Ausgabe 06.2026

mpk 4.0

Daten erfassen, verarbeiten, kommunizieren **im Industrial IoT**



ETHERNET-APL IM ANLAGENVERBUND

06



Schützen Sie Ihre Systeme

Moderne Fertigung ist auf zuverlässige Ausrüstung und kontinuierlichen Betrieb angewiesen. Mit bewährten Anbietern wie Siemens, Schneider, SICK und Banner bietet DigiKey umfassende Unterstützung beim Bestandsmanagement für maximale Betriebszeit, minimale Ausfallzeiten und eine lange Lebensdauer Ihrer kritischen Ressourcen.

Kaufen Sie jetzt bei digikey.de/assetmanagement

DigiKey

we get technical

DigiKey ist ein autorisierter Distributor für alle Lieferpartner. Neue Produkte werden täglich hinzugefügt. DigiKey und DigiKey Electronics sind eingetragene Marken von DigiKey Electronics in den USA und anderen Ländern. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel



EDITORIAL

Der 4.0-Praxischeck

Bereits 2023 zeigte ein Praxistest bei BASF, dass Ethernet-APL auch mit einer großen Zahl angeschlossener Geräte funktioniert. Beim aktuellen Test, über den unser Titelbeitrag ab **Seite 6** berichtet, ging es jedoch nicht darum, diese Zahl weiter zu steigern. Stattdessen untersuchte Endress + Hauser mit den Partnern Covestro, BASF und Yokogawa, ob die Kommunikation auch über mehrere getrennte Netzwerke hinweg, mit Komponenten unterschiedlicher Hersteller und über einen längeren Zeitraum zuverlässig funktioniert. Denn in realen Produktionsanlagen sind die Bedingungen meist komplexer als in einem überschaubaren Versuchsaufbau. Übertragungsraten, Gerätekapazitäten und andere Leistungsdaten sind wichtige Vergleichsgrößen. Ob eine Lösung für den industriellen Einsatz geeignet ist, lässt sich daraus allein jedoch nicht ableiten.

Auch bei Steckverbindern für mobile Roboter genügt der Blick auf den Nennstrom nicht. Im Beitrag ab **Seite 42** lesen Sie, dass sich erst unter Berücksichtigung von Temperatur, Kontaktbelegung und mechanischer Beanspruchung beurteilen lässt, ob eine Verbindung im vorgesehenen Einsatz dauerhaft zuverlässig ist.

Ein weiteres Beispiel dafür liefert der Beitrag über MEMS-Beschleunigungssensoren ab **Seite 50**. Ein Sensor kann einen Stoß von 10 000 g überstehen und dennoch bei deutlich geringeren, anhaltenden Vibrationsbelastungen an seine Grenzen geraten. Denn kurzzeitige Stöße und dauerhafte Schwingungen beanspruchen die empfindlichen Sensorstrukturen auf unterschiedliche Weise.

Die Beispiele zeigen, dass technische Kennzahlen immer im Zusammenhang mit den jeweiligen Einsatzbedingungen betrachtet werden sollten. Das bedeutet nicht, dass technische Datenblätter wenig wert wären. Im Gegenteil: Ohne definierte Kennzahlen wäre ein Vergleich unterschiedlicher Lösungen kaum möglich. Entscheidend ist jedoch, die Zahlen richtig einzuordnen. Denn in der industriellen Praxis zählt am Ende, ob die Technik unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen hält.

Viel Vergnügen bei der Lektüre wünscht

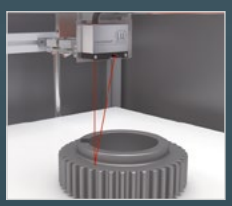
Dr. Matthias Gerlach
Stellv. Chefredakteur



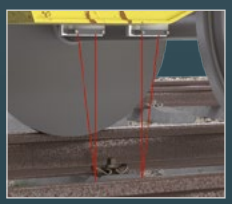
NEU
optoNCDT 5500

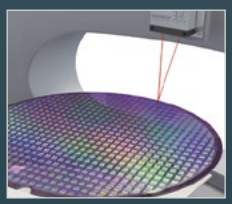
Die neue Klasse der High-Performance Lasersensoren

- Kompakter Sensor mit integriertem Controller für hochpräzise Abstandsmessungen
- Reproduzierbarkeit < 0,008 µm
- Schnelle Messung mit 150 kHz Messrate auch auf wechselnden Oberflächen
- Höchste Fremdlichtbeständigkeit
- Ideal für Maschinenbau und Automation


Abstandsmessung im 3D-Druck


Geometrieprüfung von Reifen


Defekterkennung von Schienen


Abstandsmessung von Wafern

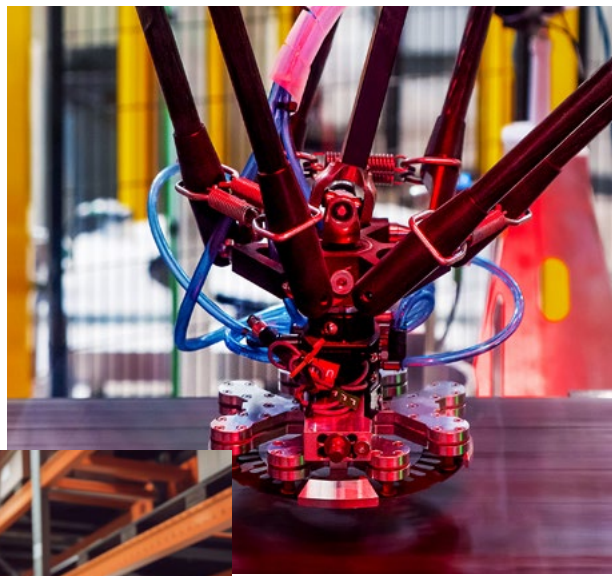
Kontaktieren Sie uns:
Tel. +49 8542 1680
www.micro-epsilon.de/opto

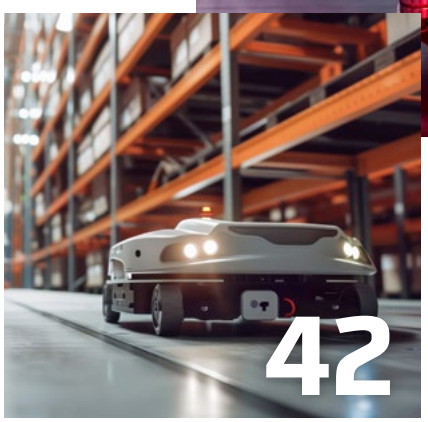
Inhalt



Praxistest: Ethernet-APL
im Anlagenverbund

32 **PRODUKTION**
Im digitalen Zwilling
optimiert





MOBILE ROBOTIK
Verbindungstechnik in
AMR und AGVs

NACHRICHTEN

11 Märkte, Unternehmen, Personen

PROZESSTECHNIK

16 Nur so viel Heizleistung wie nötig

STANDPUNKT

22 OT-Security: „Offenheit ist nicht mit Unsicherheit gleichzusetzen“

58 Industrieelektronik: „Kleiner heißt nicht automatisch besser“

DIGITALE ZWILLINGE

26 Viele Daten, ein Zugang

32 Erst simulieren, dann optimieren

MOBILE ROBOTIK

36 Wi-Fi 6: Mehr Geräte pro Kanal

42 Steckverbinder in der mobilen Robotik

SENSORIK

50 MEMS-Sensoren und ihre Belastungsgrenzen

PRODUKTE

19 Maschinendaten erfassen und auswerten
Modulare DC-Stromversorgung bis 24 kW

20 Optischer IO-Link-Taster in schmaler Bauform
Echtzeit-SPS plus Container-Anwendungen

21 Hall-Drehgeber optimieren Messgenauigkeit
Mikrocontroller für bis zu vier BLDC-Motoren

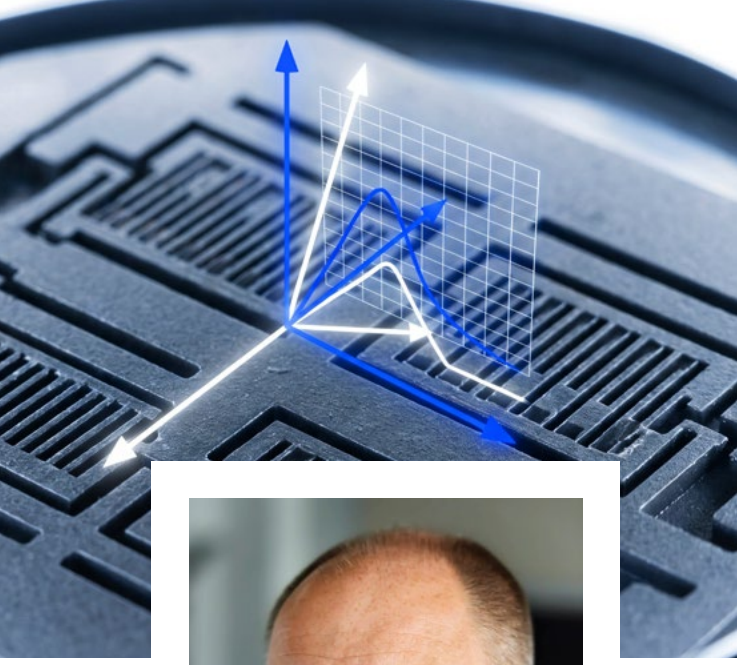
24 KI-Kamera erkennt Personen und Hindernisse
Bis zu vier Kameras an einem Master

25 Monitoring-Kamera mit IP69K-Schutz

31 Neue Servoantriebe bis 7,5 kW
Tischgehäuse für große Displays

41 Neue Funktionen zur Roboternavigation

Bilder: Endress+Hauser, SEW-Eurodrive, @Enes – stock.adobe.com, @Rizki zf - stock.adobe.com, ©Dinali - stock.adobe.com





50 **SENSORIK**
MEMS unter Stößen und Vibrationen

58 **ELEKTRONIK**
Würth-CTO Alexander Gerfer im Interview

48 ABB erweitert Robotersoftware um KI-Training
Geregelte Vakuumpumpe für mobile Roboter

49 Steckverbinder: Dauerstrombelastung bis 410 A
EdgeRX Starter für die Maschinenüberwachung

56 Einheitliche Kommunikation für Medizingeräte
Modulare Gehäuse schützen Mess-, Steuer-, Bediengeräte

57 Temperaturverteilung und Chargen digital erfassen
12,5-kW-Netzteil mit Zustandsüberwachung

62 Funktionale Sicherheit für AX-5-Plattform
No-Code-Datenvorverarbeitung

63 Prozessoren für HMIs und Industrial Edge

RUBRIKEN

03 Editorial

63 Partner dieser Ausgabe

64 Bezugsquellenverzeichnis

66 Vorschau mpk 4.0 Ausgabe 01.2027

66 Impressum

AUTOMATION IS ORANGE

sensors. software. solutions.

Automatisierung aus und mit Leidenschaft

Wir sind der Meinung, dass Automatisierung nicht bloß Mittel zum Zweck ist, sondern auch Spaß machen sollte. Neben der besten technischen Qualität jedes einzelnen Produktes ist dafür vor allem eines entscheidend: die Leidenschaft unserer Kolleginnen und Kollegen für Automatisierung. Ihr Anspruch, immer wieder die bestmögliche Lösung für jede individuelle Herausforderung zu entwickeln. Benchmarks zu setzen. Kunden zu begeistern. Tag für Tag.
Das ist Automatisierung aus und mit Leidenschaft.
Das ist ifm – close to you.

ifm live!
SPS Nürnberg
24.11.-26.11.2026

Halle 7A, Stand 302

sensors. software. solutions. ifm.com



Endress + Hauser untersuchte gemeinsam mit Covestro, BASF und Yokogawa die Skalierbarkeit und das Zusammenspiel von Komponenten verschiedener Hersteller in einer komplexen Prozessautomationsumgebung

Bilder: Endress+Hauser

Praxistest: Ethernet-APL im Anlagenverbund

Ethernet-APL steht für digitale Kommunikation bis in die Feldebene der Prozessindustrie. Doch wie zuverlässig funktioniert die Technologie, wenn mehrere Anlagenteile, getrennte Netzwerke und Komponenten verschiedener Hersteller zusammenspielen sollen? Ein Praxistest mit Beteiligung von Covestro, BASF, Endress+Hauser und Yokogawa untersucht die Integration unter den Bedingungen realer Produktionsanlagen.

AUTOR Stefan Gampp | Product Manager Innovation & Digitalization, Endress+Hauser

Die Digitalisierung der Prozessindustrie reicht längst über Leitsysteme und Cloud-Plattformen hinaus. Gerade in der Feldebene entstehen Informationen, die für einen effizienten und vorausschauenden Anlagenbetrieb wichtig sind. Moderne Messgeräte erfassen klassische Prozessgrößen wie Temperatur, Druck, Durchfluss und Füllstand; sie liefern aber auch Informationen über ihren eigenen Zustand, erkennen Auffälligkeiten und stellen Diagnosedaten bereit, die sich für die Wartung und Optimierung des Anlagenbetriebs nutzen lassen.

In vielen Bestandsanlagen ist der Zugriff auf diese zusätzlichen Informationen allerdings aufwendig. Über Jahre gewachsene Infrastrukturen mit verschiedenen Kommunikationsstandards, Gerätegenerationen und Schnittstellen erschweren einen durchgängigen Datenaustausch. Hier setzt Ethernet-APL an. Die Technologie führt Ethernet bis zu den Feldgeräten und ermöglicht einen schnellen, standardisierten Zugriff auf Prozess- und Gerätedaten. Gleichzeitig berücksichtigt sie die besonderen Bedingungen der Prozessindustrie, etwa den Einsatz in explosionsgefährdeten Anlagenteilen und die Datenübertragung über größere Entfernungen.

Tests haben bereits gezeigt, dass sich mit Ethernet-APL zahlreiche Feldgeräte auch bei hoher Netzlast zuverlässig anbinden lassen. Für den Einsatz in realen Produktionsanlagen stellt sich jedoch eine weitere Frage: Funktioniert die Kommunikation ebenso zuverlässig, wenn mehrere Anlagenteile, unterschiedliche Hersteller und verschiedene Automatisierungskomponenten zusammenwirken?

Dieser Frage gingen Endress + Hauser, Covestro, BASF und Yokogawa nach – bei einem weiteren Praxistest im Mai 2026 bei Endress + Hauser Digital Solutions in Reinach.

Getrennte Netzwerke im gemeinsamen Test

Frühere Untersuchungen konzentrierten sich vor allem auf das Verhalten von Ethernet-APL bei hoher Netzlast und einer großen Zahl angeschlossener Geräte. Bereits 2023 wurden bei BASF insgesamt 240 Profinet-over-APL-Geräte über zehn Field Switches in einem gemeinsamen Netzwerk betrieben.

Beim aktuellen Test stand dagegen die Netzwerkarchitektur im Mittelpunkt. Statt die Zahl der angeschlossenen Geräte weiter zu erhöhen, bildeten die Beteiligten eine komplexere Anlagenstruktur nach. Sie verbanden verschiedene Anlagenteile

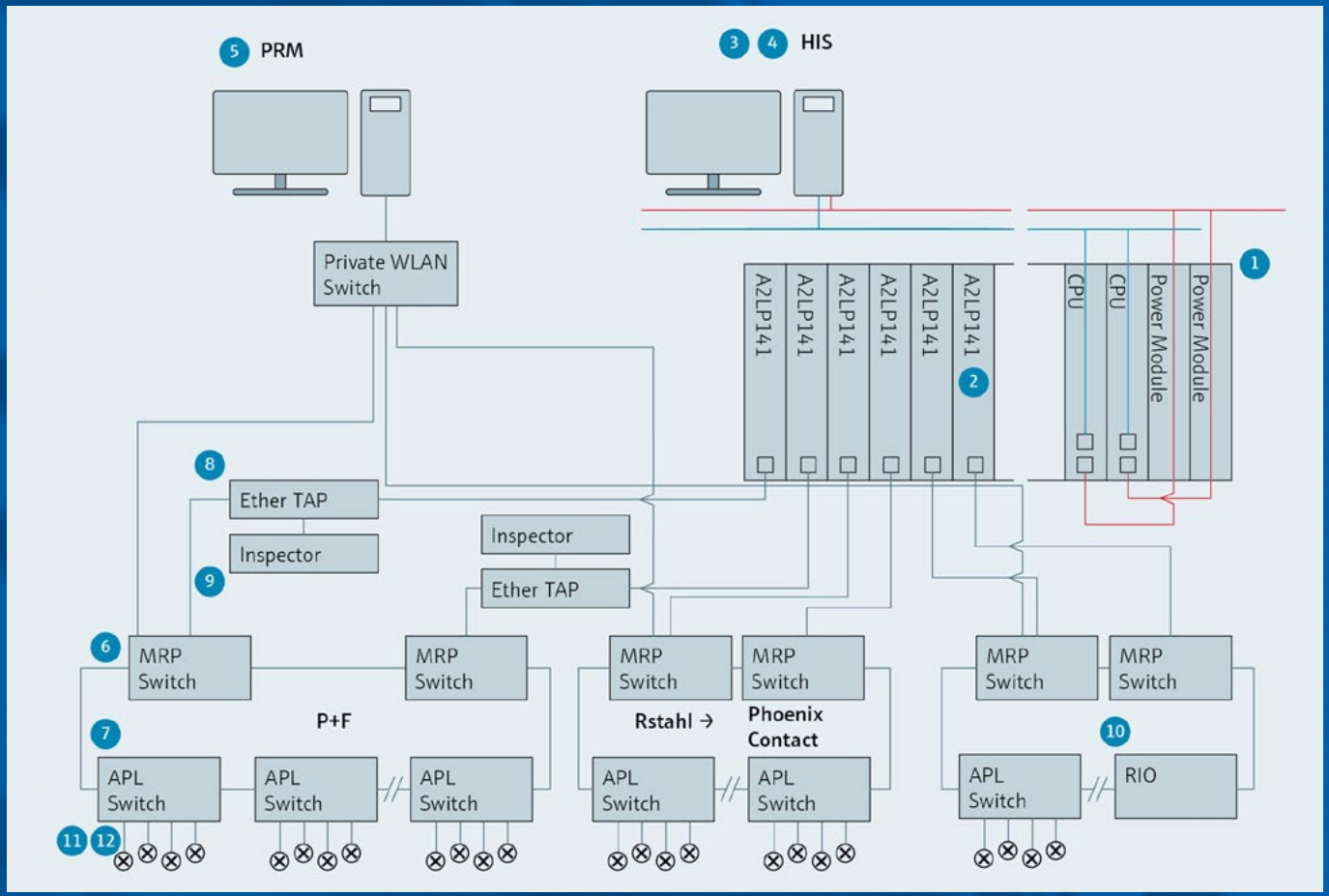
>>>

über separate Ethernet-APL-Netzwerke. Als Leitsystem kam erstmals bei einem Test dieser Größenordnung Yokogawa Centum VP zum Einsatz, ergänzt um den Plant Resource Manager zur zentralen Verwaltung der Feldgeräte.

Dieser Aufbau orientierte sich stärker an den Gegebenheiten größerer Produktionsanlagen. Dort existiert selten nur ein einziges, in sich geschlossenes Netzwerk. Vielmehr bestehen die Anlagen aus mehreren Teilanlagen, die zu verschiedenen Zeitpunkten errichtet, erweitert oder modernisiert wurden. Dennoch sollen Prozess- und Gerätedaten möglichst zentral zur Verfügung stehen. Hinzu kommt, dass die Komponenten einer Prozessanlage meist von mehreren Herstellern stammen. Messgeräte, Stellungsregler, Netzwerkkomponenten und Leitsysteme werden über viele Jahre beschafft, erweitert und ausgetauscht. Dementsprechend vielfältig ist die installierte Technik.

Diese Situation bildete der Test gezielt nach. Neben Ethernet-APL-Feldgeräten von Endress + Hauser kamen Stellungsregler von Samson sowie Field Switches von R. Stahl, Softing, Phoenix Contact und Pepperl + Fuchs zum Einsatz. Weitere Netzwerkkomponenten lieferten Siemens und Hirschmann.

Entscheidend war dabei das Zusammenspiel der Komponenten. Geprüft wurde insbesondere, ob Feld-



Netzwerkarchitektur des Praxistests:
Mehrere Ethernet-APL-Ringe mit Infrastrukturkomponenten verschiedener Hersteller sind in eine gemeinsame Automatisierungsumgebung mit Yokogawa-Leitsystem und zentralem Gerätemanagement eingebunden

geräte verschiedener Hersteller über die Netzwerkinfrastruktur anderer Anbieter zuverlässig mit dem Leitsystem kommunizieren können. Eine weitere Frage betraf die Integration zusätzlicher Anlagenteile, ohne dafür die vorhandene Infrastruktur vollständig ersetzen zu müssen.

Die Testergebnisse bestätigen, dass eine solche herstellerübergreifende Kommunikation mit Ethernet-APL möglich ist. Damit erfüllt die Technologie eine wichtige Voraussetzung für die Planung und Modernisierung von Prozessanlagen, deren Automatisierungstechnik sich aus Komponenten verschiedener Anbieter zusammensetzt.

Zentraler Zugriff auf Diagnose- und Gerätedaten

Ein weiterer Schwerpunkt des Tests betraf den Zugriff auf zusätzliche Gerätedaten. Für die Instandhaltung genügt es nicht, ausschließlich die aktuellen Prozesswerte zu kennen. Ebenso wichtig sind Informationen darüber, ob ein Gerät ordnungsgemäß arbeitet, wie sich sein Zustand verändert und ob sich ein Wartungsbedarf abzeichnet. Die Beteiligten prüften deshalb, ob das zentrale Asset-Management auch Feldgeräte erreichen kann, die in verschiedenen Anlagenteilen und getrennten Ethernet-APL-Netzwerken eingebunden sind. Im Versuch ließen sich die Geräteinformationen über mehrere Netzwerke hinweg zentral bereitstellen.

Für den Anlagenbetrieb eröffnet dies konkrete Möglichkeiten. Instandhalter müssen Diagnoseinformationen nicht mehr an jedem einzelnen Messgerät vor Ort auslesen. Stattdessen können sie Gerätezustände, Diagnosedaten und Konfigurationen zentral abrufen und auswerten. Insbesondere bei großen Prozessanlagen mit mehreren hundert oder sogar tausend Feldgeräten kann dies den Aufwand für Wartung und Instandhaltung reduzieren.

Der zentrale Datenzugriff ist auch für die Modernisierung bestehender Produktionsanlagen relevant. Dort treffen häufig ältere und neuere Geräte sowie verschiedene Kommunikationstechnologien aufeinander. Die gesamte Infrastruktur gleichzeitig auszutauschen, wäre in vielen Fällen weder wirtschaftlich noch praktikabel. Deshalb bietet sich eine schrittweise Modernisierung an. Beispielsweise kann ein Betreiber zunächst eine neue oder ohnehin umzubauende Teilanlage mit Ethernet-APL ausstatten. Weitere Anlagenteile lassen sich zu einem späteren Zeitpunkt nachrüsten. Entscheidend ist, dass sich die einzelnen Netzwerke trotz der zeitlich versetzten Modernisierung in eine gemeinsame Kommunikations- und Datenstruktur integrieren lassen.

Skalierbarkeit beschreibt in diesem Zusammenhang somit nicht nur die maximal mögliche Zahl angeschlossener Geräte. Ebenso wichtig ist, ob sich die Kommunikationsarchitektur erweitern lässt, wenn eine Produktionsanlage wächst oder schrittweise modernisiert wird.

Kommunikation über mehrere Tage geprüft

Neben der komplexeren Netzwerkarchitektur erweiterten die Beteiligten auch die Testdauer. Die aufgebaute Infrastruktur wurde nicht nur kurzzeitig unter hoher Last betrieben, sondern über mehrere Tage hinweg beobachtet.

Gerade für die Prozessindustrie ist dieser Aspekt relevant. Viele Produktionsanlagen arbeiten rund um die Uhr. Sie sind auf eine hohe Verfügbarkeit ihrer Automatisierungstechnik angewiesen. Selbst sporadisch auftretende Kommunikationsstörungen können den Anlagenbetrieb beeinträchtigen, insbesondere wenn sie den Zugriff auf Prozessdaten oder Feldgeräte einschränken. Der mehrtägige Test sollte deshalb zeigen, ob die Kommunikation zwischen Feldgeräten, Netzwerkkomponenten und Leitsystem sowie der Zugriff auf die Geräteinformationen auch über einen

>>>

ONE POWER SUPPLY
ENDLESS COMBINATIONS



EIN SCHALTNETZTEIL – UNZÄHLIGE KOMBINATIONEN

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

Mehr erfahren:
e-t-a.de/
onepowersupply

E-T-A®
ENGINEERING TECHNOLOGY

längeren Zeitraum stabil bleiben. Damit ergänzte er die früheren Belastungstests um die Prüfung einer komplexeren Anlagenarchitektur im längerfristigen Betrieb.

Der Nutzen von Ethernet-APL geht allerdings über die reine Netzwerkkommunikation hinaus. Wesentlich ist vor allem, dass sich zusätzliche Informationen aus der Feldebene leichter verfügbar machen lassen. Mit einer Übertragungsrate von 10 Mbit/s können die Feldgeräte neben dem eigentlichen Prozesswert deutlich mehr Informationen übermitteln als über klassische Kommunikationswege. Dazu gehören beispielsweise Diagnose-, Status- und Konfigurationsdaten. Ihr zentraler Zugriff kann die Instandhaltung vereinfachen, Inbetriebnahmen beschleunigen und den Austausch von Geräten erleichtern. Gleichzeitig stehen zusätzliche Informationen für weiterführende digitale Anwendungen zur Verfügung, etwa für die Zustandsüberwachung und vorausschauende Wartung.

Die aktuelle Untersuchung erweitert damit die bisherigen Erkenntnisse zur Praxistauglichkeit von Ethernet-APL. Sie zeigt, dass sich Prozess- und Gerätedaten auch in komplexeren Netzwerkarchitekturen mit Komponenten verschiedener Hersteller zentral verfügbar machen lassen.

Von der Netzwerkvalidierung zur Anlagenintegration

Die Beteiligung von Covestro und BASF stellte sicher, dass der Versuchsaufbau auch die Anforderungen industrieller Anlagenbetreiber berücksichtigte. Covestro führte den aktuellen Test, während BASF Erfahrungen aus früheren Validierungen einbrachte. Die Untersuchungen orientierten sich damit nicht ausschließlich an technischen Spezifikationen, sondern auch an praktischen Anforderungen aus dem Produktionsbetrieb.

Die Schwerpunkte der Ethernet-APL-Validierung haben sich im Verlauf der vergangenen Jahre dementsprechend verändert. Zunächst stand die Frage im Mittelpunkt, ob sich Ethernet zuverlässig bis zu den Feldgeräten führen lässt. Anschließend untersuchten die Beteiligten das Verhalten der Technologie bei hohen Gerätezahlen und Netzlasten.

Der aktuelle Test richtete den Blick dagegen auf die Integration in gewachsene Anlagenstrukturen. Dazu gehören mehrere getrennte Netzwerke, Komponenten verschiedener Hersteller, die Einbindung in eine gemeinsame Leittechnik sowie der zentrale Zugriff auf Geräteinformationen.

Fazit: Über Netzwerke hinweg skalieren

Der Praxistest vom Mai 2026 bestätigt, dass Ethernet-APL auch in komplexeren, herstellerübergreifenden Automatisierungsarchitekturen eingesetzt werden kann. Dabei kommt es nicht allein auf Übertragungsrate und Gerätezahlen an, sondern ebenso auf die Integration getrennter Netzwerke, den zentralen Datenzugriff und das Zusammenspiel der Komponenten. Für Betreiber schafft dies eine technische Grundlage, um Bestandsanlagen schrittweise zu modernisieren und zusätzliche Gerätedaten für Betrieb, Wartung und Anlagenoptimierung zu nutzen. ■

www.de.endress.com/de

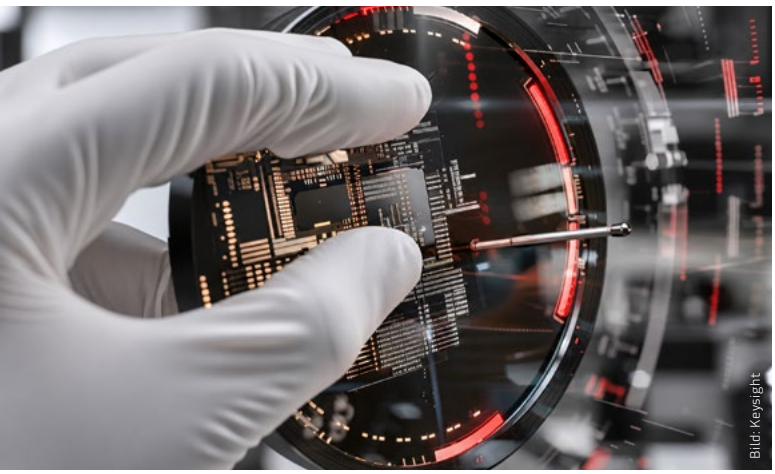
4.0 TO GO

Ethernet-APL ermöglicht die Kommunikation zwischen Feldgeräten und Leitsystemen über mehrere getrennte Netzwerke hinweg.

Ein Praxistest mit Komponenten verschiedener Hersteller bestätigte die anbieterübergreifende Integration und den zentralen Zugriff auf Gerätedaten.

Die Technologie unterstützt damit auch die schrittweise Modernisierung bestehender Prozessanlagen.

Messdaten in einem Durchlauf bis 250 GHz



Keysight vereinfacht gemeinsam mit Forschungsinstituten das Testen von Halbleiterbauelementen der nächsten Generation

Keysight Technologies hat gemeinsam mit der Universität Glasgow, dem britischen National Physical Laboratory (NPL) und der MPI Corporation einen neuen Ansatz zur Breitbandcharakterisierung von Halbleiterbauelementen entwickelt. Die Partner demonstrierten die kontinuierliche Messung von InP-HEMTs (Indiumphosphid-Transistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit) direkt auf dem Wafer über einen weiten Frequenzbereich in einem einzigen Durchlauf.

DC bis 250 GHz mit einer Kontaktierung

Da Halbleitertechnologien zunehmend im Millimeterwellen- und Sub-Terahertz-Frequenzbereich eingesetzt werden, erfordert ihre Charakterisierung mit herkömmlichen Verfahren mitunter mehrere Messaufbauten und Kalibrierungen. Zum Messaufbau gehörten nach Angaben der Partner ein PNA-X-Vektornetzwerkanalysator, ein 250-GHz-Single-Sweep-Frequenz-Extender und eine Präzisions-SMU (Source Measure Unit) von Keysight.

Mit diesem Aufbau konnten die Partner den gesamten Frequenzbereich von nahezu Gleichstrom bis 250 GHz mit einer einzigen Tastkopfkontaktierung erfassen. Dadurch wurden mehrere Änderungen des Messaufbaus überflüssig. Gleichzeitig ließen sich konsistente S-Parameter-Daten über den gesamten Frequenzbereich gewinnen. Eine integrierte Quellenfilterung und die breitbandige Kalibrierung der Quellenleistung trugen dazu bei, die Signalreinheit des angelegten Millimeterwellensignals an der Tastkopfspitze sicherzustellen.

IDS bringt Bildverarbeitungs-Kompetenz in KI-Netzwerk ein

Der Industriekamerahersteller IDS Imaging Development Systems ist neuer Partner des Innovation Park Artificial Intelligence (IPAI) in Heilbronn. IPAI ist eine Innovationsplattform für angewandte künstliche Intelligenz, die Unternehmen und Institutionen bei der Einführung und Weiterentwicklung von KI unterstützt. Mit dem entstehenden KI-Campus in Heilbronn soll ein europäisches Zentrum für angewandte KI aufgebaut werden. Das Netzwerk bündelt dazu nach eigenen Angaben Kompetenzen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technologieentwicklung.



IDS bringt seine Kompetenz in Computer Vision und Edge AI in das IPAI-Netzwerk ein und möchte im Gegenzug von den Erfahrungen anderer Partner profitieren

IDS möchte die Erfahrungen und Impulse aus dem Netzwerk nutzen, um den KI-Einsatz im eigenen Unternehmen weiterzuentwickeln. Im Gegenzug will der Kamerahersteller sein Know-how in der industriellen Bildverarbeitung mit den Partnern teilen. Im Mittelpunkt sollen unter anderem die Fragen stehen, wie sich visuelle Daten für KI-Anwendungen nutzen lassen und welche Anforderungen KI-Verfahren an die Kameratechnik stellen.

Vision-Praxis mit KI-Ansätzen vereinen

Den Partnern zufolge soll die Zusammenarbeit außerdem die gemeinsame Entwicklung und Erprobung neuer Anwendungen ermöglichen. IDS will sich dazu an Austauschformaten und Aktivitäten des IPAI beteiligen, darunter der AI Vision Circle, Readiness Checks und Hackathons. Dabei sollen praktische Erfahrungen aus der industriellen Bildverarbeitung mit neuen Ansätzen der KI-Entwicklung zusammengeführt werden.

96 Millionen Euro für zwei Neubauten

An den Standorten Jena und Ilmenau hat Analytik Jena neue Gebäude für Entwicklung, Fertigung und Labortechnik eingeweiht. Die Muttergesellschaft Endress + Hauser investierte insgesamt rund 96 Millionen Euro. Die Neubauten sollen Arbeitsabläufe verkürzen und Forschung, Produktion sowie Logistik enger miteinander verbinden.

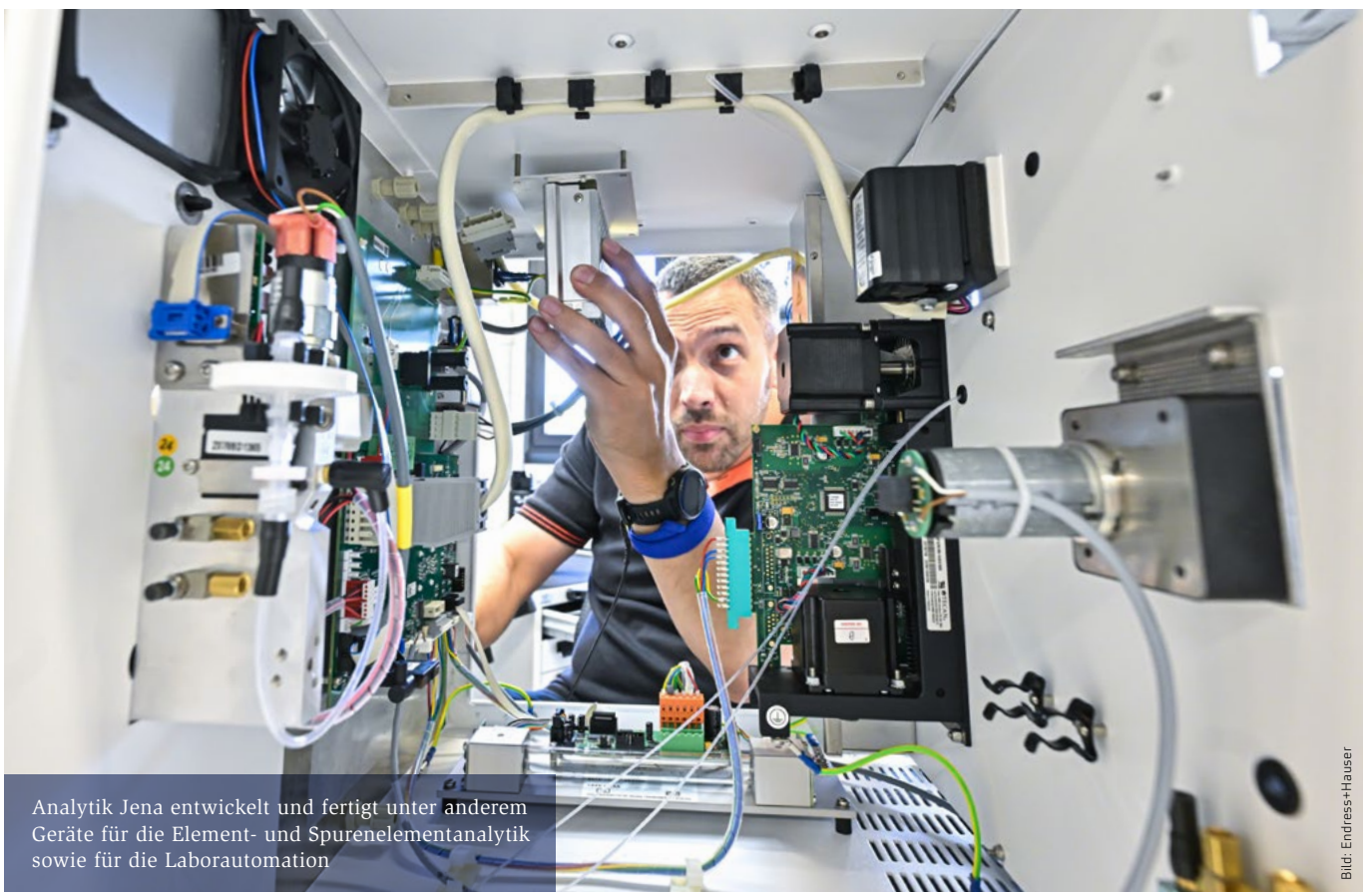
Am Hauptsitz in Jena entstand für rund 64 Millionen Euro ein etwa 19 000 m² großer Neubau. Er ersetzt ein bestehendes Gebäude auf dem Firmencampus und vereint Produktions-, Lager-, Entwicklungs-, Labor- sowie Büroflächen. Rund 420 Beschäftigte arbeiten am Standort. Zur Energieversorgung tragen Fernwärme, Wärmerückgewinnung und Photovoltaik bei.

Entwicklung und Produktion in Ilmenau zusammengeführt

In Ilmenau investierte die Endress + Hauser-Firmengruppe weitere rund 32 Millionen Euro in einen Gebäudekomplex mit etwa 10 000 m² Fläche. Dort arbeiten mehr als 80 Beschäftigte. Entwicklung, Labore, Fertigung und Lager sind nun an einem Standort untergebracht; bisher waren zwei Betriebsteile räumlich getrennt. Das Gebäude nutzt unter anderem Solarstrom sowie Energie aus einem örtlichen Biogaskraftwerk.

Analytik Jena entwickelt und fertigt Geräte für die Element- und Spurenelementanalytik, die Bestimmung von Summenparametern sowie für Liquid Handling und Laborautomatisierung. Hinzu kommen Geräte und Verfahren für die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) und die quantitative PCR (qPCR). Die Messtechnik kommt beispielsweise bei Wasseruntersuchungen, der pharmazeutischen Qualitätskontrolle und der Analyse von Rohstoffen zum Einsatz.

Das Unternehmen gehört seit 2013 zur Endress + Hauser-Gruppe; seit 2016 befindet es sich vollständig in deren Besitz. Seine Labormesstechnik ergänzt laut Unternehmensangaben die Prozessmesstechnik des Mutterkonzerns. Weltweit beschäftigt Analytik Jena mehr als 800 Menschen.



Analytik Jena entwickelt und fertigt unter anderem Geräte für die Element- und Spurenelementanalytik sowie für die Laborautomation

Bild: Endress+Hauser

SEW EURODRIVE

Digitale Bedrohungen abschirmen.

Jetzt auf MOVI-C® upgraden und Ihre Produktion ist fit für die digitale Zukunft.

MOVI-C®, der modulare Automatisierungs-baukasten:
Einfach. Sicher. Zukunftsfähig.

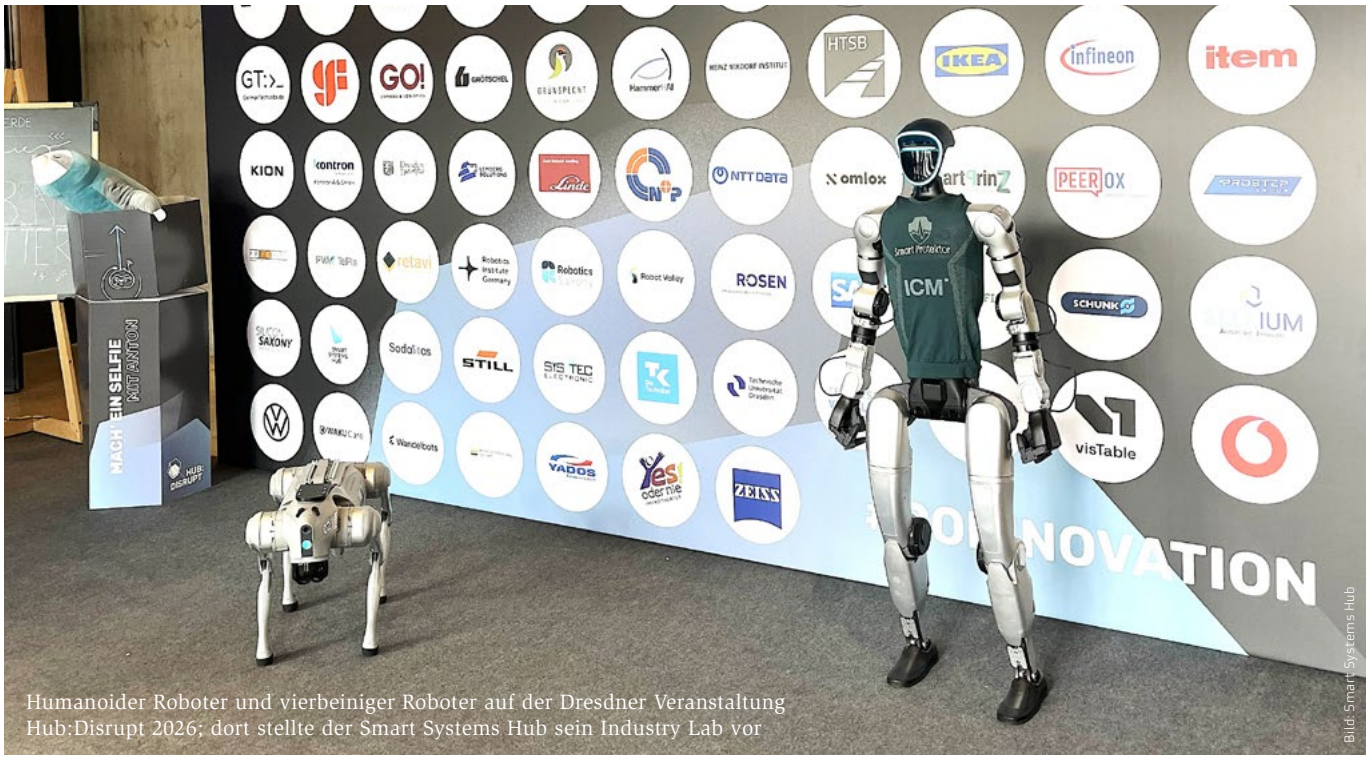




Entwickelt für Cyber Resilience Act und MVO.

Driving the world

sew-eurodrive.de



Humanoider Roboter und vierbeiniger Roboter auf der Dresdner Veranstaltung Hub:Disrupt 2026; dort stellte der Smart Systems Hub sein Industry Lab vor

Bild: Smart Systems Hub

Testlabor für industrielle KI und Robotik

Der Smart Systems Hub in Dresden hat ein neues Industry Lab vorgestellt. Dort sollen Industrieunternehmen Anwendungen für Künstliche Intelligenz (KI), Robotik, Datenökosysteme, Retrofit und die Integration von Informationstechnik (IT) und operativer Technologie (OT) unter praxisnahen Bedingungen erproben können. Ziel ist es, das Zusammenspiel von Hardware, Software und Datenräumen verschiedener Anbieter vor einer Einführung in der Produktion zu prüfen.

Die Einrichtung erweitert die bestehende Learn-&-Explore-Umgebung des Hubs. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen können eigene Anwendungsfälle einbringen und untersuchen lassen, ob technische Lösungen mit ihren Maschinen, Datenbeständen und Abläufen zusammenarbeiten. Damit sollen sie den Aufwand für eigene Versuchsaufbauten vermeiden und technische wie wirtschaftliche Risiken vor einer Investition besser einschätzen können.

Industrielle KI und IT/OT-Integration testen

Ein Schwerpunkt liegt auf der Anbindung industrieller KI an vorhandene IT- und Produktionsarchitekturen. Dafür müssen Daten aus Maschinen, Edge-Geräten sowie ERP- und Manufacturing-Execution-Systemen (MES) zugänglich, strukturiert und verlässlich nutzbar sein.

Die Partner wollen außerdem die Interoperabilität von Anlagen unterschiedlicher Hersteller und Generationen prüfen. Dazu zählt, Retrofit-Lösungen für vorhandene Maschinen zu erproben. Ein technischer Machbarkeitsnachweis allein genügt dabei nicht; auch IT-Sicherheit, Datenflüsse, Betriebsführung und die Übertragbarkeit auf weitere Anlagen oder Standorte sollen frühzeitig in die Tests einfließen.

Offene Architektur und weitere Testformate

Für das Industry Lab plant der Smart Systems Hub eine offene Architektur auf Grundlage etablierter Industriestandards und ausgewählter Open-Source-Komponenten. Beteiligt sind unter anderem SAP, NTT Data, Smart Factory KL, Next-Level-Mittelstand und Vertreter des VDI.

Neben dem stationären Labor sind ein mobiles Pop-up-Testfeld, ein virtueller Raum und digitale Zugänge vorgesehen. Gemeinsam mit dem VDMA soll außerdem ein Schulungsprogramm entstehen, das Unternehmen beim Aufbau eigener Kompetenzen für Tests und Technologieeinführungen unterstützt.

Timo Berger bleibt VDMA-Vorsitzender in NRW



Bild: Weidmüller

Timo Berger, Technologievorstand von Weidmüller, wurde als Vorsitzender des VDMA Nordrhein-Westfalen wiedergewählt

Timo Berger bleibt Vorstandsvorsitzender des VDMA Nordrhein-Westfalen. Der Landesverband des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) wählte den Chief Technology Officer der Weidmüller-Gruppe aus Detmold erneut an seine Spitze. Berger tritt damit eine weitere Amtszeit an. Der Vorstand legt die inhaltlichen Schwerpunkte und Ziele des VDMA Nordrhein-Westfalen fest und vertritt den Landesverband nach außen.

Berger will in seiner nächsten Amtszeit die Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen fördern: Angesichts wirtschaftlicher und technologischer Veränderungen halte er den Austausch innerhalb der Branche für besonders wichtig. Gemeinsam mit dem Vorstand wolle er sich für einen wettbewerbsfähigen Industriestandort Nordrhein-Westfalen einsetzen.



Bild: Mouser Electronics

Der Leitfaden erläutert technische Maßnahmen, mit denen sich die Anforderungen des Cyber Resilience Act umsetzen lassen

E-Book zur Cybersicherheit vernetzter Geräte

Mouser Electronics und Microchip Technology haben gemeinsam ein E-Book zur Umsetzung des europäischen Cyber Resilience Act (CRA) veröffentlicht. Unter dem Titel ‚Designing for the Cyber Resilience Act: Securing Connected Devices from First Schematic to Final Decommissioning' ist es über die Mouser-Website erhältlich.

Ab Dezember 2027 gelten die grundlegenden Anforderungen des CRA für Produkte mit digitalen Elementen. Dazu gehören Hardware und Software, die direkt oder indirekt mit anderen Geräten oder Netzwerken verbunden sind. Die Einhaltung der Anforderungen ist Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung und das Inverkehrbringen der betroffenen Produkte in der EU.

Schwerpunkte des Buchs sind CRA-Anwendungsbereich, Fristen und Normen sowie Risikobewertung, Secure-by-Design, Secure-by-Default und Sicherheitsfunktionen.

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

Versatile mini-spectrometer for advanced spectroscopy applications

- Compact Design
- High Sensitivity and Resolution
- Customizable Options

Visit us at electronica
Hall B4, Booth 101



WS Series C16449MA-01/02
mini-spectrometers

Nur so viel Heizleistung wie nötig

Viele kleine Heizzonen und variable Leistungsregelung statt einfacher Ein-Aus-Schaltung: Wenker hat sein Konzept für die Lacktrocknung von Fahrzeugkarosserien weiterentwickelt. Leistungssteller von Gefran übernehmen neben der Regelung auch Überwachungs- und Diagnoseaufgaben. Damit wird die Heiztechnik zum Bestandteil einer vernetzten Produktion.

AUTOR Ralph Rohmann | Technischer Leiter, Gefran Deutschland

Wenker hat seine Trockneranlage Dry-Efficient für die Automobilindustrie mit Industrie-4.0-fähigen Leistungsstellern von Gefran ausgestattet

Bilder: Gefran / Wenker

Fahrzeugkarosserien erwärmen sich bei der Lacktrocknung nicht überall gleich schnell. Besonders die stärkeren Schweller von Elektrofahrzeugen stellen Anforderungen an die Temperaturführung. Der Anlagenbauer Wenker hat deshalb das Heizkonzept seines Dry-Efficient-Oven für die Automobilindustrie verändert. Bereits 2022 stellte Wenker die Beheizung seines Automobiltrockners von Gas auf Strom um. Dadurch kann die Anlage beim Einsatz erneuerbarer Energien CO2-arm betrieben werden. Zudem lassen sich elektrische Heizungen genauer regeln und schneller auf die Zieltemperatur bringen als Gasbrenner. Wenker nutzte den Wechsel des Heizprinzips, um das gesamte Trocknerkonzept neu aufzubauen.

Statt weniger großer Heizzonen mit jeweils einem Heizaggregat besteht der Dry-Efficient-Oven aus zahlreichen kleineren Zonen, die jeweils mit geringerer Leistung betrieben werden können. Die Umluftkanäle verlaufen nicht außerhalb, sondern im Inneren der Anlage. Dadurch sinken die Wärmeverluste und für den weiteren Prozess wird weniger Heizleistung benötigt. Auch die Düsenbilder für die Trocknerluft wurden angepasst. Sie können die Wärme gezielt in den unteren Bereich der Karosserie führen. Damit eignet sich das Konzept für das variable Aufheizverhalten von Karosserien der Elektrofahrzeuge, die aufgrund des Karosseriekonzepts mit stärkeren Schwellern ausgeführt sind.

Vom Schalten zum Regeln

Während konventionelle Anlagen laut Wenker Trockenzonen von etwa 30 m Länge besitzen, sind die einzelnen Abschnitte des Dry-Efficient-Oven nur 5 bis 6 m lang. Die kürzeren Abschnitte bieten Wenker nach Aussage von Fabian Moß, dort Projektleiter Steuerungstechnik, zusätzliche Möglichkeiten bei der Steuerung des Trocknerprozesses. Für die elektrische Beheizung setzte Wenker von Anfang an Leistungsregler von Gefran ein. Zunächst arbeitete die Anlage jedoch mit einer Zweipunktregelung. Überschritt die Temperatur den Sollwert, schaltete sich die Heizung aus. Unterschritt sie ihn, wurde sie wieder eingeschaltet. „Für unsere ersten Versuche war dies ausreichend. Aber auf Dauer wäre es nicht praktikabel gewesen und weit hinter den Möglichkeiten zurückgeblieben“, erläutert Moß. Seit 2023 stattet das Unternehmen seine Dry-Efficient-Trockner deshalb mit dem Leistungssteller GPC von Gefran aus.

Das Gerät ist für ein- bis dreiphasige Konfigurationen mit Stromstärken von 40 bis 600 A erhältlich. Seine Laststeuerungsfunktion unterstützt sowohl lineare als auch nichtlineare Widerstände. Im Dry-Efficient-Oven kommen dreiphasige GPC-Ausführungen bis 150 A zum Einsatz. Bei höheren Leistungen teilt Wenker diese innerhalb des Heizelements so auf, dass 150 A je Strang nicht überschritten werden. So lassen sich auch Heizelemente mit mehreren GPC und dadurch mit höheren Leistungen bei größerer Ausfallsicherheit betreiben.

Präzise Heizzonenregelung

Mit dem Leistungssteller ist die Elektroheizung genauer regelbar, was zu mehr Konstanz und Flexibilität führt. Auch ist es möglich, nur mit 10 oder 50 % zu arbeiten. Damit lässt sich ein minimaler Strombedarf für die optimierte Wärmebildung erreichen.

Eine Heizzone besteht aus zwei Aggregaten mit jeweils einem Heizregister. Jedes Heizregister wird von einem GPC angesteuert. Die Konfiguration unterscheidet sich je nach Anlage. Wenker nennt beispielsweise einen Stand-alone-Trockner mit 20 Heizregistern, 28 Thyristoren und einer Gesamtleistung von 2400 kW. Ein weiteres Beispiel ist ein Trockner mit Doppelröhre, 38 Heizregistern, 40 Thyristoren und einer Gesamtleistung von 2300 kW. >>>

DER GPC IM PROFIL

Der Leistungssteller GPC von Gefran ist in ein-, zwei- und dreiphasigen Ausführungen für Stromstärken von 40 bis 600 A erhältlich. Er unterstützt verschiedene Lastarten, darunter lineare Widerstände, $MoSi_2$, SiC, SWIR, Graphit und Transformatoren. Als Ansteuerungsmodi stehen Zerocrossing (Fixed Cycle, Burst Firing, Half Single Cycle) und Phase Angle zur Verfügung. Der GPC verfügt über interne Sicherungen und erkennt vollständige sowie teilweise Lastunterbrechungen. Für die Kommunikation unterstützt er Profinet, Profibus, Modbus TCP/RTU, EtherNet/IP, EtherCAT und CANopen. Das Gerät besitzt CE- und UL-Zulassungen sowie eine SCCR-Einstufung nach UL 508 von 100 kA.



Im Dry-Efficient-Trockner besteht eine Heizzone aus zwei Aggregaten mit jeweils einem Heizregister. Jedes Heizregister wird mit einem GPC angesteuert.



Der GPC kann in ein- bis dreiphasigen Konfigurationen Stromgrößen von 40 bis 600 A regeln

4.0 TO GO

Der Lacktrockner von Wenker arbeitet mit kleinen Heizzonen, die sich einzeln regeln lassen.

Leistungssteller von Gefran passen die Heizleistung an den jeweiligen Bedarf an und sorgen für gleichmäßigere Temperaturen.

Die Geräte überwachen zudem den Heizprozess, erkennen Störungen und liefern Daten für die vorausschauende Wartung.

Heizprozesse werden smart

Neben der Leistungsregelung nutzt Wenker die Diagnose- und Predictive-Maintenance-Funktionen sowie die Kommunikationsschnittstellen des GPC. Der Leistungssteller verfügt über integrierte Kilowattstunden- und Betriebsstundenzähler, mit denen sich Betriebsdaten kontinuierlich erfassen lassen.

Auch die Leistungsklemmen an den Ein- und Ausgängen werden hinsichtlich ihrer Temperatur überwacht. Lockert sich eine Verbindung und entsteht dadurch eine erhöhte Wärmeentwicklung, löst der GPC einen Alarm aus und schaltet das Gerät automatisch ab. Eine weitere Funktion ist die Lastbrucherkennung. Sie ermöglicht es der Anlagensteuerung, innerhalb von Millisekunden auf entsprechende Ereignisse im Prozess zu reagieren und den Strom ein- oder auszuschalten.

Für die Einbindung in die Anlagensteuerung unterstützt der GPC verschiedene Feldbusschnittstellen. Mit der Umstellung konnte Wenker auch die Forderung der Automobilhersteller nach einer Profinet-Schnittstelle für die Leistungsregelung erfüllen. Über die Kommunikationsschnittstellen stellt der Leistungssteller die erfassten Prozessvariablen den angebundenen SPSen bereit. Somit kann Wenker den gesamten Heizprozess zentral überwachen. „Wir können nun den gesamten Heizprozess von einem Ort aus kontrollieren, da wir wahnsinnig viele Informationen erhalten und genau sehen, was gerade im Trockner passiert“, erläutert Moß. Bei den vorherigen Anlagenvarianten sei dies nicht möglich gewesen.

Gefran entwickelt die Kommunikations- und Diagnosefunktionen seiner Leistungssteller weiter. Ein integrierter Webserver soll die Fernüberwachung über das Internet ermöglichen. Eine Digital-Twin-Funktionalität soll die vorausschauende Wartung weiter verbessern. Zudem sollen die Komponenten mit Künstlicher Intelligenz ausgestattet werden, die die Prozesssicherheit weiter steigern soll. Der KI-basierte Assistent Gaia unterstützt Anwender bei der Einarbeitung und Bedienung einer Anlage. Für verschiedene Diagnosefunktionen kann die KI auch die Eingabe von Stromwerten übernehmen, die andernfalls manuell oder über die SPS erfolgt.

Über die Lacktrocknung hinaus

Wenker sieht auch in der Elektromobilität und dekarbonisierten Fertigung großes Potenzial für das Konzept. Die Zusammenarbeit mit Gefran wurde inzwischen auf eine weitere Anwendung ausgeweitet. Eine Anlage zur Vorbehandlung von Bauteilen für die Ladeinfrastruktur in den USA wird ebenfalls mit den Leistungsstellern ausgerüstet. Anders als bei der Lacktrocknung wird dort nicht Luft, sondern Wasser als Prozessmedium auf Temperatur gebracht. ■

www.gefran.de

Maschinendaten erfassen und auswerten



Mit Smart Factory Insights lassen sich Produktionskennzahlen einzelner Anlagen und ganzer Fertigungsstandorte auswerten

Smart Factory Insights ist eine gemeinsame Softwarelösung von Belden und Edge2Web. Sie kombiniert die industrielle Datenerfassung von Belden mit den Analyse- und Visualisierungsfunktionen von Edge2Web. Als Datenplattform dient AWS IoT SiteWise. Die Lösung soll Produktionsdaten aus unterschiedlichen Anlagen zusammenführen und für die Auswertung von Leistungskennzahlen bereitstellen.

Belden Horizon Data Operations unterstützt die Anbindung von mehr als 300 Industrieprotokollen und Gerätetypen. Die Software vereinheitlicht die Erfassung der Anlagendaten und überträgt sie an AWS IoT SiteWise. Die Software-as-a-Service-Anwendung Edge2Web Factory Insights übernimmt anschließend die Berechnung und Visualisierung der Kennzahlen.

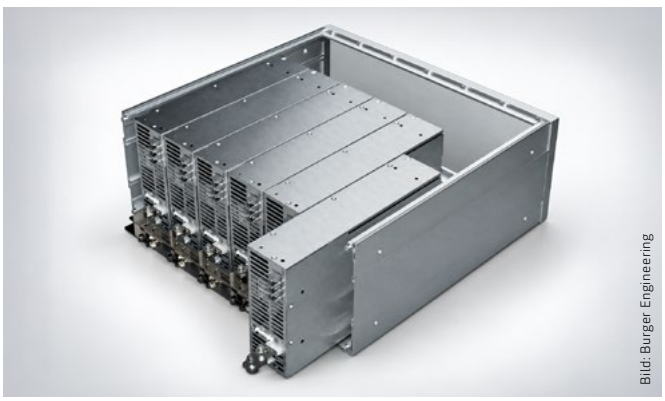
Zu den unterstützten Kennzahlen gehören die Gesamtanlageneffektivität (OEE), die Gesamteffektivität der Anlagenleistung (TEEP), die mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF), die mittlere Reparaturzeit (MTTR) sowie der Energiebedarf. Anwender sollen individuelle Kennzahlen, Dashboards und Scorecards ohne Programmierkenntnisse erstellen können. Darüber hinaus bietet die Lösung KI-generierte Zusammenfassungen, Benachrichtigungen und digitale Handlungsanleitungen.

WEITERE INFORMATIONEN

Modulare DC-Stromversorgung bis 24 kW

Burger Engineering hat ein modulares Gleichstromversorgungssystem für industrielle Anwendungen vorgestellt. Die programmierbare Stromversorgung ist von 3 bis 24 kW skalierbar. Ausgangsspannung und Ausgangsstrom lassen sich jeweils zwischen 0 und 105 % des Nennwerts einstellen.

Das System basiert auf parallelgeschalteten Netzteilmodulen des Typs Cotek AEK-3000. Bis zu acht Module lassen sich in einem offenen 19-Zoll-Baugruppenträger mit vier Höheneinheiten unterbringen. Die Leistung lässt sich durch die Anzahl der eingesetzten Module bestimmen.



Nach Angaben von Burger Engineering kann das System je nach Auslegung um bis zu 50 % günstiger sein als vergleichbare regelbare Stromversorgungssysteme

Ein integrierter ORing-FET (Active ORing MOSFET) ermöglicht einen redundanten N + 1-Betrieb. Bei entsprechender Auslegung kann die Stromversorgung auch beim Ausfall eines Moduls weiterarbeiten. Eine Funktionsüberwachung signalisiert Störungen über Status-LEDs. Einzelne Module lassen sich bei Bedarf austauschen.

Je nach Konfiguration deckt das System Ausgangsspannungen von 12 bis 800 V(DC) ab. Die Ansteuerung erfolgt analog über 0 bis 5 V oder 4 bis 20 mA sowie digital über RS485. Das System unterstützt zudem Remote On/Off. Der Wirkungsgrad beträgt nach Herstellerangaben bis zu 93 %. Zu den Schutzfunktionen gehören Überspannungs-, Überlast-, Kurzschluss- und Übertemperaturschutz sowie eine Lüfterausfallerkennung.

WEITERE INFORMATIONEN

Optischer IO-Link-Taster in schmaler Bauform

Mit dem OTQ40570 hat ipf Electronic einen optischen Taster mit Hintergrundausblendung vorgestellt. Der Sensor ist 6,2 mm hoch und 4 mm breit. Seine maximale Reichweite beträgt 77 mm; der nutzbare Schaltabstand lässt sich über IO-Link der jeweiligen Einbausituation anpassen.

Die einstellbare Reichweite ist beispielsweise dann hilfreich, wenn ein Taster wegen begrenzten Einbauraums nicht im vorgesehenen Abstand zum Objekt positioniert werden kann. Das Rotlicht der Pinpoint-LED bildet im Fokus einen Lichtpunkt mit einem Durchmesser von etwa 1 mm.

Die schmale Bauform erlaubt unter anderem die Montage in der Nut eines Aluminiumprofils. Mit dem Haltebügel AO000154 lässt sich der Taster befestigen und mechanisch abschirmen. Damit ist die Bauform laut Anbieter besonders für eng bestückte Montage- und Handhabungsstationen interessant.



Bild: ipf Electronic

Der optische IO-Link-Taster OTQ40570 von ipf Electronic ist 4 mm breit, und seine Reichweite ist einstellbar

WEITERE INFORMATIONEN



Bild: Gefran

Die Plattform G-Mation umfasst unter anderem die SPS P6 sowie dezentrale Ein- und Ausgangsmodule

WEITERE INFORMATIONEN

Gefran koppelt Echtzeit-SPS mit Container-Anwendungen

Gefran bietet mit G-Mation eine programmierbare Automatisierungsplattform für Maschinen der Kunststoffverarbeitung an. Kern ist die SPS P6, die über EtherCAT kommuniziert und laut Hersteller Zykluszeiten bis hinunter zu 250 µs unterstützt. Anwendungen lassen sich mithilfe integrierter Docker-Technik bereitstellen, auch auf bereits installierten Maschinen.

Die P6 kann zwei getrennte EtherCAT-Netzwerke verwalten. Dezentrale Ein- und Ausgangsmodule bilden jeweils eigene EtherCAT-Knoten. Für die Anbindung bestehender Anlagen stehen CANopen- und Modbus-Master bereit; MQTT, OPC UA und Euromap dienen dem Datenaustausch mit übergeordneten Anwendungen.

Gefran stellt vorkonfigurierte Anwendungen für Extrusion, Blasformen und Spritzgießen bereit. Diese lassen sich laut Hersteller auf elektrischen, hydraulischen und hybriden Maschinen einsetzen und der jeweiligen Aufgabe anpassen. Die Plattform zielt damit sowohl auf Neuentwicklungen als auch auf die Modernisierung vorhandener Steuerungen.

Hall-Drehgeber optimieren ihre Messgenauigkeit

Die Hall-Drehgeber der Serien ETI/ETS und HTI/HTS von Megatron verfügen über eine Selbstoptimierungsfunktion, die ihre Winkelgenauigkeit mit jeder vollständigen Umdrehung schrittweise verbessert. Nach Herstellerangaben sind bei Raumtemperatur Winkelgenauigkeiten von bis zu ±0,1° möglich. Die Drehgeber sind mit Inkremental- oder SSI-Ausgang erhältlich.

Die Funktion ist laut Hersteller insbesondere für die Kit-Varianten der Serien ETx25 und HTx25 interessant. Bei diesen Drehgebern positioniert der Anwender den Magneten relativ zum Sensor selbst. Die Selbstoptimierung soll den Einfluss von Einbautoleranzen auf die Messgenauigkeit während des Betriebs reduzieren. Voraussetzung für die Optimierung sind vollständige Umdrehungen.



Bei Anwendungen mit einem Bewegungsbereich von weniger als 360° arbeitet der Drehgeber mit seiner regulären Messgenauigkeit

Bild: Megatron

WEITERE INFORMATIONEN



PSC3M/P6-Mikrocontroller zur Mehrmotorsteuerung und Leistungswandlung

Bild: Infineon

Mikrocontroller für bis zu vier BLDC-Motoren

Infineon hat seine PSOC-Control-C3-Serie um die Mikrocontroller PSC3M/P6 erweitert. Diese eignen sich zur Regelung von bis zu vier bürstenlosen Gleichstrommotoren (BLDC) mit oder ohne Rotorlagesensor sowie für die Leistungswandlung. Als Rechenkern dient ein Arm Cortex-M33 mit bis zu 180 MHz. Vorgesehen sind die Bausteine unter anderem für Industrieantriebe, Robotik und Drohnen.

Die Controller verarbeiten Regelsignale in Echtzeit und unterstützen die Leistungsfaktorkorrektur. Ihre analoge und digitale Peripherie ist auch auf Leistungswandler mit SiC- und GaN-Halbleitern ausgelegt. Damit lassen sich schnelle Regelkreise auf einem Chip realisieren.

WEITERE INFORMATIONEN

Den entscheidenden Schritt voraus.

LiDAR-Sensoren

pepperl-fuchs.com/pr-lidar

sps

Halle 7A, Stand 330
24.–26. Nov. 2026



Millimetergenaue Pulse Ranging Technology meistert jede Herausforderung zuverlässig.

Your automation, our passion.

PEPPERL+FUCHS

„Offenheit ist nicht mit Unsicherheit gleichzusetzen"

Offene Automatisierungsarchitekturen, Fernzugriffe und KI-Anwendungen stellen die Anlagensicherheit vor neue Aufgaben. Zugleich erschweren lange Lebenszyklen und veraltete Komponenten den Schutz bestehender Systeme. Cybersecurity muss heute schon im Engineering beginnen, sagt Falk Plonus, Head of Professional Services, T.I.S.P., Business Management bei Copa-Data. Hier erläutert er, wie Betreiber auch ohne verfügbare Patches Risiken begrenzen und welche Verantwortung Hersteller, Systemintegratoren und Anlagenbetreiber tragen.

mpk 4.0: Herr Plonus, Cybersecurity beginnt Ihrer Ansicht nach bereits bei der Anlagenentwicklung. Warum ist das so?

Plonus: Im Engineering werden Anlagenstrukturen, Schnittstellen, Datenflüsse, Benutzerrollen und Kommunikationswege festgelegt. Damit entsteht bereits in der Projektierung ein wesentlicher Teil der späteren Sicherheitsarchitektur. Zu weit gefasste Rechte, unsichere Anbindungen oder fehlende Änderungsprotokolle lassen sich im Betrieb oft nur mit erheblichem Aufwand korrigieren. Secure-by-Design bedeutet deshalb, Authentifizierung, verschlüsselte Kommunikation, sichere Standardkonfigurationen und nachvollziehbare Änderungen von Anfang an vorzusehen.

> „Industrial AI ist auf vertrauenswürdige Daten und Modelle angewiesen"

mpk 4.0: Wie verändern offene, softwaredefinierte Automatisierungsarchitekturen die Angriffsfläche industrieller Systeme?

Plonus: Software-Defined Automation entkoppelt Automatisierungsfunktionen von proprietärer Hardware. Offene Schnittstellen, virtualisierte Umgebungen und die Vernetzung von IT, OT und Cloud erleichtern schrittweise Modernisierungen. Jede zusätzliche Verbindung kann jedoch auch die Angriffsfläche vergrößern. Offenheit ist deshalb nicht mit Unsicherheit gleichzusetzen. Entscheidend ist, Schnittstellen klar zu definieren, Kommunikationsbeziehungen zu dokumentieren, Zugriffe zu beschränken und Datenübertragungen zu schützen.

mpk 4.0: Welche Schwachstellen begegnen Ihnen in Industrieprojekten besonders häufig?

Plonus: Oft sehen wir historisch gewachsene Anlagen mit unterschiedlichen Technologien und langen Lebenszyklen. Ältere Komponenten wurden vielfach für geschlossene Systeme entwickelt, sind heute aber mit IT-Systemen, Cloud-Anwendungen oder Remote-Zugängen verbunden. Typische Risiken sind veraltete Softwarestände, zu weit gefasste Benutzerrechte, unzureichend dokumentierte Schnittstellen und fehlende Segmentierung. Hinzu kommen unsichere Passwörter und ein noch nicht überall ausreichend ausgeprägtes Bewusstsein für OT-Security.

mpk 4.0: Wie können Betreiber Schwachstellen in langlebigen Anlagen beherrschen, wenn Patches fehlen oder Produktionsunterbrechungen zu vermeiden sind?

Plonus: Betreiber müssen ihre Assets, Softwarestände, Schnittstellen und Abhängigkeiten kennen und Schwachstellen

Bild: Copa-Data



Falk Plonus ist Head of Professional Services, T.I.S.P., Business Management beim Salzburger Softwareanbieter Copa-Data. Für ihn braucht Cybersecurity klar geregelte Verantwortlichkeiten über den gesamten Lebenszyklus hinweg

risikobasiert priorisieren. Updates sollten vor dem Einspielen auf Kompatibilität und mögliche Auswirkungen geprüft werden. Fehlt ein Patch oder kann er kurzfristig nicht installiert werden, muss das Risiko durch kompensierende Maßnahmen begrenzt werden. Dazu zählen Netzwerksegmentierung und DMZs, restriktive Zugriffsrechte, geschützte Kommunikationswege und verstärktes Security-Monitoring. Ebenso wichtig sind gesicherte Projektstände, Backups und getestete Wiederanlaufverfahren.

mpk 4.0: Wer trägt in vernetzten Automatisierungssystemen welche Verantwortung für Updates, Schwachstellenmanagement und sichere Konfigurationen?

Plonus: Cybersecurity ist eine gemeinsame Aufgabe von Betreiber, Systemintegrator, Service Provider und Produkthersteller. Hersteller müssen sichere Entwicklungsprozesse etablieren, Schwachstellen bewerten und Updates oder Handlungsempfehlungen bereitstellen. Integratoren setzen Sicherheitsanforderungen in Architektur, Engineering und Inbetriebnahme um. Der Asset Owner bleibt für das IACS und dessen Cybersecurity-Risiken verantwortlich; konkrete Aufgaben wie Update-Installation, Wartung oder Monitoring können delegiert werden. Zuständigkeiten, Meldewege und Wartungsfenster müssen eindeutig vereinbart sein. Die IEC 62443 bietet dafür einen anerkannten Orientierungsrahmen.

mpk 4.0: Wie erkennen Unternehmen Angriffe auf OT-Systeme frühzeitig, ohne Produktionsprozesse oder Echtzeitkommunikation zu beeinträchtigen?

Plonus: Sicherheitsrelevante Ereignisse aus der OT müssen kontinuierlich und im Zusammenhang ausgewertet werden. Dazu zählen Anmeldeversuche, Rechte- und Konfigurationsänderungen sowie auffällige Systemereignisse. Ein Security Information and Event Management kann diese Informationen korrelieren, auffällige Muster regel- oder analysebasiert erkennen und Ereignisse dokumentieren. In sensiblen OT-Netzen sollte die Datenerfassung möglichst passiv oder über vorhandene Logquellen erfolgen. Klare Regeln und Prioritäten machen relevante Abweichungen sichtbar, ohne den Anlagenbetrieb mit ungezielten Eingriffen zu belasten.

mpk 4.0: Welche neuen Risiken entstehen, wenn KI-Systeme auf Produktionsdaten zugreifen oder selbst in industrielle Prozesse eingreifen?

Plonus: Industrial AI ist auf vertrauenswürdige Daten und Modelle angewiesen. Manipulierte Eingaben, Trainingsdaten oder Modelle können falsche Ergebnisse erzeugen und bei autonomen Funktionen ungewollte Aktionen auslösen. Greift ein KI-System in Prozesse ein, können solche Fehler unmittelbar auf die Anlage wirken. Deshalb müssen Herkunft, Integrität, Vollständigkeit und Zeitbezug der Daten nachvollziehbar sein. Ebenso wichtig sind geschützte Kommunikationswege, begrenzte Berechtigungen und dokumentierte Änderungen. Je größer der Handlungsspielraum eines KI-Systems ist, desto klarer müssen zulässige Eingriffe, Kontrollmechanismen und Verantwortlichkeiten definiert sein.

mpk 4.0: Danke für das Gespräch. ■

www.copadata.com


Die KI-Kamera O3M372 kombiniert die Erkennung von Personen und Hindernissen für den Einsatz an mobilen Arbeitsmaschinen

Bild: ifm

KI-Kamera erkennt Personen und Hindernisse

ifm hat mit der O3M372 eine KI-gestützte 2-D-/3-D-Kamera für mobile Arbeitsmaschinen vorgestellt. Sie kombiniert die Personenerkennung mittels Künstlicher Intelligenz mit einer 3-D-Hinderniserkennung auf Basis der PMD-Technologie (Photonic Mixer Device). Nach Herstellerangaben erkennt die Kamera Personen in Entfernungen von bis zu 25 m und unterscheidet sie von anderen Objekten.
Mittels Verknüpfung von Personen- und 3-D-Hinderniserkennung soll die Kamera mögliche Kollisionsgefahren ermitteln und abgestufte Warnmeldungen ausgeben. Damit sollen Fehlalarme reduziert und unnötige Ablenkungen des Fahrers vermieden werden. Die KI-basierte Bildverarbeitung erfolgt direkt in der Kamera, sodass für die Personen- und Hinderniserkennung keine zusätzliche Auswerteeinheit erforderlich ist.

Die O3M372 verfügt über eine integrierte Zustandsüberwachung, die unter anderem Verschmutzungen der Frontscheibe und Spannungsabfälle erkennt. Ein Video-Livestream lässt sich über Ethernet übertragen. Darüber hinaus können Anwender eigene Logiken und Funktionen direkt auf der Kamera ausführen.

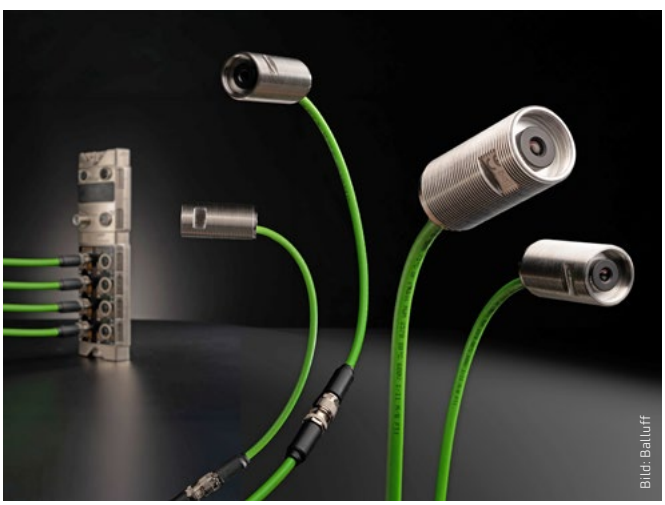
Die Kamera besitzt ein Aluminiumdruckgussgehäuse, erfüllt die Schutzarten IP67 und IP69K und ist nach Angaben des Herstellers für hohe Vibrations- und Schockbelastungen ausgelegt.

WEITERE INFORMATIONEN

Balluff bündelt bis zu vier Kameras an einem Master

Balluff hat mit dem Automation Camera System (ACS) eine Plattform für industrielle Anwendungen mit bis zu vier Kameras vorgestellt. Ein Camera Master steuert und synchronisiert die Kameras, führt deren Bilddaten zusammen und übernimmt die Kommunikation mit der Bildverarbeitung sowie mit Automatisierungs- und IT-Anwendungen. Dafür stehen GenICam-konforme Schnittstellen bereit.

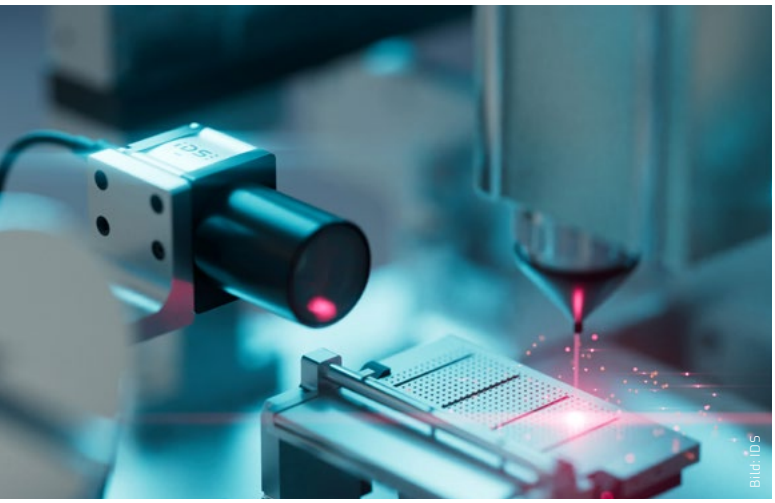
Die Verbindung zwischen Kamera und Master überträgt Bilddaten, Steuer- und Triggersignale, Ein- und Ausgangssignale sowie die Stromversorgung über ein einziges Kabel. Die maximale Leitungslänge beträgt 15 m. Das Konzept verringert damit den Verkabelungsaufwand bei der Integration mehrerer Kameraperspektiven.


Bild: Balluff

Der ACS Camera Master übernimmt Synchronisation, Datenaggregation sowie I/O- und Netzwerkkommunikation

Die Kameramodule kombinieren Sensor und Optik in einem geschlossenen Gehäuse mit Schutzart IP67. Sie sind als Farb- und Monochromkameras mit drei oder fünf Megapixeln verfügbar. Vorgesehen ist die Plattform unter anderem für Mehransichten bei Inspektionen, Montage- und Vollständigkeitsprüfungen sowie für die visuelle Roboterführung.

WEITERE INFORMATIONEN



Die uEye SFA von IDS dient hier zur optischen Beobachtung eines Laserprozesses

IDS bringt Monitoring-Kamera mit IP69K-Schutz

Die uEye SFA von IDS Imaging Development Systems ist eine Kamera für die industrielle Prozessbeobachtung unter Staub- und Feuchtebelastung sowie für mittels Hochdruckreinigung zu behandelnde Anwendungen. Ihr Gehäuse entspricht der Schutzart IP69K. Verschraubbare Steckverbinder sichern die Anschlüsse gegen unbeabsichtigtes Lösen. Die Kamera verwendet den 8-Megapixel-Bildsensor IMX678 aus Sonys Starvis-2-Familie. Datenübertragung und Stromversorgung erfolgen über Power-over-Ethernet (PoE) auf einer Leitung von bis zu 100 m Länge.

Die uEye SFA ist für den eigenständigen Betrieb ausgelegt. Sie unterstützt hardwarebeschleunigte Videokodierung und eine ereignisgesteuerte Aufzeichnung. Mehrere Streams können mit unterschiedlichen Einstellungen parallel laufen, etwa für verschiedene Ansichten derselben Anlage. IDS nennt unter anderem die Live-Beobachtung industrieller Prozesse als Einsatzgebiet.

WEITERE INFORMATIONEN



Effektive M2M-Orchestrierung mittels SPE, IO-Link und Sensor-to-Cloud

Modernste Sensorik, leistungsstarke Automatisierungssysteme und eine flexible Datenauswertung: Mit JUMO ist die Zukunft zum Greifen nah. Unsere intelligenten Gesamtsysteme werden durch Machine-to-Machine-Kommunikation gesteuert, erhöhen den Anlagen-Output und steigern die Produktqualität. Erleben Sie, wie einfach, effizient und wegweisend Prozessautomatisierung sein kann! ↗jmo.to/3LaBLvZ

MORE THAN SENSORS AND AUTOMATION

sps smart production solutions

Besuchen Sie uns vom 24. bis 26. November in Nürnberg, **Halle 7, Stand 498**



Viele Daten, ein Zugang

Verwaltungsschalen lassen sich auch dann automatisch erzeugen, wenn die benötigten Informationen aus unterschiedlichen Systemen stammen und nicht einheitlich aufbereitet sind. Eine Software von Neoception nutzt dafür vorhandene Datenquellen und macht deren Inhalte über digitale Zwillinge für verschiedene Anwendungen zugänglich.

AUTOR Adrian Grüner | Neoception

Bilder @Hafsa – stock.adobe.com, Pepperl+Fuchs



Viele Datenströme, ein Engpass: Die automatische Erstellung von Verwaltungsschalen soll den Aufwand für die Dateninteg ration reduzieren



Produkt-, Anlagen- und Prozessdaten sind in Unternehmen häufig auf unterschiedliche Systeme verteilt, zwischen denen der Datenaustausch aufwendig ist. Gleichzeitig erwarten Kunden, Behörden und Mitarbeiter zunehmend, dass Informationen schnell, eindeutig und systemübergreifend verfügbar sind. Auch gesetzliche und branchenspezifische Anforderungen erhöhen den Bedarf an durchgängigen Datenketten.

Transparenz wird Pflicht

Ab 2027 wird der digitale Produktpass in der EU für definierte Produktgruppen Pflicht. Er fordert umfassende Angaben über den gesamten Lebenszyklus. Hinzu kommen Branchennormen wie VDI 2770 sowie die Vorgaben von Konsortien wie dem ZVEI oder dem Digital Data Chain Consortium (DDCC). Sie wollen durchgängige digitale Datenketten vom Hersteller bis zum Anlagenbetreiber etablieren. Weitere Treiber sind Datenräume wie Catena-X. Auch sie benötigen interoperable Informationen, um ihren Nutzen entfalten zu können.

ZVEI und DDCC empfehlen ausdrücklich die Verwaltungsschale (Asset Administration Shell, AAS) als Grundlage für durchgängige Datentransparenz. Dieses zentrale Element der Industrie-4.0-Architektur ermöglicht eine standardisierte digitale Repräsentation realer Assets in Form eines digitalen Zwillings. Dieser kann ein einzelnes Gerät, eine ganze Maschine oder eine komplette Anlage abbilden. Das zu Pepperl+Fuchs gehörende Unternehmen Neoception bietet eine Software an, mit der sich vorhandene Daten aus beliebigen Quellen in der Verwaltungsschale zusammenführen und interoperabel als digitale Zwillinge bereitstellen lassen.

Systemübergreifende Datennutzung

Ein digitaler Zwilling ist im Ansatz von Neoception kein isoliertes 3-D-Modell oder einzelner Datensatz, sondern ein zentraler Zugangspunkt zu den Informationen eines Assets. Die Verwaltungsschale bündelt technische Daten, Zertifikate, Dokumentationen, Zustandsinformationen und Lebenszyklusdaten in einer einheitlichen Struktur. Ein gemeinsames semantisches Modell sorgt dafür, dass die Informationen systemübergreifend verstanden und genutzt werden können, ohne für jeden Anwendungsfall eigene Übersetzungen oder Sonderlösungen zu benötigen.

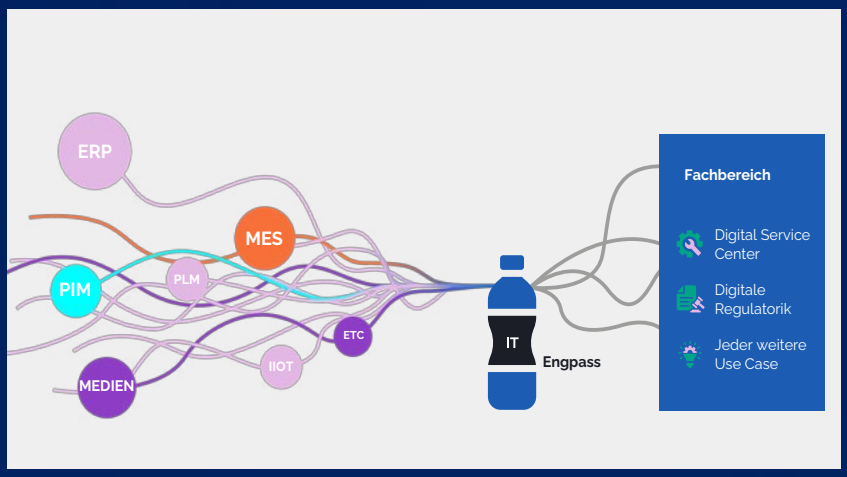
Für die Umsetzung werden vorhandene Datenquellen über standardisierte Schnittstellen angebunden. Die Neoception-Software ergänzt die bestehende Systemlandschaft dabei um eine gemeinsame semantische Ebene, ohne in die vorhandenen Prozesse einzugreifen. Die Daten aus den angebundenen Quellen lassen sich in branchenüblichen Formaten und bedarfsgerecht zusammengestellten Paketen abrufen. Welche Informationen für welche Zielgruppen zugänglich sind, lässt sich über Konfiguration und differenzierte Zugriffsregeln festlegen. Damit kann auch der Zugriff auf sensible Daten gesteuert werden.

Softwaredesign mit vier Ebenen

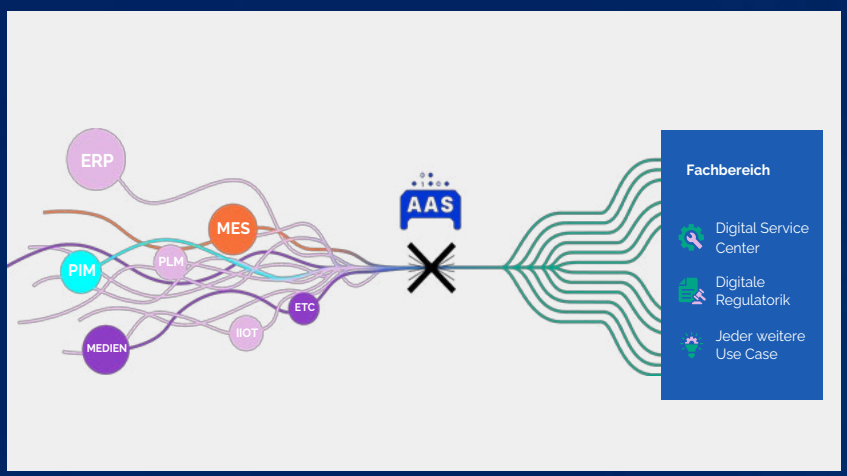
Die Anforderungen an die Datenintegration brauchen nicht vollständig im Voraus festzustehen, sondern können schrittweise ergänzt werden. Dadurch lässt sich die Infrastruktur nach und nach erweitern und an bestehende Anlagen sowie gewachsene IT-Strukturen anbinden. Der Datenbestand verbleibt im jeweiligen Ursprungssystem und wird dort für neue Anwendungen erschlossen. Das Softwaredesign besteht aus vier funktionalen Ebenen.

Der Connection Layer bündelt die Inhalte der unterschiedlichen Datenquellen, mit denen die Software verbunden ist. Anwender können bis zur Instanzebene des jeweiligen Assets

>>>



Bei der Nutzung von Daten aus unterschiedlichen Quellsystemen wird die IT zum Engpass, wenn für jeden Anwendungsfall eigene Integrationslösungen erforderlich sind



Die Verwaltungsschale (AAS) führt Daten aus unterschiedlichen Quellsystemen zusammen und stellt sie für verschiedene Anwendungen und Anwendungsfälle bereit



Kennzahlen aus verschiedenen Anwendungsbeispielen, darunter die automatisierte Datenintegration und die digitale Bereitstellung von Produktdokumentationen

HARTING
Pushing Performance
Since 1945



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

direkt auf die Daten zugreifen und einzelne Datenpunkte gezielt weiterverwenden.

Der Standardization Layer überführt proprietäre Datenpunkte in einen gemeinsamen Standard und sorgt dafür, dass die Informationen systemübergreifend verständlich sind. Er schafft damit die technische und semantische Grundlage für Interoperabilität.

Im Modeling Layer lassen sich mehrere AAS-Vorlagen erstellen, die den jeweiligen Anforderungen entsprechen. Die Auswahl der Vorlagen erfolgt regelbasiert für verschiedene Anwendungen, Nutzergruppen und Zielsysteme.

Der Application Layer nutzt fertige Anwendungen und Schnittstellen wie AAS-Viewer, .aasx-Exporter, Snapshot-Anwendung und AAS-API, um die Ergebnisse der anderen Ebenen verfügbar zu machen.

Durch diese vier Ebenen erhalten die Daten eindeutige Beschreibungen als Grundlage für eine konsistente Referenzierung. Die Informationen aus verschiedenen Systemen sind über einen zentralen Zugangspunkt in allen Lebenszyklusphasen verfügbar. Dauerhaft benötigte Informationen lassen sich per Snapshot festschreiben. Dynamische Daten aus dem Prozess oder der Weiterentwicklung der Anlage werden kontinuierlich ergänzt. Die Lösung verbindet damit zuverlässige Dokumentation mit einem wachsenden Informationsbestand.

Ergebnisse aus der Praxis

Bei der automatisierten Erstellung von Verwaltungsschalen und digitalen Zwillingen mit der Neoception-Software müssen die Daten vor der Zusammenführung nicht erst umfassend harmonisiert werden. So lassen sich bei typischen Integrationsprojekten sechsstellige Beträge einsparen. Auch bei der Einführung des digitalen Produktpasses können sich zusätzliche Skaleneffekte ergeben. Konkrete Anwendungen zeigen, welche Ergebnisse sich erzielen lassen.

Ein Anbieter von Lüftungstechnik stellt seinen Kunden die Benutzerhandbücher in allen Sprachversionen per QR-Code direkt am Gerät bereit. Dadurch konnte das Unternehmen seine Druck- und Versandkosten um jährlich 250 000 Euro reduzieren. Nach den Angaben im Praxisbeispiel entfallen dadurch jährlich 120 t CO_2-Emissionen.

Ein Hersteller elektrischer Klemmen hat den Vertrieb in die Lage versetzt, direkt auf Produktinformationen bis hin zu einzelnen Seriennummern zuzugreifen. Dadurch gingen die internen Anfragen an die IT-Abteilung um 60 bis 70 % zurück.

Auch Pepperl + Fuchs hat die Neoception-Software eingesetzt. Das Unternehmen verband damit Daten zu rund 50 000 Produktvarianten aus seinem ERP-System, Produkt- und Produktionsdatenbanken. Nach Einrichtung des Connection Layers wurden diese Informationen innerhalb von zehn Minuten interoperabel gemacht. Ein Content-Administrator konfiguriert die gewünschten Datenpakete und legt fest, welche Inhalte beispielsweise für Engineering-Systeme bereitgestellt werden. Die Software erzeugt die Pakete auf Anfrage in der jeweils aktuellen Version. ■

www.pepperl-fuchs.com
www.neoception.com

4.0 TO GO

Die Software erzeugt Verwaltungsschalen automatisch aus vorhandenen Daten, ohne dass diese zuvor aufwendig vereinheitlicht werden müssen.

Vier aufeinander aufbauende Softwareebenen ermöglichen es, Daten aus unterschiedlichen Quellen zu verbinden und für verschiedene Anwendungen aufzubereiten.

Die Daten bleiben in ihren ursprünglichen Systemen und werden je nach Anwendung und Zugriffsberechtigung in passenden Datenpaketen bereitgestellt.



Bild: Omron

Die C6-Servoantriebe von Omron unterstützen die Vernetzung von Antriebsachsen über EtherCAT

Neue Servoantriebe bis 7,5 kW

Omron hat sein Portfolio für die Bewegungssteuerung um die C6-Servoserie erweitert. Die Wechselstrom-Servosysteme decken einen Leistungsbereich von 50 W bis 7,5 kW ab. Erhältlich sind Ausführungen für einphasige 230 V und dreiphasige 400 V.

Die Servoantriebe besitzen im Leistungsbereich bis 3 kW eine einheitliche Bauhöhe. Steckbare Anschlüsse für Stromversorgung, Motor, Encoder und integrierte Ein- und Ausgänge sollen die Installation und den Austausch der Geräte erleichtern. Die Servomotoren verfügen über einen Encoder mit einer Auflösung von 26 bit, der sich als inkrementaler oder absoluter Encoder mit Batterie-Backup konfigurieren lässt. Die Servoantriebe erreichen eine Frequenzantwort von 3,5 kHz. Eine fest verdrahtete Safe-Torque-off-Funktion (STO) ist serienmäßig integriert und nach Herstellerangaben gemäß Kategorie 4, PL e und SIL 3 zertifiziert.

WEITERE INFORMATIONEN

Tischgehäuse für große Displays



Bild: OKW

Das Communitec-Gehäuse bietet Platz für die Elektronik und Bedienelemente komplexer Mess- und Analysesysteme

OKW hat mit Communitec eine neue Tischgehäusereihe für Mess-, Prüf- und Sensoriksysteme vorgestellt. Die Gehäuse verfügen über eine um 12° geneigte Bedienfläche mit einer Vertiefung für Displays mit Diagonalen von 11,5 bis 14 Zoll. Eine zusätzliche ebene Fläche an der Vorderseite bietet Platz für Anzeigen oder Beschriftungen.

Die Gehäusereihe ist in zwei Größen erhältlich: Die kleinere Ausführung misst 283 x 246 x 194 mm³, die größere 344 x 274 x 219 mm³. Beide Varianten verfügen über einen integrierten Tragegriff. Die Gehäuse bestehen aus UV-beständigem ASA + PC-FR und sind in Verkehrsweiß (RAL 9016) sowie Anthrazitgrau (RAL 7016) erhältlich.

WEITERE INFORMATIONEN

messen was geht ...

Datenlogger, Messgeräte und Sensoren
für jeden Einsatz
universell, modular, vernetzbar

Akkreditiertes Kalibrierlabor
für verschiedene Messgrößen

Fragen Sie uns!
Tel: 08024 300 70



AHLBORN

AHLBORN Mess- und Regelungstechnik GmbH • Tel: +49 (0) 8024/3007-0 • info@ahlborn.com

www.ahlborn.com

Erst simulieren, dann optimieren

Mehr Roboter in der Produktion bedeuten nicht zwangsläufig mehr Leistung im gleichen Verhältnis. Am Beispiel einer Pickerlinie zeigt sich, wie digitale Zwillinge helfen, unterschiedliche Optimierungsmaßnahmen zu bewerten und die geeignete Lösung zu finden.

AUTOR Hans-Joachim Müller | Marktmanager bei SEW-Eurodrive, Bruchsal



Tripod-Greifer: Die Simulationsergebnisse zeigten, dass mit höherer Bandgeschwindigkeit auch die Präzision der Roboterbewegungen zunehmen muss. Sonst steigt das Risiko von Fehlplatzierungen.

Bilder: SEW-Eurodrive

Bei der Optimierung oder Erweiterung von Produktionsanlagen können schon geringfügige Änderungen erhebliche Auswirkungen auf Materialfluss, Anlagenauslastung und Produktivität haben. Die praktische Erprobung verschiedener Szenarien ist meist mit hohem Zeit-, Kosten- und Ressourcenaufwand verbunden. Außerdem erschwert die zunehmende Komplexität moderner Produktionslinien eine verlässliche Bewertung möglicher Veränderungen im Vorfeld. Mit Simulationen auf Basis digitaler Zwillinge lassen sich unterschiedliche Szenarien virtuell untersuchen und bewerten. In der Praxis erfordert dies häufig die Zusammenarbeit mit spezialisierten Simulationsdienstleistern, einen umfangreichen Datenaustausch sowie einen beträchtlichen Vorbereitungsaufwand.

Ein Hersteller von Keksen und Backwaren wollte die Produktivität seiner bestehenden Pickerlinie erhöhen, um saisonale Nachfragespitzen bewältigen zu können. Die Anlage war mit drei Tripoden ausgestattet, deren Kapazität an ihre Grenzen stieß. Dabei stellte sich die Frage, ob die Linie erweitert werden sollte oder ob sich die gewünschte Leistungssteigerung bereits durch die Optimierung bestehender Prozesse erreichen ließ. SEW-Eurodrive untersuchte in diesem Kundenprojekt verschiedene Lösungsansätze mithilfe eines digitalen Zwillings. Auf Basis vorhandener Anlagendaten wurden unterschiedliche Maßnahmen simuliert und deren Auswirkungen auf die Produktionsleistung bewertet.

Potenziale und Grenzen

Im ersten Schritt wurde der Istzustand im digitalen Zwilling analysiert. Die Simulationen zeigten, dass bereits gezielte Anpassungen der Pickstrategien und Bewegungsabläufe der Tripoden zu einer deutlichen Produktivitätssteigerung führen können. Dazu gehörten die Optimierung der Greifbewegungen und eine Verringerung des Abstands zwischen den Bändern, auf denen die Produkte transportiert werden. Das Ergebnis war eine Effizienzsteigerung, ohne dass größere Investitionen nötig waren.

Im nächsten Schritt wurde untersucht, welches Potenzial eine Erweiterung der Pickerlinie durch zusätzliche Roboter bietet. Die Simulation ergab, dass durch die Integration einer weiteren Tripode und die damit verbundene Optimierung des Materialflusses eine Effizienzsteigerung möglich ist. Die Linienerweiterung erhöhte die Zahl der Picker um ein Drittel, ermöglichte aber nur eine Produktionssteigerung von etwa 20 %. Die Produktionsleistung steigt demnach nicht zwangsläufig im gleichen Verhältnis wie die Zahl der eingesetzten Roboter.

Tempo auf Kosten der Qualität

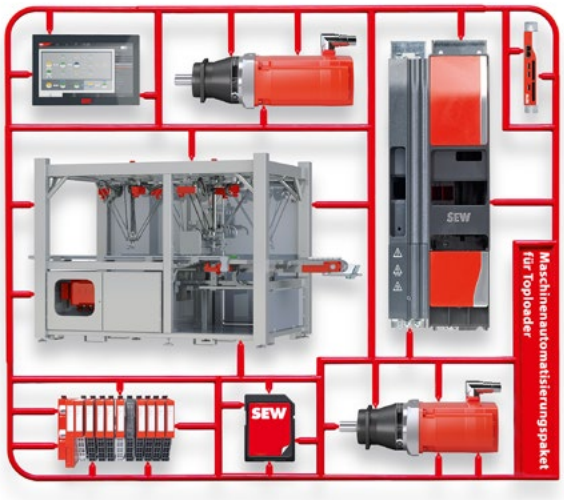
Ein weiteres Simulationsszenario untersuchte den Einfluss der Bandgeschwindigkeit und der Dynamik der Roboterbewegungen. Den Simulationen zufolge ließ sich die Taktzeit durch eine höhere Bandgeschwindigkeit und angepasste Roboterpfade verkürzen. >>>

VORKONFEKTIONIERTE MASCHINENPAKETE

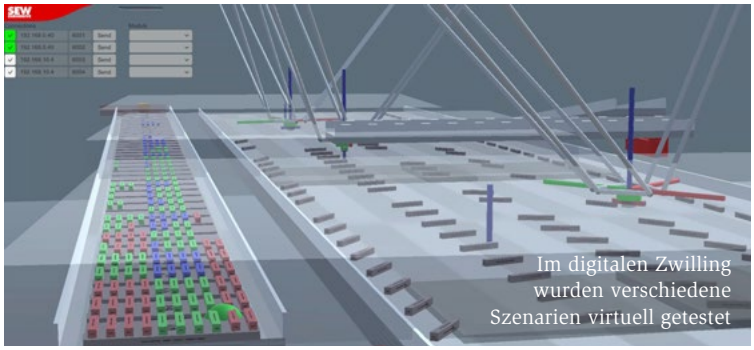
Ist die Erweiterung der bestehenden Produktionslinie oder der Aufbau einer neuen Anlage erforderlich, bietet SEW-Eurodrive ein Maschinenpaket für Toploader an. Es kombiniert Automatisierungstechnik mit vorkonfigurierten Softwaremodulen und ermöglicht die Verarbeitung unterschiedlicher Produktformate. Das Paket wurde für Sammelpacker mit Toploader-Ausführung entwickelt. Durch seinen modularen Aufbau und die Parametrierungsmöglichkeiten lässt sich das System sowohl in bestehende Anlagen als auch in neue Produktionslinien integrieren. Dies verringert den Aufwand für Engineering und Inbetriebnahme.



Insbesondere Linien mit Tripoden oder Delta-Robotern erfordern ein präzises Zusammenspiel aller Komponenten



Das Maschinenautomatisierungspaket für Toploader ermöglicht eine flexible Automatisierung von komplexen Verpackungsprozessen



Im digitalen Zwilling wurden verschiedene Szenarien virtuell getestet

Jedoch nahmen mit steigender Geschwindigkeit auch die Anforderungen an die Präzision der Roboterbewegungen zu, wodurch das Risiko von Fehlplatzierungen und Ausschuss anstieg. Die erzielbaren Produktivitätsgewinne können demnach mit Qualitätseinbußen verbunden sein. Trotz höherer Leistung erwies sich dieses Szenario für eine nachhaltige Optimierung der Produktionslinie nur als bedingt geeignet.

Auslastung im Gleichgewicht

Ein weiterer Aspekt bei der Optimierung von Pickerlinien ist die Verteilung der Arbeitslast auf die eingesetzten Roboter. Die Simulation ergab, dass die Lastverteilung im vorliegenden Anwendungsfall bereits ausgewogen war. Durch eine gleichmäßige Verteilung der Arbeitsaufgaben lässt sich verhindern, dass einzelne Roboter überlastet werden. Dies erhöht zugleich die Anlagenverfügbarkeit, verbessert die Betriebssicherheit und senkt das Risiko ungeplanter Stillstände.

Simulation als Entscheidungsgrundlage

Als beste Lösung für den Kunden aus der Lebensmittelindustrie erwies sich schließlich eine Kombination aus der Optimierung der bestehenden Linie und der Erweiterung durch einen zusätzlichen Roboter. Diese Maßnahmen steigerten die Produktivität bei saisonalen Nachfragespitzen deutlich und schonten zugleich die Getriebe.

Simulationen auf Basis eines digitalen Zwillings ermöglichen es, Optimierungspotenziale in Produktionslinien frühzeitig zu identifizieren und unterschiedliche Szenarien zu bewerten – ohne Eingriffe in den laufenden Betrieb. Das untersuchte Kundenprojekt zeigt, dass unterschiedliche Maßnahmen zur Produktivitätssteigerung nicht zwangsläufig die gleiche Wirkung haben. ■

www.sew-eurodrive.de

4.0 TO GO

Simulationslösungen erlauben die effiziente Optimierung von Fertigungslinien ohne Eingriff in den laufenden Betrieb.

Digitale Zwillinge machen sichtbar, wie sich Änderungen an Bewegungsabläufen, Materialfluss und Anlagenkonfiguration auf die Produktivität auswirken.

Am Beispiel einer Pickerlinie wird deutlich, dass die Kombination verschiedener Maßnahmen den größten Nutzen bringen kann.

Messe Frankfurt Group

mesago

sps

24. – 26.11.2026
NÜRNBERG

Spot the World of Industrial AI

See you at the SPS!



Intelligenz entsteht im klugen Zusammenspiel.
Industrial AI sowie Lösungen aus Antriebstechnik, Sensorik, Software und industrieller Kommunikation treiben die Automatisierung zielsicher voran.

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

Create the Future with Automation

sps-exhibition.com

Wi-Fi 6: Mehr Geräte pro Kanal



Mobile Roboter, fahrerlose Transportsysteme und stationäre Anlagen teilen sich in Produktionshallen häufig dieselben Funkkanäle. Je mehr Teilnehmer gleichzeitig kommunizieren, desto schwieriger lassen sich kurze Reaktionszeiten und stabile Verbindungen sicherstellen. Wi-Fi 6 und Wi-Fi 6E bieten dafür neue technische Möglichkeiten.

AUTOR Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Weczerek | Manager Product Marketing Security and Wireless, Phoenix Contact

Autonome mobile Roboter (AMR), fahrerlose Transportsysteme (Automated Guided Vehicles, AGVs) und flexible Produktionskonzepte treiben den Bedarf an leistungsfähiger drahtloser Kommunikation. Entscheidend sind dabei, neben hohen Datenraten, vor allem ausreichend Übertragungskapazität, geringe Latenzen und ein möglichst vorhersagbares Kommunikationsverhalten. Nur so lassen sich zeitkritische Daten auch bei hoher Netzauslastung zuverlässig übertragen.

Weitere Kriterien sind die Skalierbarkeit des Netzwerks und die Integration von Sicherheitsmechanismen gemäß IEC 62443. Moderne WLAN-Standards wie Wi-Fi 6 und Wi-Fi 6E (IEEE 802.11ax) adressieren diese Anforderungen. Frühere WLAN-Standards bis Wi-Fi 5 wurden vorwiegend auf hohe Datenraten einzelner Endgeräte ausgelegt. Bei klassischen Übertragungsverfahren belegt ein WLAN-Gerät den gesamten Funkkanal, selbst wenn es nur wenige Daten überträgt. Somit bleibt ein Teil der verfügbaren Übertragungskapazität ungenutzt.

In industriellen Anwendungen kommunizieren jedoch häufig zahlreiche Teilnehmer, die regelmäßig kleine Datenpakete austauschen, beispielsweise Steuer-, Status- und Sicherheitsdaten. Mit steigender Gerätedichte können deshalb Latenz, Jitter und Paketverluste zunehmen. Besonders bei AGVs und mobilen Robotern kann dies die Funktion und Verfügbarkeit beeinträchtigen.

OFDMA verteilt die Funkkapazität

Mit OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) führt Wi-Fi 6 ein Verfahren ein, das die verfügbare Übertragungskapazität effizienter verteilt. Dazu wird ein WLAN-Kanal in sogenannte Resource Units unterteilt, sodass mehrere Geräte innerhalb desselben Zeitschlitzes parallel Daten austauschen können. Insbesondere in großen WLAN-Netzwerken mit zahlreichen Teilnehmern kann dies die Latenz verringern, die Vorhersagbarkeit verbessern und helfen, die Übertragungskapazität effizienter zu nutzen.

Ergänzt wird OFDMA durch BSS Coloring. Dieser Mechanismus kennzeichnet WLAN-Zellen, sodass Endgeräte zwischen der eigenen und benachbarten

Bilder: Phoenix Contact



Das WLAN-Portfolio von Phoenix Contact umfasst Client-Module und Access Points nach Wi-Fi 6/6E für die Frequenzbänder bei 2,4 GHz, 5 GHz und 6 GHz

Funkzellen unterscheiden können. Dadurch müssen sich überlappende Netze weniger stark gegenseitig blockieren. Das erhöht die nutzbare Kanalzeit und ist besonders in Produktionsumgebungen mit vielen Access Points von Vorteil.

Ein weiterer Mechanismus ist Spatial Reuse. Dabei können Endgeräte unter bestimmten Bedingungen auch dann senden, wenn ein Funkkanal bereits verwendet wird. Voraussetzung ist, dass die empfangene Signalleistung unter einem definierten Schwellenwert liegt. So lässt sich der verfügbare Frequenzraum mehrfach nutzen, ohne die Funkkommunikation unzulässig zu beeinträchtigen. Besonders in Produktionshallen mit klar strukturierten Funkzellen verbessert Spatial Reuse die Skalierbarkeit des WLAN-Netzes.

Robuste Verbindungen und koordinierte Übertragung

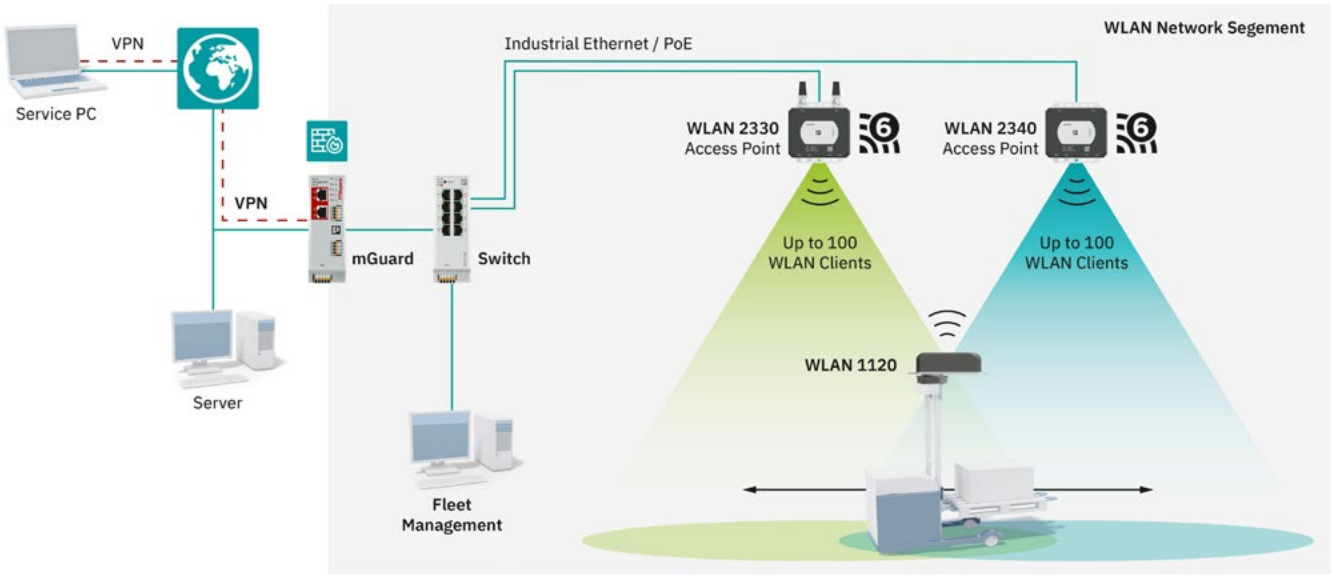
IEEE 802.11ax verwendet unter anderem ein geringeres Carrier Spacing. Die Änderungen an der Signalübertragung sollen die Robustheit der Funkverbindung verbessern, insbesondere bei Mehrwegeausbreitung. Diese tritt in industriellen Umgebungen häufig auf, da Metallstrukturen und andere reflektierende Flächen die Funksignale auf unterschiedlichen Wegen zum Empfänger gelangen lassen.

Wi-Fi 6 bietet damit zusätzliche Möglichkeiten, die Funkkommunikation auch dort zuverlässiger zu gestalten, wo bereits zahlreiche andere Funknetze die verfügbaren Kanäle belegen.

Darüber hinaus erlaubt die Funktion Target Wake Time (TWT), Kommunikationszeiten zwischen Access Point und Clients zu koordinieren. Statt ausschließlich auf einen zufallsabhängigen Kanalzugriff zu setzen, können die Geräte vereinbarte Zeitfenster für ihre Kommunikation nutzen. Das kann Konflikte beim Kanalzugriff verringern und eröffnet Möglichkeiten für eine besser planbare Funkübertragung, insbesondere bei Anwendungen mit festgelegten Kommunikationszyklen.

Für eine deterministische Datenübertragung in Echtzeit sorgt TWT allerdings nicht. Die Funktion wird bislang nicht für einen entsprechend synchronisierten Datenaustausch eingesetzt. Perspektivisch könnte sie jedoch die Entwicklung von Lösungen unterstützen, die beispiels-

>>>



Die WLAN-Client-Module der Produktfamilie FL WLAN 1000 unterstützen schnelles Roaming beim Wechsel zwischen Funkzellen. Davon profitieren insbesondere AGVs und mobile Roboter.

	ETSI - EU	5925 - 6425 - Proposed 500 Megahertz																								
	Radio Band	UNII-5																								
24	20 MHz	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	93	24
12	40 MHz	3		11		19		27		35		43		51		59		67		75		83		91		12
6	80 MHz	7				23				39				55				71				87				6
3	160 MHz	15								47								79								3

Das 6-GHz-Band stellt in Europa 24 zusätzliche, nicht überlappende WLAN-Kanäle mit jeweils 20 MHz Bandbreite bereit



Das Wi-Fi-6/6E-Portfolio von Phoenix Contact umfasst industrielle WLAN-Module und Access Points

weise eine stärker deterministische, mit Profinet synchronisierte Datenübertragung ermöglichen.

6-GHz-Kanäle und Netzwerksicherheit

Mit Wi-Fi 6E wird das bislang wenig genutzte 6-GHz-Band für WLAN erschlossen. In Europa stehen damit 24 zusätzliche, nicht überlappende 20-MHz-Kanäle zur Verfügung. Da dieses Frequenzband ausschließlich neueren WLAN-Geräten mit dementsprechender Unterstützung vorbehalten ist, entfallen Einschränkungen, die sonst aufgrund der notwendigen Abwärtskompatibilität mit älteren WLAN-Standards entstehen.

Für industrielle Anwendungen bedeutet dies zusätzliche Übertragungskapazität, eine einfachere Kanalplanung, weniger Interferenzen und eine klarere Funkzellenauslegung. Das gilt insbesondere für Produktionshallen und Logistikzentren mit hoher Funkdichte. Einschränkende Mechanismen wie die dynamische Frequenzwahl DFS (Dynamic Frequency Selection), die im 5-GHz-Band relevant sind, kommen im 6-GHz-Band nicht zum Tragen. Allerdings ist dessen praktischer Einsatz im Wesentlichen auf Innenräume begrenzt. Für WLAN-Netze im Außenraum ist das Frequenzband nicht nutzbar.

Neben der Übertragungsleistung spielt die Netzwerksicherheit eine zentrale Rolle. Wi-Fi 6/6E unterstützt den Sicherheitsstandard WPA3 (Wi-Fi Protected Access 3), der verbesserte Verschlüsselungs- und Authentifizierungsverfahren sowie Schutzmechanismen gegen Brute-Force-Angriffe bietet. In Verbindung mit industriellen WLAN-Modulen, einer rollenbasierten Konfiguration und einer eindeutigen Netzsegmentierung lassen sich drahtlose Netze in übergeordnete Sicherheitskonzepte einbinden. Dies ist insbesondere für sicherheitskritische Anwendungen und Maschinen relevant, die den Anforderungen des europäischen Cyber Resilience Act (CRA) entsprechen müssen.

WLAN-Module für mobile Anwendungen

Damit sich die Funktionen von Wi-Fi 6/6E in der industriellen Praxis nutzen lassen, sind dementsprechend ausgelegte und abgesicherte WLAN-Geräte erforderlich. Phoenix Contact

>>>



bietet dafür verschiedene WLAN-Module und Access Points an.

Die Module der Produktfamilie FL WLAN 1000 sind vor allem für den Einsatz als Wi-Fi-6/6E-Clients ausgelegt. Dank eines verbesserten, schnellen Roamings eignen sie sich insbesondere für mobile Anwendungen wie AGVs und autonome mobile Roboter. Beim Wechsel zwischen WLAN-Funkzellen können die Geräte ihre Verbindung zügig auf einen anderen Access Point übertragen. Dies ist vor allem in Produktions- und Logistikumgebungen wichtig, in denen sich mobile Maschinen über größere Strecken bewegen und dabei kontinuierlich Daten austauschen müssen.

Alternativ lassen sich die Module als Soft Access Point betreiben. In dieser Betriebsart können sie kleinere WLAN-Netzwerke mit bis zu zehn Teilnehmern versorgen. Allerdings stehen dabei spezifische Funktionen von Wi-Fi 6 wie OFDMA nicht zur Verfügung. Dank Triple-Band-Unterstützung lassen sich die Module je nach Produktvariante und Ländereinstellung im 2,4-GHz-, 5-GHz- oder 6-GHz-Band einsetzen.

Im Jahr 2026 führte Phoenix Contact zudem die Access Points der Baureihe WLAN 2300 für Wi-Fi 6 und Wi-Fi 6E ein. Die Geräte unterstützen die Funktionen des Standards IEEE 802.11ax, darunter OFDMA für die parallele Kommunikation mit mehreren Teilnehmern. Damit ergänzen sie die Client-Module zu einer WLAN-Infrastruktur für industrielle Anwendungen mit zahlreichen mobilen und stationären Teilnehmern.

Bei der Entwicklung seiner industriellen Netzwerkprodukte der Baureihe Factoryline setzt Phoenix Contact auf einen nach IEC 62443-4-1 zertifizierten Entwicklungsprozess. Das zugrunde liegende Security-by-Design-Prinzip berücksichtigt Sicherheitsaspekte von Beginn an über den gesamten Produktlebenszyklus.

Ergänzend definiert IEC 62443-4-2 technische Anforderungen an die Cybersicherheit industrieller Automatisierungs- und Steuerkomponenten. Entsprechende Zertifikate des TÜV Rheinland liegen bereits für die Security Router der Produktfamilie mGuard und Geräte der Baureihe WLAN 2000 vor. Für die neuen WLAN-Produkte mit Wi-Fi 6/6E war zum Redaktionsschluss eine Gerätezertifizierung gemäß IEC 62443-4-2 im Laufe des Jahres 2026 vorgesehen.

Die europäische Ausprägung der IEC 62443-4-2, die sich noch in der Entwicklung befindet, könnte künftig als harmonisierte Norm zur Erfüllung der Anforderungen des CRA dienen. Regelmäßige Firmware-Updates sollen zudem sicherstellen, dass sich die Geräte aktualisieren und an neue Sicherheitsanforderungen anpassen lassen.

Fazit: Funknetze gezielt auslegen

Wi-Fi 6 verbessert die Nutzung vorhandener Funkkanäle, während Wi-Fi 6E zusätzliche Frequenzressourcen erschließt. Davon profitieren insbesondere industrielle Anwendungen mit zahlreichen Teilnehmern und zeitkritischer Kommunikation. Entscheidend bleiben jedoch eine sorgfältige Funknetzplanung, geeignete WLAN-Komponenten und ein Sicherheitskonzept, das sowohl die Funkverbindung als auch die angeschlossenen Geräte berücksichtigt. ■

www.phoenixcontact.com/wireless

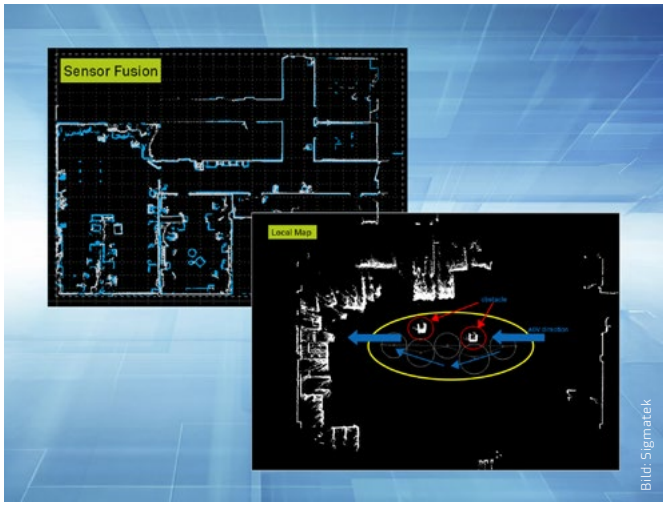
4.0 TO GO

OFDMA ermöglicht mehreren WLAN-Geräten die parallele Nutzung eines Funkkanals.

Target Wake Time koordiniert Kommunikationszeiten, sorgt aber nicht für eine deterministische Echtzeitübertragung.

Die Module FL WLAN 1000 unterstützen im Soft-Access-Point-Modus bis zu zehn Teilnehmer, jedoch kein OFDMA.

Neue Funktionen zur Roboternavigation



Slamloc verknüpft Laserscannerdaten für die Verortung und Navigation autonomer Fahrzeuge

Sigmatek hat die Echtzeit-Verortungssoftware Slamloc um Funktionen zur Navigation autonomer mobiler Roboter (AMR) und fahrerloser Transportsysteme (Automated Guided Vehicles, AGVs) ergänzt. Die Software führt die Daten mehrerer Laserscanner eines Fahrzeugs zusammen. So entsteht eine gemeinsame Umgebungskarte, mit der sich die Position bestimmen und Fahrwege planen lassen.

Neu ist Minimap, eine auf Abruf verfügbare lokale Karte. Sie bildet die unmittelbare Fahrzeugumgebung mit den aktuell erkannten Hindernissen in Echtzeit ab. Taucht auf der vorgesehenen Route ein Hindernis auf, können anhand der Daten kurzfristig alternative Fahrwege berechnet werden.

Für die räumliche Überwachung der Fahrstrecke stellt Sigmatek zudem die Software AGV Automation Visionary 3-D vor. Sie ergänzt die zweidimensionale Laserscanner-Navigation um dreidimensionale Messungen. Damit sollen sich auch Hindernisse erfassen lassen, die außerhalb der üblichen 2-D-Scanebene liegen.

Die 3-D-Lösung arbeitet laut Herstellerinformationen mit einer oder zwei Visionary-T-Mini-Kameras von Sick. Als Anwendungsfälle nennt Sigmatek kleine Gegenstände auf Fahrwegen, Treppen und Abstufungen, offene Aufzugsschächte sowie Gabeln von Flurförderzeugen.

WEITERE INFORMATIONEN



EXPANDED BEAM MULTIFIBER EBM®

Wenn Staub und häufiges Stecken kritisch werden. Hochzuverlässige Glasfaserverbindungen – selbst in extremer Umgebung.

Die Expanded Beam Multifiber Steckverbinder von Rosenberger nutzen eine linsenbasierte Technologie ohne direkten Kontakt der Faserendflächen. Das ermöglicht zuverlässige optische Verbindungen auch unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen.

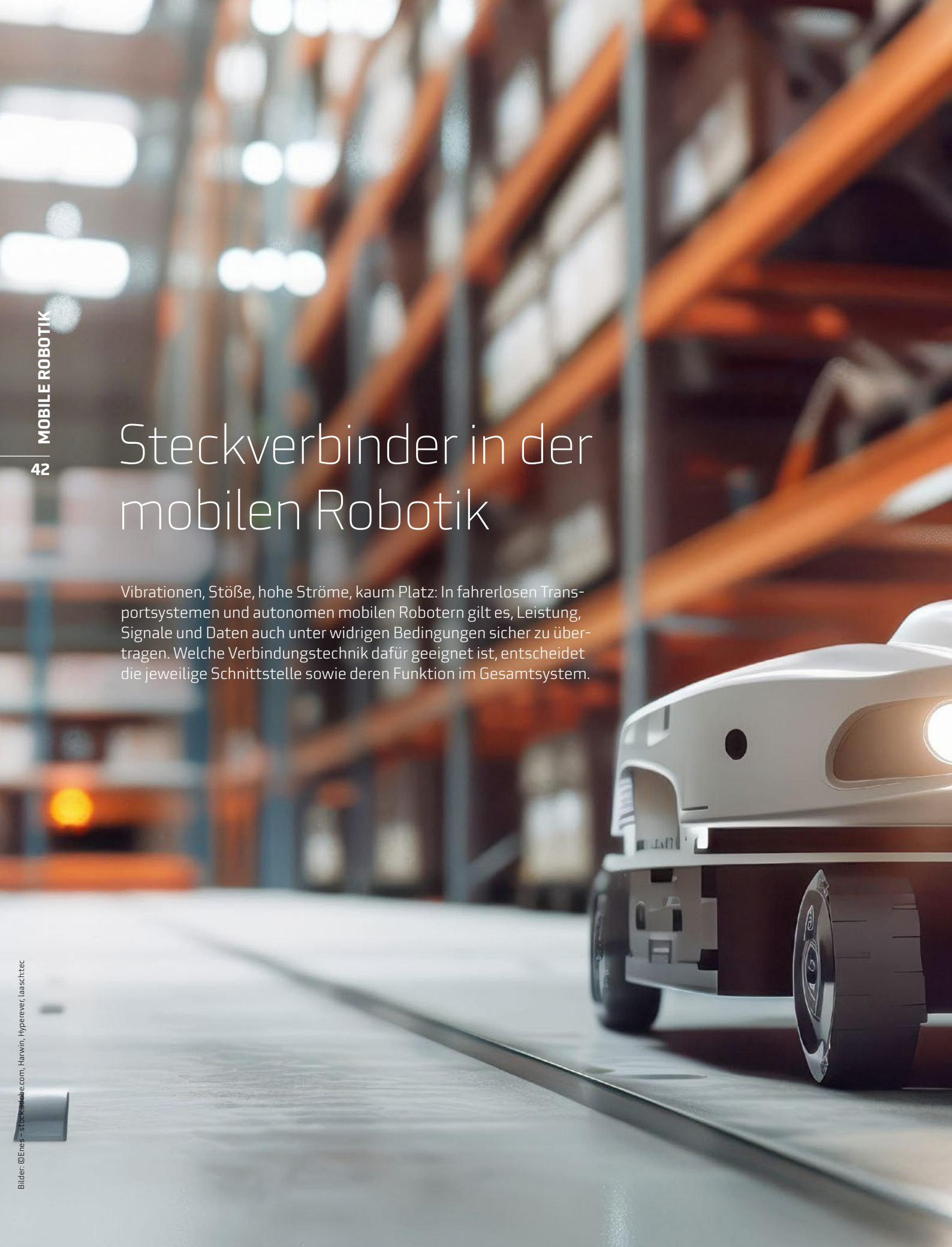
- Robust gegenüber Staub, Schmutz, Vibrationen und Feuchtigkeit
- Ausgelegt für häufige Steckzyklen
- Hohe Packungsdichte und hohe Datenraten
- Einfaches Handling durch Plug-and-Play

www.rosenberger.com/ebm

Rosenberger

Steckverbinder in der mobilen Robotik

Vibrationen, Stöße, hohe Ströme, kaum Platz: In fahrerlosen Transportsystemen und autonomen mobilen Robotern gilt es, Leistung, Signale und Daten auch unter widrigen Bedingungen sicher zu übertragen. Welche Verbindungstechnik dafür geeignet ist, entscheidet die jeweilige Schnittstelle sowie deren Funktion im Gesamtsystem.



Bilder: ©Eneş – stockadobe.com, Harwin, Hyperevver, laaschtec



Die Anforderungen innerhalb eines AGV oder AMR unterscheiden sich je nach Funktion erheblich; die Auswahl orientiert sich an Strombelastung, Bauraum, Datenübertragung und mechanischer Beanspruchung der jeweiligen Baugruppe

Im Gegensatz zu stationären Automatisierungsanlagen arbeiten fahrerlose Transportsysteme (Automated Guided Vehicles, AGVs) und autonome mobile Roboter (AMR) unter permanent wechselnden mechanischen Belastungen. Fahrten über Hallenböden, Fugen oder Rampen erzeugen ebenso Schwingungen wie Beschleunigungs- und Bremsvorgänge. Hinzu kommen Stoßbelastungen beim Andocken an Ladestationen oder beim Lastwechsel. Diese Einflüsse wirken unmittelbar auf Leiterplatten, Kabelbäume und Steckverbinder ein.

Kompakte und mittelgroße Systeme nutzen häufig 24- oder 48-V-Gleichspannungsnetze mit zusätzlichen Versorgungsschienen für Sensorik, Steuerungen und Sicherheitseinrichtungen. Gleichzeitig verteilt sich die Rechenleistung auf mehrere Elektronikmodule. Während ein zentraler Rechner Navigation und Umfelderkennung übernimmt, steuern dezentrale Baugruppen Fahrantriebe, das Batteriemanagement, Sicherheitsfunktionen oder Aktoren. Lidar, Kameras und Diagnoseschnittstellen kommunizieren zunehmend über Ethernet-basierte Netzwerke. Damit wächst zum einen die Zahl elektrischer Verbindungen; zum anderen unterscheiden sich auch ihre Aufgaben erheblich: Hochstrompfade versorgen Motorregler und Leistungselektronik, während die empfindlichen Sensoren stabile Signale und störungsarme Datenkanäle benötigen. Die Auswahl eines Steckverbinders richtet sich deshalb nicht allein nach Stromtragfähigkeit oder Kontaktzahl, sondern nach den mechanischen und elektrischen Randbedingungen der jeweiligen Funktion.

Typische Ausfallursachen entstehen dabei schleichend. Mikrobewegungen zwischen Kontaktflächen können Fretting-Korrosion verursachen und den Übergangswiderstand erhöhen. Bei Leistungsverbindungen führt dies zu zusätzlicher Erwärmung und Spannungsabfall, bei Datenleitungen zu instabilen Verbindungen oder Kommunikationsfehlern. Ebenso kritisch wirken unzureichend gesicherte Steckverbinder oder fehlende Zugentlastungen, weil Kabelbewegungen Kräfte direkt auf Kontakte, Crimpverbindungen oder Lötstellen übertragen.

Kontakte richtig auslegen

Die beschriebenen Belastungen bestimmen die konstruktiven Eigenschaften eines Steckverbinders unmittelbar. Im Mittelpunkt steht zunächst die Kontaktstabilität. Mehrfingerkontakte erzeugen multiple parallele Kontaktpunkte und halten den elektrischen Übergang auch dann aufrecht, wenn Vibrationen oder geringe Relativbewegungen einzelne Kontaktstellen kurzfristig beeinflussen. Dadurch sinkt das Risiko intermittierender Verbindungen und eines steigenden Kontaktwiderstands.

Ebenso wichtig ist die Federkraft der Kontakte. Sie muss Schwingungen dauerhaft ausgleichen, darf jedoch weder den Steckvorgang erschweren noch den Verschleiß erhöhen. Kontaktgeometrie, Federwerkstoff und Oberflächenbeschichtung sind deshalb als konstruktive Einheit zu sehen. Vergoldete Kontaktflächen tragen insbesondere bei kleinen Signalströmen dazu bei, stabile elektrische Eigenschaften über lange Betriebszeiten zu erhalten.

Zur Betriebssicherheit gehört außerdem eine zuverlässige Verriegelung. Schraubverbindungen oder vergleichbare Sicherungssysteme verhindern, dass sich Steckverbinder infolge mechanischer Belastungen oder Servicearbeiten lösen. Zugentlastungen vermeiden zusätzlich, dass Kräfte aus dem Kabelbaum unmittelbar auf Kontakte oder Leiterplatten wirken. Mit steigenden Datenraten rückt die Signalintegrität in den Fokus. Ethernet-Verbindungen für Kameras, Lidar oder Diagnosedaten lassen sich nicht isoliert betrachten. Erst das Zusammenspiel aus Steckverbinder, Leiterplatte, Kabel, Schirmung und

STECKVERBINDER UNTER PRAXISBEDINGUNGEN QUALIFIZIEREN

Datenblätter liefern wichtige Kenndaten, ersetzen jedoch keine Validierung im späteren Einsatz. Für AGVs und AMR sollte deshalb stets die komplette Verbindung betrachtet werden, einschließlich der Kabel, Schirmung, Leiterplattenübergänge und Montage.

Typische Prüfungen umfassen:
- Vibrations- und Stoßtests in mehreren Achsen,
- Temperaturwechsel-, Feuchte- und Alterungsprüfungen,
- Messung des Kontaktwiderstands vor und nach der Belastung,
- Steck- und Ziehzyklen,
- Strom-/Temperaturanstieg unter realer Kontaktbelegung,
- Funktionsprüfung von Datenverbindungen unter mechanischer Belastung,
- Bewertung von Schirmung und Masseführung,
- Prüfung der Verbindung unter Verschmutzung, Reinigungsmedien und Servicebeanspruchung.

Für Steckverbinder kommen unter anderem Prüfverfahren der Normenreihe EIA-364 zum Einsatz. Auf der Ebene des Gesamtsystems definiert ISO 3691-4 sicherheitsrelevante Anforderungen für fahrerlose Flurförderzeuge einschließlich AGVs und AMR. Entscheidend bleibt jedoch die Validierung der vollständigen Verbindung unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen.

Masseführung bestimmt die Übertragungsqualität. Gleichzeitig beeinflussen Motorumrichter, DC/DC-Wandler und Ladeeinrichtungen die elektromagnetische Umgebung. Eine saubere Schirmungsanbindung und definierte Rückstrompfade gewinnen dadurch ebenso an Bedeutung wie die eigentliche Kontakttechnik.

Weiterhin fließen thermische Randbedingungen in die Auslegung ein. Die zulässige Strombelastung hängt von Leiterquerschnitt und Kontaktbelegung ab; ebenso von Umgebungstemperatur und Lastprofil. Entwickler sollten daher reale Spitzenlasten bewerten und nicht allein den Nennstrom einzelner Kontakte zugrunde legen.

Die Auswahl eines Steckverbinders entwickelt sich damit von einer Bauteilentscheidung zu einer Abwägung mechanischer, elektrischer und thermischer Eigenschaften innerhalb der Architektur des Gesamtsystems.

Vom Sensor bis zum DC-Bus

Die Anforderungen innerhalb eines AGV oder AMR unterscheiden sich je nach Funktion erheblich. Dementsprechend kommt in der Praxis keine universelle Steckverbinderlösung zum Einsatz; die Auswahl orientiert sich stattdessen an Strombelastung, Bauraum, Datenübertragung und mechanischer Beanspruchung der jeweiligen Baugruppe.

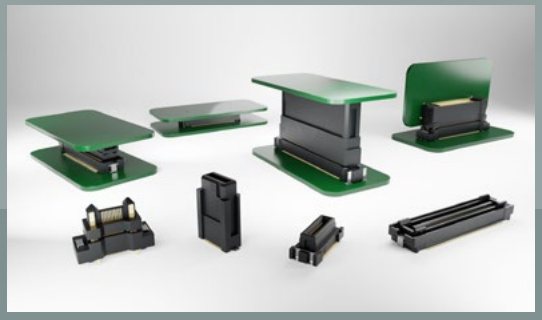
Sensoren, Kameras, Lidar-Einheiten oder eingebettete Steuerungen fordern vor allem kompakte Abmessungen und geringe Masse. An beweglichen Sensorköpfen erhöht jedes zusätzliche Gramm die mechanische Last. Gleichzeitig müssen die Verbinder Vibrationen und wiederholte Bewegungen dauerhaft überstehen. Dafür eignen sich kompakte Hochzuverlässigkeits-Steckverbinder wie die Gecko-Serie von Harwin. Mehrfingerkontakte, Schraubverriegelungen und ihre geringe Baugröße unterstützen eine stabile Signalübertragung auch unter dynamischen Belastungen.

Für Schnittstellen, die neben Signalen auch höhere Ströme führen müssen, bieten sich innerhalb der Datamate-Familie die sogenannten Mix-Tek-Ausführungen an. Sie kombinieren unterschiedliche Kontaktarten in einem gemeinsamen Gehäuse. Entwickler können damit Leistungs- und Signalkontakte platzsparend in einer Schnittstelle zusammenführen, anstatt dafür getrennte Steckverbinder vorzusehen.

Use Case: Hohe Ströme auf engem Raum

Wie sich diese Anforderung in einer realen mobilen Plattform auswirkt,

>>>



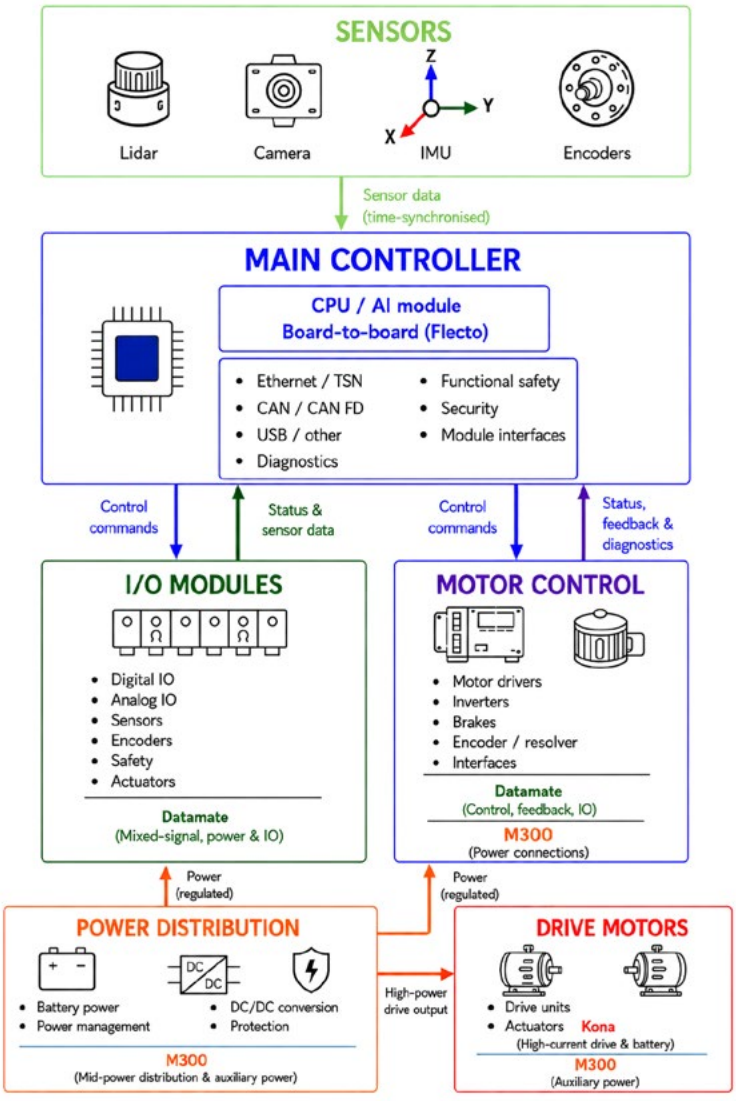
Flecto-Steckverbinder gleichen Positionsabweichungen zwischen Leiterplatten aus. Die Floating-Konstruktion reduziert Spannungen und erleichtert die Montage kompakter Elektronikbaugruppen.



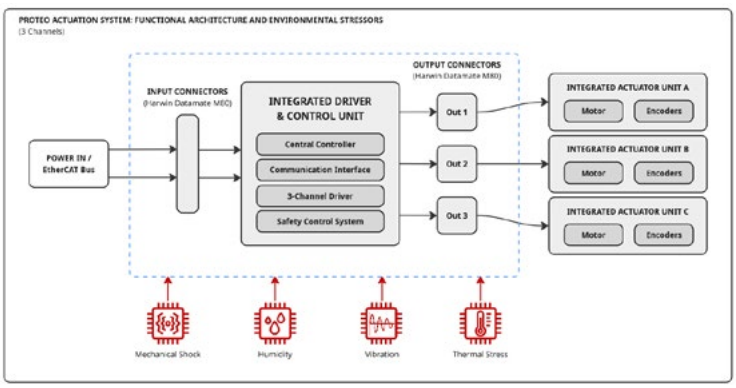
Datamate Mix-Tek M80 im Proteo-Roboter: Leistungs- und Signalkontakte sowie hohe Stromtragfähigkeit auf engem Bauraum



Multi-Finger-Kontakte und mechanische Verriegelung der Gecko-Steckverbinder unterstützen stabile Verbindungen unter Vibrationsbelastung.



Vom Sensor bis zum Antrieb unterscheiden sich die Anforderungen an Steckverbinder erheblich. Harwin-Familien an den typischen Schnittstellen eines AGV oder AMR nach Signalübertragung, Leistungsbedarf und Einbausituation.



Datamate Mix-Tek M80 in der Proteo-Baugruppe

zeigt der Istanbuler Robotikentwickler Hyperever. Dessen vierbeiniger mobiler Roboter namens Proteo nutzt einen M80-Steckverbinder aus Harwins Datamate-Familie in der Leistungsversorgung des Antriebssystems. Nach Angaben von Hyperever gab vor allem das Verhältnis von Stromtragfähigkeit zu benötigtem Bauraum den Ausschlag für M80, darüber hinaus die Möglichkeit, Leistungs- und Signalkontakte in einer kompakten Steckverbindung zu kombinieren. Gerade im Antrieb ist das relevant, denn dort müssen Entwickler hohe Ströme übertragen, während Mechanik, Elektronik und Verkabelung um begrenzten Bauraum konkurrieren.

Neben der elektrischen Leistungsdichte war den Ingenieuren die mechanische Ausführung der Schnittstelle wichtig. M80-Varianten sind mit Floating Jackscrews erhältlich – schwimmend gelagerten Befestigungsschrauben. Ihr konstruktives Spiel erleichtert das Ausrichten der Steckverbinderteile und kann Positionstoleranzen bei der Montage aufnehmen. Nach dem Verschrauben sichern die Jackscrews die gesteckte Verbindung mechanisch. Für eine Plattform wie Proteo, deren Laufbewegung Elektronik und Verkabelung wiederholt mechanisch anregt, ist eine so gesicherte Steckverbindung relevant.

Die Auswahl anhand von Datenblattspezifikationen allein genügt jedoch nicht. Hyperever hat die Verbindung bereits thermisch im Gesamtsystem untersucht. Mechanische Tests stehen noch aus. Gerade bei hochstrombelasteten Schnittstellen ist diese Trennung wichtig: Nennstrom, Kontaktwiderstand und zulässige Temperatur bilden die Grundlage für die Vorauswahl; die tatsächliche Erwärmung hängt jedoch auch von Kontaktbelegung, Leiterquerschnitt, Umgebungstemperatur, Wärmeabfuhr und Einbausituation ab. Erst die Verifikation im konkreten Aufbau zeigt daher, ob die gewählte Schnittstelle unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen mit ausreichend thermischer Reserve ausgestattet ist.

Proteo bewegt sich auf vier Beinen statt auf Rädern und unterscheidet sich damit konstruktiv von klassischen AGVs und vielen industriellen AMR. Die zugrunde liegende Aufgabe für die Verbindungstechnik bleibt jedoch vergleichbar: elektrische Leistungsdichte, Bauraum und mechanische Belastungen müssen gemeinsam berücksichtigt werden. Welche Steckverbinderfamilie sich eignet, entscheidet deshalb das Lastprofil der jeweiligen Baugruppe. Für mittlere Ströme kann dies etwa zu Harwins M300 führen; bei besonders stromintensiven Schnittstellen rückt die Kona-Serie in den Fokus.

Eine Sonderstellung nehmen Board-to-Board-Verbindungen ein. Dicht bestückte Elektronikmodule reagieren empfindlich auf Fertigungstoleranzen oder geringe Verwindungen beim Zusammenbau. Floating-Steckverbinder wie Flecto gleichen Positionsabweichungen zwischen Leiterplatten in mehreren Achsen aus und reduzieren dadurch mechanische Spannungen auf Kontakte und Leiterplatten. Das erleichtert die Montage kompakter Rechner- und Steuerbaugruppen und erhöht ihre Langzeitzuverlässigkeit.

Die Auswahl orientiert sich damit konsequent an der Funktion innerhalb der Systemarchitektur: Entscheidend ist das Zusammenspiel aus Kontakttechnik, Strombelastbarkeit, Verriegelung, Bauraum und mechanischer Beanspruchung.

Zuverlässigkeit liegt im Detail

Steckverbinderausfälle liegen oft nicht im Kontakt selbst begründet, häufig entstehen sie infolge ungeeigneter Integration. Eine wirksame Zugentlastung verhindert beispielsweise, dass Kräfte aus Kabelbewegungen unmittelbar auf Crimpverbindungen, Kontakte oder Lötstellen wirken. Ebenso sollten Leiterplattensteckverbinder schwere oder steife Kabelstränge nicht allein tragen. Zusätzliche Befestigungen entlasten die Verbindung und verlängern ihre Lebensdauer.

Ebenso wichtig ist die Leitungsführung. Leistungsleitungen für Fahrantriebe oder Ladeeinrichtungen sollten mit ausreichendem Abstand zu Ethernet-, Kamera- oder Encodersignalen verlaufen. Eine definierte Schirmungsanbindung und Masseführung reduziert elektromagnetische Einkopplungen und stabilisiert die Datenübertragung.

Leistungsverbindungen erfordern darüber hinaus eine thermische Betrachtung unter realen Betriebsbedingungen. Kontaktbelegung, Leiterquerschnitt, Umgebungstemperatur und Lastprofil beeinflussen den Temperaturanstieg ebenso wie kurzzeitige Stromspitzen beim Beschleunigen oder beim Heben einer Last. Die Auslegung sollte sich deshalb am tatsächlichen Einsatzprofil orientieren.

Schließlich erfüllen Verriegelungen ihre Aufgabe nur, wenn sie vollständig montiert und im Servicefall gut zugänglich bleiben. Eindeutige Kodierungen erleichtern zusätzlich die Montage und Wartung und vermeiden Fehlsteckungen.

Fazit: Vom Bauteil zur Architektur

Mit zunehmender Autonomie, wachsender Sensorzahl und steigender Leistungsdichte gewinnt die Verbindungstechnik weiter an Bedeutung. Steckverbinder übertragen längst nicht mehr nur Strom oder Signale, sondern beeinflussen auch Signalintegrität, thermisches Verhalten und Wartbarkeit. Für Entwickler rückt damit weniger der einzelne Steckverbinder als vielmehr dessen Aufgabe innerhalb der Systemarchitektur in den Mittelpunkt. Erst die abgestimmte Auslegung von Kontakttechnik, Mechanik und Integration schafft die Voraussetzungen für einen dauerhaft zuverlässigen Betrieb mobiler Robotik. ■

www.harwin.com

4.0 TO GO

Vibrationen und Stöße setzen zuverlässige Kontaktierung und mechanische Sicherung voraus.

Die Funktion der Schnittstelle bestimmt Stromtragfähigkeit, Kontaktanordnung und Forderungen an die Signalintegrität.

Kombinierte Leistungs- und Signalkontakte ermöglichen sehr kompakte Schnittstellen bei hohen Strömen.

ABB erweitert Robotersoftware um KI-Training



Der AI-Robot-Trainer nutzt reale Bilder aus der Fertigung, um KI-Modelle für die industrielle Bildverarbeitung schnell und effizient zu trainieren

ABB Robotics hat seine Bildverarbeitungslösung OmniCore EyeMotion um den AI-Robot-Trainer erweitert. Die neue Software soll das Training von KI-Modellen für die industrielle Bildverarbeitung vereinfachen und deren Einsatz in Roboteranwendungen erleichtern. Anwender sollen KI-Modelle trainieren und an veränderte Produktionsbedingungen anpassen können, ohne sie von Grund auf neu entwickeln zu müssen.

Der AI-Robot-Trainer und OmniCore EyeMotion verbinden Bilderfassung, Training der KI-Modelle, Bereitstellung und Optimierung in einem gemeinsamen Arbeitsablauf. Dafür nutzen die Programme reale Bilder aus der Fertigung sowie synthetische Bilddaten. Auf Basis der Bildverarbeitungsergebnisse plant die Software automatisch kollisionsfreie Roboterbewegungen.

Nach Angaben von ABB lassen sich mit der Lösung die Inbetriebnahmezeiten um bis zu 90 % verkürzen. Dank der automatischen Bahnplanung sollen zudem Taktzeitreduzierungen um bis zu 50 % möglich sein. Ein geführter Arbeitsablauf und ein KI-Chatbot unterstützen Anwender beim Einrichten und Trainieren der Anwendungen.

Die Software richtet sich insbesondere an Systemintegratoren und Automatisierungspartner. Sie soll die Anpassung von Roboteranwendungen an wechselnde Produkte, Lichtverhältnisse, Anlagenlayouts und Objektvarianten erleichtern. ABB zufolge ist die Lösung mit Kameras und Sensoren unterschiedlicher Hersteller kompatibel.

WEITERE INFORMATIONEN

Geregelte Vakuumpumpe für mobile Roboter

Schmalz hat mit der GSP eine elektrisch betriebene Vakuumpumpe für autonome mobile Roboter und die Intralogistik vorgestellt. Sie benötigt eine Versorgung mit 24 V(DC) und erreicht ein Saugvermögen von 50 bis 150 l/min. Anders als pneumatische Ejektoren kommt sie ohne Druckluftversorgung aus und lässt sich deshalb auch an mobilen Greifern



Die GSP regelt ihre Pumpenleistung entsprechend der Dichtheit des angesaugten Werkstücks

einsetzen. Die Steuerung regelt die Drehzahl entsprechend dem benötigten Unterdruck. Bei luftdichten Werkstücken kann die Pumpe stillstehen; treten Leckagen auf, erhöht sie ihre Leistung. Laut Schmalz sinkt der Energiebedarf gegenüber herkömmlichen elektrischen Vakuumerzeugern um bis zu 90 %; der Hersteller nennt in seiner Mitteilung allerdings keine konkreten Messbedingungen für diesen Vergleich.

Die GSP erkennt zudem, ob das Greifgut porös oder luftdicht ist und passt den Volumenstrom an. Das soll etwa bei wechselnden Packstücken und kurzen Greifzyklen helfen.

Zur Steuerungsanbindung bietet die Pumpe IO-Link sowie konventionelle Ein- und Ausgänge. Über IO-Link stellt sie Vakuumwerte und Diagnosedaten der SPS bereit; die angeschlossene Schnittstelle erkennt sie automatisch. Ein Farbdisplay zeigt Prozessdaten vor Ort, über NFC lassen sich Informationen mit einem Smartphone abrufen.

Für batteriebetriebene Fahrzeuge kann der geringere Strombedarf längere Einsatzzeiten ermöglichen. Einsatzfelder sieht der Hersteller in der automatisierten Kommissionierung sowie beim Be- und Entladen von Maschinen.

WEITERE INFORMATIONEN

Steckverbinder: Dauerstrombelastung bis 410 A

Rosenberger hat mit HVS240 und HVS420 zwei geschirmte Hochvoltsteckverbinder für den Anschluss von Elektromotoren in elektrifizierten Fahrzeugen vorgestellt. Beide sind für Betriebsspannungen bis 1200 V(DC) ausgelegt. Mit Kupferleitern verträgt der HVS240 bei 80 °C Dauerströme bis 285 A, der größere HVS420 bis 410 A.



Bild: Rosenberger

Die geschirmten Steckverbinder HVS240 und HVS420 verbinden elektrische Antriebe mit der Hochvoltversorgung

Die Steckverbinder besitzen eine Hochvolt-Interlock-Funktion (HVIL), mit der sich der Zustand der Hochspannungsverbindung überwachen lässt. Eine Isolationsprüfung ist mit 5000 V(DC) vorgesehen. Der spezifizierte Betriebstemperaturbereich reicht von −40 bis +140 °C.

Für den Fahrzeugeinsatz sind beide Ausführungen gemäß LV215-2 und Vibrationsbelastungsstufe IV qualifiziert. Im gesteckten Zustand erfüllen sie unter anderem die Schutzarten IP6K9K gegen Hochdruckwasser und IPX8 gegen Untertauchen unter festgelegten Prüfbedingungen. Damit adressiert Rosenberger elektrische Antriebe, deren Steckverbindungen mechanischen Belastungen und Feuchtigkeit ausgesetzt sind.

Die beiden Baugrößen unterscheiden sich bei den anschließbaren Leiterquerschnitten: HVS240 ist für 16, 25, 35 und 50 mm² ausgelegt, HVS420 für 35, 50, 70 und 95 mm². Bei Verwendung von Aluminiumleitern betragen die spezifizierten Ströme bei 80 °C bis zu 235 A beziehungsweise 317 A. Beide Varianten sind für maximal 50 Steckzyklen konzipiert.

WEITERE INFORMATIONEN

EdgeRX Starter für die Maschinenüberwachung



Bild: DigiKey

EdgeRX Starter kombiniert Sensorerfassung mit KI-gestützter Auswertung für die vorausschauende Instandhaltung

DigiKey bietet den EdgeRX Starter von TDK Sensei für die vorausschauende Instandhaltung industrieller Anlagen an. Nach eigenen Angaben ist das Unternehmen der erste Distributor der Lösung. Diese erfasst Schwingungs- und Temperaturdaten und analysiert Veränderungen im Maschinenverhalten mithilfe Künstlicher Intelligenz.

Die Auswertung soll Muster und Anomalien erkennen, die auf beginnende Störungen hinweisen. Daraus leitet die Lösung Warnhinweise und Handlungsempfehlungen für die Instandhaltung ab. Sie soll Wartungsentscheidungen unterstützen, bevor ein ungeplanter Anlagenstillstand eintritt.

Der Ansatz richtet sich an Industriebetriebe, die Zustandsdaten kontinuierlich erfassen wollen.

WEITERE INFORMATIONEN



MEMS-Sensoren und ihre Belastungsgrenzen

Mikroelektromechanische Beschleunigungssensoren müssen heftige Stöße überstehen und unter anhaltenden Vibrationen verlässlich messen. Nicht nur die Spitzenbeschleunigung, sondern noch weitere Faktoren entscheiden über ihre Belastbarkeit. Für die Auswahl geeigneter Bauteile lohnt deshalb ein genauer Blick auf deren mechanische Konstruktion und die spezifizierten Betriebsbedingungen.

AUTOR Rolf Horn | Applikationsingenieur, DigiKey

Ein MEMS-Beschleunigungssensor (Micro-Electromechanical System), der einem einzelnen Stoß von 10 000 g standhält, muss nicht zwangsläufig auch für den Betrieb unter anhaltenden Vibrationen geeignet sein. Beide Belastungsarten beanspruchen die mikroskopischen Strukturen auf unterschiedliche Weise. Während ein einzelner Stoß vor allem die mechanische Belastbarkeit bei einer kurzzeitigen Spitzenbeschleunigung prüft, können kontinuierliche Schwingungen die Messgenauigkeit beeinträchtigen und auf Dauer Schäden verursachen.

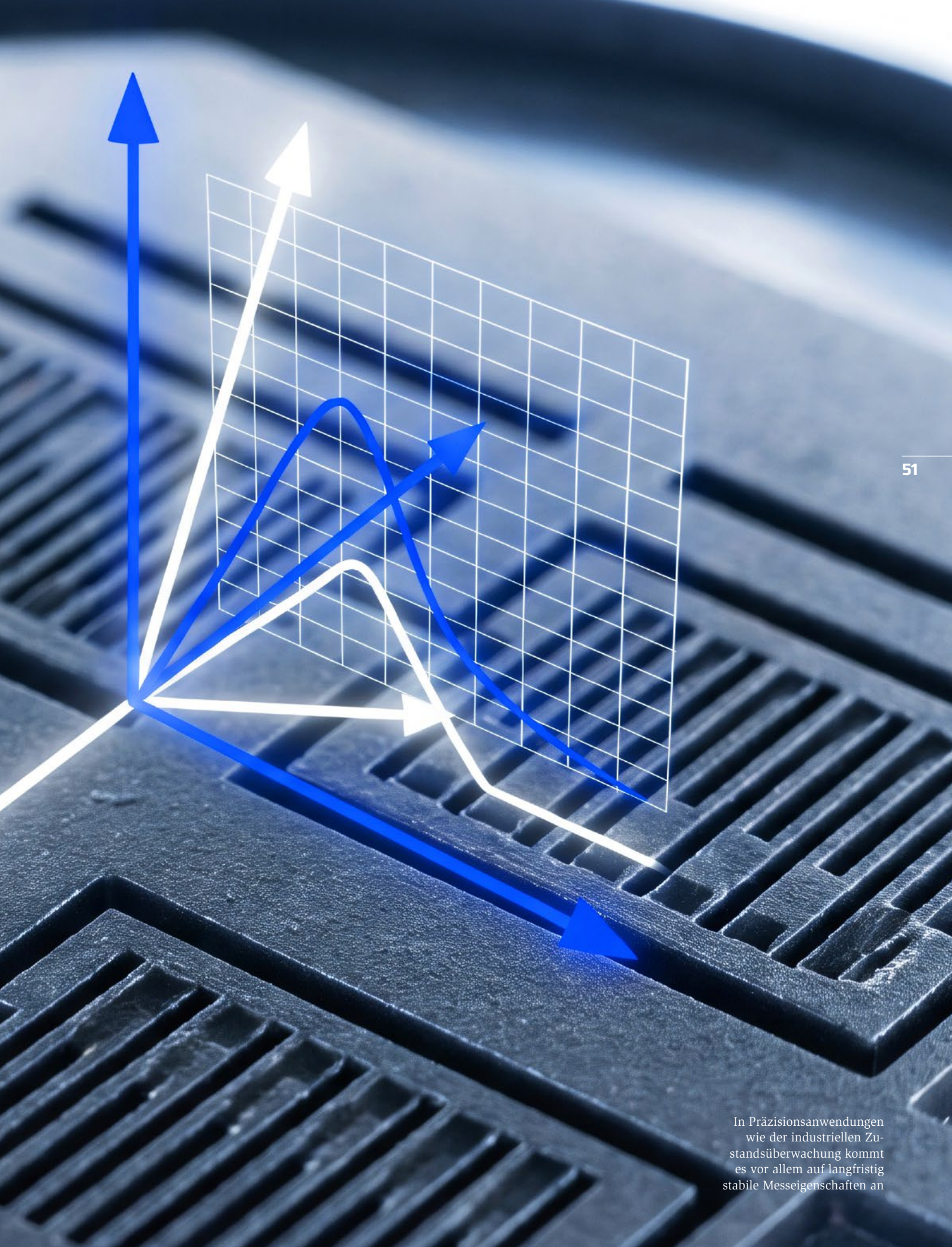
Die spezifizierte Stoßfestigkeit beschreibt, welcher mechanischen Beschleunigungsbelastung ein Sensor unter definierten Prüfbedingungen standhält. Sie erlaubt jedoch keine vollständige Aussage über sein Verhalten im praktischen Einsatz. Selbst eine Komponente mit hoher Stoßfestigkeit kann bei wiederholten Vibrationen von deutlich geringerer Amplitude Schaden nehmen, wenn ihre Konstruktion keine ausreichende Dämpfung oder mechanische Reserve vorsieht.

Während die Vibrationsfestigkeit von der Frequenz, der Amplitude und der Dauer der Schwingungsanregung abhängt, steht bei der Stoßfestigkeit die kurzzeitig auftretende Beschleunigung im Vordergrund. Allerdings reicht auch deren Spitzenwert allein nicht aus, um die mechanische Beanspruchung zu beurteilen. Entscheidend ist außerdem, wie schnell die Beschleunigung ansteigt. Ihre zeitliche Änderungsrate wird als Ruck bezeichnet.

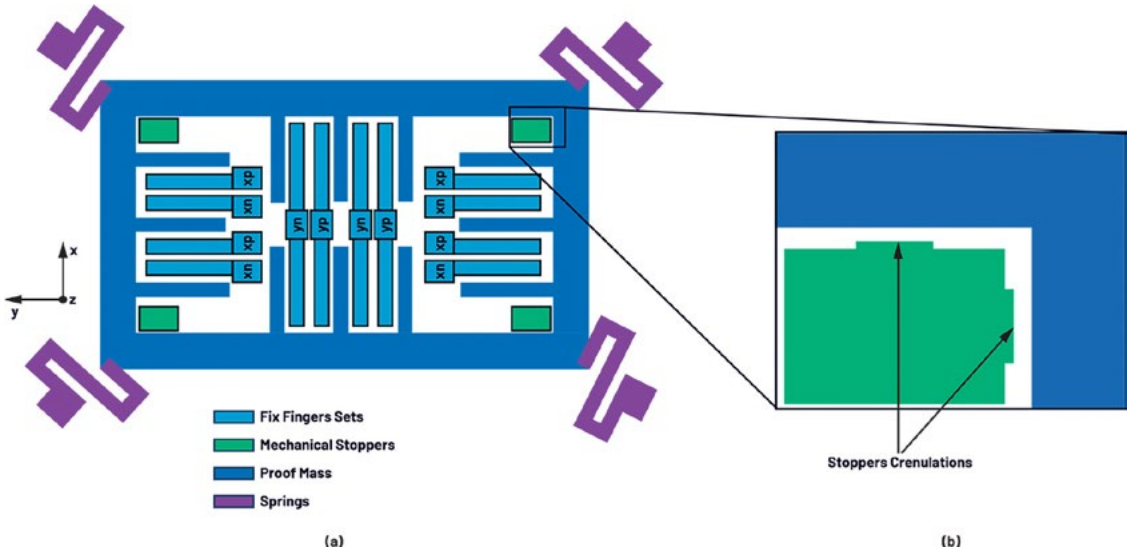
Zwei Stoßereignisse können denselben Beschleunigungsspitzenwert erreichen, die Sensorstruktur aber unterschiedlich stark beanspruchen. Ein allmählich ansteigender Stoß unterscheidet sich mechanisch von einer Belastung, die ihren Maximalwert innerhalb weniger Mikrosekunden erreicht. Besonders relevant ist diese Unterscheidung bei der Unfallerkennung in Fahrzeugen, der Auslösung von Airbags, bei ballistischen Anwendungen und der Munitionsprüfung sowie bei der industriellen Stoßüberwachung. In diesen Anwendungen müssen Beschleunigungssensoren zum Teil sehr kurze Impulse mit steilen Anstiegsflanken überstehen.

>>>

Bilder: ©Rizki zf - stock.adobe.com, Analog Devices



In Präzisionsanwendungen wie der industriellen Zustandsüberwachung kommt es vor allem auf langfristig stabile Messeigenschaften an



Aufbau eines MEMS-Beschleunigungssensors (a) mit vergrößerter Darstellung eines mechanischen Anschlags (b). Die Stopper begrenzen die Auslenkung der Prüfmasse bei starken Stößen und schützen die empfindlichen Sensorstrukturen.

Prüfverfahren für Stoß- und Vibrationsbelastungen

Die verschiedenen Formen mechanischer Beanspruchung spiegeln sich in den Qualifikationsprüfungen wider. Manche Prüfverfahren untersuchen die Widerstandsfähigkeit gegenüber anhaltenden Vibrationen, andere konzentrieren sich auf einzelne Stoßereignisse oder bewerten die Funktionsfähigkeit einer Komponente nach der Belastung. Internationale Normen (siehe **Infokasten**) schaffen dafür definierte Prüfbedingungen und erleichtern den Vergleich verschiedener Bauteile. Hersteller wie Analog Devices ergänzen die standardisierten Qualifikationsprüfungen um Angaben zum Verhalten ihrer Sensoren unter anwendungsspezifischen Belastungen. Dazu zählen insbesondere Stoßereignisse mit sehr kurzen Anstiegszeiten. Bei der Bauteilauswahl sollten Entwickler deshalb nicht nur die maximal zulässige Beschleunigung berücksichtigen, sondern auch die Impulsdauer, das Frequenzspektrum der Schwingungen und die Leistungsmerkmale nach einer mechanischen Belastung.

Die Kombination dieser Angaben erlaubt eine genauere Einschätzung der tatsächlichen Einsatzgrenzen. Ein hoher Stoßfestigkeitswert allein belegt weder die Eignung für lang anhaltende Vibrationen noch die dauerhafte Einhaltung der spezifizierten Messgenauigkeit.

Mechanische Anschläge begrenzen die Auslenkung

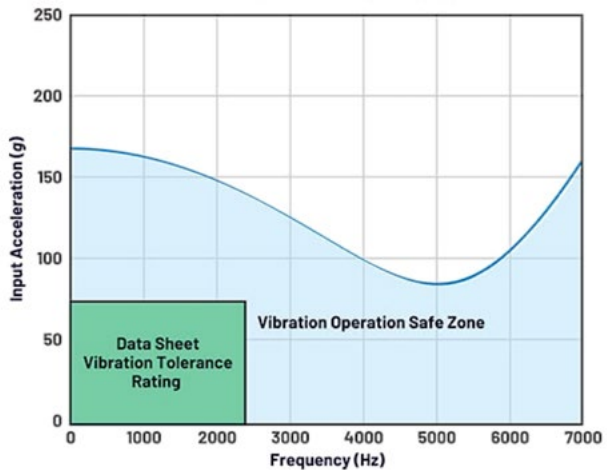
Wie gut ein MEMS-Beschleunigungssensor Stöße und Vibrationen übersteht, hängt wesentlich von seiner mikromechanischen Konstruktion ab. Im Inneren befindet sich eine bewegliche Prüfmasse, die an feinen Federstrukturen aufgehängt ist. Unter Beschleunigung lenkt die Masse gegenüber den feststehenden Sensorelementen aus. Im regulären Messbetrieb bleiben diese Bewegungen gering. Starke Stöße oder Vibrationen können jedoch erheblich größere Auslenkungen hervorrufen und die empfindlichen Strukturen beschädigen.

Eine wichtige Schutzfunktion übernehmen mechanische Anschläge, sogenannte Stopper. Sie begrenzen den Bewegungsweg der Prüfmasse bei hohen Beschleunigungen und verhindern, dass diese emp-

RELEVANTE PRÜFNORMEN

Der Standard MIL-STD-883, Methode 2007, beschreibt Prüfverfahren, mit denen sich das Verhalten von Mikroschaltungen unter sinusförmigen Schwingungen untersuchen lässt. Die Prüfungen erstrecken sich über ein breites Frequenzspektrum und sollen zeigen, ob die Komponenten mechanische Belastungen während des Transports oder im Betrieb überstehen, ohne Schäden oder Leistungseinbußen zu erleiden.

Die Norm IEC 60068-2-27 behandelt dagegen mechanische Stoßprüfungen an elektronischen Bauteilen, Baugruppen und vollständigen Geräten. Sie definiert Prüfverfahren, mit denen sich deren Widerstandsfähigkeit gegenüber kurzzeitigen mechanischen Belastungen bewerten lässt. Solche Stöße können bei Transport und Handhabung ebenso auftreten wie während des Betriebs. Mögliche Folgen sind unterbrochene Leiterbahnen, gelöste Drahtverbindungen oder Risse im Halbleiterchip.



Zulässige Vibrationsbedingungen des MEMS-Beschleunigungssensors ADXL357B in Abhängigkeit von Frequenz und Beschleunigungsamplitude. In der Nähe der mechanischen Eigenresonanz verringert sich die verfügbare Auslenkungsreserve der Prüfmasse.

findliche feststehende Sensorelemente erreicht.

Viele MEMS-Konstruktionen besitzen darüber hinaus mikroskopisch kleine Erhebungen oder zackenförmige Strukturen an den Kontaktstellen. Sie verkleinern die Kontaktfläche, wenn die Prüfmasse bei einem heftigen Stoß gegen einen Anschlag trifft. Das vermindert die Gefahr, dass bewegliche Strukturen aneinanderhaften. Antihaftbeschichtungen können die Adhäsion reduzieren und damit die Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Stößen verbessern.

Allerdings genügt es nicht, wenn der Sensor einen Stoß lediglich ohne sichtbaren Schaden übersteht. Auch danach muss er seine spezifizierten Messeigenschaften einhalten. Eine starke mechanische Belastung kann beispielsweise die Nullpunktabweichung, den Skalierungsfaktor oder das Rauschverhalten verändern. Der Sensor bleibt dann zwar funktionsfähig, liefert aber möglicherweise nicht mehr die geforderte Messgenauigkeit.

Welchen Einfluss die Beschleunigungsänderungsrate haben kann, verdeutlicht ein Vergleich zweier Stoßereignisse. Im ersten Fall steigt die Beschleunigung innerhalb weniger Millisekunden auf einen Spitzenwert von 8000 g. Obwohl dies eine erhebliche Belastung darstellt, kann die Prüfmasse innerhalb der zulässigen mechanischen Grenzen bleiben. Unter diesen Voraussetzungen übersteht der Sensor den Stoß, ohne dass die empfindliche Struktur beschädigt wird.

Im zweiten Fall erreicht die Beschleunigung lediglich 4000 g und bleibt damit deutlich unter einer angenommenen Stoßfestigkeitsgrenze von 10 000 g. Allerdings steigt sie innerhalb weniger Mikrosekunden auf ihren Spitzenwert. In diesem Beispiel überschreitet die Beschleunigungsänderungsrate den zulässigen Wert, sodass eine mechanische Beanspruchung entsteht, die sich aus der Angabe der maximalen Stoßfestigkeit allein nicht erkennen lässt.

Die beiden Szenarien verdeutlichen, weshalb sich die Widerstandsfähigkeit eines MEMS-Sensors nicht allein anhand der maximalen Beschleunigung beurteilen lässt. Ebenso wenig besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem spezifizierten Messbereich und der

>>>

4.0 TO GO

Aus der Stoßfestigkeit allein lassen sich keine verlässlichen Aussagen über die zulässige Vibrationsbelastung ableiten.

Mechanische Anschläge und Dämpfung begrenzen die Beanspruchung der beweglichen Prüfmasse.

Digitale Filter können die Messbandbreite erweitern, nicht aber die mechanische Belastbarkeit erhöhen.

mechanischen Stoßfestigkeit. Entscheidend für die Belastbarkeit ist vielmehr die mechanische Reserve, siehe Infokasten.

Präzisionssensoren und Hoch-g-Sensoren im Vergleich

Die mechanische Auslegung eines Beschleunigungssensors richtet sich wesentlich nach seinem Einsatzzweck. In Präzisionsanwendungen wie dem industriellen Zustandsmonitoring, der Überwachung von Bauwerken oder der Navigationsunterstützung kommt es vor allem auf langfristig stabile Messeigenschaften an. Dafür müssen MEMS-Beschleunigungssensoren und Trägheitssensoren ihre Nullpunktabweichung, ihren Skalierungsfaktor und ihr Rauschverhalten möglichst konstant halten. Selbst wenn ein Stoß keine unmittelbaren mechanischen Schäden verursacht, können sich diese Kenngrößen verändern. Solche Abweichungen beeinträchtigen die Messgenauigkeit und machen unter Umständen eine erneute Kalibrierung oder eine Kompensation auf Geräteebene erforderlich.

Anders liegen die Schwerpunkte bei Hoch-g-Beschleunigungssensoren. Sie werden unter anderem zur Aufprallüberwachung, zur Unfallerkennung und bei der Prüfung von Munition eingesetzt. Dort müssen die Bauteile sehr hohen Beschleunigungen standhalten und auch Belastungen mit extrem kurzen Anstiegszeiten verkraften. Neben der maximalen Beschleunigung ist deshalb die zulässige Beschleunigungsänderungsrate ein wesentliches Konstruktionskriterium.

Während Präzisionssensoren vorrangig auf langfristig stabile Messparameter ausgelegt sind, berücksichtigen Hoch-g-Sensoren stärkere mechanische Auslenkungen bei Stoßereignissen und Vibrationen. Beide Sensortypen müssen ausreichend mechanische Reserven besitzen, nutzen diese aber entsprechend ihren jeweiligen Betriebsbedingungen.

Ein Beispiel für einen Präzisionssensor ist der ADXL357B von Analog Devices. Obwohl sein Messbereich lediglich ±40 g beträgt, kann er wesentlich stärkere mechanische Stöße überstehen. Innerhalb der spezifizierten Vibrationsbedingungen soll er zudem seine Messeigenschaften beibehalten.

Für Entwickler ist daher nicht nur entscheidend, welche Beschleunigungswerte ein Sensor messen kann. Ebenso wichtig ist, wie weit seine interne Prüfmasse ausgelenkt werden darf, bevor mechanische Grenzen erreicht werden und die Genauigkeit oder Zuverlässigkeit leidet.

Schwingungsgrenzen und mechanische Resonanz

Um diese Zusammenhänge genauer zu beschreiben, gibt Analog Devices für bestimmte Beschleunigungssensoren neben der Stoßfestigkeit auch zulässige Vibrationsbedingungen an. Dabei berücksichtigt der Hersteller die mechanische Reserve und deren Abhängigkeit von der Schwingungsfrequenz.

Mechanische Anschläge und Dämpfungselemente erfüllen unterschiedliche Aufgaben. Während die Anschläge die maximale Auslenkung der Prüfmasse begrenzen, vermindert die Dämpfung übermäßige Schwingungen, insbesondere in der Nähe der Eigenresonanz. Beide Konstruktionsmerkmale sollen verhindern, dass die Prüfmasse wiederholt gegen ihre Anschläge trifft. Solche Kontakte können die Messung beeinträchtigen und bei häufiger Wiederholung zu Materialermüdung oder Schäden führen.

Für den ADXL357B beschreibt Analog Devices die zulässigen Vibrationsbedingungen mithilfe einer sogenannten Vibration Operation Safe Zone. Sie kennzeichnet Kombinationen aus Schwingungsfrequenz und Beschleunigung, bei denen der Sensor innerhalb seiner mechanischen Grenzen arbeitet und die Prüfmasse nicht gegen die Anschläge stößt.

Die zulässige Schwingungsamplitude bleibt nicht über das gesamte Frequenzspektrum konstant. In der

MECHANISCHE RESERVE

Die mechanische Reserve eines MEMS-Sensors beschreibt den verfügbaren Spielraum zwischen den regulären Auslenkungen der Prüfmasse und den mechanischen Grenzen, die insbesondere von den Anschlägen bestimmt werden. Ein Beschleunigungssensor kann daher erheblich stärkere Stöße überstehen, als er innerhalb seiner spezifizierten Messspanne erfassen kann.

Auch bei kontinuierlichen Vibrationen spielt diese Reserve eine wesentliche Rolle. Nähert sich die Frequenz der mechanischen Anregung der Eigenresonanz des Sensors, kann sich die Bewegung der Prüfmasse verstärken. Der verfügbare Abstand zu den Anschlägen nimmt dadurch ab. Dies kann selbst dann auftreten, wenn die von außen einwirkende Beschleunigung innerhalb des vorgesehenen Messbereichs liegt.

Nähe der Eigenresonanz verringert sich die mechanische Reserve, da die Prüfmasse bei entsprechender Anregung stärker auslenkt. Die Dämpfung beeinflusst deshalb unmittelbar, welche Vibrationsbelastungen der Sensor im Betrieb verkraftet.

Für den ADXL357B spezifiziert Analog Devices eine Vibrationsprüfung nach MIL-STD-883, Methode 2007, Testbedingung C. Dabei wird der Sensor sinusförmigen Schwingungen mit einer Spitzenbeschleunigung von 70 g ausgesetzt. Die Frequenz durchläuft innerhalb von vier Minuten den Bereich von 20 Hz bis 2 kHz, wobei der Durchlauf viermal je Achse wiederholt wird. Diese Angabe steht im Datenblatt unter den absoluten Grenzwerten und beschreibt keine zulässige Dauerbelastung im Betrieb. Sie verdeutlicht vielmehr, dass sich die mechanische Belastbarkeit eines Beschleunigungssensors nicht allein anhand der maximalen Beschleunigung beurteilen lässt. Auch Frequenz, Dauer und Verlauf der Schwingungsbelastung sind für die Einsatzgrenzen maßgeblich.

Wie wenig die Stoßfestigkeit allein über die Eignung eines Sensors aussagt, zeigt auch der Vergleich verschiedener ADXL-Typen. Sowohl der ADXL357B mit einem Messbereich von ±40 g als auch der ADXL380 mit ±16 g weisen eine mechanische Stoßfestigkeit von 10 000 g auf. Dieselbe Stoßfestigkeit besitzt der für hohe Beschleunigungen ausgelegte ADXL373, dessen Messbereich ±400 g beträgt.

Die drei Sensoren überstehen somit laut Spezifikation dieselbe maximale Stoßbelastung, obwohl sich ihre Messbereiche erheblich unterscheiden. Daraus folgt allerdings nicht, dass sie unter kontinuierlichen Vibrationen dieselben mechanischen Reserven besitzen.

Der ADXL373 ist für deutlich höhere Beschleunigungen ausgelegt und verfügt über eine entsprechend größere mechanische Reserve. Damit kann seine Prüfmasse stärkere Bewegungen ausführen, bevor sie die mechanischen Grenzen erreicht. Das ist insbesondere bei Anwendungen mit hohen oder anhaltenden Vibrationsbelastungen von Bedeutung.

Bei neueren Präzisionssensoren wie dem ADXL380 spielt zudem die digitale Signalverarbeitung eine Rolle. Der Sensor verwendet digitale Entzerrungsfilter, die seine elektrische Bandbreite auf 4 kHz erweitern. Die Filterung kann den nutzbaren Frequenzumfang der Messung vergrößern und die ausgegebenen Messwerte verbessern. An den mechanischen Eigenschaften der Prüfmasse, ihrer Aufhängung und den verfügbaren Auslenkungsreserven ändert sie jedoch nichts.

Damit sind elektrische Bandbreite und mechanische Belastbarkeit getrennt zu betrachten. Ein Sensor kann einen starken Stoß überstehen und Messwerte über ein breites Frequenzspektrum liefern. Wird seine Prüfmasse bei anhaltenden Vibrationen jedoch bis an die mechanischen Grenzen ausgelenkt, bleiben Risiken für die Messgenauigkeit und langfristige Zuverlässigkeit bestehen.

Fazit: Stöße und Vibrationen getrennt bewerten

Für die Auswahl eines MEMS-Beschleunigungssensors müssen Entwickler das tatsächliche mechanische Belastungsprofil der Anwendung berücksichtigen. Neben der Stoßfestigkeit zählen dazu insbesondere die Impulsdauer, die Beschleunigungsänderungsrate und das Frequenzspektrum kontinuierlicher Vibrationen. Bei Präzisionsanwendungen kommt hinzu, dass der Sensor seine spezifizierten Messeigenschaften auch nach starken mechanischen Belastungen einhalten muss.

Normgerechte Prüfungen liefern dafür eine Grundlage. Ergänzende Herstellerangaben zu den zulässigen Vibrationsbedingungen, wie sie Analog Devices für ausgewählte Sensoren bereitstellt, erleichtern die Beurteilung der mechanischen Reserven. ■

www.digikey.de

all about automation



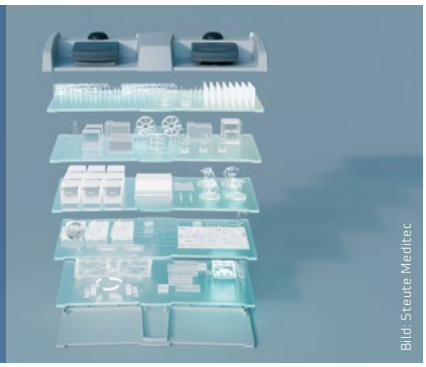
Fachmessen für Industrieautomation

Nächste Termine 2027:

- Berlin 27. + 28. Jan.
- Friedrichshafen 2. + 3. März
- Gorinchem, NL 21. + 22. April
- Heilbronn 12. + 13. Mai
- Hamburg 1. + 2. Juni
- Chemnitz 15. + 16. Sept.
- Graz, AT 21. + 22. Sept.
- Düsseldorf 13. + 14. Okt.

www.allaboutautomation.live

by EASYFAIRS



Das Steute MED Framework (SMF) kombiniert mechanische, elektronische und softwarebasierte Komponenten für medizinische Bedienelemente

Bild: Steute Meditec

Einheitliche Kommunikation für Medizingeräte

Steute Meditec hat mit dem Steute MED Framework (SMF) eine Kommunikationsplattform für medizinische Fußschalter und andere Bedienelemente vorgestellt. Sie ermöglicht den bidirektionalen Austausch von Steuerungs-, Status- und Systemdaten zwischen Bedienelement und Medizingerät. Dabei nutzt das Framework ein gemeinsames Datenmodell für kabelgebundene und drahtlose Verbindungen.

Über abonnierbare Dienste kann das Medizingerät gezielt Informationen zu Betriebszuständen, Ereignissen und möglichen Fehlern abrufen. Die Auswertung dieser Informationen und die Entscheidung über mögliche Systemreaktionen erfolgen weiterhin im Medizingerät. Eine Multipoint-Funktion ermöglicht es, mehrere Bedienelemente an einen gemeinsamen Empfänger anzubinden.

Für die Absicherung der Kommunikation sind Verschlüsselungs- und Authentifizierungsmechanismen sowie signierte Firmware-Updates vorgesehen. Die modulare Hard- und Softwarearchitektur ermöglicht laut Hersteller die Wiederverwendung von Softwaremodulen und die Erweiterung um zusätzliche Funktionen. Automatisierte Codeanalysen, Unit-Tests und Hardware-in-the-Loop-Prüfungen unterstützen die Softwareverifikation. Die Ergebnisse werden mit den jeweiligen Softwareanforderungen verknüpft und dokumentiert.

Zum Marktstart ist das Framework nach Angaben von Steute zunächst für ausgewählte Fußschalter der GPX11-Produktfamilie verfügbar. Weitere Varianten sollen folgen. Die konkrete Integration soll in Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Medizingerätehersteller erfolgen.

WEITERE INFORMATIONEN

Modulare Elektronikgehäuse schützen Mess-, Steuer- und Bediengeräte



Bild: Bopla

Die Gehäuseserie BoNext umfasst Bauformen mit unterschiedlichen Oberflächen und Montageoptionen

Bopla hat die Elektronikgehäuseserie BoNext mit mehr als 300 lagerverfügbaren Varianten vorgestellt. Sie umfasst neun Gehäusegrößen auf der Basis von sieben Grundabmessungen. Die Ausführungen richten sich unter anderem an Entwickler von Mess-, Steuer- und Bediengeräten für Innen- und Außenanwendungen.

Die Gehäuse bestehen aus Polycarbonat der Flammschutzklasse UL 94 V-0. Für das Material nennt Bopla eine f1-Einstufung nach UL 746C für den Außeneinsatz sowie die Erfüllung der Brandschutzanforderungen der DIN EN 45545 in der Gefährdungsstufe HL3.

Geschlossene Gehäuse erreichen ohne zusätzliche Dichtung IP40, Ausführungen mit Lüftungsschlitzen IP30. Drei wählbare Dichtungsvarianten ermöglichen laut Hersteller bei geschlossenen Gehäusen IP66 oder IP68. Für IP68 gibt Bopla eine Eintauchtiefe von 1,2 m und eine Prüfdauer von zwei Wochen an. Die Schutzart ist somit von der gewählten Gehäusekonfiguration abhängig.

Für den Einbau stehen unter anderem Ausführungen mit abgesenkten Flächen für Folientastaturen, angeformten Wandlaschen und Lüftungsschlitzen bereit. Deren Position lässt sich projektspezifisch festlegen. Das Zubehör umfasst VESA- und Mastbefestigungen sowie Druckausgleichselemente.

WEITERE INFORMATIONEN

Temperaturverteilung und Chargen digital erfassen

Jumo hat einen Bildschirmschreiber mit integrierter Temperaturgleichmäßigkeitsprüfung und eine neue Anwendung zur Chargendokumentation präsentiert. Beide Lösungen sollen die Prüfung und Rückverfolgung thermischer Prozesse vereinfachen. Der Logoscreen 700 erfasst Temperaturdaten, wertet diese aus und dokumentiert sie für sogenannte Temperature Uniformity Surveys (TUS). Dabei wird geprüft, wie gleichmäßig sich die Temperatur in einer Wärmebehandlungsanlage verteilt. Die Messdaten dienen als Nachweis für die Qualitätssicherung und können bei Audits herangezogen werden. Die automatisierte Auswertung soll den Aufwand für die Dokumentation reduzieren.

Für die Automatisierungsplattform Varitron stellte Jumo außerdem die Anwendung Process Technology vor. Sie dient der Chargenprotokollierung und der Dokumentation von Fertigungsabläufen.



Bild: Jumo

Der Sicherheitstemperaturbegrenzer Jumo SafetyM TA überwacht sicherheitsrelevante Temperaturen in thermischen Anlagen

Damit lassen sich die Prozessdaten einzelnen Wärmebehandlungen zuordnen und deren Verlauf nachvollziehen. Beide Neuheiten richten sich insbesondere an Härtereien und Betreiber von Thermoprozessanlagen, die Temperaturführung und Chargenrückverfolgung gemeinsam dokumentieren müssen.

WEITERE INFORMATIONEN

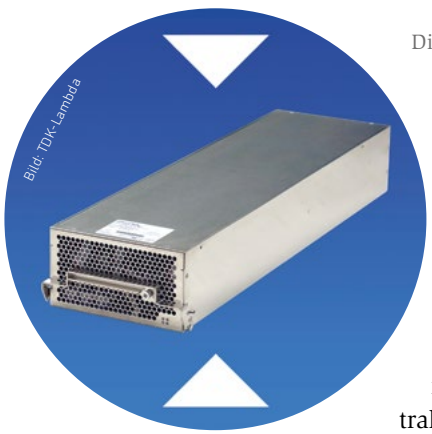


Bild: TDK-Lambda

Die Netzteile sind für Umgebungstemperaturen von -10 bis +40 °C ausgelegt und ermöglichen einen Kaltstart bei -20 °C

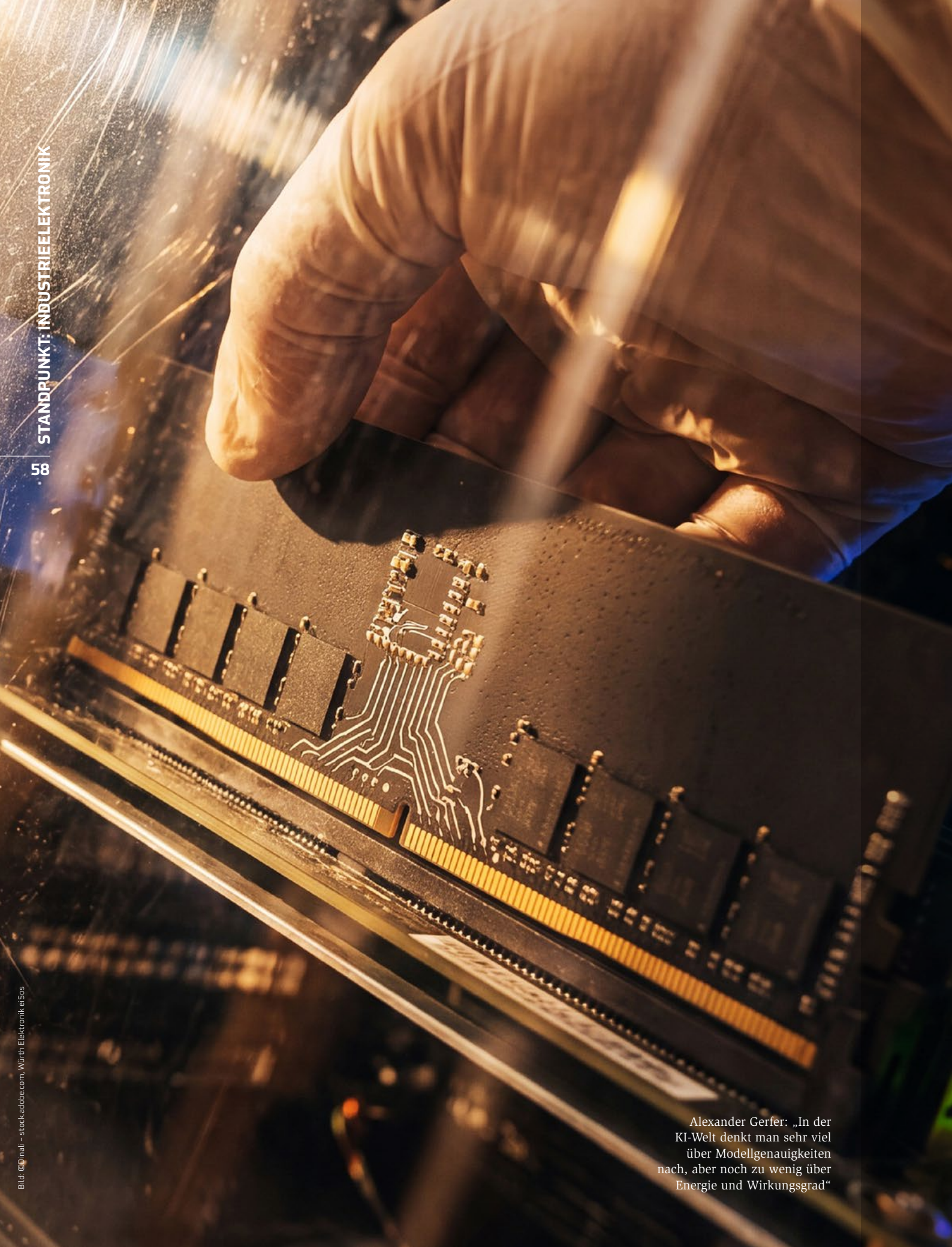
12,5-kW-Netzteil mit Zustandsüberwachung

TDK-Lambda hat mit der TPF12500-385-Serie neue dreiphasige Stromversorgungen für dezentrale Stromversorgungsarchitekturen im Sortiment. Die nicht isolierten Netzteile liefern eine geregelte Ausgangsspannung von 385 V(DC) bei einer Nennleistung von 12,5 kW. Bei Eingangsspannungen von 380 bis 504 V(AC) sind bis zu 13,1 kW möglich. Der Wirkungsgrad beträgt nach Herstellerangaben bis zu 97,5 %.

Die Geräte arbeiten mit dreiphasigen Eingangsspannungen von 360 bis 528 V(AC) in Stern- oder Dreieckschaltung. Zur Erhöhung der Ausgangsleistung lassen sich zwei Netzteile parallel betreiben. Die Stromaufteilung erfolgt dabei über eine Droop-Regelung. Die Kühlung übernehmen zwei integrierte Lüfter. Board-to-Board-Steckverbinder sollen den Verdrahtungsaufwand bei der Systemintegration reduzieren. Über eine RS-485-Schnittstelle lassen sich Betriebsdaten und Statusinformationen auslesen. Dazu gehören Eingangsspannung, Ausgangsstrom und Innentemperatur sowie Status- und Fehlermeldungen.

WEITERE INFORMATIONEN





Alexander Gerfer: „In der KI-Welt denkt man sehr viel über Modellgenauigkeiten nach, aber noch zu wenig über Energie und Wirkungsgrad“

Bild: ©Dinali - stock.adobe.com; Würth Elektronik ei5os

„Kleiner heißt nicht automatisch besser“

Vernetzte Maschinen, KI und neue Rechenzentrumsarchitekturen fordern die Elektronik heraus. Dabei stehen nicht nur Prozessoren und Software auf dem Prüfstand; auch passive Bauelemente zählen – und ihr Zusammenspiel im Schaltungsdesign. Alexander Gerfer, CTO der Würth Elektronik eiSos Gruppe, spricht im Podcast ‚VIER NULL Industriefunk‘ über den steigenden Energiebedarf von KI-Rechenzentren, 800-V-Gleichstromarchitekturen, die Grenzen der Miniaturisierung sowie typische Fehler bei der Hardwareentwicklung.

mpk 4.0: Herr Gerfer, Würth Elektronik versteht sich nicht nur als Komponentenhersteller, sondern auch als Entwicklungspartner. Warum scheitern gute Produktideen mitunter an scheinbar nebensächlichen Details der Hardware?

Alexander Gerfer: Ich habe selbst erlebt, dass ein Produkt, das ich als Start-up auf den Markt bringen wollte, nicht an der Idee oder am Markt gescheitert ist, sondern an einem einzigen Bauelement. Wir sehen auch heute sehr viele gute Produktideen, die hardwaregetrieben sind und bei der physischen Umsetzung sehr schnell an Grenzen stoßen oder nicht skalierbar sind. Oft sind es ganz kleine Dinge, die man im Design vergisst. Aber die bedeuten dann bei der Skalierung und im weiteren Prototypenbau Zeitverzug – bis hin zum Scheitern, weil einfach das Geld nicht da ist, um die Entwicklung weiter zu finanzieren. Hier wollen wir Hardwareentwicklerinnen und -entwicklern helfen, ihre Ideen schneller zu realisieren, mit dem industriellen Blick auf die Stolpersteine, die wir identifizieren können. Denn Time-to-Market ist enorm wichtig. Das geht bei der Hardware ganz klassisch los: Ist meine Stromversorgung richtig ausgelegt? Wie ist das thermische Verhalten? Wie robust sind Steckverbinder? Ist das Design elektromagnetisch verträglich? Entscheidend ist, jede Schwachstelle möglichst frühzeitig zu identifizieren und zu beseitigen, sodass das Design vom ersten Prototyp an industrietauglich ist. Dabei spielen auch die realen Eigenschaften der Bauelemente eine große Rolle. Ein Sensor mit instabiler Stromversorgung liefert unter Umständen falsche Daten. Oder meine Schaltung arbeitet nicht so effizient und batteriesparend, wie ich das gerne hätte.

An Hochschulen besprechen wir meistens ideale Bauelemente und nicht ihre realen Eigenschaften, wie sie dann auf der Leiterplatte vorliegen. Deshalb versuchen wir, den Entwicklern reale Messdaten verständlich zur Verfügung zu stellen, damit sie schon in ihren ersten Simulationen besser erkennen, wie die Bauelemente tatsächlich wirken.

mpk 4.0: Der steigende Strombedarf Künstlicher Intelligenz ist eine neue Herausforderung für die Elektronikentwicklung. Welchen Beitrag kann die Leistungselektronik zur Energieeffizienz leisten?

„Den Entwicklern reale Messdaten verständlich zur Verfügung stellen“

Gerfer: Wir sehen gerade einen massiven Ausbau der Rechenzentren. Deren Stromverbrauch wird sich bis 2030 voraussichtlich ungefähr verdoppeln, auf eine Größenordnung, die dem gesamten Bedarf Japans vergleichbar ist. Im Deutschen sprechen wir oft von Energiegewinnung. >>>

Aber man kann keine Energie gewinnen, sondern nur von einer Form in eine andere wandeln. Und diese Wandlung ist immer mit Verlusten verbunden. Wenn wir hier nur einen Prozentpunkt einsparen können, beispielsweise durch bessere Schaltungsdesigns, bessere Speicherdrosseln und Übertrager oder andere Schaltungstechniken im Schaltreglerdesign, lässt sich im Dauerbetrieb ein messbarer Effekt erzielen.

Bei einem angenommenen Stromverbrauch der Rechenzentren von rund 1000 TWh im Jahr 2030 entspricht ein Prozentpunkt Einsparung ungefähr dem Strombedarf von zwei bis vier Millionen europäischen Haushalten. Jeder eingesparte Prozentpunkt bedeutet außerdem niedrigere Betriebskosten und einen geringeren Ressourcenverbrauch.

In der KI-Welt denkt man sehr viel über Modellgenauigkeiten nach, aber noch zu wenig über Energie und Wirkungsgrad. Hier wollen wir als Elektrotechniker und Entwicklungsingenieure ansetzen. Natürlich ist die Stromversorgung nur ein Teil der Lösung. Wir brauchen auch bessere Modelle, die beim Training und bei der Ausführung weniger Energie benötigen, und effizientere Prozessoren.

> „Bei Effizienz und Zuverlässigkeit in der Leistungselektronik kann eine größere Bauform vorteilhaft sein“

mpk 4.0: In KI-Rechenzentren zeichnet sich der Übergang zu 800-V-Gleichstromarchitekturen ab. Was verändert das für die Passiven?

Gerfer: 800 V sehen wir als echten Gamechanger, weil allein diese Umstellung noch einmal etwa 2 % an Effizienz bringen kann – zusätzlich zu den Verbesserungen bei der Stromversorgung selbst. Sie bringt aber auch Herausforderungen mit sich: bei der Isolationsfestigkeit, den Kriech- und Luftstrecken, der Teilentladungssicherheit, der elektromagnetischen Verträglichkeit und der thermischen Robustheit. Wie führen wir beispielsweise die Wärme aus einem Rack ab, das Leistungen von bis zu 600 kW und später möglicherweise einem Megawatt erreicht?

Die passiven Bauelemente müssen höhere Spannungen und Leistungen aushalten und gleichzeitig bei höheren Frequenzen und steileren Stromflanken in immer engeren Bauräumen zuverlässig arbeiten. Da kommt es noch stärker auf das Zusammenspiel der Bauteilauswahl mit dem gesamten Systemdesign an. Kondensatoren müssen einerseits spannungsfest sein und eine lange Lebensdauer zeigen. Induktivitäten müssen stabil bleiben. Keramikkondensatoren brauchen höhere Durchschlagfestigkeiten.

In vielen Schaltungstopologien geht es darum, die Verluste zu verringern. Gleichzeitig muss auch die Verbindungstechnik den neuen Isolationsanforderungen genügen. Hier sind also nicht nur einzelne Komponenten gefragt, sondern Lösungen, die im gesamten System funktionieren.

mpk 4.0: Verlassen wir das Rechenzentrum und gehen in die Fabrik. KI wandert an den Netzwerkrand, etwa für Predictive Maintenance. Welche Anforderungen birgt diese Verlagerung für die Hardware?

Gerfer: Ich muss vor allem die Bedingungen kennen, unter denen die Elektronik eingesetzt wird. Mein Serverraum ist gut klimatisiert, da kenne ich die Temperaturverhältnisse. In oder an einer Maschine herrschen möglicherweise ganz andere Bedingungen, was Hitze, Vibrationen und Störfelder betrifft. Selbst die Stromversorgung kann in einer industriellen Umgebung ganz anders aussehen als an meinem Labortisch. Vielleicht denke ich, dass sie sauber und gut gefiltert ist. Wenn ich die Schaltung dann anschließe, habe ich plötzlich zu viel Rauschen oder Störpegel auf der Versorgung. Das kann die gesamte Schaltung ins Wackeln bringen oder zu Aussetzern führen. Möglicherweise erzeuge ich selbst auch ein EMV-Problem.

Deshalb ist es entscheidend, die Anforderungen des Industrieprodukts und sein Missionsprofil genau zu kennen. Das sehen wir beispielsweise bei der Robotik. Was muss eine Schaltung an ihrem Einbauort tatsächlich aushalten? Welche Schocks, Vibrationen und Schläge wirken auf die Bauelemente? Gleichzeitig muss das System langlebig sein. Bei drahtlos angebundenen Geräten brauche ich eine ausreichende Funkreichweite und bei batteriebetriebenen Systemen eine lange Laufzeit. Sonst muss mein Roboter oder meine ferngesteuerte Einheit zu oft zur Ladestation zurückkehren.

Das Systemdesign ist hier die große Herausforderung. Viele kleine Details entscheiden darüber, ob die Schaltung zuverlässig arbeitet, wenig Energie braucht und den Bedingungen standhält, für die sie entwickelt wurde.

mpk 4.0: Elektronikbaugruppen sollen immer kompakter werden. Wo liegen die Grenzen der Miniaturisierung – und ist die eigentlich immer sinnvoll?

Gerfer: Die Grenzen sind aus meiner Sicht mehrfach gegeben. Einerseits muss der Bestückungsautomat die winzigen Bauelemente überhaupt verarbeiten können. Andererseits muss ich als Entwickler die Bauteile auch in meinen ersten Prototypen bestücken können. Die Verfügbarkeit und die Frage,

wer mir diese Teile bestückt, werden damit entscheidend. Natürlich ist Miniaturisierung für viele Anwendungen interessant. Denken wir an Wearables oder sehr kleine Geräte. Dort ist es ein großer Wunsch, immer kleiner und leichter zu werden. In Rechenzentren und in größeren Leistungsklassen sehe ich das allerdings etwas differenzierter. Nicht alles muss extrem klein gebaut werden. Kleiner heißt nicht automatisch besser.

Man muss die Datenblätter genau lesen. Was bedeutet die kleinere Bauform für die Spannungsfestigkeit, für die Stabilität der Kapazität bei anliegender Spannung oder für den Sättigungsstrom einer Spule? Bleiben diese Eigenschaften gleich, obwohl weniger Material zur Verfügung steht? Da kommen wir an physikalische Grenzen. Und wir haben bereits über die Wärmeabfuhr gesprochen. Wenn ich eine größere Bauform wähle, die geringere Gleichstromverluste erzeugt, entsteht auch weniger Wärme. Damit bin ich über den gesamten Lebenszyklus unter Umständen deutlich besser aufgestellt.

Da schlagen zwei Herzen in meiner Brust. Einerseits hat Miniaturisierung ganz klar ihre Zielanwendungen. Wir arbeiten selbst an magnetischen Bauelementen auf Siliziumwafern, aus denen sich beispielsweise Induktivitäten oder Übertrager herstellen lassen. Wenn es aber um Effizienz und Zuverlässigkeit in der Leistungselektronik geht, bin ich eher der Meinung, dass eine etwas größere Bauform hilft, viele Dinge besser in den Griff zu bekommen, bis hin zur Verfügbarkeit.

mpk 4.0: Ein Thema, das Entwickler nicht unterschätzen dürfen, ist die elektromagnetische Verträglichkeit. Warum scheitern Produkte so häufig an EMV-Problemen?

Gerfer: Das Thema wird meistens übersehen. Wir zeichnen unsere Schaltungen wie gewohnt in idealer Weise im Schaltplan und denken, dass sie dann genauso funktionieren müssen. Dabei vergessen wir, dass es keine idealen Bauelemente gibt. Alle Bauelemente haben parasitäre Effekte, und auch unsere Leiterbahnen sind nicht ideal. Im Layout können sich deshalb ganz schnell neue Effekte einstellen: Übersprechen, zusätzliche Impedanzen oder Gleichtaktstörungen. Wenn ich das nicht im Blick habe, stehe ich irgendwann vor einer Störung und rätsle, warum sie an dieser Stelle auftritt, obwohl ich sie in meinem Schaltungsdesign gar nicht erwartet habe. Das ist aber ganz normal und geschieht immer wieder. Es ist auch keine Schwäche eines Ingenieurs. Man muss verstehen, welche typischen Effekte auftreten können und warum solche Störungen entstehen. Schon beim Grunddesign kann ich vieles berücksichtigen. Wie groß sind meine Stromschleifen? Wie groß sind die Spannungshübe an den Schaltern? Müssen tatsächlich alle Schalter superschnell schalten? Mit Nahfeldsonden kann ich dann messen und untersuchen, woher eine Störung kommt.



Alexander Gerfer, CTO der Würth Elektronik eiSos Gruppe: „Oft sind es ganz kleine Dinge, die man im Design vergisst“

Ganz ausschließen lassen sich solche Effekte nie. Dafür kennen wir beispielsweise das Innenleben der eingesetzten Schaltregler-ICs nicht immer bis ins letzte Detail. Entscheidend ist deshalb, die EMV schon im Prototypenstadium zu untersuchen und nicht erst ans Ende der Entwicklung zu stellen. Wenn ich mir den ersten Prototyp bereits unter EMV-Gesichtspunkten anschaue, erkenne ich viele Probleme frühzeitig und lerne sehr schnell, die wichtigsten Effekte in den Griff zu bekommen.

mpk 4.0: Danke für das Gespräch. ■

www.we-online.com

Das Interview ist hier in Auszügen sowie in verdichteter Form dargestellt. Hören Sie unser ausführliches Gespräch mit Alexander Gerfer in zwei Episoden des Industrial-IoT-Podcasts ‚VIER NULL Industriefunk‘:

Funktionale Sicherheit für AX-5-Plattform

Das AX-5 Functional Safety System von Delta ist eine Erweiterung für die AX-5-Automatisierungsplattform auf dem EMEA-Markt. Die Lösung integriert funktionale Sicherheit und Standardautomatisierung in eine gemeinsame Architektur. Die sicherheitsgerichtete Kommunikation erfolgt über Functional Safety over EtherCAT (FSoE).



Bild: Delta

Das AX-5 Functional Safety System von Delta besteht aus einem Safety Controller sowie einem digitalen Sicherheitseingangs- und einem Sicherheitsausgangsmodul

Das System besteht aus dem Safety Controller AX-500SC00-0S, dem digitalen Sicherheitseingangsmodul AX-504AM20-0S und dem digitalen Sicherheitsausgangsmodul AX-504AN02-0S. Die beiden I/O-Module verfügen jeweils über vier digitale PNP-Kanäle. Alle drei Komponenten unterstützen FSoE und erfüllen nach Angaben von Delta die Anforderungen der Sicherheitsintegritätsstufe SIL 3.

Durch die FSoE-Kommunikation lassen sich sicherheitsgerichtete Signale über das industrielle Netzwerk übertragen. Dies kann laut Hersteller den Verdrahtungsaufwand gegenüber fest verdrahteten Sicherheitsarchitekturen reduzieren und die Anpassung an unterschiedliche Maschinenkonfigurationen erleichtern.

Das System lässt sich mit Steuerungen der AX-Serie sowie I/O-Modulen, Servoantrieben und HMI-Bedienpanels von Delta kombinieren. Sicherheitsfunktionen und Standard-SPS-Anwendungen können so innerhalb einer gemeinsamen Entwicklungsumgebung programmiert werden.

WEITERE INFORMATIONEN

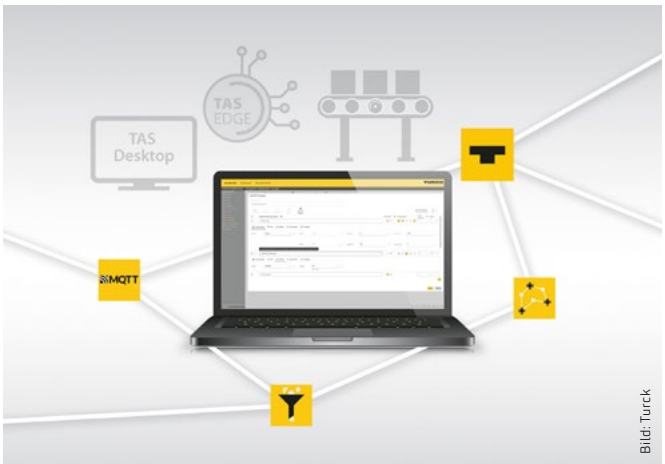


Bild: Turck

TAS Desktop und TAS Edge bieten mit dem Release 2.2.0.0 Datenanalyse, -bereinigung und -transformation ohne Programmierung sowie neue Gerätetypen

No-Code-Datenvorverarbeitung

Turck erweitert seine IIoT- und Service-Plattform Turck Automation Suite (TAS) mit dem Release 2.2.0.0 für TAS Desktop und TAS Edge. Die wichtigste Neuerung ist eine Vorverarbeitung ohne Programmierung. Der Anwender kann Werte umrechnen, Statistiken bilden, Daten filtern und formatieren sowie Sendeintervalle oder Schwellwerte festlegen. So sollen nur relevante Daten an MQTT-Broker, Datenbank oder Cloud weitergeleitet werden, um die übertragene Datenmenge zu reduzieren und eine fokussierte Basis für Analysen zu schaffen.

TAS Edge leitet nach Angaben von Turck nun auch Daten digitaler und analoger Geräte mittels MQTT weiter. In einem ersten Schritt unterstützt die Software zudem 4RMC-Module und erfasst Ist-Werte für Geschwindigkeit, Drehmoment, Position und Temperatur. Damit stehen kontinuierlich Daten aus IO-Link-, digitalen, analogen und RMC-Geräten für Condition Monitoring und vorausschauende Wartung bereit. Eine neue Visualisierung zeigt die Daten direkt in TAS Edge an.

Eine neue Funktion soll MQTT-Topics optimieren und Duplikate auflösen. Einstellungen lassen sich per Backup und Restore der TAS-Datenbank sichern oder auf ein anderes TAS-Backend übertragen. Ein Zeitplaner steuert den IoT-Service von TAS Edge.

WEITERE INFORMATIONEN

Prozessoren für HMIs und Industrial Edge



Renesas bietet zudem ein Linux-Softwarepaket sowie Evaluierungskits mit Smarc-v2.1-Modulboard und Carrier Board an

Renesas hat seine RZ/G-Serie um die beiden 64-bit-Mikroprozessoren RZ/G3L und RZ/G3SE erweitert. Die MPUs sind laut Hersteller für HMI- und IoT-Edge-Systeme vorgesehen und verfügen über bis zu vier Arm-Cortex-A55-Kerne mit einer Taktfrequenz von bis zu 1,2 GHz sowie einen Cortex-M33-Coprozessor mit 200 MHz. Beide Bausteine sind pinkompatibel, sodass sich unterschiedliche Gerätevarianten auf Basis eines gemeinsamen Leiterplattendesigns entwickeln lassen.

Der RZ/G3L verfügt über eine GPU zur Darstellung von 3-D-Grafiken und einen H.264-Videocodec. Der RZ/G3SE soll hingegen für Anwendungen mit einfacheren Displayanforderungen ausgelegt sein, beispielsweise industrielle Gateways mit Status- und Konfigurationsanzeigen. Im Deep-Stand-by-Modus beträgt die Leistungsaufnahme laut Herstellerangabe etwa 1 mW. Dabei bleibt das Linux-System im Speicher erhalten, sodass es bei Bedarf schnell wieder aktiviert werden kann.

Zu den Schnittstellen gehören PCIe, USB und TSN-fähiges Gigabit-Ethernet. Über PCIe lassen sich unter anderem 5G- und Wi-Fi-6-Module sowie externe KI-Beschleuniger anbinden. Zur Ausstattung gehören außerdem ECC für den On-Chip-Speicher und die externe DDR-Schnittstelle sowie Sicherheitsfunktionen wie Secure Boot, Arm TrustZone und Manipulationserkennung. Die MPUs sind für Betriebstemperaturen von -40 bis + 125 °C spezifiziert.

WEITERE INFORMATIONEN

PARTNER DIESER AUSGABE

ABB Robotics	48
Afriso	57
Ahlborn	31
Analog Devices	52
Analytik Jena	12
Balluff	24
BASF	6
Belden	19
Bopla	49, 56
Burger Engineering	19
Copa-Data	22
Covestro	6
Delta	62
DigiKey	U2, 49, 50
E-T-A	9
Easyfairs	55
Edge2Web	19
Endress+Hauser	Titel, 6, 12
Felchner Medien	U3
Gefran	16, 20
Hamamatsu	15
Harting	29
Harwin	42
IDS Imaging Development Systems	11, 25
ifm Electronic	5, 24
Infineon	21
IPAI	11
ipf Electronic	20
Jumo	25, 57
Keysight	11
Megatron	21
Mesago	35
Micro-Epsilon	3
Microchip Technology	15
Mouser Electronics	15
Neoception	26
OKW	31
Omron	31
Pepperl+Fuchs	8, 21, 26
Phoenix Contact	8, 36
R. Stahl	8
Renesas	63
Rosenberger Hochfrequenztechnik	41, 49
SAB Bröckskes	39
Schmalz	48
SEW-Eurodrive	13, 32
Sigmatek	41
Smart Systems Hub	14
Softing	8
Steute Meditec	56
TDK Sensei	49
TDK-Lambda	57
Turck	62
VDMA	15
Weidmüller	U4
Würth Elektronik	58
Yokogawa	6

Der gesamten Auflage ist der **mpk 4.0 Wandkalender 2027** beigelegt.

Messtechnik

Senseca Germany GmbH
Tenter Weg 2-8
D-42897 Remscheid
Phone: +49 2191 9672-0
www.senseca.com
info@senseca.com

Janitza electronics GmbH
Vor dem Polstück 6
D-35633 Lahnau
Tel.: +49 (0)6441 9642 0
www.janitza.com

LogiDataTech GmbH
Innovative Gasmess-Systeme
Aschmattstraße 7, D-76532 Baden-Baden
Tel.: +49 (0)7221 97062-0
info@logidatatech.com
www.logidatatech.com

RS COMPONENTS GmbH SENSOR-ELEMENTE
Mainzer Landstraße 180
D-60327 Frankfurt am Main
Tel.: +49 (0)69 5800 14 234, Fax: -100
rs-gmbh@rsgroup.com

SAB Bröckskes GmbH & Co. KG
Grefrather Straße 204-212 b
D-41749 Viersen
Tel.: +49 (0)2162 898-0
info@sab-cable.com
www.sab-kabel.de

Sensortechnik

Althen GmbH Mess- und Sensortechnik
Dieselstraße 2, D-65779 Kelkheim
Tel.: +49 (0)6195 70 06 0
Fax: +49 (0)6195 70 06 66
info@althen.de, www.althen.de

Balluff GmbH
Zabergäustraße 8
D-73765 Neuhausen auf den Fildern
balluff@balluff.de
www.balluff.com

DIMETIX AG
Degersheimerstraße 14
CH-9100 Herisau
Tel.: +41 71 353 00 00
www.dimetix.com, info@dimetix.com

EBE SENSORS + MOTION
Sielminger Straße 63
D-70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel.: +49 711 79 98 6 0, Fax -250
www.ebe.de, info@ebe.de

Inelta Sensorsysteme GmbH & Co. KG
Ludwig-Bölkow-Allee 22
D-82024 Taufkirchen
Tel.: +49 (0)89 45 22 45-0
mailbox@inelta.de
www.inelta.de
Folgen Sie uns auf LinkedIn

ME-Meßsysteme GmbH
Eduard-Maurer-Straße 9
16761 Hennigsdorf
Tel.: +49 3302 8982 4 10
www.me-systeme.de
vertrieb@me-systeme.de

PEPPERL + FUCHS SE
Your automation, our passion.
Lilienthalstraße 200
D-68307 Mannheim
Tel.: +49 (0)621 77 6 0
www.pepperl-fuchs.com
info@de.pepperl-fuchs.com

PiL Sensoren GmbH
Hainstrasse 50
D-63526 Erlensee / Frankfurt
Tel.: +49 (0)6183 9109-0
info@pil.de, www.pil.de
Folgen Sie uns auf LinkedIn

Prüftechnik

PCE Deutschland GmbH
Im Langel 26
D-59872 Meschede-Freienohl
info@pce-instruments.com
www.pce-instruments.com

Werkstoffprüfung

Helling GmbH
Spökerdamm 2, D-25436 Heidgraben
Tel.: +49 (0)4122 922-0
Fax: +49 (0)4122 922-201
info@helling.de, www.helling.de

Industrie-kommunikation

SAB Bröckskes GmbH & Co. KG
Grefrather Straße 204-212 b
D-41749 Viersen
Tel.: +49 (0)2162 898-0
info@sab-cable.com
www.sab-kabel.de

Zubehör

Gehäuse

OKW Odenwälder Kunststoffwerke Gehäusesysteme GmbH
Friedrich-List-Straße 3
D-74722 Buchen / Germany
Tel.: +49 (0)6281 / 404-00
vertrieb@okw.com, www.okw.com

Stromüberwachung

FRIEDRICH LÜTZE GMBH
Bruckwiesenstraße 17 – 19, D-71384 Weinstadt
Tel.: +49 7151 60 53 377
www.luetze.de, info@luetze.de

Bezugsquellenverzeichnis Print + Online

Das Bezugsquellenverzeichnis in mpk 4.0 gibt Ihnen die Möglichkeit, Ihr Unternehmen einem breiten Publikum dauerhaft und werbewirksam in Erinnerung zu bringen. Mit Ihrem Eintrag unter den von Ihnen angebotenen Warengruppen sind Sie bei Ihren potentiellen Kunden ständig präsent und eröffnen sich zusätzliche Absatzchancen.



Nähere Informationen
Felchner-Medien GmbH

Mediaberatung | **Andrea Dyck**
Tel.: +49 8341 96617-84 | ad@felchner-medien.de

mpk.felchner-medien.de

Schwerpunktthema

Fertigung mit Rückverfolgbarkeit



Bild: ABB Robotics

Der italienische Anlagenbauer IdeAtiva hat eine automatisierte Fertigungslinie für Komponenten von Onkologie-Infusionssets entwickelt. Vier Montagestationen mit kollaborativen Robotern von ABB übernehmen Montage- und Handhabungsaufgaben. Bereits vor der Inbetriebnahme wurde die gesamte Anlage als digitaler Zwilling abgebildet. Mithilfe einer Simulationssoftware ließen sich Roboterbewegungen optimieren, Arbeitsabläufe überprüfen und mögliche Kollisionen erkennen. Im laufenden Betrieb führt eine zentrale Softwareplattform Daten aus Robotern, Steuerungen, Sensoren und Bildverarbeitungssystemen zusammen. Für jedes gefertigte Infusionsset entsteht ein digitales Produktions- und Prüfprotokoll. Damit lassen sich Qualitätsabweichungen einzelnen Produkten zuordnen und mögliche Fehlerursachen gezielt untersuchen. Das Beispiel zeigt, wie sich durch die Verknüpfung von Robotik, Simulation und Produktionsdaten eine durchgängige Qualitätsüberwachung realisieren lässt.

Redaktionsschluss: 14.01.2027
Anzeigenschluss: 28.01.2027

Die nächste Ausgabe der mpk 4.0 erscheint am 18.02.2027

WEITERE INFORMATIONEN

mpk 4.0

Daten erfassen, verarbeiten, kommunizieren **im Industrial IoT**

Felchner Medien GmbH
Alte Steige 26, D-87600 Kaufbeuren
Tel. +49 8341 871401, Fax +49 8341 871404
info@felchner-medien.de
www.felchner-medien.de

Herausgeber | Geschäftsführer
Dipl.-Kfm. Mark-Oliver Felchner
mof@felchner-medien.de

Verlagsleitung
Sylvia Felchner
sf@felchner-medien.de

Redaktion
Chefredakteur: Dr. Matthias Laasch
Stellv. Chefredakteur: Dr. Matthias Gerlach
redaktion@felchner-medien.de

Anzeigenleitung
Andrea Dyck
ad@felchner-medien.de

Mediadisposition | Social-Media-Admin | Abonnentenservice | Messen
Tanja Fiedler
tf@felchner-medien.de

Leserservice
VU SOLUTIONS GmbH & Co. KG
Große Hub 10, D-63344 Eltville am Rhein
Tel. +49 6123 9238-249, Fax +49 6123 9238-244
mpk@vuservice.de

Erscheinungsweise
6 x jährlich

Druckauflage | E-Paper
6.000 Exemplare | 7.513 Exemplare II. Quartal 2025

Angeschlossen an die Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern – Sicherung der Auflagenwahrheit

Bezugspreise – Jahresabonnement
Inland € 138,– (inkl. MwSt. und Versand)
Ausland € 148,– (o. MwSt. inkl. Versand)
E-Paper (Inland/Ausland) € 125,–
ISSN 0945-7143

Bankverbindung
Kontoinhaber: Felchner Medien GmbH
IBAN DE25 7335 0000 0010 4127 81
BIC BYLADEM1ALG

Druck
Holzmann Druck GmbH & Co KG
Gewerbestraße 2, D-86825 Bad Wörishofen

Es gilt die Preisliste Nr. 62 vom 01.01.2026

Annahmebedingungen für redaktionelle Beiträge

Das Fachmagazin mpk 4.0 kann nur Beiträge annehmen, die uneingeschränkt geistiges Eigentum des Verfassers sind. Es werden weiter an die Annahme von Manuskripten folgende Bedingungen geknüpft:

1. Die Redaktion nimmt nur Originalbeiträge an, außer sie ersucht selbst um die Erlaubnis zum Nachdruck.
2. Der Artikel darf nicht gleichzeitig in redaktionell geänderter Form, aber fachlich gleichem Inhalt an anderer Stelle veröffentlicht werden, ohne dass die Zustimmung der Redaktion eingeholt wurde.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Nachdruck ist nicht gestattet. Die mit dem Namen des Verfassers gezeichneten Artikel stellen nicht unbedingt die Meinung von mpk 4.0 dar. Es kann keine Gewähr dafür übernommen werden, dass die in diesem Fachmagazin veröffentlichten Geräte, Anlagen, Schaltungen und Verfahren sowie die im Text genannten Warenangaben frei von Rechten Dritter sind.

Impressum


WE GO DIGITAL.
Komm mit!
Werde bevorzugter Empfänger unserer digitalen Ausgabe.
PAPIERLOS. EINFACH. KOSTENFREI.
mpk 4.0
Daten erfassen, verarbeiten, kommunizieren im Industrial IoT
©marcin jucha - stock.adobe.com



Industrial Security einfach und sicher umgesetzt

Standards, Know-how und Partnerschaften für sichere industrielle Systeme

Internationaler Standard, zertifizierte Prozesse und starke Partner: Weidmüller Industrial Security verbindet IEC 62443, praxisnahe Umsetzung und die Expertise unserer Partner Orange Cyberdefense und Fortinet – für sichere Maschinen und OT/IT-Systeme.

More information on our website:
www.weidmueller.de/industrialsecurity

Weidmüller