bei Onshore-Anlagen 12 Prozent und bei Offshore-Anlagen sogar 20 bis 25 Prozent des LCOE ausmachen, liegt hier ein sinnvoller Ansatzpunkt für Optimierungen. Für Reparaturarbeiten fallen dabei Onshore 40 Prozent sowie Offshore 70 Prozent der Kosten an. Je früher und genauer ein Condition-Monitoring-System (CMS) sich anbahnende Fehler erkennt, desto besser lassen sich Wartungen und Instandhaltungen planen. Das verhindert wiederum teure Sekundärschäden und Folgekosten sowie Anlagenstillstände. Dieser Ansatz beschreibt also den Übergang von der reinen Schadensdiagnose hin zur -prognose und ist in Verbindung mit der entsprechenden Verbesserung der Instandhaltung unter dem Begriff Predictive Maintenance bekannt. Je bes-

Phoenix Contact bietet neben den notwendigen Komponenten, um ein durchgängiges Monitoring vom Park bis zur Blattspitze zu realisieren, auch dezidierte Condition-Monitoring-Systeme an, beispielsweise das holistische Rotorüberwachungssystem Blade Intelligence.



ser das CMS also funktioniert, umso mehr Betriebskosten werden eingespart.

Was qualifiziert nun ein CMS? Zur Beantwortung dieser Frage ist als erstes zu definieren, was unter CMS verstanden wird. Grundsätzlich verbirgt sich hinter dem Begriff eine Lösung zur Überwachung des Maschinenzustands. Im Kontext der Windenergie kann dabei zwischen verschiedenen Granularitätsebenen in Bezug auf die Definition der Maschine selbst differenziert werden:

- der Parkebene, in der die einzelnen WEC üblicherweise aggregiert werden und auch in Wechselwirkung miteinander stehen
- der Anlagenebene der jeweiligen WEC
- und der Komponentenebene innerhalb der WEC.

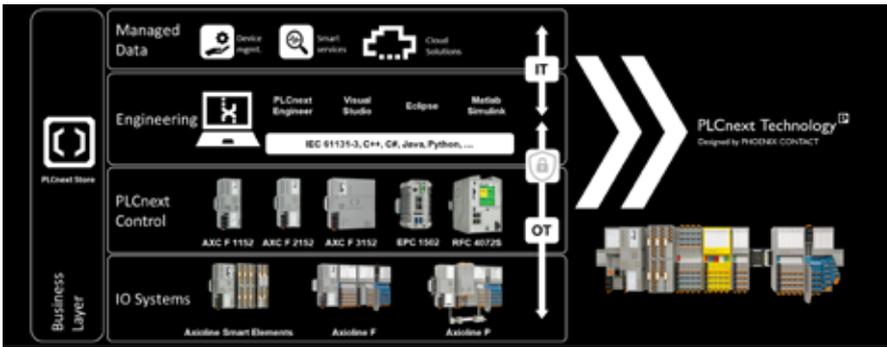
Diese Einteilung erstreckt sich nicht nur auf die physischen Gegebenheiten, sondern findet sich ebenfalls in der Ebene der verfügbaren Daten und organisatorischen Grenzen wieder.

### Lösungen für einzelne Ebenen

Dieser Anschauung folgend gibt es drei CMS-Ebenen:

### Park-CMS

Auf der Grundlage der Betriebsführungsdaten (SCADA) wird die Wechselwirkung der Anlagen untereinander überwacht. Die Datenbasis besteht in der Regel aus Ein-Sekunden- bis Zehn-Minuten-Mittelwerten, unter Umständen durch statistische Kenngrößen wie Standardabweichung und Min-/Max-Werte angereichert. Sie greift auf die wesentlichen Betriebskenngrößen der WEC und der Parksteuerung zurück, beispielsweise Anlagenleistung, Azimut- und Blattverstellwinkel (Pitchwinkel) oder Windgeschwindigkeit und -richtung. Zum Einsatz als CMS-System kommt ein Industrie-PC/Server, der die Daten bei den WEC-Steuerungen und/oder der



Das Ecosystem PLCnext Technology setzt von der I/O-Ebene und den Steuerungssystemen über die Wahl der präferierten Entwicklungsumgebungen bis in die IT-Ebene auf Offenheit, Skalierbarkeit und Modularität, ohne dabei Abstriche bei Leistung, oder Qualität zu machen. Das passt perfekt zu den Anforderungen eines modernen CMS.

zentralen Parksteuerung abfragt und zusammenfasst.

## Anlagen-CMS

Im Anlagen-CMS werden alle Betriebsparameter der Anlage, die der WEC-Steuerung zur Verfügung stehen, gesammelt und analysiert. Als Datenbasis dienen typischerweise Zehn-Millisekunden-Rohwerte bis zu Zehn-Minuten-Mittelwerte, gegebenenfalls mit statistischen Kenngrößen – zum Beispiel der Standardabweichung und Min-/Max-Werten – augmentiert. Als klassische Auswertung in diesem Bereich sei zum Beispiel die Analyse der Leistungskurve anhand der Pitchwinkel sowie der Windgeschwindigkeit und -richtung oder die Untersuchung unterschiedlicher Temperatursignale genannt.

## Komponenten-CMS

Dedizierte Systeme oder in die WEC-Steuerung integrierte Lösungen überwachen hier eine einzelne Komponente, etwa den Antriebsstrang oder die Blätter der WEC. Die Datenbasis ergibt sich meist aus 50-kHz- bis zu minütlichen Rohwerten verschiedener, teilweise lediglich für diesen Zweck installierter Sensoren. Dazu zählen unter anderem

Beschleunigungs-, Vibrations-, Temperatur-, Dehnungs-, Drehzahl- und Drehwinkel-, Drehmoment-, Blattlast- sowie Eiserkennungssensoren. Die Variabilität der Datenbasis resultiert aus der Breite des typischen Anwendungsspektrums und den dafür physikalisch notwendigen sowie vergleichsweise hohen Abtastfrequenzen, um den Zustand der Komponente und deren Bauteilen überhaupt beobachten zu können. Als Beispiel für ein Komponenten-CMS sei Blade Intelligence, das modulare System von Phoenix Contact zur Rotorblattüberwachung angeführt.

## Bessere Qualität und Verfügbarkeit der Daten

Die Datenbasis respektive Abstrakten und -frequenzen werden hier explizit erwähnt, weil sie den Rahmen der im Sinne von Condition-Monitoring-Systemen umsetzbaren Möglichkeiten wesentlich einschränken. Als Komponenten-CMS werden oftmals Systeme verbaut, die speziell für diesen Zweck konzipiert sind. Diese liefern daher eine Datenbasis, die nicht nur auf den notwendigen Sensoren aufsetzt, um die physikalischen Effekte einer eventuellen Schädigung der Komponente beobachten zu können, sondern ebenso die dafür nötige Signalauflösung

und -aktualisierungsrate bereitstellt. Bei Park- oder Anlagen-CMS hingegen wird häufig auf bereits vorhandene Architekturen zur Datenbereitstellung zugegriffen, deren ursprünglicher Zweck nicht das CMS war, sondern meist die reine Überwachung und Steuerung des operativen Betriebs. Deshalb liegen ihre Daten lediglich mit einer geringen zeitlichen Auflösung vor. Andererseits hat ein Umdenken in der Branche stattgefunden, sodass den Daten selbst ein größerer Wert zugeschrieben wird. Deshalb verbessert sich auch kontinuierlich die Datenqualität und -verfügbarkeit auf der Parkebene und eröffnet neue Möglichkeiten für das Park-CMS.

Die Beantwortung der eingangs gestellte Frage nach den Qualitätsmerkmalen eines Condition-Monitoring-Systems hängt folglich stark vom Einsatzzweck respektive dem spezifischen CMS ab und kann deswegen nicht allgemeingültig beantwortet werden. Gleichwohl lässt sich feststellen, dass gemeinsame Merkmale existieren. Gerade die Flexibilität und Modularität im Hinblick auf die unterschiedlichen Anforderungsprofile sind daher ein wesentliches Qualitätsmerkmal, das im Idealfall von einer geeigneten CMS-Plattform über alle CMS-Ebenen hinweg abgebildet wird.

Typischer Aufbau eines WEC-Antriebsstrangs: Condition-Monitoring-Systeme können eingesetzt werden, um sowohl die Lager, das Getriebe und den Generator als auch Komponenten am Rotor – wie Pitchlager oder Blätter – mit dem Ziel einer zustandsbasierten prädiktiven Wartung zu überwachen.



## Flexibles und skalierbares Steuerungs- und I/O-System

Allen CMS ist gemein, dass Messdaten erfasst und oftmals (vor-)verarbeitet werden müssen. Die Datenauswertung erfolgt dann entweder auf dem (Edge-)Gerät oder in einer Cloud. Der Konnektivität kommt somit eine große Bedeutung zu. Mit dem offenen und gemäß IEC 62443 zertifizierten Ökosystem PLCnext Technology bietet Phoenix Contact eine passende Lösung. Die Vielfalt an CMS-Systemen zeigt ebenfalls, dass ein flexibles und skalierbares I/O- und PC-Steuerungssystem erforderlich sind, um eine durchgängige Lösung vom Komponenten- bis zum Park-CMS zu realisieren. Diese Anforderungen setzt Phoenix Contact mit PLCnext Technology und dem Axioline-I/O-System um.

Das PLCnext-Portfolio umfasst von SPS wie dem AXC F 2152 mit ARM-Cortex-A9-CPU bis zu hoch performanten Industrie-PCs wie dem BPC 9102S mit Intel-i7-CPU sämtliche notwendigen Leistungsklassen. Andererseits lassen sich mit dem Axioline-System die benötigten Messsignale feingranular sowie angepasst an die Sensorik digitalisieren und mit wenigen Mikrosekunden Updatezeit des Busses an die Steuerung übertragen.

## Physikalisch-analytische Algorithmen

Nähert man sich dem Thema CMS von einem anderen Standpunkt und wirft einen Blick auf die Algorithmen, eröffnet dies eine weitere interessante Perspektive auf die im Bereich der Windenergie genutzten CMS-Systeme. Insbesondere beim Triebstrang-CMS handelt es sich um einen inzwischen etablierten Industriestandard, der seit über 20 Jahren verwendet wird. Bei bekannter Kinematik sowie dem Einsatz entsprechender Sensorik und Messhardware lässt sich ein Triebstrang gut mit analytischen Mitteln auf der Grundlage der Physik der Maschinendynamik überwachen. Sich anbahnende Schäden werden teils Monate früher diagnostiziert. Je nach Konfiguration des Antriebsstrangs sind hierzu zwei bis 13 Piezo-Vibrationssensoren an den Lagern sowie – falls vorhanden – am Getriebe und Generator montiert. Ihre Abtastung geschieht typisch mit bis zu 50 kHz für 60 Sekunden. Zur anschließenden Analyse müssen zusätzlich Drehzahl oder Drehwinkel möglichst synchron aufgezeichnet werden sowie Umweltbedingungen – etwa Anlagenleistung oder Windgeschwindigkeit – bekannt sein. Neben der Auswertung im Zeitbereich und statistischen Kenngrößen ge-

mäß DIN ISO 10816 lässt sich aufbauend auf diesen Daten beispielsweise eine Frequenz-, Hüllkurvenfrequenz-, Ordnungs- und Hüllkurvenordnungsuntersuchung durchführen. Anhand der charakteristischen Frequenzen respektive Ordnungen werden so Schadensbilder identifiziert.

Aufgrund des hoch performanten Axioline-Busses, der Vielfalt der angebotenen Module sowie der offenen Steuerungsplattform PLCnext gelingt es, diese Anforderungen mit Produkten von Phoenix Contact bestens zu bedienen. Da wegen des patentierten Konzepts des Execution Synchronisation Managers (ESM) im Zusammenspiel mit dem Global Data Space (GDS) a priori Datenkonsistenz innerhalb einer Programmabarbeitung gegeben ist, entfällt nicht nur das teilweise aufwendige Engineering zur Sicherung der Datenintegrität. Die Datenqualität erhöht sich ebenfalls. Durch die Integration des CMS in die Anlagensteuerung ergeben sich darüber hinaus weitere Kosteneinsparpotenziale. □



Den vollständigen Artikel mit Infos über Machine Learning und Anomalieerkennung lesen Sie unter: [industr.com/2645312](http://industr.com/2645312)

Isolationsüberwachung im Maschinen- und Anlagenbau

# So einfach geht sicher

Einfachheit ist oft das Beste, wenn es um die elektrische Sicherheit im Maschinen- und Anlagenbau geht. Genau hierfür gibt es ein kompaktes Isolationsüberwachungsgerät, das den Isolationswiderstand des IT-Netzes gegen Erde misst und eine Isolationsverschlechterung meldet. Darüber hinaus überwacht es die eigene Verbindung zur Erde. Dank Modbus RTU Schnittstelle und NFC-Funktion bietet das Isolationsüberwachungsgerät zusätzlich vielfältige Vernetzungsmöglichkeiten.

TEXT: Bender BILDER: Bender; iStock, LysenkoAlexander



Das neue Isometer iso415R von Bender ist die sichere Lösung für Basisanwendungen der Isolationsüberwachung in IT-Systemen. Es verbindet die Vorteile einfachster Bedienung, vielfältiger Schnittstellen und flexibler Einsatzmöglichkeiten in kompakter Bauform. Mit dem ersten Gerät der neuen Smart-Detect Serie will Bender Maßstäbe bei der Isolationsüberwachung in Steuerstromkreisen und mehr setzen.

## Einfache Integration in Maschinen und Anlagen

Das Isometer iso415R wurde entwickelt, um Teil von Maschinen und Anlagen zu werden und erfüllt die Anforderungen der europäischen Maschinenrichtlinie. Es ist eine einfache Lösung für Steuerstromkreise (24V DC - 230V AC) mit Kommunikation im Maschinen-

Das Isometer iso415r von Bender ist ein einfaches und intelligentes Isolationsüberwachungsgerät mit kompakten Abmessungen.



und Anlagenbau, in der Lebensmittelindustrie und vielen weiteren Branchen. Darüber hinaus kann das iso415R in Hauptstromkreisen bis 400V in kleineren IT-Systemen ohne FU mit wenigen Verbrauchern eingesetzt werden.

### Einfachste Installation und App-Steuerung

Um maximalen Bedienkomfort zu gewährleisten, können die Einstellungen über zwei Drehpotis am Gerät konfiguriert werden. Dank NFC-Funktion und der Bender Connect App lässt sich das iso415R darüber hinaus einfach per Smartphone parametrieren. Individueller Ansprechwert, Modbus-Adresse, Zeitverzögerung, Relaisfunktion und weitere Einstellungen können bereits im spannungslosen Zustand vor Inbetriebnahme und Montage konfiguriert werden. Das ist vor allem bei wiederkehrenden Konfigurationen höchst komfortabel, denn eine einmal erstellte Vorlage kann auf beliebig viele Geräte aufgespielt werden.

Das iso415R verfügt über eine drahtgebundene Modbus RTU Schnittstelle.

Neben dem klassischen Relaiskontakt zur Alarmsignalisierung hat sich das Modbus Protokoll als sehr zuverlässige Schnittstelle für den sicheren Datentransport erwiesen. Die Schnittstelle ermöglicht die Buskommunikation, das Relais die Kompatibilität zu Bestandsanlagen. Selbstverständlich erfüllt das Isometer die Anforderungen der aktuell geltenden Norm für Isolationsüberwachungsgeräte IEC61557-8.

### Einfach mehr Platz im Schaltschrank

Das iso415R ist besonders kompakt und hat mit 18 mm – 1 TE – die Breite eines LS-Schalters. Damit ist es deutlich schmaler als andere Produkte und sehr gut für beengte Verhältnisse bei Applikationen bis 400 Volt geeignet. Trotz seiner geringen Größe ist der Anschluss an Erde doppelt ausgeführt, diese wird überwacht und bei Unterbruch erfolgt ein Alarm. Das gilt auch für die Verbindung zum überwachten Netz. Damit ist das neue Isometer iso415R die ideale Lösung für viele Basisanwendungen der Isolationsüberwachung im Maschinen- und Anlagenbau. □



## Hochleistungs-Printrelais Serie 68

**NEU**



Design by MINELLI | FOSSATI

Ideal bei Ladestationen für Elektroautos bis zu 55kW (dreiphasig) und für Anwendungen, bei denen hohe Leistungen erforderlich sind.

### EIGENSCHAFTEN

- 2 Schließkontakte 100A
- Max. Schaltleistung AC1 40000 VA
- Nennspannungen 12 - 24 V DC
- AgSnO2 Kontakte
- Umgebungstemperatur -40...+85 °C

M8-Rundsteckverbinder mit D-Kodierung

# ETHERNET-KONNEKTIVITÄT FÜR BAURAUWKRITISCHE SENSORIK

Datenraten bis 100 Mbit/s und gegenüber M12 fast ein Drittel an Platz gespart: D-kodierte M8-Rundsteckverbinder ermöglichen die bauraum- und kosteneffiziente Anbindung miniaturisierter Messwertempfänger in Ethernet-Netzwerken.

TEXT: Guido Werner, binder BILDER: binder; iStock, francescoch



Die M8-Serie 818 mit D-Kodierung und Schraubverriegelung ist für die Datenübertragung im Industrial Ethernet prädestiniert.



Der Hersteller industrieller Rundsteckverbinder bietet in seiner Produktserie 818 Steckverbinder der metrischen Größe M8 mit D-Kodierung an. Sie sind prädestiniert für Industrial-Ethernet-Applikationen mit Kommunikationsprotokollen wie EtherCAT, EtherNet/IP oder Profinet gemäß IEEE 802.3 über Twisted-Pair-Kabel der Kategorie Cat-5e. Die vierpoligen Steckverbinder ermöglichen dementsprechend die Netzwerkanbindung von Aktoren und Sensoren besonders geringer Baugröße mit Datenraten von bis zu 100 Mbit/s.

### Platzsparende industrielle Sensorinstallationen

Die Ethernet-Konnektivität mit hoher Bandbreite, über die Feldebene hinaus bis in die Dateninfrastruktur der Unternehmen, ist heute ein Kernbestandteil automatisierter Prozesse in sämtlichen Industriezweigen. In der Ethernet-Kommunikation moderner Produktionsanlagen, beispielsweise in der Antriebssteuerung, sind Eigenschaften wie Taktsynchronität, Echtzeitfähigkeit und Determinismus, aber auch Zuverlässigkeit und Robustheit gefragt. Der Einsatz in diesem Umfeld stellt – unter technologischen wie auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten – besondere Ansprüche an die Verbindungstechnik: Diese sollte variabel und skalierbar ausgelegt sein und Anwender im Maschinen- und Anlagenbau vor allem dabei unterstützen, bei der Installation Platz und Zeit zu sparen. Außerdem sind eine sichere Verriegelung und dem Einsatzfeld angemessene Schutzarten gefordert. M8-Rundsteckverbinder mit Schraubverriegelung, entsprechend der Norm DIN EN 61076-2-114, sind für derartige Applikationsbedingungen optimiert. Insbesondere die Größe M8 hat sich hier in bauraumkritischen Installationen bewährt; der Einsatz mit miniaturisierten Sensoren steht beispielhaft für dieses Anwendungsgebiet.

### Robuste Hybrid-Steckverbinder mit PoE+

Die Produkte der binder Serie 818 genügen den Anforderungen der Datenübertragung in industriellen Ethernet-Netzwerken. Mit einer Schraubverriegelung ausgestattet, erfüllt die elektromechanische Verbindung im gesteckten, verriegelten Zustand die Vorgaben der Schutzart IP67. Sie bietet somit angemessenen Schutz vor den Einflüssen rauer, industrietypischer Umgebungen. Über die Datenkommunikation hinaus übernehmen die hybriden M8-Steckverbinder in D-Kodierung die Aufgabe der Leistungsversorgung gemäß dem Standard IEEE 802.3at (Power-over-Ethernet-Plus, PoE+) für die angeschlossenen Geräte.

### Variantenvielfalt

Die vierpoligen D-kodierten M8-Steckverbinder sind mit vergoldeten und symmetrisch angeordneten Kontakten versehen und für mehr als 100 Steckzyklen ausgelegt. Für die Produkte sind eine Bemessungsspannung von 63 V(DC), ein Bemessungsstrom von 4 A sowie eine Bemessungsstoßspannung von 1.500 V spezifiziert. Der Betriebstemperaturbereich erstreckt sich von -25 °C bis +85 °C (ruhend).

Zur Wahl stehen schirmbare Produkte mit Schraubklemmanschluss und geschirmte, angespritzte Kabelsteckverbinder. Während erstere mit 4,0 bis 5,5 mm Kabeldurchlass versehen und für 0,14- bis 0,50-mm<sup>2</sup>-Leiter ausgelegt sind, beträgt der Anschlussquerschnitt der angespritzten Varianten 0,34 mm<sup>2</sup> (AWG 22). Neben geraden Steckern und Dosen sind bei binder auch schirmbare, gewinkelte Flanschführungen erhältlich. □

Mehr Leistung bei geringerem Platzbedarf

# Hochleistungs-Printrelais für intensive Schaltleistungen

Egal ob Containerkran oder Pumpensteuerung: Immer mehr Applikation erfordern eine hohe und zuverlässige Schaltleistung, bei gleichzeitig kompakter Baugröße. Genau für diese Fälle gibt es jetzt ein neues Hochleistungs-Printrelais mit 2x 100 A Schaltleistung.

TEXT: Finder BILDER: Finder; iStock, NeoPhoto



Die Printrelais-Serie 68 von FINDER ist vielseitig einsetzbar.

Klassische Anwendungsbereiche sind Hochleistungsanwendungen wie Photovoltaikanlagen, Batterie-Ladegeräte, Stromgeneratoren, Pumpensteuerung, Wechselrichter, Aufzüge und Elektroladestationen sowie HPC-Lader. Den Bedarf dieser speziellen Anforderungen hat FINDER mit der Entwicklung des neuen Printrelais der Serie 68 erkannt. Die Serie ist eine hundertprozentige Eigenentwicklung aus dem Hause FINDER und wird ausschließlich in Europa gefertigt. Dies gewährt die gewohnte hohe Produktqualität „Made in Europe“ sowie kurze Lieferketten durch eine ausschließlich europäische Produktion.

„Das neue 68er Hochleistungs-Printrelais ist das ideale Universalrelais für Hochleistungsapplikationen wie zum Beispiel Aufzüge, Batterieladesysteme, Elektromobilität und Solarwechselrichter. Die Anwendungsmöglichkeiten sind nahezu unbegrenzt durch die hohe Schaltlast“, so Dirk Rauscher, Direktor Vertrieb bei FINDER.

## Technische Eigenschaften

Das Hochleistungs-Printrelais der Serie 68 bietet 2x 100 A Schaltleistung.

Die Nennspannung beträgt 400 V AC bis maximal 690 V AC. Gemäß der VDE 0126-1-1, der EN62109- und der EN 62109-2 beträgt die Kontaktöffnung  $\geq 3.6$  mm. Die elektrische Lebensdauer bei einer Schaltlastkategorie AC7a beträgt 30.000 Schaltspiele. Die Spulen haben eine 700 mW Halteleistung sind somit hochsensitiv für ihre Leistungsklasse und Bauform. Die Isolierung zwischen Spule und Kontakten ist verstärkt. Das Kontaktmaterial ist cadmiumfrei. Die nahezu würfelförmige und kompakte Baugröße hat die Abmessung 52,2 x 52,5 x 57,5 mm (BxTxH).

Die Serie 68 ist geeignet für den Einsatz bei Umgebungstemperaturen von -40 bis zu 85 Grad Celsius. Die Hitze- und Feuerbeständigkeit entspricht der EN 60335-1.

Dirk Rauscher fasst die Vorteile der neuen Printrelais zusammen: „Die hohe Schaltleistung des neuen Serie 68 Hochleistungsrelais eignet sich nahezu für jede Anwendung mit hohem Schaltleistungsanspruch. Neben der hohen Schaltleistung liegt der Vorteil außerdem in der europäischen Produktion, die Qualität und Lieferfähigkeit gewährleistet.“ □



## Wir verbrauchen zu viel Energie!

### Wir verursachen zu viele Treibhausgase, welche die Atmosphäre schädigen.

Wollen wir die Erderwärmung auf unter 1,5 °C begrenzen, müssen wir den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in jedem Fall schnellstmöglich reduzieren - gerade auch in der Industrie.

Der LÜTZE Save Energy Day zeigt Möglichkeiten auf, wie rund um den Schaltschrank Energie effizienter genutzt oder ganz eingespart werden kann.



### Referenten

#### UNIVERSITÄT STUTTGART

Prof. Dr. Konstantinos Stergiaropoulos,  
Dr.-Ing. Wolfgang Heidemann  
Daniel Haag

#### VOLKSWAGEN Michael Müller

#### WÖHNER Philipp Steinberger

#### LÜTZE

Udo Lütze,  
Martin Teufel,  
Dimitrios Koutrouvis,  
Michael Bautz



Medienpartner



Agenda und Anmeldung



TECHNIK MIT SYSTEM

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

## Für leistungsfähige Roboterkonstruktionen

# Schwingende Giraffenhäse

Giraffen haben mit bis zu zwei Meter die längsten Häse unter den Lebewesen. Auf diesen bis zu 150 kg schweren Häsen sitzt dann noch ein 30 kg schwerer Kopf. Und haben Sie mal Giraffenbullen um die Gunst eines Weibchens kämpfen gesehen, wie diese ihre Häse und Köpfe gegeneinander schleudern? Japanische Wissenschaftler machen sich diese erstaunliche Kombination aus Flexibilität, Kraft und Stabilität für einen Robotermechanismus zu Nutze.

TEXT: Christian Vilsbeck, A&D; basierend auf Material des IEEE Robotics and Automation Letters

BILD: iStock, frentusha

Der Hals einer Giraffe hat hervorragende Eigenschaften, die als gute Alternative für die Konstruktion eines großen Robotermechanismus dienen können. So kann sich der Hals beispielsweise beim sogenannten „Necking“, einer Bewegung, bei der sich die Giraffen gegenseitig die Häse stoßen, schnell bewegen. Außerdem hilft der Giraffenhals, Stöße zu vermeiden, indem er sich der Form und Härte des gegnerischen Halses während des Neckings anpasst.

### Erstaunliche Anatomie

Im Gegensatz zu Giraffenhäsen ist ein herkömmlicher Robotermechanismus nur begrenzt in der Lage, kraftvoll zu sein, gleichzeitig auch noch robust gegen Stöße zu sein und sich kinematisch und dynamisch an den Gegner anpassen zu können. Japanische Wissenschaftler vom Tokyo Institute of Technology konzentrieren sich darauf, diese hervor-

ragenden Eigenschaften des Giraffenhalses für die Entwicklung von Robotermechanismen zu nutzen.

### Muskuloskelettaler Roboter

Insbesondere haben sich Robotik-Experten und Spezialisten für Tieranatomie zusammengesetzt, um auf der Grundlage der Anatomie eines Giraffenhalses einen leistungsstarken und flexiblen langen Muskel-Skelett-Roboter zu entwickeln. Der Prototyp des muskuloskelettalen Roboters wird durch dünne pneumatische, künstliche Muskeln (McKibben-Muskel) angetrieben, die sich leicht biegen lassen. Die Ergebnisse bestätigen die Koordination zwischen den Muskeln und Bändern und die Anpassungsfähigkeit der Form an eine äußere Kraft.

Als Anwendungsgebiete für die muskuloskelettalen Roboter auf Basis der Giraffenhalsanatomie sehen die Wissenschaftler beispielsweise Spezialkräne oder Rodungsroboter. □



Zum 3. Mal in Berlin: Der **INDUSTRY.forward SUMMIT** versammelt und vernetzt die Vordenker der Industrie in einer einzigartigen Atmosphäre, um über die relevanten Herausforderungen und dringenden Fragen unserer Zeit zu diskutieren. Themenfokus 2022: **Performance UND Sustainability – Unternehmer und Vordenker gestalten den Wandel zur klimaneutralen Industrie-Gesellschaft.**

**Sichern Sie sich jetzt Ihr Ticket!** <https://www.industry-forward.com>



**TICKET**  
**SICHERN**

publish-industry Verlag GmbH | Machtfinger Str. 7 | 81379 München | Tel.+49.151.582119-00

UNSERE PARTNER:



# WIR SIND TECHNIK

**AUTOMATISIERUNG FÜR PROFIS**

Finden Sie genau die passenden Komponenten.  
Zuverlässige Unterstützung für jede Ihrer Anwendungen  
unter [conrad.de/automation](https://conrad.de/automation)