Markt&Technik
DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK
2021

Industrie 4.0, IIoT & KI

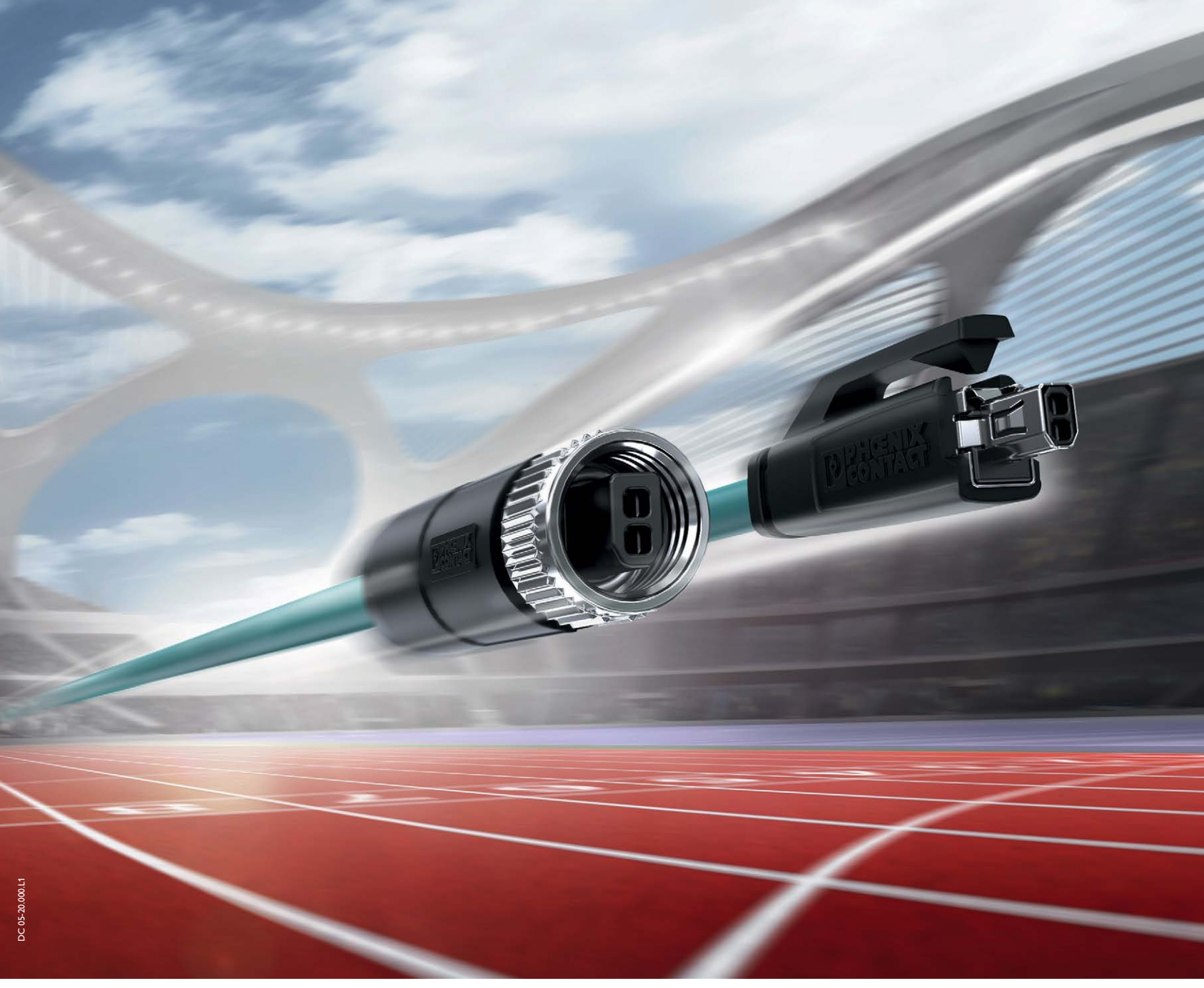
powered by
ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

- *Kommunikationstechnik für das IIoT*
- *Production as a Service*
- *Sensorik*
- *Künstliche Intelligenz*
- *Elektronikfertigung*
- *Smart Factory*
- *Marktübersichten*
- *Businessporträts*

EMI-sichere Kommunikation

Von der IoT-Fabrik bis zum OP-Saal

trend guide



DC 05-20.000.L1



Durchgängig bis zum letzten Meter

Steckverbinder für das Single Pair Ethernet

Phoenix Contact präsentiert kompakte Geräte- und Kabelsteckverbinder für das einpaarige Ethernet. Die normierten SPE-Schnittstellen eignen sich ideal für die effiziente Datenübertragung in der Fabrik- und Prozessautomatisierung. Die anwendungsgerecht optimierte Verkabelung bildet die Basis für die zukunftssichere Vernetzung vom Sensor bis in die Cloud.

Mehr Informationen unter **phoenixcontact.com/spe**

PHOENIX CONTACT
INSPIRING INNOVATIONS

Editorial



Andreas Knoll, leitender Redakteur

Happy Birthday, Industrie 4.0!

Zehn Jahre alt wird der Begriff Industrie 4.0 im kommenden Monat: Auf der Hannover-Messe 2011 wurde er erstmals der Öffentlichkeit präsentiert. Er hat also immerhin ein Jahrzehnt überdauert und erfreut sich weiterhin großer Beliebtheit, was zeigt, dass er tatsächlich nicht nur einen kurzfristigen Hype symbolisiert, sondern einen echten Trend.

Denn die unter ihm als Schlagwort zusammengefassten technischen Megatrends, welche die Industrie im kommenden Jahrzehnt und darüber hinaus prägen werden, sprich: Digitalisierung und IIoT, sind einfach unausweichlich. An ihnen und somit auch an Industrie 4.0 wird in der produzierenden Industrie niemand vorbeikommen, zumal die Coronavirus-Pandemie die digitale Transformation massiv verstärkt und beschleunigt hat – und somit auch den Druck auf produzierende Unternehmen, sich selbst digital zu transformieren.

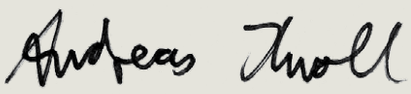
Bereits jetzt sind alle Zutaten verfügbar oder zumindest in Arbeit, um komplette Industrie-4.0-Produktionssysteme aufzubauen. Auch für die Datenkommunikation vom Sensor über die Steuerung bis hin zur Cloud wird jedes Unternehmen schon bald den für seine Anwendungen optimalen Mix zusammenstellen können: aus drahtgebundenen Techniken wie Industrial Ethernet, TSN und OPC UA over TSN ebenso wie aus drahtlosen wie 5G, WiFi 6 oder LPWAN. Gerade bei der Datenkommunikation tut sich derzeit einiges: 5G dürfte dank hoher Bandbreite und kurzer Latenzzeiten auch in der Industrie seinen Durchbruch erleben, obwohl 5G Standalone außerhalb dedizierter Campusnetze noch einige Zeit auf sich warten lassen wird (siehe hierzu den Beitrag ab Seite 30).

Single Pair Ethernet wird eine nahtlose Datenübertragung via Ethernet vom und bis zum Sensor ermöglichen – aber IO-Link wird bestehen bleiben, und seine Vorteile sollen in Single Pair Ethernet integriert werden (Details im Interview ab Seite 10).

Und die Field-Level-Communication-Initiative der OPC Foundation ist gerade dabei, Standards für die OPC-UA-Kommunikation auf der Feldebene zu erarbeiten – in Verbindung mit TSN, aber auch mit anderen Kommunikationstechniken (Näheres im Interview ab Seite 14).

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Ihr



aknoll@markt-technik.de

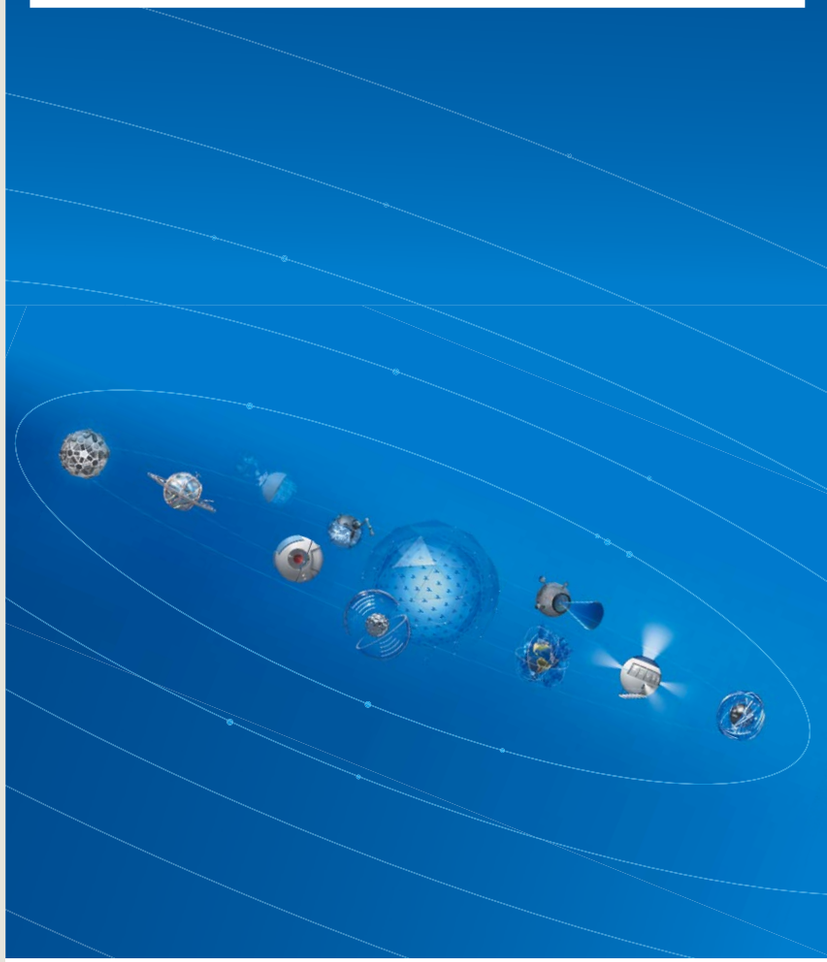
Entdecken Sie unseren EBV-Kosmos

Sie müssen nicht nach den Sternen greifen, wenn der EBV-Kosmos zum Greifen nah ist. Dafür haben wir unseren Finger seit mehr als 50 Jahren am Puls der Zeit. Immer auf der Suche nach den neuesten Technologien, Trends und dem größten Nutzen für unsere Kunden. Wir vereinen unser Wissen in einem Kosmos voller Möglichkeiten.

Entdecken Sie heute die Technologie von morgen. Packen Sie es an und setzen Sie sich noch heute mit Ihrem EBV-Spezialisten in Verbindung.

EBV. Passion. Technology.

ebv.com



Technology. Passion. EBV.
ebv.com

EBV Elektronik
An Avnet Company

Inhalt

Editorial 3

Industrial Internet of Things

Für Anwendungen vom IIoT bis zum Operationssaal:
Wie man bessere Kommunikationssysteme entwirft 6

SPE und IO-Link – gemeinsam stärker:
»Die Vorteile von IO-Link für SPE nutzen« 10

Abgelegene Versorgungseinrichtungen datentechnisch anbinden:
Wie Infrastruktur von mehr Intelligenz profitiert 12

Die FLC-Initiative der OPC Foundation hat ihren ersten Release Candidate fertiggestellt:
»Wir haben in zwei Jahren schon viel erreicht« 14

Industrie 4.0

Industrie-4.0-Prinzipien dringen auch in die Elektronikfertigung vor:
Big-Data-Analyse hält Produktion am Laufen 17

Auch Drucksensoren lassen sich flexibel auf spezielle Anwenderwünsche vorbereiten:
Kundenspezifisch ist Trumpf 21

Smart Factory:
Datengetriebene Echtzeit-Erkenntnisse als Wettbewerbsfaktor 22

Anlagen-Dokumentation im Sinne von Industrie 4.0 umstellen:
Abschied vom Excel File 24

Der weltweit erste Production-Level-4-Demonstrator:
Wie Production as a Service Wirklichkeit wird 26

Kommunikation & KI

Mobilfunk als Vernetzungstechnik im Industrial IoT:
Ist der 5G-Hype gerechtfertigt? 30

Durchgängig echtzeitfähige Kommunikationsinfrastruktur:
5G und TSN „verheiraten" 32

IEEE 802.11ah, der neue WiFi-HaLow-Standard:
Mit WiFi durch die Wand 34

Plattformbasierte Anwendungen für den produzierenden Mittelstand:
KI als Problemlöser in der Fertigung 35

Mit IBM Watson und Cloud: Bessere Supply-Chain-Prozesse dank KI 36

Service

Marktübersichten:
Steuerungs- und HMI-Technik 38

Kommunikationstechnik für das Industrial Internet of Things 42

Businessporträts 49–50

Impressum 48

Inserentenverzeichnis 48


FOLLOW US
www.markt-technik.de
© chanchai howharn -shutterstock

Für Anwendungen vom IIoT bis zum Operationssaal

Wie man bessere Kommunikationssysteme entwirft

Robuste und sichere Schnittstellen mit hoher Bandbreite für Anwendungen wie etwa Bild- und Video-Verarbeitung in Industrie und Medizin zu entwickeln ist nach wie vor nicht trivial. Analog Devices bietet einige spezielle Techniken an, die dies vereinfachen.

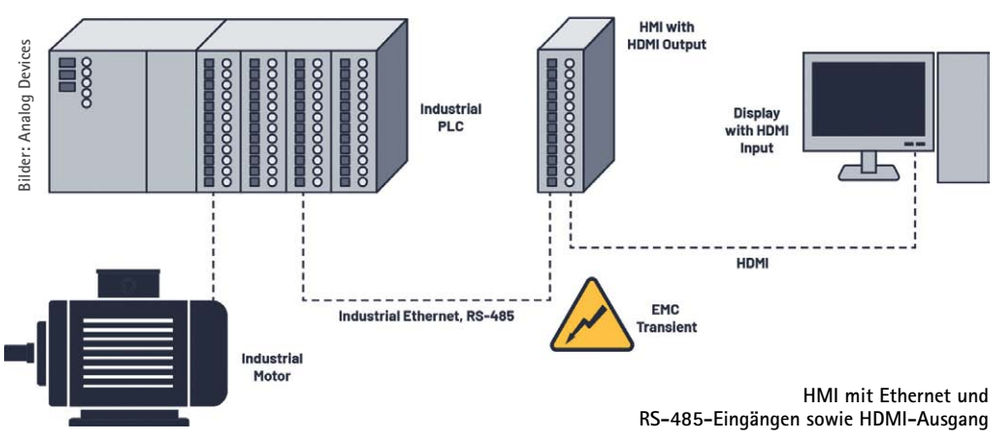
Von Richard Anslow, System Applications Engineer, und Neil Quinn, Product Applications Engineer, beide bei Analog Devices

Eine zuverlässige Kommunikationsinfrastruktur ist die Basis für Industrie 4.0. Die Anforderungen an die Bandbreite wachsen dabei stetig, weil der Bedarf an umfassenderen Daten und höherer Genauigkeit ebenso zunimmt wie der an smarteren Systemen wie etwa modernen Human Machine Interfaces (HMI) und kamerageführten Robotern. Schnellere Kommunikationsschnittstellen müssen jedoch die gleiche Zuverlässigkeit und Sicherheit sowie eine hohe elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bieten.

Kamerageführte Roboter ermöglichen bei der Herstellung hochwertiger Produkte viel Flexibilität. In EMV-gefährdeten Umgebungen wie etwa Fabrikhallen hängen die Zuverlässigkeit und Effektivität der Bildverarbeitungs-/Roboter-Schnittstelle allerdings von der gewählten drahtgebundenen Verbindungstechnik ab. Als Kamera-Interface für die Bildverarbeitung bietet Industrial Ethernet viele Vorteile wegen der maximalen Kabelreichweite von 100 m für Zweidraht-100BASE-TX und Vierdraht-1000BASE-T1 sowie bis zu 1 km mit dem neuen Standard 10BASE-T1L (Ethernet APL) über ein einziges verdrilltes Leitungspaar mit guter EMV. Die Zeitsynchronisierung zwischen der Industriekamera und der Aktion des Roboters wird am besten mittels Ethernet sowohl an der Kamera- als auch an der Roboter-Schnittstelle erreicht sowie mittels eines industriellen Controllers, der einen IEEE-802.1-TSN-Switch (Time-Sensitive Networking) verwendet. TSN definiert den ersten IEEE-Standard für das zeitgesteuerte Daten-Routing in Switched-Ethernet-Netzwerken. Analog Devices bietet eine komplette Palette von Ethernet-Technologien an, einschließlich Physical Layer Transceiver und TSN-Switches, aber auch Systemlösungen, Software und Sicherheitsfunktionen.

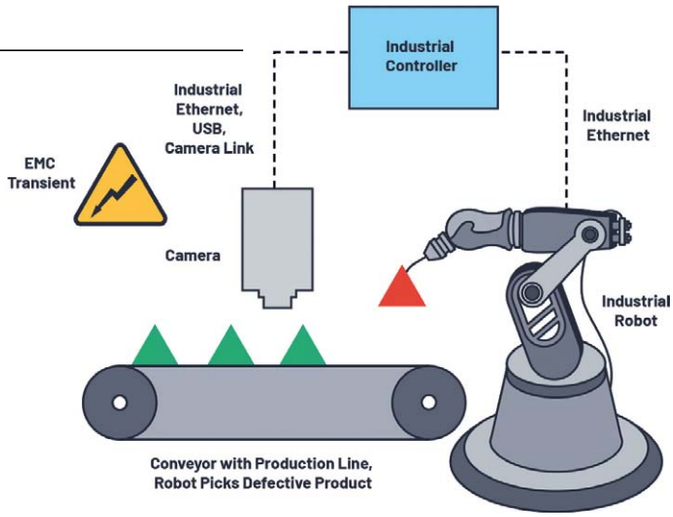
HMIs mit integrierten Bildschirmen sind heutzutage üblich, jedoch bieten HMIs mit abgesetzten Bildschirmen einige Vorteile. HMIs mit HDMI-Ausgang (High-Definition Multimedia Interface) lassen sich leicht auf Standard-Hutschienen integrieren. Mit HDMI sind Kabellängen von bis zu 15 m möglich, was den problemlosen Anschluss von Touchscreens und die Installation in Kontrollräumen ermöglicht. Die Erweiterung der Kabellänge von HDMI über größere Distanzen kann jedoch in industriellen Umgebungen zur Herausforderung werden, weil elektromagnetische Störungen in die Verkabelung eindringen können.

Um die Robustheit des Systems sicherzustellen, ist eine sorgfältige Auswahl der Schnitt-



Bilder: Analog Devices

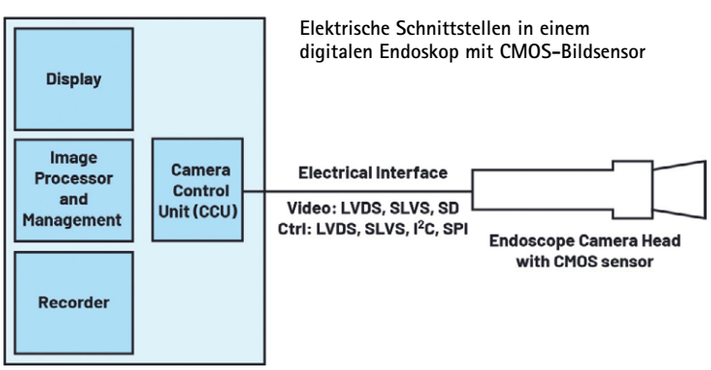
HMI mit Ethernet und RS-485-Eingängen sowie HDMI-Ausgang



Industrielle Bildverarbeitung mit Kamera und Roboter, gesteuert über Ethernet-, USB- oder CameraLink-Schnittstelle

stellentechnik wichtig. Feldbusse wie CAN oder Profibus (auf Basis von RS-485) sind allgemein noch üblich, wobei aber Industrial Ethernet rasch an Bedeutung gewinnt. Mit Techniken auf Ethernet-Basis lässt sich eine gute EMV erreichen, weil die magnetischen Komponenten im IEEE-802.3-Ethernet-Standard enthalten sind und in jedem Knoten vorhanden sein müssen. Während geeignete Isolierungsmaßnahmen für Ethernet und RS-485 erhältlich sind, werden heutzutage Videoverbindungen über teure Glasfaserkabel mit Gigabit-Übertragungsgeschwindigkeit isoliert. Die jüngsten Verbesserungen in der magnetischen Isolierungstechnik von Analog Devices, etwa die Bausteine der Familie ADN4654/ADN4655/ADN4656-Familie, die sich für Datenraten über 1 Gbit/s eignen, bieten Entwicklern eine überzeugende und preisgünstige Alternative.

Die Bildverarbeitung in der Medizin, einschließlich der Endoskopie, bringt die Herausforderung mit sich, dass einerseits hochauflösende Bilder erzeugt werden müssen, andererseits aber die Sicherheit der Patienten zu gewährleisten ist. Mit dem Übergang auf digitale Endoskope ist ein schnelles elektrisches Interface zwischen dem CMOS-Bildsensor, der Kontakt zum Patienten hat, und der Camera Control Unit (CCU) nötig. LVDS und



Elektrische Schnittstellen in einem digitalen Endoskop mit CMOS-Bildsensor

RUTRONIK
ELECTRONICS WORLDWIDE



HIGHTECH-BAUELEMENTE
für Ihre Innovationen

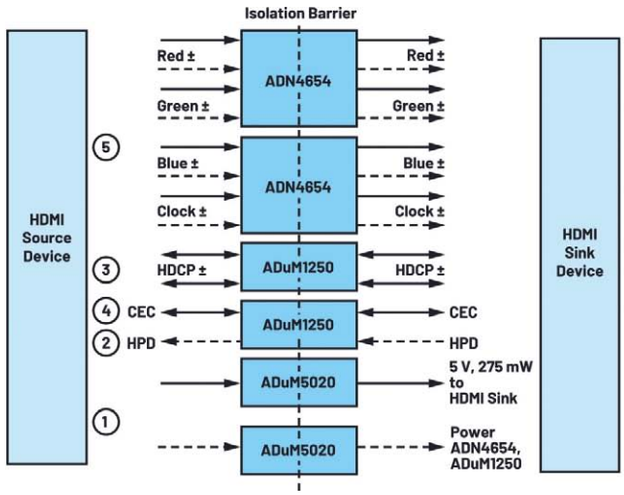
Als einer der führenden Distributoren für elektronische Bauelemente bieten wir Ihnen weltweit ein breites Produktportfolio, kompetente technische Unterstützung bei Produktentwicklung und Design, individuelle Logistik-Lösungen sowie umfangreiche Serviceleistungen.

- Semiconductors
- Passive Components
- Electromechanical Components
- Displays & Monitors
- Boards & Systems
- Storage Technologies
- Wireless Technologies

Informationen zu RUTRONIK:
Tel. +49 (0) 7231 801-0 | rutronik@rutronik.com

www.rutronik.com

COMMITTED TO EXCELLENCE
Consult | Components | Logistics | Quality





Das Referenzdesign EVAL-CN0422-EBZ zur galvanischen Trennung des HDMI-1.3a-Protokolls

SLVDS (Scalable Low Voltage Differential Signaling) haben sich zu populären Physical Layers für diese Verbindung entwickelt, aber haben das Potenzial, gefährliche Ströme zu leiten.

Der Standard IEC 60601 für elektrische medizinische Geräte definiert strenge Anforderungen an Komponenten, die den Schutz der Patienten vor gefährlichen Spannungen einhalten müssen. Eine sicherheitsrelevante schnelle Breitbandverbindung ist beispielsweise für die elektrische Videoverbindung von einem CMOS-Bildsensor zur CCU des Endoskops erforderlich. Analog Devices offeriert spezielle Lösungen zur Implementierung dieser Verbindung über eine bewährte Sicherheitsbarriere, um die Anforderungen des IEC-60601-Standards zu erfüllen.

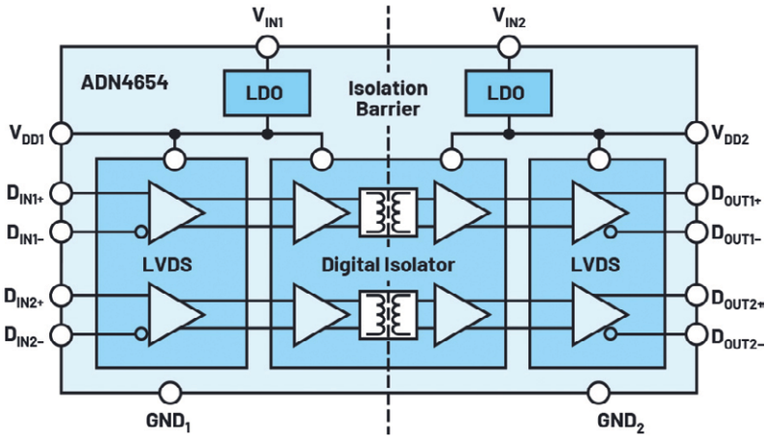
Weitere medizinische Ausrüstungen wie Beatmungsgeräte und Elektrokardiogramm-Monitore (EKG) stellen zur Unterstützung der Atmung und Überwachung eine direkte Verbindung zum Patienten her. Um die Sicherheit der Patienten zu gewährleisten, sollte jede externe Verbindung von den medizinischen Ausrüstungen zu peripheren Geräten eine Sicherheitsbarriere für den Patientenschutz enthalten. Die galvanische Trennung eines Videoausgangs zu einem externen Display ist jedoch eine besondere Herausforderung. Die Bandbreitenanforderungen für standardisierte Schnittstellen zu Bildschirmen übertrifft bei Weitem das, was mit einer angemessenen Anzahl von Optokopplern oder Standard-Digitalisolatoren erreicht werden kann. Weitere Komplexität kommt hinzu, wenn man versucht, die gesamte Signalkette von der Videoschnittstelle zu isolieren. Das HDMI-1.3a-Protokoll enthält beispielsweise nicht nur TMDS (Transition-Minimized Differential Signaling) für die Übertragung von Videodaten, sondern auch bidirektionale Steuersignale zum Austausch von Video/Format-Information, zur Stromversorgung und zur Erkennung der Verbindung oder Trennung von Anzeigegeräten (als Senken, gemäß HDMI-1.3a-Spezifikation). All dies ist zu berücksichtigen, wenn man eine galvanische Trennung einfügt. Analog Devices bietet ein Referenzdesign für die galvanische Trennung verbreiteter Videoprotokolle wie HDMI 1.3a an, das zusätzliche Sicherheit ermöglicht, wenn entsprechender Patientenschutz gefordert ist.

Digitale Gigabit-Isolierung

Die digitalen LVDS-Isolatoren der Familie ADN4654 von Analog Devices sind eine neue Option für Systementwickler, die eine Kombination von hoher Bandbreite mit bewährter Sicherheit für Video- und Kameraanwendungen benötigen. Die Bausteine haben zwei isolierte Kanäle mit Datenraten von bis zu 1,1 Gbit/s pro Kanal. Mit einem Gesamtdatendurchsatz von 2,2 Gbit/s in einem 20-poligen SSOP-Gehäuse lassen sich im Vergleich zu Lösungen, die auf herkömmlichen digitalen Isolatoren beruhen, erhebliche Platzeinsparungen erzielen.

Zeigen lässt sich dies anhand einer Videoverbindung, die bei 60 Hz 24 bit Farbinformation mit einer Auflösung von 1920 × 1080 Bildpunkten überträgt. Um die nötige Information über eine Isolationsbarriere zu übertragen, ist eine Bandbreite von insgesamt 4,4 Gbit/s erforderlich. Eine typische Glasfaser hat genügend Bandbreite, aber die Übersetzung von einer Kupferleitung in eine Glasfaser erfordert einen Serializer, einen Deserializer sowie einen Konverter von elektrisch auf optisch. Eine Lösung mit digitalen Standard-Isolatoren benötigt ebenfalls einen Serializer, einen Deserializer und über 30 isolierte Kanäle, die alle mit 150 Mbit/s laufen. Beide Lösungen bedeuten erheblichen Mehraufwand für den Systementwickler, wenn er eine galvanische Trennung zu einer einfachen Schnittstelle mit hoher Bandbreite hinzufügt.

Durch Nutzung der Gigabit-Datenrate des ADN4654 lässt sich die Komplexität des Systems reduzieren und die 4,4-Gbit/s-Bandbreite mit nur zwei Bausteinen erzielen. Jeder Baustein hat zwei Kanäle, was insgesamt vier Kanäle ergibt, die mit 1,1 Gbit/s pro Kanal arbeiten. Die große Kanalbandbreite kann die Notwendigkeit eliminieren, einen SerDes-Block in der Signalkette einzusetzen. Platzbedarf und Komplexität verringern sich weiter, wenn mehr als nur eine Videoschnittstelle galvanisch getrennt werden muss.



Blockdiagramm des digitalen LVDS-Gigabit-Isolators ADN4654

HDMI mit der Circuit Note CN-0422 isolieren

Wenn die Aufgabe darin besteht, für die Sicherheit eine galvanische Trennung in eine

Video-Schnittstelle einzufügen, dann wird bereits die Komplexität des Video-Protokolls zur Herausforderung. Eine Lösung zur Isolierung sowohl der Video- als auch der Steuer- und Stromversorgungssignale ist erforderlich, was den Equipment-Herstellern einiges Kopfzerbrechen bereitet. Einsatzfertige Referenzdesigns reduzieren den Zeitaufwand, um ein funktionsfähiges Produkt zu realisieren, wesentlich.

Das Referenzdesign EVAL-CN0422-EBZ ist als einsatzbereite Lösung für Anwender erhältlich, die eine galvanische Trennung zu bestehenden HDMI-1.3a-Video-Ports hinzufügen wollen. Die iCoupler-Isolationstechnik ist damit kombiniert, um die nötige Stromversorgung sowie schnelle Video- und Steuersignale über die Isolationsbarriere hinweg zu übertragen.

Video-Daten im HDMI-1.3a-Protokoll werden über vier TMDS-Leitungen geführt: drei Datenleitungen und eine Taktleitung. Jede dieser Leitungen muss individuell isoliert werden. Traditionelle digitale Isolatoren unterstützen weder die hohe Bandbreite noch die differenzielle Arbeitsweise von TDMS, sodass sie ungeeignet sind. Obwohl sich TDMS geringfügig von LVDS unterscheidet, lassen sich einfache passive Komponenten einsetzen, um die Kompatibilität mit LVDS-geeigneten Komponenten herzustellen. Diese passiven Komponenten werden zusammen mit zwei isolierten Zweikanal-Gigabit-LVDS-Transceivern der Serie ADN4654 eingesetzt, um alle vier TDMS-Leitungen galvanisch zu trennen. Eine Pixel-Taktfrequenz von bis zu 110 MHz ist erreichbar, die Auflösung von 720 Pixel wird bei einer Frame-Rate von 60 Hz unterstützt.

Industrial Ethernet

Für Bildverarbeitungs-Applikationen sichert Analog Devices' Portfolio von Multiprotokoll-Ethernet-Switches, Ethernet-PHY-Transceivern (Physical Layer) und auch kompletten Plattform-Ansätzen eine nahtlose Connectivity und einen effizienten Betrieb.

Die REM-Switches der Familie fido5100/fido5200 von Analog Devices umfassen zwei eingebettete Zwei-Port-Industrial-Ethernet-Switches, die sich an jeden Prozessor anschließen lassen, einschließlich aller ARM-CPUs und Analog Devices' Kommunikations-Controller fido1100. Die Daten werden über Priority Channel Queues transferiert, sodass Echtzeit-Datenübertragungen andere Nicht-Echtzeit-Datenübertragungen ohne Verzögerung stoppen können. Die Queues werden von einem Switch-Treiber und Interface zum Protokoll-Stack gemanagt, um einen effizienten Datentransfer zu ermöglichen. Die REM-Switches filtern die Datenpakete intelligent und halten unerwünschten Datenverkehr vom Prozessor fern, managen den Verkehr geringer Priorität entsprechend der Last des Prozessors und stellen die zeitgerechte Lieferung von Datenpaketen hoher Priorität sicher, völlig unabhängig von der Paketlast insgesamt.

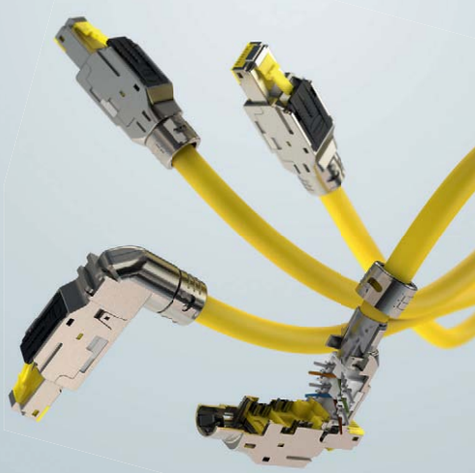
Die Industrial-Ethernet-PHY-Bausteine ADIN1100, ADIN1200 und ADIN1300 von Analog Devices sind für hohe Robustheit in rauen industriellen Umgebungen entwickelt und wurden umfassenden EMV-Kompatibilitätsprüfungen unterzogen. Mit ihrer geringen Latenz und Low-Power-PHY-Technik unterstützen sie Datenraten von bis zu 10 Mbit/s, 100 Mbit/s und 1 Gbit/s. In kleinen Gehäusen integriert und für den erweiterten industriellen Temperaturbereich ausgelegt, unterstützen sie Mehrfach-MAC-Bausteine. Der 10BASE-T1L-PHY-Baustein ADIN1100 für Ethernet APL erreicht eine Ethernet-Datenrate von 10 Mbit/s über ein einziges verdrilltes Leitungspaar bis 1 km Distanz und unterstützt Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen (eigensichere Zone-0-Applikationen). Der ADIN1100 bietet Ethernet-Verbindungen zu als eigensicher zertifizierten Geräten einschließlich HMIs, industriellen Videokameras und Wärmebildkameras, die in gefährdeten Bereichen arbeiten.

Insgesamt bietet Analog Devices folgende innovative Lösungen:

- die erste digitale Gigabit-Isolator-Familie der Branche, ADN4654/ADN4655/ADN4656, die neue Möglichkeiten zur galvanischen Trennung von Schnittstellen hoher Bandbreite eröffnet
- die branchenweit ersten galvanisch getrennten Video- und Kamera-Ports für im Vergleich zu voluminösen Glasfaser-Designs reduzierte Kosten und Komplexität
- auf Systemkompatibilität geprüfte Lösungen, die Probleme bezüglich Tests und Kompatibilität reduzieren. Ein Beispiel dafür ist ein Referenzdesign für den HDMI-Standard.
- eine vollständige Palette von Produkten für Industrial Ethernet, mit Technologien, Lösungen, Software und Sicherheitsfunktionen, die dazu entwickelt sind, die reale Welt mit Fabriknetzwerken und darüber hinaus bis in die Cloud hinein zu vernetzen. (ak)

HARTING
Pushing Performance

Hochgeschwindigkeitsanschluss neu definiert.
RJ Industrial® *Multifeature* 10 GBit mit integriertem Seitenschneider.



PEOPLE. POWER. PARTNERSHIP.

Die Lösung für eine 25 % schnellere Konfektionierung.

- Integrierte Miniatur-Messer kürzen und kappen die Einzeladern beim Zusammenbau automatisch
- Sehr einfache und fehlerfreie Feldkonfektionierung mit praxistauglicher Zugentlastung
- Cat. 6_A Performances für alle PoE-Klassen, variabler Kabelabgang in 5 Abgangsrichtungen

www.HARTING.com

SPE und IO-Link – gemeinsam stärker

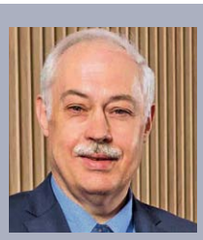
»Die Vorteile von IO-Link für SPE nutzen«

Die beiden Datenübertragungstechniken IO-Link und Single Pair Ethernet (SPE) müssen sich nicht widersprechen, sondern können einander ergänzen – als „IO-Link Plus“. Peter Wienzek, Manager Business Development Systems bei ifm electronic, erläutert die Hintergründe und wagt einen Ausblick.

Markt&Technik: SPE ist im Kommen und dringt in das angestammte Terrain von IO-Link vor. Wo liegen die Ursprünge der beiden Techniken, und wozu braucht es noch IO-Link, wenn SPE allgemein verfügbar ist?
Peter Wienzek: SPE stammt ursprünglich aus dem Automobilbereich, wo es darum ging, Netzwerktechnik mit möglichst wenig Kupfer zu verwenden, um Gewicht zu sparen. Die Idee hinter SPE ist, ein Ethernet-Netzwerk aufzubauen mit Zweidraht- anstelle von Vierdraht- oder Achtdraht-Leitungen, wie sie heutzutage üblich sind. SPE ist eine relativ neue Entwicklung, wohingegen IO-Link schon seit 2007 am Markt ist – eine echte Erfolgsstory.

IO-Link verfolgt einen ganz anderen Ansatz als SPE: Bei IO-Link ging es ursprünglich darum, Sensoren und Aktoren zu digitalisieren, also mit einer digitalen Schnittstelle zu versehen, um zusätzliche Informationen aus den Geräten zu bekommen. IO-Link ist also kein Netzwerk, sondern eine digitale Punkt-zu-Punkt-Schnittstelle mit vielen Vorteilen, die wir gerne in die neue Welt hinüberretten würden. Das Ziel ist, SPE als unterlagerte Physik zu verwenden, um darüber das IO-Link-Telegramm zu übertragen und mehr Performance aus IO-Link herauszuholen; daher würde ich den Namen „IO-Link Plus“ bevorzugen, als Weiterentwicklung von „IO-Link Classic“.

Es geht letztlich also darum, die beiden Techniken zusammenzubringen, um das Beste aus den beiden Welten zu vereinen. Welche Eigenschaften machen nun IO-Link für sein Anwendungsfeld so attraktiv?
Die Attraktivität von IO-Link resultiert aus seiner Einfachheit. Um IO-Link-Geräte zu betreiben, auszutauschen und in Betrieb zu nehmen, ist kein Netzwerktechniker erforderlich. Weil IO-Link eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist, benötigt es keine Adressierung und keine spe-



Peter Wienzek, ifm electronic

> *„Die Attraktivität von IO-Link resultiert aus seiner Einfachheit.“*

ziellen Tools. Es handhabt automatisch die Parameter, sodass beim Austausch eines Geräts das neue Exemplar die Parameter übernimmt, die das Vorgängergerät hatte. Ein Riesenvorteil ist die Punkt-zu-Punkt-Verbindung – wir würden sie gerne in der künftigen Variante IO-Link Plus beibehalten. Zudem haben wir im Laufe der Jahre viele Softwarebausteine, Anwender-Tools und Konfigurations-Tools entwickelt, die wir ebenfalls gerne in die neue Welt übernehmen würden.

Lassen sich diese Softwarebausteine problemlos in die neue Welt übernehmen oder sind Vorkehrungen nötig, um dies tun zu können?
IO-Link Plus ist momentan noch in der Beginnerphase. Wir haben gerade die ersten Schritte im IO-Link-Konsortium vorgenommen, indem wir eine Arbeitsgruppe IO-Link over SPE gestartet haben, und dort sind wir noch ziemlich am Anfang. Ein fertiges System gibt es also noch nicht, aber unser Wunsch ist natürlich – und darauf legen auch unsere Kunden Wert –, die bestehenden Tools 1:1 übernehmen zu können. Die Kunden sollen also bei ihrer Software und ihren Tools keinen Unterschied zwischen IO-Link Classic oder IO-Link Plus feststellen können. Für die Kunden soll das Handling genau gleich sein, sowohl in der SPS als auch in der Konfiguration und der IoT-Welt. Das ist zumindest unser Ziel.

Wenn es um IO-Link geht, fällt oft der Begriff IODD, sprich: IO Device Description. Die IODD ist sicherlich eines der Merkmale von IO-Link, die in die SPE-Welt übernommen werden sollen. Wo liegen dann die Vorteile der IODD, wenn die Datenübertragung über SPE läuft?
Der große Vorteil der IODD ist, dass sie das betreffende Gerät ganzheitlich beschreibt. Alle Features des Geräts sind in der IODD enthalten. IO-Link gilt ja als die USB-Schnittstelle der Automatisierung. Das heißt, möglichst viele Dinge funktionieren mittels Plug and Play, so wie ich meine Maus an den Computer anschließe, ohne zu wissen, was dahintersteckt – der Computer erkennt sie automatisch, er erkennt automatisch alle Features. So ähnlich funktioniert es mit IO-Link auch. Heutzutage sieht es allerdings so aus, dass die IODD entweder über ein physikalisches Medium in die Software integriert wird oder komfortabel über die frei verfügbare IODD-Finder-Datenbank im Internet, die bei vielen Software-Produkten schon als Schnittstelle implementiert ist.

Und ich würde jetzt noch einen Schritt weiter gehen. Wenn ich künftig eine höher performante IO-Link-Schnittstelle hätte, also beispielsweise IO-Link Plus, dann könnte ich mir vorstellen, dass die IODD schon aus dem Gerät heraus kommt, also dass Geräte die IODD „im Bauch“ haben und dann automatisiert – ohne Internet-Anbindung und ohne andere Medien – die IODD direkt in die Software übertragen. Und dann kann wirklich von einem kompletten, autarken „USB-Like“-Plug-and-Play-System die Rede sein.

Das heißt, dann könnten IO-Link und SPE sich vielleicht sogar gegenseitig befruch-

ten. Bei welchen Aspekten wäre dies eventuell sonst noch möglich, dass sie so voneinander profitieren?
Ich sehe die Zukunft so, dass es vielleicht Kombi-Master geben wird, sprich: IO-Link-Master, die sowohl IO-Link Classic als auch IO-Link Plus beherrschen werden und nach oben hin – man spricht ja auch neudeutsch von Northbound, also in Richtung SPS, IoT oder Server – die Daten einheitlich abbilden können, egal von welcher IO-Link-Variante sie kommen. Zudem kann ich mir vorstellen, dass die neuen Master Webprotokolle direkt in den Sensor durchleiten, dass ein Sensor ein zusätzliches Gesicht bekommt, also nicht nur ein IO-Link-Gesicht, sondern auch ein Web-Gesicht. Es stünde beispielsweise ein integrierter Webserver zur Verfügung, den ich dann entsprechend über einen Standard-Browser aufrufen könnte. In diesem Fall bräuchte ich dann zur Sensor-Konfiguration keine spezielle Software mehr, sondern könnte das, wie es heutzutage üblich ist, mit meinem Tablet, meinem Smartphone oder einem anderen elektronischen, mit einem Webserver ausgestatteten Gerät bewerkstelligen.

Welche Hindernisse muss SPE noch überwinden, um den „letzten Meter" bis zum Sensor übernehmen zu können?
Es gibt bei SPE zwei Partnernetzwerke, die sich um diverse Standards kümmern. Momentan gibt es also noch nicht den einen Standard. Es gibt verschiedene Stecker- und Kommunikationsstandards, also 10 Mbit, 100 Mbit, verschiedene Kabellängen sowie die Variante APL, die den Ex-Bereich abdecken soll. All diese Varianten sind nur teilweise zu gebrauchen für IO-Link. Das heißt, wir benötigen für IO-Link einen neuen Standard, der genauso einfach zu handhaben ist und Vorteile bei der Performance schafft – im Raum stehen Übertragungsraten, die um den Faktor 10 größer sind als diejenigen, die wir heute bei IO-Link haben. Zudem wollen wir die Leitungslänge vergrößern: aktuell sind es 20 Meter, angestrebt sind mehr als 40 Meter. Aber das wird man sehen.

Entscheidend ist für uns auch, ein möglichst einfaches Kabel zu verwenden. Je spezieller das Kabel wird, desto mehr entfernen wir uns von dem Anspruch, die Automatisierungstechnik einfach zu halten. Insofern gibt es sicherlich noch Einiges zu tun, und einer der nächsten in der IO-Link-Firmengemeinschaft geplanten Schritte ist, eine technische Working Group aufzusetzen, die sich genau mit diesen Themen beschäftigt. Für uns ist es beispielsweise auch wichtig, dass wir in der Automatisierung zum Sensor hin weiterhin einen M12-Stecker haben. Generell würden wir gerne das weiterverwenden, was sich bewährt hat; in der Verbindungstechnik ist es der M12-Stecker, gegebenenfalls mit hoher Schutzart von mindestens IP67. Zu ihm gibt es, glaube ich, derzeit keine wirkliche Alternative.

Inwieweit verfolgt die Arbeitsgruppe im IO-Link-Konsortium das Ziel, die Bemühungen in den beiden SPE-Standardisierungsgremien in diese Richtung zu bringen?
Wir als ifm electronic mischen uns in diese Standardisierungen nicht ein. Es geht dabei eher um die erwähnte Northbound-Übertragung, also um die Anbindung in Richtung IT und Netzwerke, was eigentlich nicht unser Hauptthema ist. Unser Hauptthema ist momentan: Wie kann ich die unübersehbaren Vorteile von IO-Link Classic in die neue performante IO-Link-Welt hinüberretten? Und weil sich das unterhalb des IO-Link Masters abspielt, gehe ich davon aus, dass wir in Zukunft einen weiteren Standard haben werden. Was die beiden SPE-Konsortien auf dem IO-Link Master in Richtung Northbound machen, das können wir, glaube ich, nicht beeinflussen – und wollen es auch nicht. Wir müssen nur eines für unsere Kunden sicherstellen: dass sie weiterhin Feldmodule mit gut handhabbaren Steckverbindern in hoher Schutzart bekommen, die auch im Lebensmittelbereich tauglich sind.

Können Sie schon eine Prognose wagen, ab wann es in der Industrie voraussichtlich IO-Link-over-SPE-Anwendungen geben wird?
In der Marketing Working Group sind aktuell etwa 30 Unternehmen tätig. Wir arbeiten in der Gruppe derzeit geeignete Use Cases heraus. Es gibt interessante Use Cases, aber wir bewegen uns von der Performance her immer zwischen dem einfach- bis mittelperformanten IO-Link Classic und dem Feldbus. Und da zeigt sich natürlich immer wieder, welche Vorteile eine IO-Link-Performance-Erhöhung über eine SPE-Leitung letztlich brächte. Ein ganz wichtiger Vorteil wäre, weiterhin feldbusunabhängig zu sein. Das bedeutet für unsere Endkunden, sie hätten wieder nur ein Gerät und könnten es über einen neu zu entwickelnden IO-Link Master an alle Feldbusse und Steuerungen dieser Welt ankoppeln. Das heißt, sie bräuchten nicht wieder jeden einzelnen Sensor für jeden einzelnen Feldbus zu adaptieren. Ich denke, das wäre ein riesiger Vorteil, den gerade Ausrüster zu schätzen wissen, die für unterschiedliche Märkte unterschiedliche Steuerungen einbauen müssen, wenn sie dann wenigstens sagen könnten: Die komplette Peripherie auf Basis von IO-Link ist immer gleich.

Das Interview führte Andreas Knoll.



Abgelegene Versorgungseinrichtungen datentechnisch anbinden

Wie Infrastruktur von mehr Intelligenz profitiert

Die Aufrüstung vorhandener Infrastruktur mit moderner Sensorik und IoT-Technologie zur Fernüberwachung kann zu beträchtlichen Energie- und Kosteneinsparungen führen. Das gilt auch dort, wo man es nicht auf Anhieb vermuten würde, etwa bei „unbemannten" Infrastruktureinrichtungen. Was auf diesem Gebiet mit überschaubarem Aufwand möglich ist, zeigt beispielsweise die schweizerische comtac AG.



Unbemannte Infrastruktur: ein kompaktes Blockheizkraftwerk

Bild: Shutterstock 1542902705

Wir sind umgeben von zigtausenden meist unauffälligen Bauten, die wichtige Infrastruktur beherbergen und im Normalfall ohne menschliches Zutun funktionieren, etwa Trafostationen, Regenauffangbecken, Wasserverteilanlagen, Blockheizkraftwerke oder Basisstationen für Mobilfunk. Sie alle enthalten komplexe Technik, deren Vorhandensein im Normalfall nur dann ins Bewusstsein rückt, wenn sie einmal nicht funktioniert.

Um eine zuverlässige Funktion sicherzustellen, ist Wartung unerlässlich – und die geht ins Geld, sobald Fachpersonal tätig werden muss. »Genau hier tut sich ein bedeutendes Anwendungsgebiet für IoT-gestütztes Infrastruktur-Monitoring auf«, konstatiert Uwe Scholz, zuständig für das Business Development bei der schweizerischen comtac. Das auf Engineering, Funktechnologien und IoT-Anwendungen spezialisierte Unternehmen mit Sitz in Flurlingen bei Schaffhausen verfügt deshalb über projektspezifische Lösungen und Produkte, mit denen sich ein breites Spektrum solcher unbemannten Infrastrukturgebäude aus der Ferne überwachen und effizienzoptimiert steuern lässt. Durch verbesserte und erweiterte Störmeldungen lässt sich der Wartungsaufwand reduzieren, durch Temperatur- und Feuchteüberwachung der Energieverbrauch zur Klimatisierung minimieren.

Während die Optimierung der Energieeffizienz generell ein Thema mit Zugkraft ist, hat die Verringerung des Wartungsaufwands besonders in dünn besiedelten und gebirgigen Regionen Bedeutung. Je nach Topografie ist der Aufwand, zum betroffenen Gebäude zu gelangen, viel größer als der eigentliche Arbeits- und Kontrollaufwand vor Ort. Zudem tragen

moderne Funktechnologien dazu bei, dass sich ungleich mehr Messstellen kostengünstig erfassen lassen.

Intelligenz in vorhandene Infrastruktur implantieren

Dass spürbare Energieersparnisse und ein reduzierter Wartungsaufwand nur möglich sind, wenn die Prozess- und Gebäudeüberwachung smarter und kombiniert werden, liegt nicht nur für comtac auf der Hand. »Wir haben deshalb in Zusammenarbeit mit einem bedeutenden Infrastrukturbetreiber ein multifunktionelles Datenerfassungs- und Steuerungsgerät entwickelt – den Infra-Monitor«, erläutert Uwe Scholz. »Er ergänzt unsere Standardprodukte, die bei diversen Kunden im Einsatz sind.«

Das spezifisch entwickelte Gerät „implantiert" Infrastruktureinrichtungen die nötige Intelligenz zur Überwachung und Steuerung der Klimatisierung sowie zum Energieverbrauchs-Management. Dank des modularen Konzepts und seiner Erweiterbarkeit eignet sich der Infra-Monitor grundsätzlich für alle eingangs genannten Typen von Anlagen und Gebäuden. Das ist von großer Bedeutung, weil sowohl die Bauwerke als auch ihre technische Ausstattung über lange Zeiträume in Betrieb gegangen sind – schon aus diesem Grund ist ein sehr heterogener technischer Stand zu überwachen und zu optimieren.

Für die vorliegende Version des Infra-Monitors hat comtac gemeinsam mit dem Pilotanwender ein breites Spektrum von Aufgaben definiert, darunter die Kontrolle und Steuerung des Energieverbrauchs ihrer Klimasysteme. Darüber hinaus sollte das Datenerfassungs- und Steuerungsgerät die Akkus der unabhängigen Stromversorgungen (USV) sowie die Daten zahlreicher anderer Sensoren (z.B. Innen- und Außentemperatur, Wassermeldung, Status- und Alarmmeldungen der eingebauten Solaranlagen und Wetterstationen) erfassen und bündeln, um ein umfassendes Lagebild zu erstellen. Klassischerweise werden die Alarmsituationen (Störmeldungen) und Ereignisse vor Ort oft nicht oder zu wenig erfasst und übertragen. Hier hilft der Infra-Monitor mit einer Vielzahl von Sensoren und Eingängen. So lassen sich Präsenzmelder, Türkontakte, Überflutungssensoren, Rauch- und Brandmelder ebenso erfassen wie bestimmte Prozessparameter der Anlage selbst. Sogar Schaltausgänge sind vorhanden, sodass auch von der Ferne aus der Leitwarte gesteuert werden kann.

Um einige Wartungsarbeiten aus der Ferne sicher durchführen zu können, sollte die Leitwarte zudem erkennen können, ob sich War-

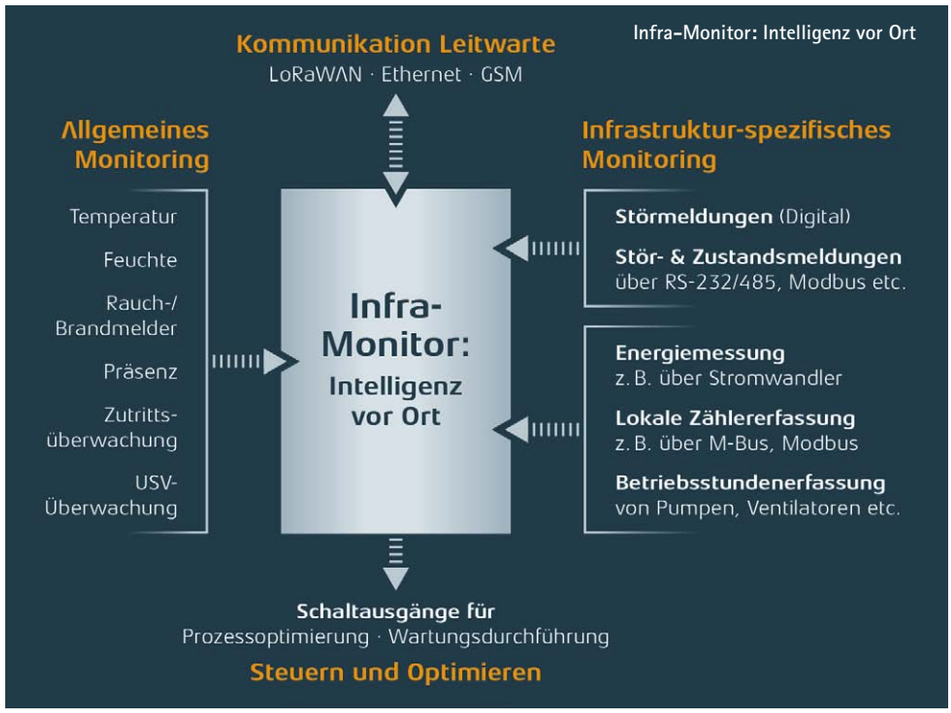


Bild: comtac

Anzeige



tungspersonal oder andere Personen in der Einrichtung befinden. Dafür schafft ein Infra-Monitor Gewissheit in Echtzeit.

Die Cloud als Zwischenspeicher – aber sicher

Sämtliche Infra-Monitore können die vor Ort laufend gesammelten Daten über eine Datenverbindung gemäß dem Transport-Layer-Security-Standard (TLS) in einem hochsicheren Cloud-Speicher hinterlegen. Hierzu kann comtac die Geräte mit unterschiedlichen Funktechnologien ausstatten, darunter LoRaWAN.

Der Betreiber kann unabhängig von der Funktechnologie jederzeit auf den Cloud-Speicher zugreifen und die Daten in sein Wartungs- und Service-Tool integrieren. Per Fernzugriff ist auf Basis dieser Daten auch eine abgestufte Reaktion auf Alarmmeldungen möglich – der Betreiber kann von Fall zu Fall entschieden, ob er eine manuelle Wartung vor Ort veranlassen will oder nicht. Diese umfangreichen Steuerungsmöglichkeiten stellen natürlich hohe Anforderungen an die Daten- und Kommunikationssicherheit – schließlich soll ein Missbrauch um jeden Preis vermieden werden. Um für maximale Angriffssicherheit zu sorgen, sind die Entwickler von comtac deshalb bereit und in der Lage, eng mit den Datenbank-, Cloud- und Sicherheitsspezialisten jedes Anwenders zusammenzuarbeiten.

Bereits in der Test- und Prototypenphase zeigten die Infra-Monitore von comtac beträchtliche Einsparpotenziale auf. »Wir waren selbst überrascht, was das neue System an Einsparungen bezüglich Energie, Personalressourcen und Reise- bzw. Fahrzeugkosten ermöglicht«, sagt Uwe Scholz. Der Wert könne zwar in Abhängigkeit von der überwachten Funktionalität, der Steuerungsmöglichkeiten und der geografischen Situation schwanken, so der comtac-Entwicklungsleiter, aber »ihre Kosten spielen die Infra-Monitore auf alle Fälle innerhalb kurzer Zeit wieder ein«. Darin seien übergeordnete Vorteile durch die verbesserte Verfügbarkeit der Infrastruktur noch nicht einmal eingerechnet. »Die zunächst entstehenden Kosten hält comtac durch Serienfertigung in Eigenregie und eine kurze Time to Market auf niedrigem Niveau«, führt Uwe Scholz aus. »Wir verfügen über einen kompetenten Produktionspartner in der eigenen Unternehmensgruppe. So können wir auch ein komplexes Produkt wie den Infra-Monitor komplett mit eigenen Ressourcen und ohne Verzögerungen realisieren – von der Konzeption bis zur breiten Verfügbarkeit.« Letztere sei angesichts der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten besonders wichtig: »Mit der Basistechnologie unserer Infra-Monitore und der zugehörigen Cloud-Lösung lässt sich eine Vielzahl vernetzter Einrichtungen überwachen und steuern. Und mit einem spezifischen Installations-Set lässt sich der Rollout effizient und an jedem Standort umsetzen.« (ak)

Die FLC-Initiative der OPC Foundation hat ihren ersten Release Candidate fertiggestellt

»Wir haben in zwei Jahren schon viel erreicht«

Seit ihrer Gründung anlässlich der Messe SPS 2018 hat die FLC-Initiative (Field Level Communications) der OPC Foundation einiges auf den Weg gebracht. Auch für dieses Jahr hat sie sich viel vorgenommen. Peter Lutz, Director Field Level Communications der OPC Foundation, gibt Auskunft.

Markt&Technik: Was hat die FLC-Initiative in den zwei Jahren ihres bisherigen Bestehens erreicht?
Peter Lutz: In den zwei Jahren FLC-Initiative hat sich tatsächlich viel getan. Wir sind mit der Initiative im November 2018 gestartet. Damals traten 23 Unternehmen dem Steering Committee bei, darunter alle großen Marktführer in der industriellen Automatisierungstechnik. Inzwischen sind noch vier Unternehmen hinzugekommen – Murrelektronik, Festo, Lenze und Emerson –, sodass insgesamt 27 Unternehmen sich im Steering Committee engagieren und gemeinsam das Projektmanagement betreiben. Diese Unternehmen bringen sich finanziell ein und natürlich auch mit Manpower und Expertise.

Darüber hinaus konnten wir auch in den technischen Arbeitskreisen mehr und mehr Experten begrüßen, die sich beteiligen, um die Konzepte und Spezifikationen zu erarbeiten. Wir zählen aktuell über 300 Experten, die von mehr als 60 Mitgliedsfirmen der OPC Foundation kommen. Und wir haben natürlich auch verschiedene Kooperationen begonnen oder fortgeführt. Mit der PNO unterhalten wir eine Kooperation zum Thema Safety, mit ODVA und Sercos International haben wir eine Kooperation geschaffen zum Thema Mo-

tion, mit IEC und IEEE haben wir Liaisons geschlossen zur Nutzung und zur gemeinsamen Weiterentwicklung von Ethernet TSN oder des TSN-Profils für die Industrie (IEC/IEEE 60802). Und last but not least sind wir im vergangenen Jahr der APL-Initiative beigetreten, weil Ethernet APL (Advanced Physical Layer) eine wichtige Technologie ist, um OPC UA in der Prozessindustrie zu platzieren und zum Erfolg zu bringen.

Diese Themen haben nicht direkt mit Spezifikationen zu tun, aber wir werden natürlich an den Spezifikationen gemessen, die wir erarbeiten und publizieren.

Wie weit sind die Spezifikationen mittlerweile gediehen?

Im November 2020, nach genau zwei Jahren, konnten wir unseren ersten Release Candidate abschließen. Er besteht aus vier Spezifikationsteilen und behandelt vor allem den Use Case Controller-to-Controller, also die Vernetzung von und zwischen Steuerungen. Im Dezember ging er ins Review und wurde zwischenzeitlich fertiggestellt. Zudem haben wir unsere erste größere Publikation herausgegeben, ein auch online verfügbares Technical Paper, in dem alle Konzepte, die Vision und der technische Ansatz beschrieben sind. Das ist wichtig, damit Interessierte auch nachlesen können, was zu erwarten ist, wenn die Spezifikationen final sind und auf dem Tisch liegen.

Was ist für dieses Jahr geplant?

Wir haben mit dem Release Candidate nun die Möglichkeit, über entsprechendes Prototyping die Spezifikationen zu verifizieren. Wie bei der OPC Foundation üblich, findet dies statt, bevor die Spezifikation final veröffentlicht wird. Und wir werden natürlich mit weiteren Anwendungsszenarien beginnen, also die bestehenden Konzepte erweitern für die Use Cases Controller-to-Device, also Kommunikation zwischen Steuerungen und Feldgeräten, sowie Device-to-Device, sprich: zwischen Feldgeräten. Diese Spezifikationen werden dann in eine zweite Version einfließen, die vollumfänglich Controller-to-Controller, Controller-to-Device und Device-to-Device abdeckt, aber voraussichtlich erst im kommenden Jahr publiziert werden wird.

Welche Aspekte deckt der jetzige Release Candidate schon ab?

Im jetzigen Release Candidate haben wir die Basiskonzepte beschrieben, die damit zu tun haben, wie wir Steuerungen modellieren. Wir nutzen dafür den Begriff „Automation Component". Es wird beschrieben, wie sich Geräte – im ersten Fall nur Steuerungen, aber später auch Feldgeräte – modellieren lassen, wie die Informationsmodelle aussehen und wie die Geräte online und offline konfiguriert werden. Außerdem ist das Grundverhalten beschrieben, also die Zustandsmaschinen, die erforderlich sind, um Verbindungen für einen zyklischen und azyklischen Datenaustausch zwischen Steuerungen aufzubauen, um darüber entsprechende zyklische und azyklische Daten auszutauschen.

All das ist Bestandteil des ersten Release Candidate, einschließlich der Abbildung auf die unterlagerten Transportprotokolle. Hier wird ein Kommunikationsprofil für die Kommunikation über UDP/IP unterstützt, und das zweite Kommunikationsprofil ist dann ein direktes Mapping auf Layer-2-Ethernet, wenn es um effizientere Kommunikation für anspruchsvollere Automatisierungsanwendungen geht.

Noch nicht dabei, aber in Arbeit sind entsprechende Profile auf Basis dieser Grundmodelle für bestimmte Automatisierungsgeräte, etwa Motion, I/Os und Instrumentierung. Das haben wir nicht als wichtigen ersten Schritt betrachtet, weil es eher mit dem Use Case Controller-to-Device zu tun hat. Was aber schon vorliegt, ist eine Safety-Spezifikation,

Anzeige

Fernwarten und Fernwirken mit smarten Routern von INSYS icom

Maschinen einfach mit VPN-Routern und IIoT Gateways von INSYS icom vernetzen

- Sicher auf Anlagen weltweit zugreifen
- Anlagen-Verfügbarkeit erhöhen
- Investitions-, Reise- & Wartungskosten sparen
- Produktivität & Wettbewerbsfähigkeit steigern

INSYS icom



Mehr erfahren: https://www.insys-icom.com/de-de/fernwartung

die sich mit den bestehenden Grundmodellen kombinieren lässt, um funktionale Sicherheit über OPC UA und die von der FLC-Initiative spezifizierten Erweiterungen zu realisieren.

Sie haben das Stichwort TSN angesprochen. Welche Rolle spielen TSN und OPC UA over TSN auf der Feldebene?
TSN ist natürlich ein wichtiges Element in unserem Lösungsansatz, weil es Echtzeit-Kommunikation und Konvergenz ermöglicht, sprich: verschiedene Protokolle lassen sich über eine einheitliche Netzwerk-Infrastruktur übertragen. Weil die Anforderungen der diversen Automatisierungs-Anwendungen aber sehr unterschiedlich sind, ist natürlich auch eine Option mit herkömmlichem Ethernet, also ohne TSN, eine wichtige Variante, besonders auch in Kombination mit APL, dem Advanced Physical Layer, der Ethernet in die Feldebene der Prozessindustrie bringt.

Außerdem sind wir auch von den Konzepten her so aufgestellt, dass wir problemlos zukünftig auch andere Transportstandards wie 5G oder WiFi 6 und WiFi 7 unterstützen können. Das heißt, wir müssen den Lösungsansatz mit OPC UA als Baukastensystem verstehen, das abhängig von Use Case und Anwendung entsprechende Kombinationen von Technologien bereithält. Aber für die Fabrikautomatisierung, speziell für anspruchsvollere Anwendungen wie etwa Motion Control oder schnelle synchrone I/Os, ist natürlich TSN ein entscheidendes Element.

Spielen in den Planungen der FLC-Initiative auch die klassischen Industrial-Ethernet-Standards wie Profinet, EtherCAT, EtherNet/IP, Powerlink oder Sercos eine Rolle?
Mit den herkömmlichen Industrial-Ethernet-Protokollen beschäftigen wir uns selbst nicht, weil wir den Ansatz verfolgen, OPC UA, das sich bereits für verschiedenste Use Cases durchgesetzt hat, für die Feldebene zu ertüchtigen, um letzten Endes eine Harmonisierung der aktuell sehr heterogenen Landschaft von industriellen Kommunikationslösungen herbeizuführen. Allerdings hoffen wir natürlich, dass wir uns als OPC Foundation mit allen anderen Non-Profit-Organisationen und Marktbegleitern auf einen gemeinsamen Lösungsansatz bezüglich TSN einigen können. Das bedeutet, ein einheitliches Profil zu unterstützen, um dann die gleichen TSN-Basismechanismen in den entsprechenden Endgeräten und Netzwerk-Infrastrukturgeräten einzusetzen. Wir wollen ja wegkommen von Insellösungen wie den eher proprietären Echtzeit-Ethernet-Umsetzungen und zu einer Lösung gelangen, die es erlaubt, verschiedene OT-Protokolle – OPC UA einerseits, aber auch die herkömmlichen Industrial-Ethernet-Protokolle – gemeinschaftlich über eine einheitliche Infrastruktur zu betreiben und gleichzeitig auch die IT/OT-Konvergenz mit zu unterstützen. Wir hoffen also, mit TSN eine gemeinsame Basis zu haben. Natürlich kümmern sich die verschiedenen Non-Profit-Organisationen wie PNO und ODVA um ihre eigenen Ökosysteme. Gleichzeitig sind aber alle bemüht, auch eine entsprechende Abbildung auf OPC UA zu spezifizieren, sodass sich die herkömmlichen Lösungen dann einfügen in ein einheitliches Ökosystem auf Basis von OPC-UA.

Das heißt, zu der Befürchtung, es entstehe noch ein weiterer Bus, besteht kein Anlass, oder?



Peter Lutz, OPC Foundation

„Wir kombinieren OPC UA mit einem unterlagerten MQTT und bezeichnen das Ganze dann als ‚OPC UA over MQTT'."

Unser Ansatz besteht nicht darin, eine weitere Lösung zu bringen, die als Insellösung gesehen werden muss, sondern das bestehende OPC UA zu erweitern und somit eine Harmonisierung herbeizuführen. Wenn man rein auf die Feldebene schaut, könnte man meinen, es entstehe jetzt noch eine weitere Lösung, die einer Harmonisierung im Weg steht. Aber insgesamt gesehen ist es möglich, herkömmliche Protokolle mit entsprechenden Abbildungen ebenfalls in ein Ökosystem auf OPC-UA-Basis zu integrieren, sodass eine harmonischere Landschaft mit einer durchgängigen, OPC-UA-basierten Kommunikationslösung entsteht.

Die Standardisierung von Ethernet APL ist schon recht weit fortgeschritten. Wie soll die Kombination von OPC UA und Ethernet APL konkret aussehen?
Wie ich schon vorher erwähnt habe, muss OPC UA als Baukastensystem gesehen werden. Abhängig vom Use Case werden dann verschiedene Elemente kombiniert. Insofern ist es für uns wichtig, bei der Erstellung von Profilen festzulegen, welche Kombinatorik für welche Geräte in welchen Industrien sinnvoll ist.

APL beispielsweise stellt zunächst „nur" einen Physical Layer dar, der voll kompatibel zu Ethernet IEEE 802.3 ist. Der APL Physical Layer integriert sich praktisch nahtlos in das Framework, das wir mit OPC UA bauen, und somit lässt sich OPC UA mit den Erweiterungen aus unserer FLC-Initiative über APL übertragen. Diese Kombination ist entscheidend, um mit Ethernet bzw. auf der Basis von Ethernet OPC UA in die Feldebene der Prozessindustrie zu bringen. Deshalb unterstützen wir gemeinsam mit anderen Non-Profit-Organisationen und weiteren Industriepartnern die Bestrebungen der APL-Initiative, die Technologie weiterzuentwickeln und auch im Markt entsprechend voranzutreiben.

OPC UA und MQTT stehen ja einerseits im Wettbewerb zueinander, andererseits gibt es aber Standardisierungsbemühungen für OPC UA over MQTT. Welchen Sinn und Zweck haben sie, und was ist konkret geplant?
Tatsächlich gibt es immer wieder die Diskussion: OPC UA versus MQTT – was ist letztlich das bessere Protokoll? Im Grunde sind die beiden Technologien nicht direkt vergleichbar. MQTT ist ein sehr einfach gehaltenes Protokoll für das IoT. OPC UA dagegen ist nicht nur ein Protokoll, sondern weitaus mehr, nämlich ein Framework oder, anders gesagt: ein Baukastensystem. Es umfasst Security-Mechanismen und ermöglicht, Daten zu modellieren und Informationsmodelle aufzubauen. OPC UA ist also – anders als MQTT – nicht nur ein Protokoll, und deshalb halten wir MQTT für eine interessante Option als unterlagertes, einfaches Transportprotokoll. Wir kombinieren OPC UA mit all seinen Möglichkeiten mit einem unterlagerten MQTT und nennen das Ganze dann „OPC UA over MQTT". Und das ist keine Zukunftsmusik, sondern das Mapping ist bereits beschrieben in Part 14 der OPC-UA-Pub/Sub-Spezifikation. Dort gibt es ein Kapitel zur Abbildung von OPC UA auf MQTT, das bereits im vergangenen Jahr als IEC-Standard veröffentlicht wurde. Dies ist eine interessante Lösung, um das Beste aus beiden Technologien nutzen zu können.

Das Interview führte Andreas Knoll.

Industrie-4.0-Prinzipien dringen auch in die Elektronikfertigung vor

Big-Data-Analyse hält Produktion am Laufen

Große Datenmengen und komplexe Analysen halten Einzug in die Elektronikfertigung. Sie werden sich zu wichtigen Werkzeugen für eine fundierte Entscheidungsfindung im gesamten Unternehmen entwickeln, von der Verwaltung von Anlagen in Echtzeit bis hin zur Sicherung kontinuierlicher Verbesserungen und zur Festlegung übergeordneter Geschäftsstrategien.

Bild: BAIVECTOR/stock.adobe.com

Von Oumayma Grad,
Marketing Communications Manager
SMT & FA Sections bei Yamaha

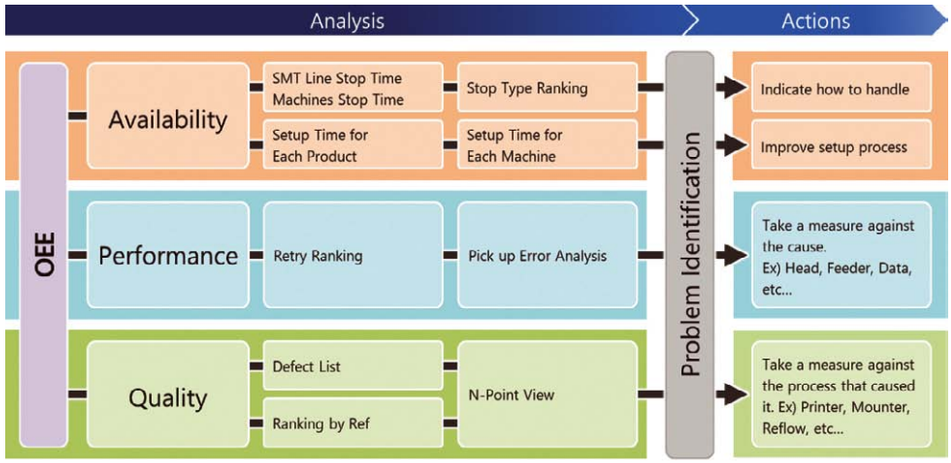


Ein profitables Produktionsunternehmen zu führen, wird in Zeiten von Globalisierung und Digitalisierung immer schwieriger. Kosten und Umsätze stehen ständig unter Druck, während der harte Wettbewerb sowohl auf lokaler als auch auf globaler Ebene dazu führt, dass die Gewinnspannen gering sind und es wenig Spielraum für Fehler gibt.

Die von automatisierten Montageanlagen erzeugten Daten können Antworten auf Herausforderungen in der Fertigung geben. Jedes Mal, wenn eine Schablone geladen wird, eine Rakel über die Schablone gezogen wird, eine Saugdüse ein Bauteil aufnimmt und platziert und eine Baugruppe geprüft wird, erfassen Sensoren wie etwa Positionssensoren, Kraftsensoren, an der Düse montierte Kameras und Inspektionskameras Informationen, die den Zustand der Montageausrüstung, die Stabilität von Prozessen wie Siebdruck und Komponentenplatzierung sowie die Eigenschaften von Komponenten und Materialien, die die Herstellbarkeit des Produkts und die Endausbeute der Linie bestimmen, genau beschreiben.

Die Erfassung dieser Daten ist eine Herausforderung. Die Rohdaten in verwertbare Erkenntnisse umzuwandeln, die zur Lösung von Problemen und zur Verbesserung der am Ende der Fertigungslinie gemessenen Ergebnisse genutzt werden können, ist eine Aufgabe, die bisher hauptsächlich der SMT-Linien-Management-Software überlassen wurde. Bis jetzt.

Verschiedene Linienmanagement-Pakete, etwa die „Factory Tools Suite" der Yamaha SMT Section, haben Bedienern, Produktionsleitern und Planern geholfen, die Kontrolle



Bilder: Yamaha

Bild 1: OEE-Analyse zur Erkennung von Problemen und Ermittlung von Lösungen

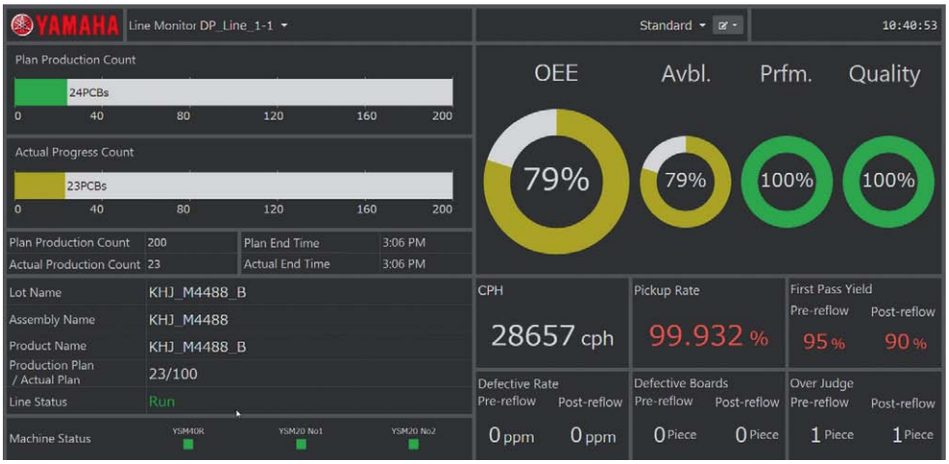


Bild 2: Echtzeit-Produktionsanalyse

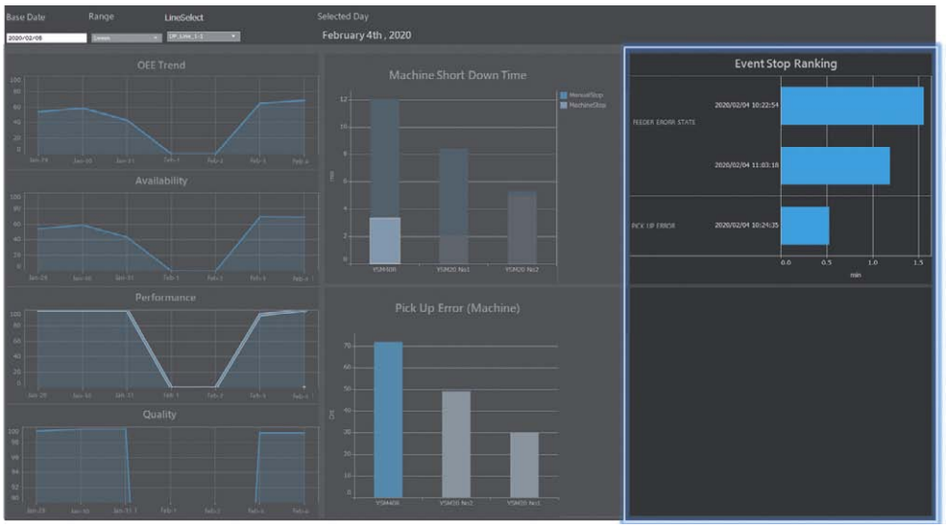


Bild 3: Die vergangenheitsbezogene Produktionsanalyse hilft bei der Bewertung der OEE-Kennzahlen und unterstützt die kontinuierliche Verbesserung.

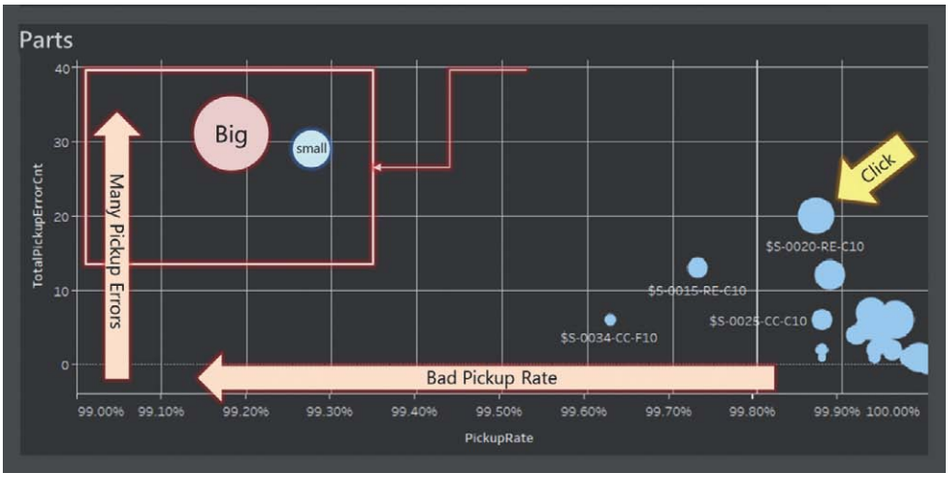


Bild 4: Grafische Darstellung von Abholfehlern im Dashboard

über die Inline-SMT-Systeme zu behalten und so die Auslastung, Effizienz und Produktivität zu verbessern. Hierzu gehören meist Werkzeuge zur Unterstützung der Maschinenprogrammierung und Linienaustaktung sowie zur Überwachung der Produktion in Echtzeit. Linienüberwachungs-Software wie das „M-Tool" von Yamaha ermöglicht es den Verantwortlichen, den Status der Anlagen auf einen Blick zu erfassen, und hilft sicherzustellen, dass Bauteile und Zuführungen zum richtigen Zeitpunkt nachgefüllt werden, um unnötige Stillstände zu vermeiden. Darüber hinaus zeigen Tools wie Yamahas „QA-Options" und die Smartphone-App „Mobile Judgement" alle Fehlerinspektionsergebnisse an und helfen, die Ursache zu ermitteln und die Produktion wieder aufzunehmen.

Größere Datenmengen, leistungsfähigere Werkzeuge

Es ist nicht immer einfach, die Antworten, die in den Daten bereits enthalten sind, auch zu finden. In der Vergangenheit war die Analyse meist mühsam und erforderte oft erfahrene Mitglieder des Produktionsteams, um die Ergebnisse zu interpretieren und so unerwünschte Trends zu erkennen und die Ursachen von Fehlern aufzuspüren. Dies beruht oft auf Erfahrung und einem Gespür für einzelne Maschinen, um die Ursachen von Problemen zu erkennen und Wartungsprobleme zu erfassen, bevor ein Ausfall auftritt. Die Erstellung von Berichten, die auf den erfassten Daten beruhen und oft angefordert werden, um übergeordnete Maßnahmen wie etwa die Vorbereitung neuer Geschäftsangebote, die Verbesserung von Produktdesigns oder die Lenkung von Investitionen zu unterstützen, erhöht die Arbeitsbelastung von Mitarbeitern und verlangsamt die Entscheidungsfindung in Unternehmen.

Im Moment befindet sich die Datenwissenschaft mitten in einem dynamischen Entwicklungsschub, weil Unternehmen aus vielen Branchen, die eine digitale Transformation anstreben, mehr Daten und leistungsfähigere Analysewerkzeuge fordern, um bewerten zu können, was diese Informationen für ihre Unternehmen bedeuten. Viele verschiedene Organisationen in Bereichen wie Logistik, Pharmazeutik, Lebensmittelverpackung und Bankwesen sind dabei, ihre eigene Datenkultur zu etablieren.

Ziel ist, neue Geschäftserkenntnisse zu gewinnen und zu verstehen, wie man Risiken mindert, Kosten senkt, die Effizienz steigert, bes-

sere Produkte und Dienstleistungen schafft sowie Kunden und Anteilseignern einen größeren Mehrwert bietet.

Die Datenwissenschaft steht bereit, um auch Elektronikherstellern zu helfen. Dank des fundierten Fachwissens der aufstrebenden Datenwirtschaft lassen sich ehemals manuelle Analyseaufgaben automatisieren, um schneller und effizienter als bisher tiefere Einblicke zu gewinnen. Yamaha hat sich mit dem US-Unternehmen Tableau Software zusammengetan, um ein visuelles Dashboard-Paket auf den Markt zu bringen, in das die Analyse-Software von Tableau eingebettet ist. Die im Dashboard verfügbaren Tools bieten Echtzeit- und vergangenheitsbezogene Produktionsanalysen. Sie helfen dabei, den Betriebsqualitäts-Status zu visualisieren sowie die Verfügbarkeit, Leistung und Qualitätsfaktoren zu analysieren, welche die Gesamtanlageneffektivität (Overall Equipment Effectiveness, OEE) bestimmen. Zudem unterstützen sie dabei, die Daten genauer zu untersuchen, um die Ursachen von Problemen oder Defekten zu identifizieren und Hilfe bei der Lösung von Problemen wie etwa Bauteilaufnahmefehlern, Linienaustaktungsproblemen und anderen Engpässen zu bekommen.

Gesamtanlageneffektivitäts-Analyse

Die Dashboard-Überwachungs-Tools von Yamaha helfen Bedienern, den Überblick über den Status der Anlagen zu behalten und bei Bedarf Maschinen und Produktion schnell wieder in Gang zu bringen, während Füh-

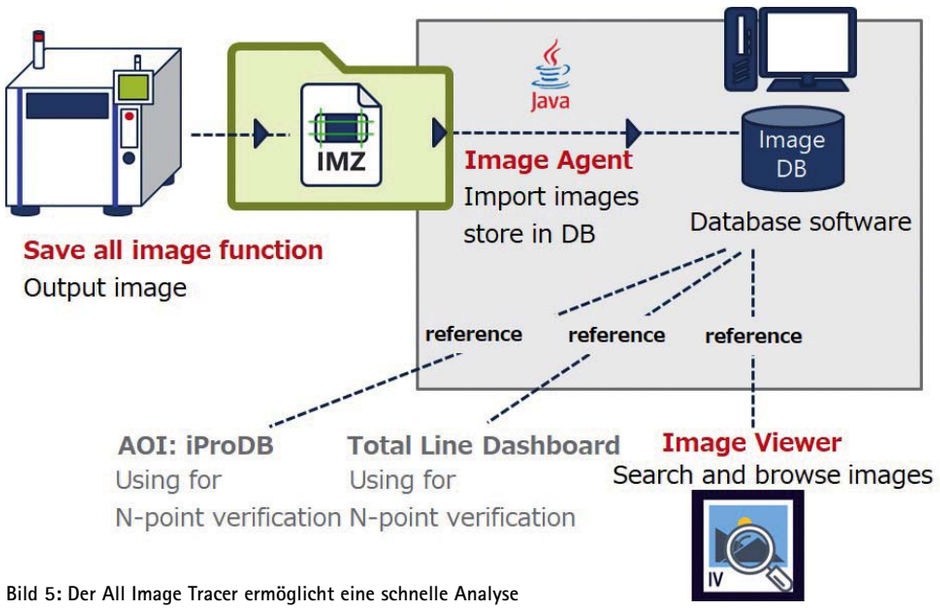


Bild 5: Der All Image Tracer ermöglicht eine schnelle Analyse der Ergebnisse der Sichtprüfung.

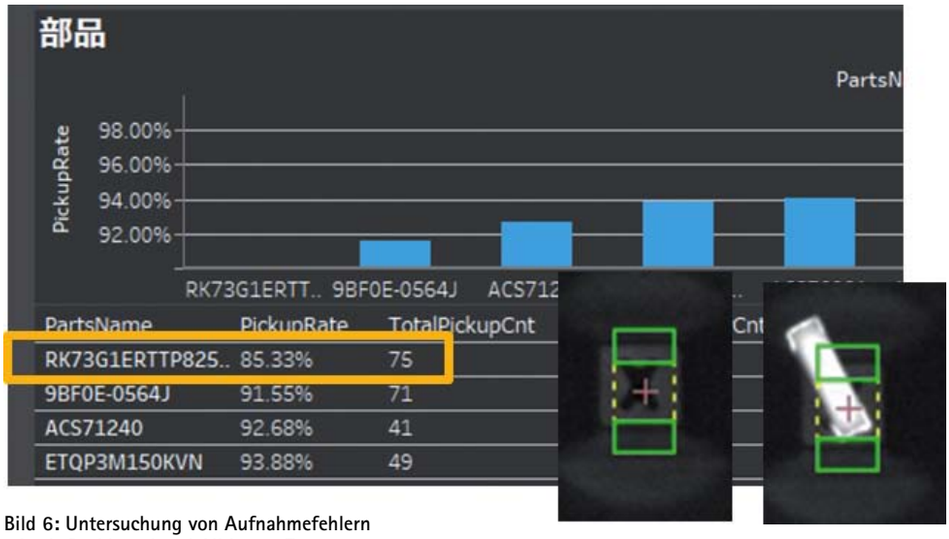


Bild 6: Untersuchung von Aufnahmefehlern mittels Dashboard und All Image Tracer

SIGLENT®
Das Beste Preis-Leistungs-Verhältnis in der Messtechnik
Schneller zur Marktreife dank innovativer Messtechnik


- Oszilloskope 50MHz –> 1GHz
- Signal Generatoren 10MHz –> 500MHz
- Labornetzteile –> 200W
- Elektronische Lasten 200 –> 300W
- Multimeter 4½ –> 6½ Stellen

Siglent HF-Messgeräte: Helfer bei der Entwicklung fehlerfreier und zuverlässiger Kommunikation

Spektrum- und Vektornetzwerkanalysator
- EMI-Pre-Compliance
- Modulationsanalyse
- Distance-to-Fault Analyse

HF-Signalquellen
- mit/ohne IQ-Modulation

Siglent Technologies Germany GmbH
www.siglenteu.com
Info-eu@siglent.com

rungskräfte und das technische Personal die Erkenntnisse nutzen können, um Probleme auf strategischer Ebene abzustellen und Maßnahmen zur Leistungsverbesserung zu ergreifen. Auf einer höheren Ebene liefern Management Reporting Tools die Analysen, die erforderlich sind, um den aktuellen Stand der Fertigungskapazitäten zu bewerten und sofort wirksame und längerfristige Entscheidungen zu treffen.

Durch die Ermittlung der Ursachen für reduzierte Verfügbarkeit, Leistung und Qualität lassen sich die Gesamtanlageneffektivität (OEE) und letztlich die Produktivität verbessern. Das im Dashboard eingebettete Datenanalyse-Know-how kann die Hintergründe dieser Herausforderungen entschlüsseln. Die in Bild 1 beschriebene Analyse kann Probleme quantifizieren und ihre Ursachen ermitteln, was Entscheidungen über die am besten geeigneten Maßnahmen vereinfacht.

Echtzeit-Produktionsanalysen geben den Status der Maschinen und der Linie grafisch und detailliert wieder (Bild 2). Die Anwender können schnell alle in der Produktionslinie auftretenden Fehler identifizieren, sehen, welche Maschinen gestoppt wurden, und die Auswirkungen auf die OEE erkennen, sobald sie auftreten.

Die vergangenheitsbezogene Produktionsanalyse dagegen ermöglicht eine direkte grafische Anzeige der OEE-Kennzahlen und lässt die Anwender sofort Ausfallzeiten und Rüstzeiten sowie Fehler, die zu Ausfällen führen, visualisieren (Bild 3). Eine detailliertere Analyse umfasst die Anzahl der Fehler bei der Bauteil-Abholung und die Ereignisse, die am häufigsten Stillstände verursachen.

Tiefergehende Datenanalyse

Das Yamaha-Dashboard bietet mehrere Ansichten, die eine tiefergehende Analyse der Probleme bei der Linienaustaktung, einer schlechten Bauteilaufnahme und anderer Fehler ermöglichen. Das Blasendiagramm in Bild 4 zeigt, wie das Dashboard dazu beiträgt, Abholstatistiken zu visualisieren, um die Ursachen für schlechte Leistung zu erkennen und Maßnahmen zur Minimierung von Abholfehlern zu ergreifen.

Die Abhol-Analyse kann dazu beitragen, Bauteile und Köpfe zu identifizieren, die regelmäßig eine schlechte Leistung bringen, und kann die Ergebnisse bezogen auf Feeder, Bestückkopf oder Düse darstellen. Mithilfe der Beziehungsanalyse lässt sich die Anzahl der Fehler

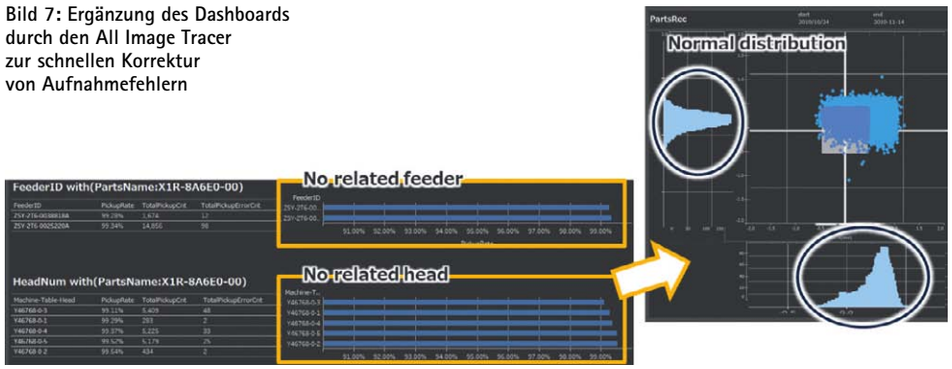


Bild 7: Ergänzung des Dashboards durch den All Image Tracer zur schnellen Korrektur von Aufnahmefehlern

überprüfen, die bei anderen Bauteilen auftreten, welche vom selben Feeder, vom selben Bestückkopf oder von der selben Düse gehandhabt werden. Anwender können so feststellen, ob der Fehler mit dem Bauteil oder mit dem Montagesystem zusammenhängt.

Bildnachverfolgung bei der Einführung neuer Bauteiltypen

Hohe Rückweisungsraten treten bei der optischen Inspektion oft dann auf, wenn an der Montagelinie ein neuer Bauteiltyp eingeführt wird. Um Fehlalarme bei der Inspektion zu minimieren, muss ein geeigneter Bilddatenbestand gesammelt und analysiert werden, um etwaige Mängel im Referenzbild zu identifizieren, das vom Inspektionssystem zur Erkennung des Bauteils verwendet wird. Nachdem das Problem zum ersten Mal bemerkt worden ist, könnte es mehrere Tage dauern, bis genügend Informationen über Fehler-Ereignisse erfasst sind, um die Probleme mit dem Erkennungsbild zu eliminieren.

Dank der neuen Datenbankwerkzeuge ist es jetzt möglich, eine große Anzahl von Bildern, die mit Fehler-Ergebnissen assoziiert sind, zu speichern und diese zur schnelleren und effizienteren Feinabstimmung von Erkennungsbildern zu nutzen. Der „All Image Tracer" von Yamaha ist ein neues Werkzeug, das alle Bilder kontinuierlich speichert und somit eine frühzeitige Analyse ermöglicht, sobald ein Problem bekannt ist. Dies kann helfen, die Ursachen von Fehler-Ergebnissen schnell zu identifizieren (Bild 5), indem die Zeit gespart wird, die bisher für die Sammlung von Bildern nach der Entdeckung des Problems erforderlich war. Mit dem Tool können Ingenieure auch Referenzbilder schnell optimieren, um hohe Fehlalarmraten bei der optischen Inspektion zu vermeiden.

Die Kombination des All Image Tracer mit dem Dashboard bringt zusätzliche Leistung in die Produktionsüberwachung und hilft, die Ursachen von Problemen schnell zu identifizieren und zu lösen. Bild 6 zeigt, wie das Dashboard häufig auftretende Aufnahmefehler identifiziert, während die anschließende Analyse der zugehörigen Bilder mit dem All Image Tracer es ermöglicht, die Fehlerursache schnell zu lokalisieren und durch Zurücksetzen der Aufnahmehöhe zu beheben.

Bild 7 zeigt, wie mittels des Dashboards erkannte Ausrichtungsfehler durch die Analyse der All-Image-Tracer-Datenbank bestätigt werden. Bei der Prüfung, wie präzise die Abholposition der X-Achse ist, wird eine Verschiebung in X-Richtung erkannt. Die Genauigkeit der Y-Achse ist in Ordnung. Der Fehler lässt sich durch Zurücksetzen der X-Abholposition beheben.

Letztlich findet die Big-Data-Revolution schon heute statt, und Unternehmen der Elektronikfertigung müssen neue Analysewerkzeuge nutzen, um von den Chancen der Revolution in ihren Unternehmen profitieren zu können.

Indem sie größere Daten- und Bildbestände erfassen sowie automatisierte Analysen und visuelle Tools nutzen, die das Lesen und Interpretieren der Ergebnisse vereinfachen, können Bediener, Abteilungsleiter, technisches Personal und Management die Erkenntnisse gewinnen, die sie zum Erreichen ihrer Ziele benötigen. Diese können von der schnellen Wiederherstellung von Maschinen oder der Produktion nach einem Stillstand über die Korrektur von Fehlern und die Verhinderung eines erneuten Auftretens bis hin zu hochrangigen Entscheidungen über Fertigungsstrategien und zukünftiges Produktdesign reichen.

Durch die Nutzung der Analyseplattform von Tableau Software ist das Yamaha-Dashboard ein skalierbares und zukunftssicheres Tool, das mit Anwendern und der Weiterentwicklung der modernen Datenwissenschaft mitwachsen kann. (ak)

Auch Drucksensoren lassen sich flexibel auf spezielle Anwenderwünsche vorbereiten

Kundenspezifisch ist Trumpf

Neben Standardprodukten bietet der im schweizerischen Winterthur ansässige Drucksensor-Hersteller Keller Druckmesstechnik vielfältige kundenspezifische Lösungen an. Hierbei sind auch kleine Losgrößen möglich – ganz im Sinne von Industrie 4.0.

Generell deckt das Standardsortiment von Keller die meisten Anwendungsfelder für Drucksensoren ab. In vielen Fällen lohnt es sich aber, das Produkt spezifisch für den Einsatz und die Integration in übergeordnete Gesamtsysteme zu optimieren. Neben äußerlich erkennbaren Komponenten wie Gehäuseteilen oder Anschlussteckern betrifft dies auch den inneren Aufbau des Sensors. Durch die hausinterne Fertigung diverser Einzelteile und eine enge Zusammenarbeit mit den Lieferanten lassen sich viele Anpassungen entsprechend einfach umsetzen.

Ob eine Neuentwicklung sinnvoll ist oder ein bestehendes respektive modifiziertes Produkt verwendet werden kann, hängt ganz vom Projekt des Kunden ab. Auf Basis der Anforderungen ermittelt Keller gemeinsam mit dem Kunden, welche Eigenschaften für eine störungsfreie Messung unter den realen Einsatzbedingungen erforderlich sind. Hierbei werden möglichst alle Faktoren und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten berücksichtigt.

Zu Beginn werden grundlegende Sensorspezifikationen festgelegt wie Gesamtmessbereich, Genauigkeit, Kalibrierung auf bestimmte Messpunkte und Druckeinheiten oder die Skalierung des Ausgangssignals. Bei Produkten mit digitalem Signalausgang kommen zusätzliche Aspekte hinzu, etwa die benötigte Abtastrate oder Signalauflösung. Die festgelegten Werte bilden die Basis für die Auswahl der Komponenten.

Die Berücksichtigung der Einsatzbedingungen ist ebenfalls ein zentraler Teil der Anforderungen und verlängert nicht nur die Lebensdauer des Sensors, sondern ist oft auch eine Voraussetzung für korrekte Messergebnisse. Ist im druckhaltenden System mit großem Überdruck oder dynamischer Belastung zu rechnen, sollte die Konstruktion des Sensors dafür optimiert werden. Gewisse Anwendungen oder benachbarte Anlagenteile bergen die Gefahr von Signalverfälschungen und Ausfällen durch Vibration oder Schock. Die Temperatur hat ebenfalls starken Einfluss auf alle Materialien und ihre Beständigkeit. Neben Extremwerten können auch schnelle Temperaturwechsel Komplikationen verursachen. Nicht weniger wichtig ist die chemische Beständigkeit. Aggressive Messmedien greifen Gehäuse- und Dichtungsmaterialien an, wenn diese nicht sorgfältig ausgewählt wurden. Auch externe Faktoren wie etwa Benzindämpfe, UV-Strahlung, Salzwasser und sogar Mikroorganismen können zum Problem werden. Deshalb ist die Berücksichtigung aller relevanten Faktoren essenziell. Natürlich hat jede noch so gut optimierte Konstruktion weiterhin eine Belastungsgrenze und ist gegebenenfalls durch zusätzliche Maßnahmen zu schützen.

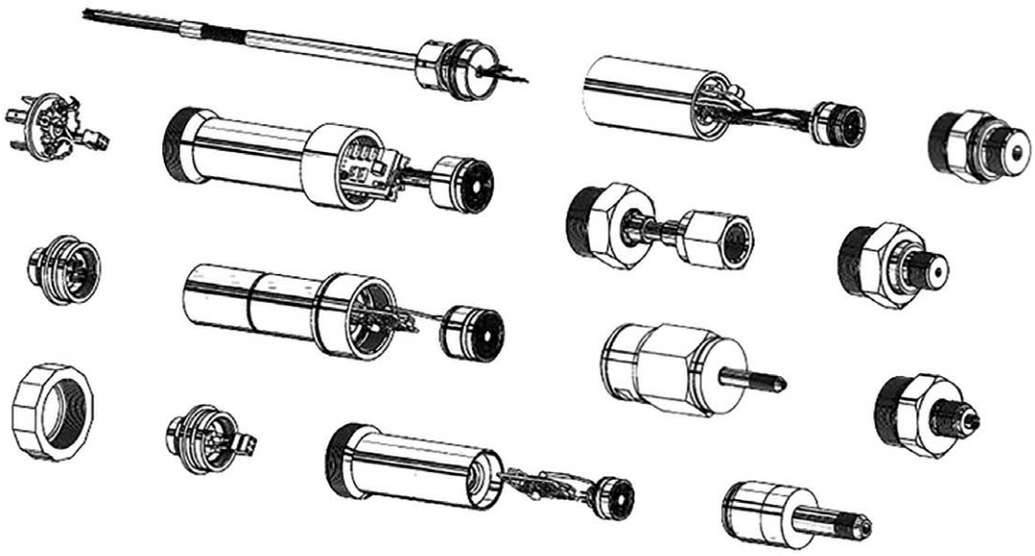
Mechanische Konstruktion, Elektronik und Konfiguration

Der Aufbau eines Sensors muss alle vorhergehenden Überlegungen berücksichtigen und ist entscheidend für die Performance – von der Auswahl des Sensor-Chips über das Koppelmedium bis hin zu den verwendeten Werkstoffen und Fertigungstechniken. Zusätzlich kommen hier Kundenwünsche in puncto Bauform oder Druckanschluss sowie Anforderungen aus der Anwendung und Vorgaben aus Normen und Gesetzen zum Tragen.

Die Grundfunktion der Elektronik ist es, das Messsignal aufzubereiten, falls gewünscht zu speichern und über die entsprechende Schnittstelle auszugeben. In diesem Zusammenhang ist auch die Integration applikationsspezifi-

BRESSNER
A ONE STOP SYSTEMS COMPANY
Über 400% mehr TBW
(Terabytes Written)


A700Pi
pSLC Speicher
✓ NAND-basierte Premium Line pSLC 2.5" SSDs, M.2 SSDs, mSATA
✓ Bis zu 640GB Kapazität
✓ Zertifiziert für industrielle und Embedded Workloads
✓ Best-mögliche TCO (Total Cost of Ownership)
+49 8142 47284-70
vertrieb@bressner.de
www.bressner.de



Keller bietet seine Drucksensoren in vielen verschiedenen mechanischen Konstruktionsweisen an.

scher Berechnungen in die Firmware oder die Konfiguration von Geräten und Software nach Kundenwunsch möglich. Andere Anforderungen sind wiederum von der Umgebung abhängig, etwa erweiterter Blitzschutz, EMV oder Explosionsschutz. Eigensichere Produkte lassen sich auch spezifisch auf Parameter des Gesamtsystems beim Kunden abstimmen.

Digitale Schnittstellen können an Kommunikationsprotokolle angepasst oder kundenspezifisch konfiguriert werden. Gerade in der Sensorik haben aber analoge Schnittstellen weiterhin einen hohen Stellenwert. In beiden Bereichen entwickelt Keller applikationsspezifische Lösungen, darunter solche mit Lichtwellen- und Frequenzausgängen. Für den elektrischen Anschluss lassen sich die benötigten Anschlussstecker in die Konstruktion integrieren und Kabelabgänge nach Wunsch konfektionieren.

Neben Kundenlogos können auch funktionale Beschriftungen – wie zusätzliche Teilebezeichnungen, Seriennummern, Data-Matrix-Codes oder Hilfsmarkierungen – als Laserbeschriftung oder auf Etiketten angebracht werden. Auch die kundenspezifische Farbcodierung von Anschlusslitzen ist möglich.

Bei Konsumgütern wie Manometern kann zudem ein eigenes Design mit Kundenlogo für die Frontfolie verwendet werden. (ak)

Smart Factory

Datengetriebene Echtzeit-Erkenntnisse als Wettbewerbsfaktor

Die industrielle Fertigung hat nach wie vor große Bedeutung in der deutschen Wirtschaft. Damit das so bleibt, muss sie in Zukunft auf die Smart Factory und Erkenntnisse durch Echtzeitdaten setzen.

von Eva Schönleitner,
CEO bei Crate.io



Trotz oder vielmehr wegen Corona: 40 Prozent der deutschen Industrieunternehmen haben das Potenzial des Industrial IoT (Industrial Internet of Things, IIoT) erkannt und wollen laut einer IDC-Studie aus dem Jahr 2021 verstärkt investieren. Dabei geht es in erster Linie um Digitalisierung und Vernetzung von Maschinen, Werkzeugen und Produkten. Weiterhin wollen die Unternehmen Daten nutzen, um Automatisierung und Analysen zu ermöglichen und um neue Geschäftsmodelle aufzubauen.

Eine wichtige Voraussetzung dafür ist die Smart Factory, die intelligente Fabrik. Das ist eine Produktionsumgebung aus vernetzten Fertigungsanlagen und Logistiksystemen, die Daten untereinander und mit Cloud-Anwendungen austauschen. Sie sind deshalb mit Sensoren, Prozessoren und Funktechnik ausgestattet.

Vom Sensor an der Edge in die Cloud

Die Sensoren ermitteln Daten über den Maschinenstatus, etwa Temperatur, Leistungsaufnahme oder Vibration. Gateways bündeln die Datenströme aus den Sensoren und senden sie in die Cloud. Edge Gateways bieten aber auch

selbst Rechenleistung und auch Speicherplatz und ermöglichen damit Edge Computing, wo Gateways konkrete Aufgaben übernehmen können, auch ohne Cloud.

Zwischen Edge und Cloud gibt es sinnvolle Ergänzungen und Arbeitsteilungen. Edge Devices sammeln, filtern und speichern Daten und erlauben auch Analytics on the Edge, d.h. direkt in der Fabrik. Das macht speziell für die Überwachung von schnellen Prozessen Sinn, weil die Zeit über die Cloud eventuell zu lange dauert, aber auch unsicher sein kann (z.B. durch einen Leitungsausfall). Cloud-Anwendungen ergänzen diesen Edge-Ansatz perfekt, weil dort aggregierte Daten ausgewertet werden können. Darüber hinaus kann auch die Sammlung von Daten aus vielen Standorten betrieben werden und diese widerum langfristig gespeichert werden. In beiden Fällen sind leistungsfähige Datenbanken notwendig, die gleichermaßen in der Edge und der Cloud arbeiten. Dadurch entfallen Schnittstellen, die wertvolle Bearbeitungszeit kosten.

Außerdem muss das Datenbanksystem für das Industrial IoT geeignet sein, also Machine Data und relationale Daten verstehen können. Es sollte beispielsweise Zeitreihendaten rasch verarbeiten können, denn die Smart Factory erzeugt in jeder Sekunde laufend Daten. Zur einfachen Weiterbearbeitung erlaubt z.B. ein SQL Interface, die einfache Integration in bestehende Anwendungen oder auch generell eine simple Schnittstelle in jede beliebige Anwendungsschicht.

Die in der Cloud langfristig gespeicherten Daten bieten erstens eine Momentaufnahme der Smart Factory (z.B. für Digital-Twin-Konzepte) und zweitens einen Überblick über die langfristige Entwicklung bzw. auch die Vorhersage mittels Machine Learning und Ähnlichem. Im Folgenden werden einige der Anwendungsbereiche für datengetriebene Erkenntnisse in der Industrieproduktion aufgezeigt.

Condition Monitoring

Ein erstes Einsatzgebiet für Maschinendaten ist die Zustandsüberwachung. Dabei sendet die Smart Factory Daten über Produktionsfaktoren in die Cloud. Entscheidend ist das vor allem für Maschinenhersteller sowie auch für Anlagen, die ohne dauerhafte Überwachung durch Personal arbeiten. Digitale Technologien erlauben Remote Control und alarmieren bei Problemen das Bereitschaftspersonal über ihr Smartphone.

Predictive Maintenance

27 Prozent der von der IDC befragten Unternehmen nutzen Predictive Maintenance, das einer der Spitzenreiter unter den IIoT-Anwendungen ist. Dabei werden Maschinendaten mit lernfähigen Algorithmen (Machine Learning) ausgewertet. Sie erkennen damit z.B. frühzeitig den Verschleiß von beweglichen Teilen oder erkennen Verringerungen der Qualität frühzeitig. Unternehmen können so erst dann eingreifen, wenn sich mögliche Störungen anbahnen. Die Maintenance selber kann dann mithilfe von AR-Technologien vom Servicepersonal vor Ort durchgeführt werden oder sogar mit Remote Support via VR, um das technische Servicepersonal durch die Reparatur oder Maintenance zu leiten.

Qualitätssicherung

Produktionsdaten helfen auch bei der Qualitätssicherung. So ändert sich beispielsweise bei Zerspanungswerkzeugen durch Verschleiß die Genauigkeit des Abtrags – wodurch die Qualität der Produkte leidet. Die Datenerhebung gibt den genauen Zeitpunkt an, wann ein Werkzeug gewechselt werden muss. Zudem helfen historische Daten dabei, Qualitätsprobleme im Nachhinein genauer zu analysieren. Genau diese Rohdaten ermöglichen es, mit Machine-Learning- und AI-Ansätzen, zukünftiges Verhalten vorherzusagen.

Digitale Zwillinge

Echtzeitdaten erlauben es, in der Cloud einen digitalen Zwilling (Digital Twin) einer Anlage aufzubauen. Diese Datenrepräsentation visualisiert den Shopfloor im Überblick und hilft bei Analyse und Steuerung. So entsteht eine hohe Transparenz der Produktionsprozesse. Zudem arbeitet der digitale Zwilling auch als Simulation. Unternehmen erproben damit beispielsweise andere Herstellungsparameter ohne Auswirkung auf die tatsächliche Fertigung. Auch lässt sich damit ein Replay einer früheren Situation nachspielen und daraus Schlüsse für Produktentwicklung und Prozessoptimierung ziehen.

Anzeige



DER EINFACHE WEG IN DIE CLOUD

All-in-One Steuerung spricht MQTT & OPC UA

spectra.de/
unistream

Visualisierung, Steuerlogik, Datenspeicherung, Kommunikation bis in die Cloud – All-in-One mit einer einzigen Entwicklungssoftware.

Lassen Sie sich die UniStream SPS passgenau für Ihre Anwendung zusammenstellen!

spectra
Industrie-PC & Automation

Tracking & Tracing

Miniaturisierte IoT-Sensorboxen mit integrierten GPS-Modulen ermitteln Daten von beweglichen Maschinen und Geräten – von der Handbohrmaschine bis zum LKW. Damit ist eine Geolokalisierung möglich sowie die Übertragung von Zustandsdaten. Anwendungsbereiche gibt es viele, von der Antwort auf die Frage „Wo ist denn das Werkzeug?" bis hin zur Verfolgung von ausgelieferten Gütern.

Individualisierung der Massenproduktion

Neuartige Fertigungsverfahren wie der datengesteuerte 3D-Druck (Additive Manufacturing) und andere intelligente, flexible Produktionstechnologien erlauben eine rentable, kundenindividuelle Massenproduktion (Mass Customization) – bis hinunter zu Losgröße 1.

Fazit – ohne Daten kein wirtschaftlicher Erfolg

Diese Beispiele für Datenermittlung und -auswertung zeigen, dass in der Smart Factory Prozesse auf Basis der Daten optimiert werden bzw. Wert aus den Daten für das Unternehmen gezogen werden kann. Das Ergebnis ist neben Transparenz eine größere Effizienz und Flexibilität in der Fertigung. Die Auswertung von Qualitätsdaten verringert den Ausschuss, die Zustandsüberwachung senkt Ausfallzeiten, während Predictive Maintenance dafür sorgt, dass geplante Stillstände seltener notwendig sind. Alle diese Komponenten tragen in vielen Unternehmen neben der Verbesserung der wichtigsten Kennzahlen wie OEE oder NEE auch zu deren Sustainability-Zielen dazu bei, die neben den operativen KPIs in der heutigen Zeit wichtiger Baustein der Firmenstrategie sind.

Unternehmen können das Potenzial der Smart Factory nur dann vollständig nutzen, wenn sie neben Sensorik und Vernetzung auch den Software-Aspekt der digitalisierten Fertigung berücksichtigen. Data Analytics sowie effiziente und leistungsfähige Datenbanken bilden das Fundament der intelligenten Fabrik. Damit sichern sich Unternehmen aus der Industrie auch weiterhin wirtschaftlichen Erfolg. (zü) ■

Anlagen-Dokumentation im Sinne von Industrie 4.0 umstellen

Abschied vom Excel File

Den Überblick behalten, wenn im Laufe der Zeit bei komplexen Funktionsplänen etwa von chemischen Prozessanlagen durch Modifizierungen die Übersichtlichkeit verloren geht? Diese Herausforderung hat der Kunststoffproduzent Borealis am Standort Schwechat mit dem Funktionsplan-Werkzeug logi.DOC des Automatisierungssoftware-Anbieters logi.cals gemeistert.

Von Walter Lutz,
freier Fachjournalist bei PRservice



Komplexe Produktionsanlagen wie hier bei Borealis in Schwechat werden über die Jahre immer wieder erweitert und modifiziert. Um die Anlagen-Dokumentation transparent und zuverlässig zu machen, nutzen Betreiber das Funktionsplan-Tool logi.DOC.

Bild: Borealis

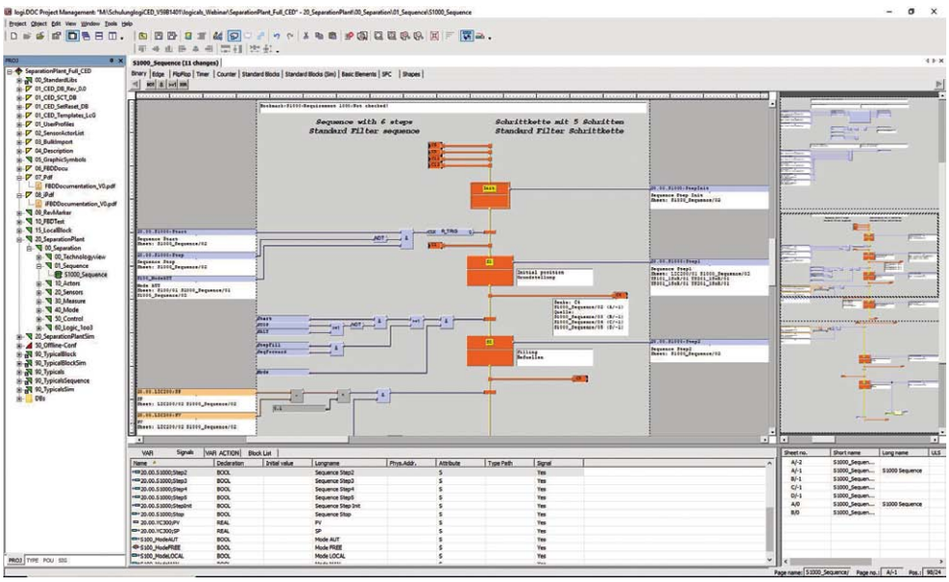
Marktpräsenz in 120 Ländern, 6900 Mitarbeitende weltweit, Anmeldung von 120 Patenten allein im vergangenen Jahr – das sind einige Eckdaten von Borealis, nach eigenen Angaben Nr. 2 in Europa unter den Polyolefin-Herstellern. Am Standort Schwechat bei Wien arbeiten große Prozessanlagen, in denen Kunststoffe zur Weiterverarbeitung beispielsweise für Hochspannungskabel von Offshore-Windenergieanlagen, für Komponenten der Automobilindustrie oder für Kunststoffgehäuse von Küchenmaschinen hergestellt werden.

Die komplexen Produktionsanlagen des Unternehmens unterliegen über die Jahrzehnte einer stetigen Erweiterung und Modernisierung. Die Original-Dokumentation des Herstellers wurde dabei im Laufe der Zeit durch die vielen Veränderungen unterschiedlicher Bearbeiter immer unübersichtlicher. Außerdem erwiesen sich die ursprünglich in AutoCAD erstellten Funktionspläne mit der Zeit als nicht optimal, weil Querverweise jeder neuen Funktion auf den einzelnen Blattnummern von Hand eingepflegt werden mussten. Dies galt auch für Funktionspläne von Zulieferern in MS-Excel-Format. Der Änderungsaufwand in beiden Lösungen wurde mit der Zeit zu groß. Damit hatten sich die begleitenden Dokumente vom Ist-Zustand der Anlage entfernt. Um dem Problem beizukommen, griff Borealis auf die Software-Angebote von logi.cals zurück. Das in St. Pölten ansässige Unternehmen hat das System logi.DOC auf dem Markt, mit dem Kunden schnell und problemlos Funktionspläne bearbeiten und verwalten und je nach Komplexität auch simulieren können.

Excel- und AutoCAD-Funktionspläne in logi.DOC migriert

»Unsere Aufgabe war, die Excel-Funktionspläne und die AutoCAD-Funktionspläne nach logi.DOC zu migrieren«, erläutert Dieter Goltz, logi.

Bild: logi.cals



logi.DOC ist ein universelles Dokumentationswerkzeug zur Bearbeitung, Verwaltung und Simulation von Funktionsplänen.

cals-Vertriebschef in Deutschland. »Die sehr gut strukturierten Excel- und AutoCAD-Daten, die uns Borealis zur Verfügung gestellt hat, waren dabei natürlich hilfreich.« Die logi.cals-Experten haben im ersten Schritt einen Prototyp realisiert, um die Umsetzung der Excel-Daten von Borealis in logi.DOC zu optimieren. Stück für Stück wurden so die Anlagendaten übernommen. Ein Blatt im Excel- oder AutoCAD-Format entspricht dabei einer Datei. Mit der Migration wurde die Struktur der bestehenden Dokumentation in Papierform mit tausenden Blättern in der elektronischen Variante beibehalten, um die Verwendung der migrierten Dokumentation zu vereinfachen und einen hohen Wiedererkennungswert zu haben. »Neue Anlagenteile wurden gleich mit logi.DOC dokumentiert«, ergänzt Dieter Goltz.

Um die bestehenden Borealis-Daten zuverlässig portieren zu können, haben die Projektbeteiligten von logi.cals entsprechende Module geschrieben. Damit ist die langfristige Bereitstellung von Funktionsplänen für die komplexen Produktionsanlagen sichergestellt.

International auch in großen Teams einsetzbar

Die Erstellung von Funktionsplänen ist eine wesentliche Aufgabe im Basic- und Detail-Engineering. logi.DOC als universelles Funktionsplanwerkzeug beschreibt und dokumentiert systemunabhängig die Funktion und das Verhalten einer Anlage. Die damit erstellte Dokumentation und Funktionsplanung ist die Basis für eine Vielzahl weiterer Schritte im Engineering-Prozess.

Das Programm ist die Alternative zu Microsoft Excel, Visio und AutoCAD, wenn es um die Erstellung von Funktionsplänen geht. Die mit logi.DOC erstellten Funktionspläne beispielsweise für die Kraftwerkstechnik oder den Anlagenbau in der chemischen Industrie bieten die Möglichkeit zu Online-Querverweisen. Abhängig vom Einsatzbereich kann der Anwender vordefinierte Vorlagenprojekte verwenden oder selbst eigene Vorlagenprojekte erstellen. Dabei lassen sich die kundeneigene Dokumentenstruktur, die Blattstruktur und projektbezogene Bausteine in Bibliotheken einfach verwalten. Für das Basic Engineering steht zudem eine leistungsfähige Bulkware zur Verfügung, mit der Typical-basiert die Einzelsteuerebene und je nach Verwendung auch das Schrittketten-Engineering generiert werden kann.

Die Dokumentation des Funktionsplans lässt sich wahlweise farbig oder in schwarz-weiß erzeugen und ins AutoCAD-kompatiblen DXF-Format exportieren. logi.DOC ist durch die Unterstützung von Unicode-Zeichen international einsetzbar. Durch die Multi-User-Fähigkeit des Tools können weltweit mehrere Ingenieure am selben Projekt arbeiten. Die Nutzung von Terminal-Servern bzw. virtuellen Desktops erhöht die Produktivität beim Arbeiten in größeren Teams. Aktuell hat logi.cals mit Anwendern das sogenannte „Intelligente PDF" realisiert. Mit diesem Add-on werden die erzeugten PDF-Dokumente navigationsfähig. Die im Dokument enthaltenen Querverweise werden automatisch in PDF-Links umgewandelt. Damit können Anwender eine zielgerichtete, zeitsparende Navigation nutzen, und das Suchen nach Textteilen entfällt – hilfreich bei der Diskussion der Dokumente im Team. (ak) ■

ALLE AUSGABEN ALS E-PAPER LESEN!



DIGITALE AUSGABEN AB SOFORT ERHÄLTLICH.

shop.weka-fachmedien.de

WEKA FACHMEDIEN

Der weltweit erste Production-Level-4-Demonstrator

Wie Production as a Service Wirklichkeit wird

Eine resiliente, flexible und autonome Produktion – mit dem Mensch als Entscheider im Mittelpunkt: Wie dies zu Shared Production, Production as a Service und neuen Geschäftsmodellen führt, erklärt Keran Sivalingam, Projektleiter von smartMA-X in der SmartFactory KL, im Interview mit Markt&Technik.

Markt&Technik: Shared Production klingt zunächst sehr überzeugend: Sehr viele Maschinen in Deutschland und europaweit befinden sich über lange Zeiten im Standby-Modus, produzieren also nicht. Die Idee von Production Level 4 (PL4) innerhalb von der SmartFactory KL besteht darin, diese brach liegenden Ressourcen nutzbar zu machen, deutschland- und sogar europaweit. Ist das nicht eine sehr ferne Zukunftsvision?

Keran Sivalingam: Bis die Vision umgesetzt werden kann, ist noch sehr viel zu tun, aber die technologischen Entwicklungen gehen sehr schnell voran, so weit weg in der Zukunft ist das nicht. Ich rechne mit fünf bis zehn Jahren. Dann könnten zumindest schon Elemente von Production as a Service und Shared Production umgesetzt werden. Wir legen mit dem Projekt smartMA-X innerhalb von Gaia-X jetzt die Grundlagen dazu. Wir führen die industrielle Produktion und GAIA-X in smartMA-X zusammen, wie wir am Beispiel des weltweit ersten Production-Level-4-Demonstrators zeigen.

SmartMA-X ist ein wesentliches Element von GAIA-X. Allerdings existiert GAIA-X noch nicht, sondern steckt noch in der Konzeptionsphase. Wie konnten Sie überhaupt einen Demonstrator realisieren, der zeigt, wie eine Fertigung auf Basis der GAIA-X-Plattform grundsätzlich aufgebaut sein sollte?

Das stimmt, GAIA-X befindet sich noch in der Konzeptphase. Wir haben deshalb zunächst ein individuelles System aufgebaut, ganz traditionell. Uns ging es mit unserem GAIA-X Use Case im Demonstrator darum, zu zeigen, wie es funktionieren kann. Mit unseren Partnern in den Niederlanden haben wir eine individuelle Lösung umgesetzt, die uns aber eine praktische Idee gibt, wie die Produktion der Zukunft aussehen kann. Ähnliches funktioniert bereits in der Realität. Beispielsweise betreiben Zulieferer für die Automobilindustrie auf den Firmengeländen der Automobilhersteller eigene Fertigungen, um direkt vor Ort auf die jeweilige Nachfrage reagieren zu können. Solche Systeme sind aber individuell auf die jeweilige Situation hin ausgerichtet. Das aufzubauen dauert lange und ist auch mit hohen Investitionen verbunden. Das Ziel des smartMA-X-Projekts besteht darin, eine Grundlage zu bieten, damit sich Unternehmen einfach an die GAIA-X-Plattform andocken können. Erst wenn Unternehmen und ihre Maschinen über eine sichere Plattform vernetzt sind, können wir die Produktion überhaupt neu organisieren, ohne dass individuelle Lokallösungen notwendig werden. Erst wenn standortübergreifend Maschinen miteinander arbeiten, ihre Skills anbieten und auf diese zugegriffen werden kann, kommt unsere Vision zum Tragen. Deshalb formulieren wir in smartMA-X Standards, auf deren Basis Unternehmen einfach, zertifiziert und kostengünstig Teil von GAIA-X werden können. Erst wenn das passiert, können wir von einer Produktion sprechen, die sehr flexibel und resilient funktionieren kann und die immer wieder auf neue Anforderungen hin anpassbar ist.



Keran Sivalingam, smartMA-X

„Uns ging es mit unserem GAIA-X Use Case im Demonstrator darum zu zeigen, wie es funktionieren kann. Mit unseren Partnern in den Niederlanden haben wir eine individuelle Lösung umgesetzt, die uns aber eine praktische Idee gibt, wie die Produktion der Zukunft aussehen kann."

Die Unternehmen behalten die Hoheit über ihre Daten

Warum ist GAIA-X im Production-Level-4-Umfeld so wichtig?

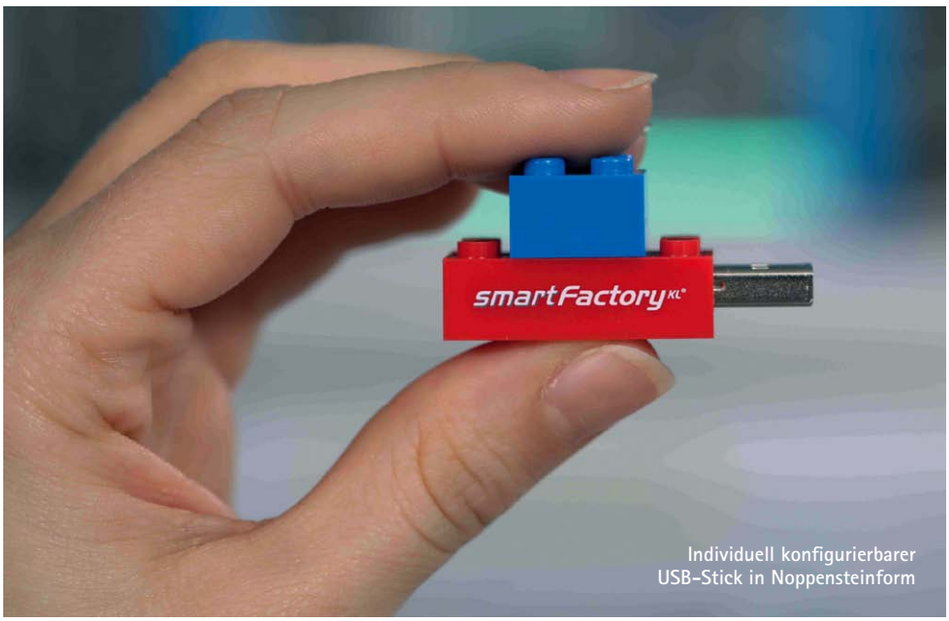
Ein wichtiger Punkt von PL4 ist die resiliente Produktion. Das bedeutet: Trotz externer Störungen oder Einflüsse von außen ist die Produktion unterbrechungsfrei möglich. Shared Production basiert auf der Auslagerung von Produktionsteilen, lokal oder europaweit. Um das zu ermöglichen, brauchen wir sichere Kommunikationskanäle. Um eine rechtssichere Kommunikation zu gewährleisten, orientiert sich GAIA-X an den europäischen Datenschutzrichtlinien. So gilt auf europäischer Ebene die GDPR (*gemeint ist die DSGVO, die Red.*). So ist gewährleistet, dass die Unternehmen die Hoheit über ihre Daten behalten. Derjenige, dem die Daten gehören, entscheidet, welche seiner Daten ausgelesen werden dürfen und wer sie nutzen darf. Deshalb wird es auch eine GAIA-X-Zertifizierung geben. Sie garantiert,

dass sich ein Unternehmen an die datenschutzrechtlichen Regeln hält. Immerhin werden über GAIA-X möglicherweise auch Verträge zwischen miteinander kommunizierenden Maschinen geschlossen. Da muss alles Hand und Fuß haben. Wie das genau aussieht, werden wir in den nächsten Jahren entwickeln. Man darf nicht vergessen: Mit GAIA-X betreten wir absolutes Neuland!

Wie kommt GAIA-X voran und wann kann die Einbindung von smartMA-X erfolgen?
GAIA-X ist bereits sehr erfolgreich unterwegs. Gegründet wurde die Initiative der deutschen und der französischen Regierung von elf französischen und elf deutschen Unternehmen sowie Verbänden und Instituten in Frankreich und Deutschland im Dezember 2019. Ein Jahr später sind viele europäische Länder hinzugekommen, insgesamt sind jetzt 149 Unternehmen dabei, darunter auch US-Unternehmen wie Google und IBM. Länder wie Japan und Südkorea sind ebenfalls an einer Zusammenarbeit interessiert. Die ersten GAIA-X-Dienste sollen prototypisch Anfang dieses Jahres implementiert sein. Wir können also bald damit beginnen, smartMA-X anzubinden. Wie schnell es vorangeht, zeigt gerade der erste Production-Level-4-Demonstrator der Welt, den wir eigentlich zur Hannover-Messe 2020 präsentieren wollten. Die Partner haben es geschafft, das Projekt innerhalb von nur neun Monaten umzusetzen. Und zwar innerhalb einer echten Industrieumgebung, es handelt sich also um weit mehr als eine wissenschaftliche Spielerei. Dank unserer Partner aus der Industrie.

Nicht nur KMUs profitieren, sondern die Volkswirtschaft insgesamt

Was haben die produzierenden Unternehmen konkret von GAIA-X?
Da müssen wir vielleicht mit unserer Vision Production Level 4 anfangen. Wir wollen eine flexible, aber auch resiliente Produktion erreichen. Wenn bspw. eine Maschine gewartet werden muss, sie also aus dem Produktionsnetzwerk herausgenommen wird, kann das System weiterarbeiten, den Produktionsfluss umlenken oder Produkte produzieren, die gerade die herausgenommene Maschine nicht



Individuell konfigurierbarer USB-Stick in Noppensteinform

Bilder: A. Sell/SmartFactory KL

benötigen. Wir stellen uns auch vor, dass die Reihenfolge von Produktionsschritten geändert werden kann, um die Produktion am Laufen zu halten. Interessant ist die Shared Production aber auch, weil ich als Unternehmen, auch KMU, entweder auf Maschinenfähigkeiten, also Skills, zurückgreifen kann, die ich nicht im Unternehmen habe. Aber ich kann auch meine Maschinen anderen zur Nutzung anbieten, wenn sie gerade nicht in Benutzung sind. Das ist dann eine Win-Win-Situation.

Die Ressourcen insgesamt sehr viel besser als bisher nutzen zu können führt dazu, dass wir viel weniger Energie vergeuden, weniger CO_2 produzieren und die Produktion deutlich effizienter wird. Das ist der eigentliche Grundgedanke hinter Production Level 4. Das bringt nicht nur den einzelnen Unternehmen Vorteile, sondern der Volkswirtschaft insgesamt.

Zu digitalisieren und Geld sparen zu können – da müsste das Interesse der KMUs sehr hoch sein. Oder sind noch mentale Hürden zu überwinden?
Ja, es gibt durchaus Barrieren. Wenn die Produktion gut funktioniert, warum soll man etwas Neues einführen, was Zeit und Geld kostet? Das hören wir in unserem Mittelstand-4.0-Kompetenzzentrum oft. Aber wer so denkt, der dürfte vom Wettbewerb schnell überholt werden. Das hat Corona deutlich gemacht: Einzelhändler ohne Online-Auftritt hatten kaum eine Chance und mussten schnell reagieren. Das gilt auch für die Zukunft der Produktion. Wer nicht digitalisiert, für den wird die Produktion in Zukunft teuer, er kann im Wettbewerb nicht mehr mithalten. Deshalb ist GAIA-X ein so wichtiges Projekt: Wer nicht mit GAIA-X arbeitet, wird keine wirklich digitale Fertigung aufbauen können. Auch die Fahrt, die GAIA-X aufgenommen hat, zeigt, dass es in die richtige Richtung läuft.

Wie sieht der erste GAIA-X-Demonstrator der Welt konkret aus? Lässt sich daran ablesen, welche Vorteile diese Art der Digitalisierung KMUs in der Realität bringt?
Wir haben eine kleine Produktionsstraße aufgebaut, die die Fähigkeiten anhand eines einfachen Beispiels aufzeigen soll. Ein USB-Stick in Noppensteinform kann farblich frei konfiguriert und mit unterschiedlichen Daten „betankt" werden. Je nach Kundenwunsch können wir im Demonstrator je nach Notwendigkeit Module implementieren oder herausnehmen, ohne dass die Produktion unterbrochen wird. Außerdem zeigen wir mit unserer GAIA-X-Idee, wie Shared Production aussehen kann. Der Memory Stick steht stellvertretend für komplexe Produkte wie Smartphones, Kühlschrän-

Anzeige

compmall
Industrie-PCs



Industrie-PCs von compmall ...für Ihr Projekt passend gemacht!
Lieferkonzept bis zu 10 Jahre
www.compmall.de



Das Qualitätskontrollmodul 2 vergleicht die Kundenbestellung mit dem ausgelieferten USB-Stick (KI-Anwendung).

ke oder Autos. In diesem Umfeld probieren wir verschiedene Anwendungsfälle aus. So haben wir verschiedene KI-Methoden implementiert, die auf unterschiedlichen Ebenen arbeiten: im Sensor, im Edge Device, im Edge Data Center und in der Cloud. Je nach Notwendigkeit kann auf die unterschiedlichen Eigenschaften zurückgegriffen werden: die KI im Sensor ist bspw. sehr schnell, während die KI in der Cloud größere Latenzzeiten hat, aber zusammen mit anderer KI standortunabhängig gemeinsam lernen kann.

Das hört sich eher schlicht an.

Vom Produkt her ja, von der Anlage her nein. Nehmen wir den Modultausch. Wir implementieren in die laufende Produktion ein neues Modul. Über ein Tablet erhält ein Werker eine ausführliche Anleitung, die ihn durch den Prozess führt. Er schiebt das neue Modul an die Fertigungsstraße und steckt den SmEC ein, einen neuen Steckverbinder, den mehrere Hersteller im Rahmen von SmartFactory gemeinsam entwickelt haben. Er ist eine Art Prototyp. Der Werker muss verschiedene Punkte auf dem Tablet während des Freigabeprozesses bestätigen. So werden Fehler vermieden und Rechtssicherheit hergestellt. Am Ende des Modultauschs ist das neue Modul in die Fertigungsstraße integriert. Das z.B. ist nicht schlicht. Auch die eingesetzte Werkerassistenz auf dem Tablet oder der damit verbundene Freigabeprozess und die integrierten Sicherheitselemente nicht. Das Modul selbst kann Fotos aufnehmen und weiterleiten, das wiederum ist schlicht. Aber wir sind Fabrikvorden-

Gesamtansicht des Production-Level-4-Demonstrators



ker, das Produkt spielt bei uns eine völlig untergeordnete Rolle, es ist ein Platzhalter, wir zeigen neue Formen der Fertigung. Das ist unser Fokus.

Was ist denn an dem Modultausch so einzigartig?

Zuerst einmal die Zeit, die dazu erforderlich ist: Gemessen an normalen Umrüstzeiten geschieht es geradezu blitzartig. Das Andocken findet per Hand statt, aber der Rest läuft vollautomatisch. Und die zweite Besonderheit: Der laufende Betrieb wird nicht unterbrochen. Für das Umrüsten sind deshalb keine Experten mehr erforderlich. Wenn ein Modul neu angedockt wird oder wenn eines ausfällt, dann können die übrigen Module miteinander kommunizieren, sich neu orientieren – etwa die Reihenfolge bestimmter Abläufe ändern – und die Produktion auf diese Weise weiterführen. Einzigartig ist auch, dass die ganze, neu konfigurierte Anlage TÜV-zertifiziert ist. Bei größeren Umbauten mit signifikanten Änderungen wäre heute eine separate TÜV-Abnahme erforderlich. Doch wir haben dies in Zusammenarbeit mit dem TÜV Süd ebenfalls automatisiert.

Wenn das für verschiedene Module gelingen soll, müssten sie einheitlich beschrieben sein. Wie geschieht das?

Wir unterscheiden für die Beschreibung zwei Ebenen: Einmal die globale Beschreibung eines Moduls. Dieses kann zum Beispiel ein „Loch bohren". Das bezeichnen wir als „Compound Skill". Der setzt sich aus vielen untergeordneten sogenannten „Atomic Skills" zusammen. Beispielsweise mit bis zu welchen Drehmomenten ein Bohrer arbeitet, die Eigenschaften eines Greifers usw. An dem Compound Skill „Loch bohren" können viele Maschinen, Motoren und weitere Untereinheiten beteiligt sein. Unser Ansatz besteht darin, das alles in der Verwaltungsschale abzubilden. Wie genau dies funktioniert, wie tief in die „atomare Ebene" wir gehen müssen oder sollten oder inwieweit die Compound Skills ausreichen, müssen wir noch erforschen. Wir sind gerade dabei, die grundlegenden Funktionen zu erarbeiten. Ganz wichtig ist, dass die Maschine über eine Selbstkenntnis verfügt. Auf diese Weise könnte etwa ein Modul den Skill „CNC-Fräsen" anbieten und die Module, die nach einem solchen Skill suchen, können sie finden. Das könnte über GAIA-X funktionieren, Stichwort Shared Production. Ergebnis: Die Automatisierungspyramide löst sich auf, ein Netzwerk entsteht. Es setzt sich aus unabhängigen Produktionseinheiten zusammen, die immer wieder zu neuen Produktionsnetzwerken verbunden werden können, die die jeweils anfallenden Aufgaben übernehmen.

Eine völlig neue Art der Produktion

Das große Ziel besteht darin, brachliegende Produktionskapazitäten irgendwo in Europa zu nutzen. Kann das auch schon abgebildet werden?
Ja, wir haben einen Partner in den Niederlanden in den Demonstrator integriert. Dort kann produziert werden, was wir vor Ort nicht können. In unserem Beispiel sind es orange Noppensteine. Wenn vom Kunden USB-Sticks mit orangen Steinen geordert werden, stellt das System fest, dass sie vor Ort bei uns nicht hergestellt werden können. Dann ermittelt das System, dass es in den Niederlanden ein Unternehmen gibt, das orange Steine produziert, und bestellt dort automatisch. Das ist im Moment natürlich auch individuell aufgesetzt, aber es wird sobald wie möglich in GAIA-X eingebunden. Dann kann automatisch über die GAIA-X-Plattform bestellt werden, die die Produktion in den Niederlanden auslöst und nach Kaiserslautern liefert. Das wird den gesamten Prozess erheblich vereinfachen. Es könnten dann ohne großen Aufwand Ad-hoc-Wertschöpfungsnetzwerke aufgebaut werden. Hier kommt es also nicht nur wie im ersten Use Case darauf an, ein einfaches Modul, sondern Wertschöpfungspartner zu integrieren, um die jeweiligen Produktionsaufträge ausführen zu können. Das ist eine neue Art der Produktion auf Basis einer herstellerübergreifenden Architektur. Wie das prinzipiell aussieht, können sich die potenziellen Anwender im Production-Level-4-Demonstrator bereits anschauen. Wie gesagt, es bleibt noch viel zu tun, aber die Vision könnte schneller Realität werden, als viele heute noch glauben.

Was werden die nächsten Schritte sein?
Wir werden zur Hannover-Messe 2021 die Logistik-Einheit austauschen, um noch besser bei laufendem Betrieb umbauen zu können. Perspektivisch wird es vielleicht gar kein fixes Logistik-Modul mehr geben. Das zeigt eine weitere Besonderheit unseres Ansatzes: Es gibt keinen Masterplan, in dem die Schritte über die nächsten fünf Jahre aufgelistet wären. Die verschiedenen Elemente des Demonstrators werden entsprechend auf Basis der zur Verfügung stehenden Technologien oder neu zu schaffenden Technologien unter Berücksichtigung des Feedbacks aus der Industrie weiterentwickelt. Production Level 4 ist ein kontinuierlicher Prozess. Wir können selber nicht vorhersagen, welche Technologien in zwei Jahren zur Verfügung stehen werden und was genau die Unternehmen haben wollen. Dementsprechend werden die Elemente immer wieder neu kombiniert. Smart Maintenance etwa wird sicherlich ein großes Thema für die nächsten Jahre bleiben. Genauso die Frage, was man mit den Daten machen kann, die in den Maschinen gesammelt werden.

Gibt es bereits Ideen, was sich mit den Daten alles machen lassen könnte?
Im Moment sitzen viele KMUs auf riesigen Datenbeständen, praktische Anwendungen gibt es aber noch nicht. Sie wären aber beispielsweise wichtig, um KI-Systeme zu erstellen. Wie die Silogrenzen überwunden werden können, um die Daten zu befreien und zugänglich zu machen, welche Daten welchen Wert haben, wie sich neue Geschäftsmodelle darauf aufbauen lassen, werden wir in den nächsten Jahren mit unseren Industriepartnern erforschen. Unter anderem im Forschungsprojekt smart-MA-X.

SmartFactory KL hat im vergangenen Jahr den 15. Geburtstag gefeiert. War es von Anfang an die Strategie, auf den Masterplan zu verzichten?
Darin liegt ein Grund für den Erfolg: der offene Forschungsansatz mit unseren Industriepartnern. Am Anfang haben wir uns um Lokalisierung auf Funkbasis mithilfe von Bluetooth, RFID und verschiedenen anderen Techniken gekümmert. Von heute aus betrachtet sieht das sehr einfach aus, aber 2008/9 ist daraus die Vision von Industrie 4.0 entstanden. Wir haben unsere Use Cases immer sehr schnell den neuen Technologieentwicklungen angepasst, ein starrer Masterplan wäre kontraproduktiv gewesen. Jetzt geht es um die Datenhandhabung im Rahmen von GAIA-X, es zeichnet sich ab, wie das Gesamtgebäude aussehen wird. Für Production Level 4 wird aber noch vieles neu entwickelt werden müssen. So sind ganz neue Steuersysteme für die modulare Infrastruktur erforderlich. Es ist ein sehr dynamischer, kontinuierlicher Prozess, wir dürfen nicht auf einer Ebene stecken bleiben, sondern müssen uns immer neu anpassen. Genau deshalb entwickeln wir die Demonstratoren.

Das Ziel ist dann die menschenleere Fabrik, in der die Maschinen – unterstützt durch KI – autonom agieren und die Produktionsströme lenken?
Nein, eigentlich ist das Gegenteil der Fall. Wir setzen selbstverständlich KI ein. Neuronale Netze sind sehr gut dafür geeignet, Muster in riesigen Datenmengen zu finden, beispielsweise Bildanalysen durchzuführen und die Qualität eines Produktionsschrittes zu überwachen. Aber aus diesen Erkenntnissen nachhaltige und evtl. folgenschwere Entscheidungen abzuleiten, das kann nur der Mensch. Natürlich kann KI bestimmte Entscheidungen treffen, aber nur in einem bestimmten Rahmen. Nehmen wir die Krebsanalyse bei MRT-Bildern. Die KI kann verdächtige Bilder aussortieren. Ob die Bilder aber relevante Auffälligkeiten zeigen, dass entscheidet ein Radiologe. Der Mensch muss also jederzeit verstehen, was KI und Maschinen machen, um jeden Moment in den Prozess eingreifen zu können. Ohne die Reflektion mit menschlichem Denken würden sich in einer lernenden KI Fehler potenzieren. Damit das nicht passiert, muss sich ein Mensch regelmäßig die Prozesse und Entwicklungen genau anschauen. Eine KI-Methode ersetzt nicht den menschlichen Geist. Ihre Fähigkeiten sind begrenzt!

Die Fragen stellte Heinz Arnold.

Anzeige

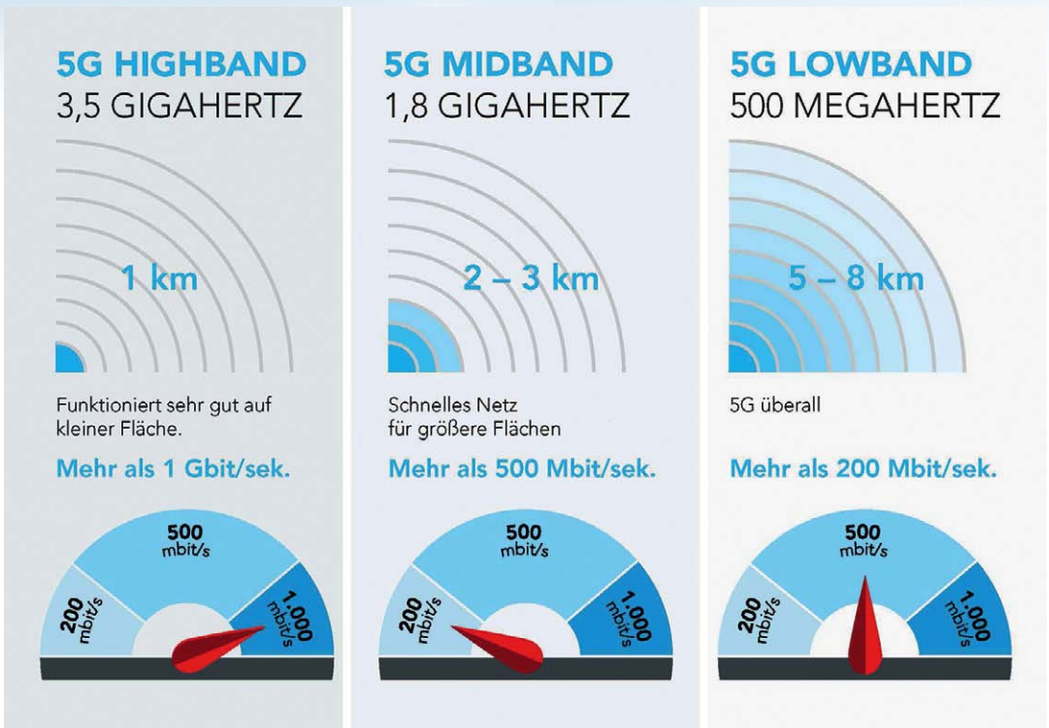


Mobilfunk als Vernetzungstechnik im Industrial IoT

Ist der 5G-Hype gerechtfertigt?

Für Industrie und Endanwender sind echte 5G-Anwendungen noch weitgehend Zukunftsmusik. Trotzdem stellt 5G eine Zäsur dar. Im Windschatten von 5G wird nämlich das 4G-Netz mit Standards wie LTE-M und NB-IoT weiterentwickelt. Und die eröffnen tatsächlich völlig neue Möglichkeiten.

Als eine der ersten Einrichtungen in Deutschland wird die Allianz-Arena in München mit einem 5G-Netzwerk ausgestattet. Durch die Datenübertragung in Echtzeit soll es künftig beispielsweise möglich sein, das Smartphone während der Partie auf das Spielfeld zu richten und auf dem Bildschirm Spielerdaten oder Informationen zu Spielzügen direkt in das Live-Bild einzublenden. Aber: Diese App für Endverbraucher muss erst noch entwickelt werden. Das gilt auch für viele industrielle Lösungen, die auf 5G beruhen.



Bilder: Wireless Logic mdex

Die drei Bandbreiten von 5G erlauben differenzierte Einsatzgebiete von der Gebäudedurchdringung auf kleiner Fläche bei 3,5 GHz bis hin zur flächendeckenden Anwendung bei 500 MHz.

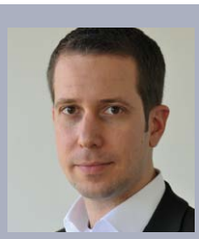
»Mit 5G werden Dienste entstehen, die wir uns jetzt noch nicht ausmalen können – neben Automobilindustrie, Straßenverkehr und Gesundheitswesen auch in Bereichen wie Land- und Forstwirtschaft, Bildung, Maschinenindustrie, Logistik, Schifffahrt und in vielen weiteren Branchen«, heißt es offiziell von Vodafone. »Der konkrete Nutzen von 5G dürfte sich zuerst in industriellen Anwendungsszenarien zeigen«, ergänzt Dennis Paul, Bereichsleiter IoT-Projekte beim IoT-Kommunikationstechnik-Unternehmen Wireless Logic mdex. Vom autonomen Werksverkehr bis hin zur Datenerfassung über Sensoren in Echtzeit sind zahlreiche Umsetzungsmöglichkeiten denkbar.

Der Stand der Technik

Es liegt auf der Hand, dass komplexe zukünftige Anwendungen wie unterbrechungsfrei vernetztes Fahren ein flächendeckendes 5G-Netz voraussetzen. Doch auch andere Szenarien wie etwa Fuhrparküberwachung per Dashcam oder die Anbindung von Drohnen erfordern eine lückenlose Versorgung mit dem neuen Mobilfunkstandard.

Das Problem: »Aktuelle 5G-Technik setzt weitgehend auf dem 4G/LTE-Netz auf, arbeitet also im Non-Standalone-Modus«, erläutert Dennis Paul. »Daher können viele der beworbenen Vorteile von 5G noch gar nicht ausgespielt werden.« Geschwindigkeiten im Gigabit-Bereich gebe es derzeit nur punktuell, Reaktionszeiten im Bereich weniger Millisekunden noch gar nicht.

Hintergrundbild: niphon/stock.adobe.com



Dennis Paul, Wireless Logic mdex

„Eine LTE-Abschaltung ist derzeit nicht absehbar, und für viele Anwendungen ist 4G auch nach dem Ende von 3G die beste Wahl."

»5G Non-Standalone bringt eigentlich nur mehr Datendurchsatz, und das hängt auch noch vom verwendeten Frequenzband ab«, verdeutlicht Dennis Paul. »Richtig Dampf hat 5G erst auf 3,6 GHz und höher mit 1 Gbit/s und mehr. Da ist die Netzabdeckung aber noch sehr bescheiden.«

Die niedrigeren Frequenzbänder, die Telekom derzeit mit 2100 MHz und Vodafone mit 700 und 1800 MHz dagegen tatsächlich in der Fläche ausbauen, sind nur wenig schneller als LTE, weil diese nicht exklusiv für 5G genutzt werden. Stattdessen teilen sich diese Frequenzbänder die Ressourcen dynamisch mit LTE über das sogenannte Dynamic Spectrum Sharing (DSS).

»Der Umstieg von 4G auf 5G wird also anders aussehen als beim Generationswechsel von 3G«, führt Dennis Paul aus. »Während 5G aktuell wegen des fehlenden Standalone-Netzes noch keine wesentlichen Vorteile für den M2M/IoT-Bereich bringt, ist 5G-Hardware auch für Industrieanwendungen noch zu teuer bzw. kaum verfügbar. Beim Umstieg von 3G auf 4G/LTE war das noch anders, weil dieses auch in Gebieten ausgebaut wird, wo es kein 3G gibt. Deswegen erreichte man mit LTE-Endgeräten schon früh eine bessere Netzabdeckung für Breitbandanwendungen als mit einem 3G-Router.«

5G dagegen wird nur in Gebieten ausgebaut, wo es bereits LTE-Abdeckung gibt, eben da die aktuelle 5G-Technik auf vorhandenem LTE aufsetzt. Standalone 5G soll erst zwischen 2022 und 2025 ausgebaut werden, wird aber auch dann wahrscheinlich keine von LTE abweichende Netzabdeckung bieten. Viele neue 5G-Anwendungen werden allerdings hinsichtlich Latenz und Zuverlässigkeit erst mit Standalone 5G möglich sein.

Campusnetze – der Blick in die Zukunft

Erste Projekte mit Standalone 5G beruhen oft auf räumlich begrenzten Campusnetzen, die schon jetzt das Potenzial der Technologie erahnen lassen. Mercedes Benz etwa hat das neue Sindelfinger Werk Factory56 als vollständig vernetzte Smart Factory konzipiert. In der ersten 5G-Produktion in der Automobilindustrie werden die Förderbänder durch 300 fahrerlose Transportsysteme ersetzt, deren Position im Werk jedoch stets feststellbar ist. Die Montagehalle der Zukunft kommt dabei ohne jedes Papier aus. Während vor Einführung der Hochregallager noch menschliche „Picker" oder „Greifer" benötigte Teile manuell zur Fertigung beförderten, werden in der Factory56 flächendeckend intelligente Picksysteme eingesetzt. Diese Roboter bestücken Warenkörbe in einer sogenannten Pickzone mit den benötigten Materialien. Die dabei erhobenen Daten werden mit Big-Data-Techniken ausgewertet und zur Verbesserung bestehender Produktionsprozesse genutzt.

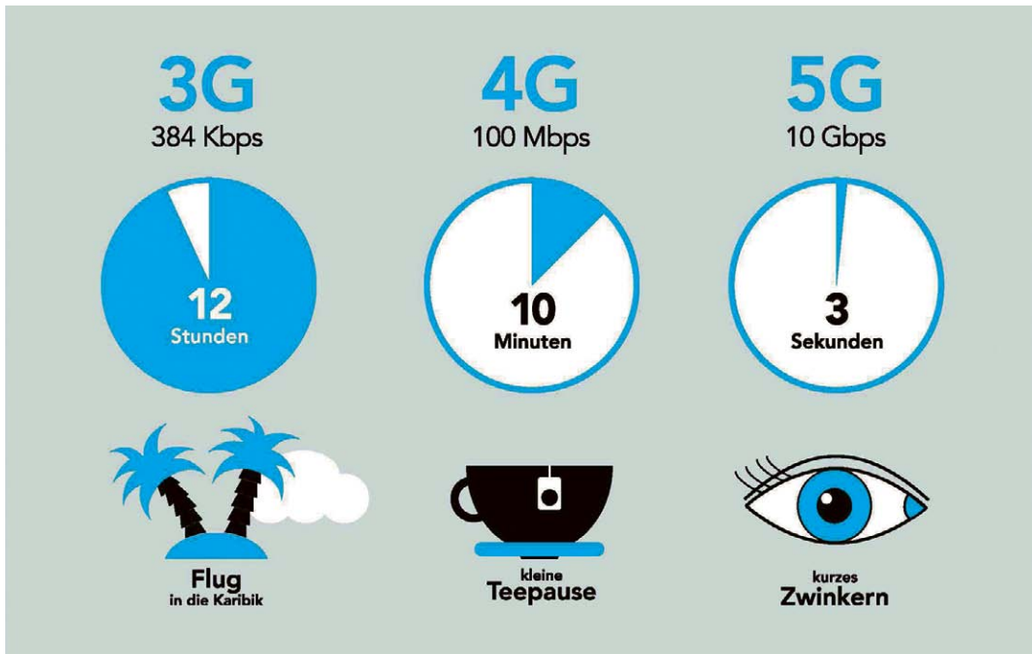
Der Hafen Hamburg hatte bereits vor drei Jahren damit begonnen, für 7,7 Mio. Euro ein Testnetz im Hafen aufzubauen. Dazu wurden zwei 700-MHz-Antennen am 150 m hohen Fernsehturm installiert, die das 8000 Hektar große Areal abdecken. In dem 5G-Testnetz wurden „Network Slices" aufgebaut. Diese speziellen virtuellen Netze lassen sich für unterschiedlich anspruchsvolle Aufgabenbereiche nutzen.

Um den Verkehrsfluss besonders der LKWs besser zu kontrollieren, wurden Ampelanlagen im Hafengebiet über Mobilfunk gesteuert. Virtual-Reality-Anwendungen sollen helfen, die Infrastruktur besser zu steuern und damit sicherer zu machen. Umweltsensoren auf Schiffen der Hamburg Port Authority ermöglichen Zugriff auf Daten in Echtzeit. Außerdem können Ingenieure im Hafengebiet mit VR- und AR-Brillen Konstruktionen und Studien vor Ort prüfen und Daten abrufen.

In Großbritannien hat dagegen die Uni-Klinik in Birmingham das erste Ferndiagnose-System mit 5G-Connectivity entwickelt. Dabei leiten Ärzte vom Krankenhaus aus die Rettungssanitäter am Unfallort durch Diagnose-Routinen. Eine HD-Kamera in der Ambulanz sendet fast verzögerungsfrei Videobilder des Patienten an den Arzt in der Klinik. Der wiederum kann mit einem VR-Headset, einem Joystick und haptischen Handschuhen entscheiden, ob der Patient in die Notaufnahme kommt oder nicht.

5G revolutioniert – aber anders als man denkt

Obwohl das Internet in Echtzeit noch auf sich warten lässt, ist der Start von 5G eine Zäsur in der Entwicklung der M2M-Kommunikation. Weitgehend parallel zur Einführung von 5G wird nämlich das 3G-Netz abgeschaltet. Unternehmen, die danach noch 3G-Router betreiben, können nur noch das 2,5G-Netz mit EDGE-Geschwindigkeit (maximal 220 kbit/s)



5G erlaubt Internet in Echtzeit: Während der Download von 2 GB bei 3G/UMTS noch 12 h dauerte, ist die Datenmenge eines Spielfilms mit 5G in wenigen Augenblicken heruntergeladen.

nutzen – und das reicht für viele M2M-IoT-Anwendungen nicht mehr aus. Eine Investition in 5G-Hardware jedoch bringt zum gegenwärtigen Zeitpunkt oft kaum Vorteile in IoT-Umgebungen.

»Eine LTE-Abschaltung ist derzeit nicht absehbar, und für viele Anwendungen ist 4G auch nach dem Ende von 3G die beste Wahl«, erklärt Dennis Paul. »Hinzu kommt, dass das 4G-Netz technologisch und in der Fläche immer noch ausgebaut wird. Die Standards NB-IoT (Narrowband Internet of Things) und LTE-M (Long Term Evolution for Machines) wurden im Gegensatz zu früheren Netzen konkret für industrielle Anwendungen eingeführt.«

NB-IoT ist eine kostengünstige LPWAN-Technologie (Low-Power Wide Area Network), die eine Batterielebensdauer von bis zu zehn Jahren und eine Kommunikation mit großer Reichweite und besserer Penetration als 2G bietet. Das bedeutet, dass NB-IoT-Geräte auch an schwer zugänglichen Orten, etwa im Untergrund, in Gebäuden und in ländlichen Gebieten verbunden werden können.

Die Datenübertragungsraten sind derzeit mit einigen zehn kB/s sehr niedrig, die Latenzen mit bis zu 20 s sehr groß. Der niedrige Stromverbrauch resultiert aus der Fähigkeit der Endgeräte, lange Zeiträume zwischen dem Empfang von Daten zu „schlafen", bekannt als erweiterter diskontinuierlicher Empfang (eDRX). Zusätzlich ermöglicht der Power Saving Mode (PSM), dass das Funkgerät komplett heruntergefahren werden kann und sich beim erneuten Einschalten nicht wieder mit dem Netzwerk verbinden muss.

Folglich eignet sich NB-IoT am besten für stationäre Geräte, die sehr kleine Datenmengen unter 5 MB pro Monat senden, lange Latenzzeiten tolerieren können und sich an Orten befinden, an denen andere Techniken nur schwer ein Signal erhalten würden. Optimal lässt sich NB-IoT beispielsweise bei Smart Metering einsetzen. Die intelligenten Stromzähler sind häufig tief im Gebäudekern verborgen, müssen aber nur geringe Datenmengen senden und sind gegen Latenzen unempfindlich. NB-IoT eignet sich aber auch für eine Vielzahl von Einsatzgebieten in Industrie oder Landwirtschaft, nämlich immer dann, wenn sich die zu überwachenden Daten wie etwa Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit nur langsam ändern.

LTE-M soll dagegen die Lücke zwischen 4G und NB-IoT schließen. LTE-M ist speziell für M2M-Connectivity ausgelegt und bietet im Vergleich zu NB-IoT höhere Datenübertragungsraten bis zu 350 kbit/s bei geringeren Latenzen, SMS-Unterstützung, VoLTE (Voice over LTE) und geringerem Energieverbrauch. Mit der guten Innenraum-Abdeckung und bis zu 50 Prozent niedrigeren Modulkosten ist LTE-M bei komplexeren Aufgaben der Nachfolger für 3G im Internet of Things.

»Auch wenn 5G die volle Leistung vorerst nicht ausspielen kann, wird der gleichzeitige Start der neuen Standards wie LTE-M oder NB-IoT entscheidende Innovationen bei der M2M-Connectivity ermöglichen«, betont Dennis Paul. »Im Gegensatz zu früheren Mobilfunknetzen wurden diese Standards nämlich speziell für das industrielle Internet of Things entwickelt.«

Gerade vor dem Hintergrund der 3G-Abschaltung sei die Analyse des zukünftigen Datenübertragungsbedarfs und die anschließende Überprüfung der eigenen Hardware und der Connectivity in der M2M-Kommunikation wichtig: »5G-Hardware ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt sehr teuer und auf den niedrigen Frequenzbändern nicht bedeutend schneller als LTE«, sagt Dennis Paul. »Für 3,5 GHz existieren dagegen noch kaum Anwendungen.« (ak)

Durchgängig echtzeitfähige Kommunikationsinfrastruktur

5G und TSN „verheiraten"

Eine Infrastruktur für durchgängig echtzeitfähige Kommunikation zwischen Maschinen, Anlagen und Cloud-Systemen auf der Basis von 5G-Mobilfunktechnologie und TSN zu schaffen – dieses Ziel verfolgt das Fraunhofer IPT jetzt gemeinsam mit Partnern aus Maschinenbau, Netzwerktechnik und Robotik.

Hochdynamische Produktionssysteme zuverlässig und sicher steuern und regeln zu können erscheint nach wie vor vielen Unternehmen als Herausforderung. Edge- und Cloud-Systeme gewinnen hier an Bedeutung, jedoch fehlt es auch heute noch an entsprechender Ausrüstung und Infrastruktur, um bestehende Maschinen und Anlagen entsprechend den erforderlichen industriellen Anforderungen dauerhaft in digitale IT-Landschaften zu integrieren. Das Projekt „5G-Comet" des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT aus Aachen mit Partnern aus Maschinenbau, Netzwerktechnik und Robotik will hier Abhilfe schaffen.

Für den schnellen und zuverlässigen Datenaustausch im 5G-Produktionsnetzwerk setzen die Forschungspartner des Projekts 5G-Comet auf eine Reihe von Standards, die zusammengefasst als Time Sensitive Networking (TSN) bezeichnet werden: Sie ermöglichen eine Datenübertragung mit sehr geringen Latenzen und hoher Verfügbarkeit und wurden von der Time-Sensitive Networking Task Group, einer Arbeitsgruppe des IEEE, erarbeitet. Die Partner im Projekt 5G-Comet wollen die ursprünglich für kabelgebundene Netze entwickelten TSN-Standards nun mit der 5G-Mobilfunktechnologie in einem echtzeitfähigen Gesamtsystem kombinieren. Ziel ist eine hochverfügbare, zuverlässige und sichere Kommunikation aller Komponenten und Module: von der Sensorik

Bild: Fraunhofer IPT



Das Projekt 5G-Comet soll eine Infrastruktur für durchgängig echtzeitfähige Kommunikation auf der Basis von 5G-Mobilfunktechnologie und TSN schaffen.

und Aktorik auf Feldebene über 5G-Netze und Ethernet-Verbindungen bis in die Fraunhofer Edge Cloud (FEC).

Die Fraunhofer Edge Cloud fungiert im 5G-Produktionsnetzwerk als Steuerungszentrale für alle angeschlossenen Systeme: Die Daten sämtlicher Komponenten im Netzwerk laufen hier zusammen. Die hohen Speicher- und Rechenkapazitäten der Cloud, der schnelle Datentransfer zwischen 5G und Ethernet sowie die zuverlässigen Schnittstellen ermöglichen dann, dass die zahlreichen Einzelprozesse innerhalb des Netzwerks nicht mehr lokal gesteuert werden müssen, sondern auf Cloud-Basis. So lassen sich mit speziell programmierten virtuellen Anwendungen echte Prozessketten adaptiv aufeinander abstimmen.

Damit dies verlässlich funktioniert, kombinieren die Aachener Forschungspartner den TSN-Standard für Ethernet jetzt auch mit 5G, sodass das gesamte Produktionsnetzwerk über eine einheitliche Kommunikationsinfrastruktur verfügt. Die standardisierten Schnittstellen zwischen dem mobilen und dem kabelgebundenen Netz sollen sich damit positiv auf die Zuverlässigkeit der Datenübertragung auswirken.

Erste Anwendungen in der Erprobung

Erste Anwendungsszenarien erproben die Aachener Forschungspartner für die Echtzeit-Steuerung roboterunterstützter Laserbearbeitungs- und Montageprozesse:

Im Anwendungsfall der Laserbearbeitung versieht ein Roboter mit einem Spezialwerkzeug komplexe dreidimensionale Oberflächen mit Texturen, Gravuren oder Markierungen. Die exakte Position des Roboters und des Laserwerkzeugs im laufenden Betrieb zu ermitteln und beide Komponenten präzise anzusteuern erfordert hohe Rechenkapazitäten.

Das durchgängige TSN-Netzwerk mit der latenzarmen Datenübertragung bis in die Fraunhofer Edge Cloud stellt sicher, dass alle erforderlichen Einzelsysteme schnell und ohne Verzögerungen aufeinander reagieren können. Die kabellose Anbindung der Werkzeugsensorik mit 5G und die ausgelagerte Steuerung in der Fraunhofer Edge Cloud erlauben zudem einen modularen und flexiblen Einsatz des Werkzeugs.

Montageanlagen mit kooperierenden Robotern, die eine Montageaufgabe gemeinsam bearbeiten, bilden ein weiteres Anwendungsszenario ab: Wurden bisher die Steuerungen kooperierender Roboter mit großem Hardware-Aufwand unmittelbar untereinander verbunden, lassen sich die erforderlichen Rechenprozesse künftig in die Fraunhofer Edge Cloud auslagern. Sämtliche Berechnungen der Roboterbahnen können dort ausgeführt und die Ergebnisse in das Robotersystem zurückgeführt werden.

Die Einbeziehung der TSN-fähigen Netzwerkkomponenten stellt dafür eine durchgängige und zuverlässige Synchronisierung und Verbindung der einzelnen Systeme bereit.

Testumgebung für das Forschungsprojekt

Unter dem Namen „5G-Industry Campus Europe" ging im Mai 2020 Europas größte 5G-Forschungsinfrastruktur ans Netz. In insgesamt sieben Teilprojekten werden unterschiedliche Anwendungsszenarien von 5G-Sensorik für die Überwachung und Steuerung komplexer Fertigungsprozesse über mobile Robotik und Logistik bis hin zu standortübergreifenden Produktionsketten untersucht. Außerdem testen die Aachener Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Einsatz moderner Edge-Cloud-Systeme zur schnellen Verarbeitung von Daten, um die Potenziale von 5G in der vernetzten, adaptiven Produktion auszuschöpfen.

Der 5G-Industry Campus Europe bietet auch für die Anwendungsfälle des Forschungsprojekts 5G-Comet eine vollausgestattete Testumgebung: »Die 5G-Infrastruktur mit dem 1 km² großen Outdoor- und mehreren Indoor-Netzen bietet perfekte Voraussetzungen, zeitkritische Anwendungsfälle, die hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Latenz stellen, zu testen und zu erproben«, führt Niels König vom Fraunhofer IPT aus. »Die Kommunikation zwischen den jeweiligen Einzelsystemen und der Fraunhofer Edge Cloud kann in diesem bereits geschaffenen Umfeld umfassend erprobt werden.«

Das Projekt 5G-Comet wird für zwei Jahre aus den Mitteln des Landes NRW vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie gefördert. (ak)

Seminaranzeige



IEEE 802.11ah, der neue WiFi-HaLow-Standard

Mit WiFi durch die Wand

Hohe Datenraten und einfacher Netzaufbau haben WiFi zu einem der gängigsten Funkstandards werden lassen. Doch er hat auch einen Nachteil: die geringe Reichweite. Mit IEEE 802.11ah hat die Wi-Fi Alliance einen Standard entwickelt, der diese Herausforderung löst.

Reichweiten von bis zu 1,5 km sind durch die Nutzung eines niedrigeren Frequenzbandes problemlos möglich. Das erste passende Modul hierfür bringt Silex in Kürze auch auf den europäischen Markt. Ähnlich wie LoRa und Sigfox ist WiFi HaLow ein Low-Power-Wide-Area-Netzwerk (LPWAN) und funkt im lizenzfreien Sub-GHz-Frequenzband um 900 MHz. »Dadurch ermöglicht HaLow eine fast doppelt so lange Strecke wie WiFi-Standards mit 2,4 oder 5 GHz. Diese Eigenschaft macht ihn besonders für verschiedene IoT-Szenarien, etwa in weitläufigen Industrieanlagen, in der Landwirtschaft, im Gesundheitswesen oder in Smart Cities und nicht zuletzt für das Smart Home, interessant«, schildert Kerstin Naser, Product Sales Manager Wireless bei Rutronik.

HaLow unterstützt theoretisch bis zu 8191 Geräte pro Access Point. Das 802.11ah-WiFi-Modul für IoT-Geräte von Silex erlaubt 1024 Knoten pro Access Point und wurde bereits erfolgreich einem Praxistest unterzogen. Dabei erfolgte eine zeitgleiche Datenübertragung bei 100 Verbindungen und 30 stationären Geräten.

Durchdringt Hindernisse

In der Leistungsübertragungsbilanz von 802.11ah stehen mindestens 10 dB mehr zur Verfügung als beim 2,4-GHz-WiFi. »Entsprechend wird eine sehr stabile Verbindung aufgebaut, dank der das Funksignal Wände oder andere Hindernisse besser durchdringt«, erklärt Naser.

Mobile Anwendungen und Sensorapplikationen profitieren von dem geringeren Stromverbrauch des neuen Funkstandards. Da eine Datenrate von mindestens 150 kbit/s bei Nutzung eines 1-MHz-Kanals zur Verfügung steht, müssen z.B. Sensoren nur bei der Übertragung neuer Daten aktiv sein. Die Datenrate kann aber durch das Zusammenfassen mehrerer Kanäle noch etwas gesteigert werden. Interoperabilität zwischen 802.11ah-Geräten unterschiedlicher Hersteller ist gewährleistet, eine Integration in bestehende IP-Netzwerke ist problemlos möglich und die WLAN-Verschlüsselungsstandards WPA2-PSK, WPA3SAE sowie WPA3-OWE garantieren eine sichere Datenübertragung.

Schon jetzt einen Test wert

»Obwohl sich sowohl Technologie als auch Infrastruktur noch im Aufbau befinden, kommen sukzessive mehr Geräte in den Handel, die den Standard unterstützen«, berichtet Kerstin Naser. Mit dem SX-NEWAH von Silex führt Rutronik in Kürze das erste 802.11ah-WiFi-Modul für IoT-Geräte im Sortiment. Muster der US-Version sind bereits erhältlich. Das Modul basiert auf dem SoC NRC7292 von Newracom (dem ersten IEEE 802.11ah-kompatiblen WiFi-HaLow-SoC) und ist das erste industrielle WiFi-Modul, das im Sub-GHz-Band arbeitet. (zü) ■



WiFi HaLow

Das Wichtigste auf einen Blick

Ideal für Anwendungen mit einer hohen Anzahl an batteriebetriebenen Endgeräten mit geringem Bandbreitenbedarf pro Access Point, bei welchen eine hohe Reichweite erforderlich ist.

Nicht geeignet für Übertragung großer Datenmengen

Voraussetzung: Endgeräte und Access Point müssen den IEEE 802.11ah-Standard unterstützen.

Vorteil: Durch den neuen Standard im Sub-GHz-Bereich werden die 2,4-GHz- und 5-GHz-WiFi-Netze frei für Geräte, welche eine hohe Datenübertragungsrate erfordern.

Zu beachten: Unterschiedliche internationale Regularien zur maximalen Sendestärke und den freien Frequenzen resultieren in unterschiedlichen Reichweiten und Datenraten.

Die Umgebung ist bei der WLAN-Infrastrukturplanung zu beachten, da das Sub-GHz-Band weniger anfällig für Dämpfung (z.B. durch Wände) ist. Durch die größeren Netzwerke sind aber deutlich weniger Access Points nötig, weshalb es evtl. zu Abdeckungslücken kommen kann.

Das ist das WiFi-HaLow-Modul SX-NEWAH

IEEE 802.11 ah
Chipset NRC7292

Datenrate: bis 15 Mbit/s
Host Interface: SPI
Sendeleistung: 23 dBm
Empfängerempfindlichkeit:
–86 bis –106 dBm
Dimensionen: 20,5 × 27,0 × 3,1 mm^3
Betriebstemperaturbereich:
–40 °C bis +85 °C

Plattformbasierte Anwendungen für den produzierenden Mittelstand

KI als Problemlöser in der Fertigung

KI-Anwendungen können dabei unterstützen, die Produktion zunehmend automatisierter zu machen und flexibler auf unterschiedliche Herausforderungen zu reagieren, indem sie etwa Fertigungsprozesse mittels Vorhersagemodellen auf der Basis von maschinellem Lernen robuster gegenüber Ausfällen und Störungen machen.

von Dr. Steffen Wischmann, Leiter der Begleitforschung des KI-Innovationswettbewerbs des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Für ihre Lernprozesse benötigen KI-Entwicklungen zuverlässige Trainingsdaten. Das ist eine Herausforderung vor allem für kleine und mittlere Unternehmen, da ihnen in der Regel weder Daten in ausreichender Qualität noch Menge zur Verfügung stehen. In gleich mehreren Projekten des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten „KI-Innovationswettbewerbs" werden daher plattformbasierte Anwendungen entwickelt, mit denen auch der Mittelstand in der Lage ist, zahlreiche KI-Algorithmen und Lösungen als Bausteine für Flexibilität und Optimierung in der Produktion einzusetzen.

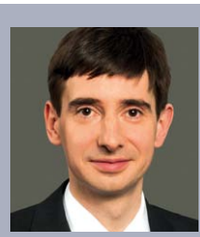
KI erfordert eine einheitliche Datenbewirtschaftung

Daten werden gern als das neue Öl beschrieben. Öl ist jedoch ein nicht nachwachsender Rohstoff und damit eine endliche Ressource. Treffender ist daher das Bild der Daten als ein Acker, der für die eigenen Zwecke verwendet werden kann. KI-Anwendungen für produzierende Unternehmen erwachsen in diesem Bild aus den rund um die Produktion und Fertigung erfassten Daten. Um diese für KI-Anwendungen nutzbar zu machen, müssen sie allerdings auch in einer Form vorliegen, die es ermöglicht, sie an die Cloud-basierten KI-Plattformen zu übermitteln und dort zu verarbeiten. Genau das ist bislang meist nicht der Fall.

Gerade in kleinen und mittleren Unternehmen sind häufig zeitgleich Maschinen und IT-Systeme aus unterschiedlichen Generationen im Einsatz. Da es sich dabei oft auch noch um Insellösungen handelt, sind die Daten nicht miteinander kompatibel und können, wenn überhaupt, nur mit hohem Aufwand gemeinsam verarbeitet werden. Der Trend zur Verlagerung von Daten in die Cloud, wie es etwa bei ERP-Systemen immer üblicher wird, verschärft das Problem weiter: Die großen Cloud-Anbieter bieten zwar umfassende Dienstleistungen an, die auch den Einsatz von KI-Anwendungen ermöglichen. Für die Kunden bedeutet das jedoch, dass sie sich von solchen Insellösungen der großen Technologieanbieter abhängig machen, ohne neue Anwendungen integrieren zu können („Vendor Lock-in"-Effekt). Ein ganzheitliches und flexibles Management von Daten, die Data Governance, ist damit für die Mehrheit der mittelständischen Unternehmen nahezu unerreichbar.

Universelles Betriebssystem für die vernetzte Fabrik

Um vor allem dem produzierenden Mittelstand Data Governance zu ermöglichen, entwickelt das BMWi-geförderte Projekt FabOS ein universelles Betriebssystem für die vernetzte Fabrik. Über eine Plattform lassen sich dabei sämtliche Betriebsmittel und die gesamte Infrastruktur von Produktionsstätten virtuell als sogenannte digitale Zwillinge abbilden. Die so entstehende virtuelle Repräsentation ermöglicht den Informationsaustausch zwischen den Maschinen, IT-Systemen und KI-Anwendungen. Die Heterogenität der Daten aus unterschiedlichen Komponenten in der Produktion wird in FabOS dabei in eine einheitliche Beschreibung überführt, sodass sich alle Komponenten miteinander vernetzen lassen.



Dr. Steffen Wischmann

„Qualität und Effizienz von Produktentstehungsprozessen lassen sich durch den Einsatz von KI deutlich steigern."

Es entsteht ein Ökosystem, das aus KI-Dienstanbietern und Nutzern besteht, sich einheitlich managen lässt und zugleich offen und wandlungsfähig ist. Damit wird FabOS auch zum Enabler für die Entwicklung individueller KI-Anwendungen in den Unternehmen. Das System stellt die kontinuierliche Verfügbarkeit relevanter Daten sicher, strukturiert sie einheitlich und erleichtert damit erheblich die Datenvorverarbeitung. FabOS ermöglicht es auch kleinen und mittleren Unternehmen, ihr Domänenwissen und ihre Erfahrung über industrielle Produkte und Fertigungsprozesse in KI-Anwendungen einzubringen. Dafür sorgt die

Anzeige



zusätzliche Bereitstellung von leistungsfähigen Rechenressourcen, Tools und Diensten zur Entwicklung von KI-Anwendungen. Unternehmen werden so in die Lage versetzt, eigene Anwendungen zu entwickeln und ihre Geschäftsmodelle zum Beispiel durch Teilen von Trainingsdaten anzupassen.

Intelligente Produktionen

Mit KI lassen sich große Potenziale heben. Die Möglichkeiten sind jedoch nicht immer unmittelbar zu erkennen. Zwar haben einzelne Unternehmen bereits gute Erfahrungen mit KI-Entwicklungen gemacht, doch gibt es bislang noch keinen systematisierten Zugriff auf solche Best Practices. Das Projekt IIP-Ecosphere will das ändern und erstellt dafür eine herstellerunabhängige, virtuelle Plattform, über die sich Unternehmen zu KI austauschen und auch miteinander kooperieren können.

Zentrales Tool von IIP-Ecosphere ist der KI-Lösungskatalog mit Best Practices und exemplarischen Lösungen für die intelligente Produktion. Unternehmen finden dort Antworten auf die Frage, wie sie konkret von KI profitieren und wo sie bei der Einführung von KI ansetzen können. Dafür schafft IIP-Ecosphere unter anderem Demonstratoren mit innovativen Lösungen als Blueprints für KI-Anwendungen, um diese schneller nutzen zu können. Außerdem stehen Standardkomponenten bereit, die flexibel für unterschiedliche KI-Anwendungen angepasst werden können.

Partnervermittlung für KI

Zu den großen Stärken des deutschen Mittelstands zählt die Entwicklung innovativer Produkte. Qualität und Effizienz von Produktentstehungsprozessen lassen sich durch den Einsatz von KI deutlich steigern. Auf dem Markt gibt es dafür bereits einige Anbieter. Sie haben bislang aber nur unzureichenden Zugang zu Kunden. Diesen wiederum fehlt es häufig an Expertise und Ressourcen, um KI für ihre Produktentstehungsprozesse anzuwenden.

Das Projekt KI-Marktplatz führt Anbieter und Anwender daher über eine „digitale Partnervermittlung" auf einer eigenen Plattform zusammen. Durch den Abgleich des Leistungsspektrums eines registrierten KI-Anbieters mit den Problemstellungen eines Unternehmens schlägt die Vermittlung automatisiert passende Partnerschaften vor. Für die Zusammenarbeit stellt der KI-Marktplatz anschließend einen geschützten Datenraum für Entwicklungs- und Testdaten zur Verfügung, sodass die gewünschte KI-Anwendung im gegenseitigen Austausch optimiert werden kann. Neben Beratungsdienstleistungen finden Unternehmen auch Trainingsdaten sowie KI-Bausteine, mit deren Hilfe sich KI-Anwendungen schneller entwickeln lassen.

Weitere Ansätze

Im Rahmen des KI-Innovationswettbewerbs gehen viele weitere Projekte die Herausforderungen an, die sich dem produzierenden Mittelstand stellen, um einfach und schnell KI als Problemlöser einzusetzen. Das Projekt ServiceMeister entwickelt beispielsweise KI-Lösungen, die auch weniger spezialisierte Mitarbeiter bei der Wartung und Reparatur von Maschinen unterstützt. Das Projekt SPAICER wiederum setzt den Schwerpunkt auf die Entwicklung von KI-Lösungen, durch die sich Produktionsstörungen und Unterbrechungen von Lieferketten auf ein Minimum reduzieren oder ganz vermeiden lassen. Mehr zu den Projekten unter www.digitale-technologien.de. (zü) ■

Mit IBM Watson und Cloud

Bessere Supply-Chain-Prozesse dank KI

Der Einsatz von IBM Watsons KI ermöglicht es dem Supply-Chain-Spezialisten Ehrhardt + Partner Group (EPG), Prognosen für Lagerprozesse mit einer Prognosegüte bis zu 90 Prozent zu erstellen, und Daimler setzt auf die intelligente Cloud für seine After-Sales-Prozesse.

IBM unterstützt EPG für dabei, mithilfe von auf IBM Watson basierenden KI-Lösungen aus der IBM Cloud die Herausforderungen der Logistik, wie der hohe Wettbewerbsdruck und die stetig steigenden Anforderungen, zu bewältigen. Damit einhergehend wird eine hohe Performance der Logistiksysteme immer wichtiger, um zukunftsfähig zu bleiben.

Durch den Druck auf Logistikunternehmen steigen auch die Anforderungen an Optimierungs-Tools in logistischen Prozessen, wie z.B. für die Tourenplanung und das Ressourcenmanagement. »Aufwände für Logistikprozesse wie die Kommissionierung oder das Verpacken lassen sich erst durch den Einsatz von KI wirklich detailliert und stundengenau vorhersagen und planen«, erklärt Jens Heinrich, Chief Technology Officer bei der EPG. »Welche Artikel werden demnächst besonders gefragt sein? Welche Areale einer Lagerhalle sind in den nächsten Stunden besonders stark frequentiert? Welche Ressourcen benötigen wir dafür? Diese und andere geschäftskritische Fragen können wir mit den KI-Funktionen der IBM-Watson-Technologien künftig aus der IBM Cloud besser und genauer beantworten.«

Die Ressourcenoptimierung des eigenen Workforce-Management-Systems EPG/WFM ist überwiegend zur Modellierung der Prozesse auf der Lagerfläche, vor allem für die Abläufe und benötigten Ressourcen für die Kommissionierung, Konfektionierung und Verpackung, konzipiert. Bisher war die Planung nur basierend auf vorhandenen Aufträgen möglich.

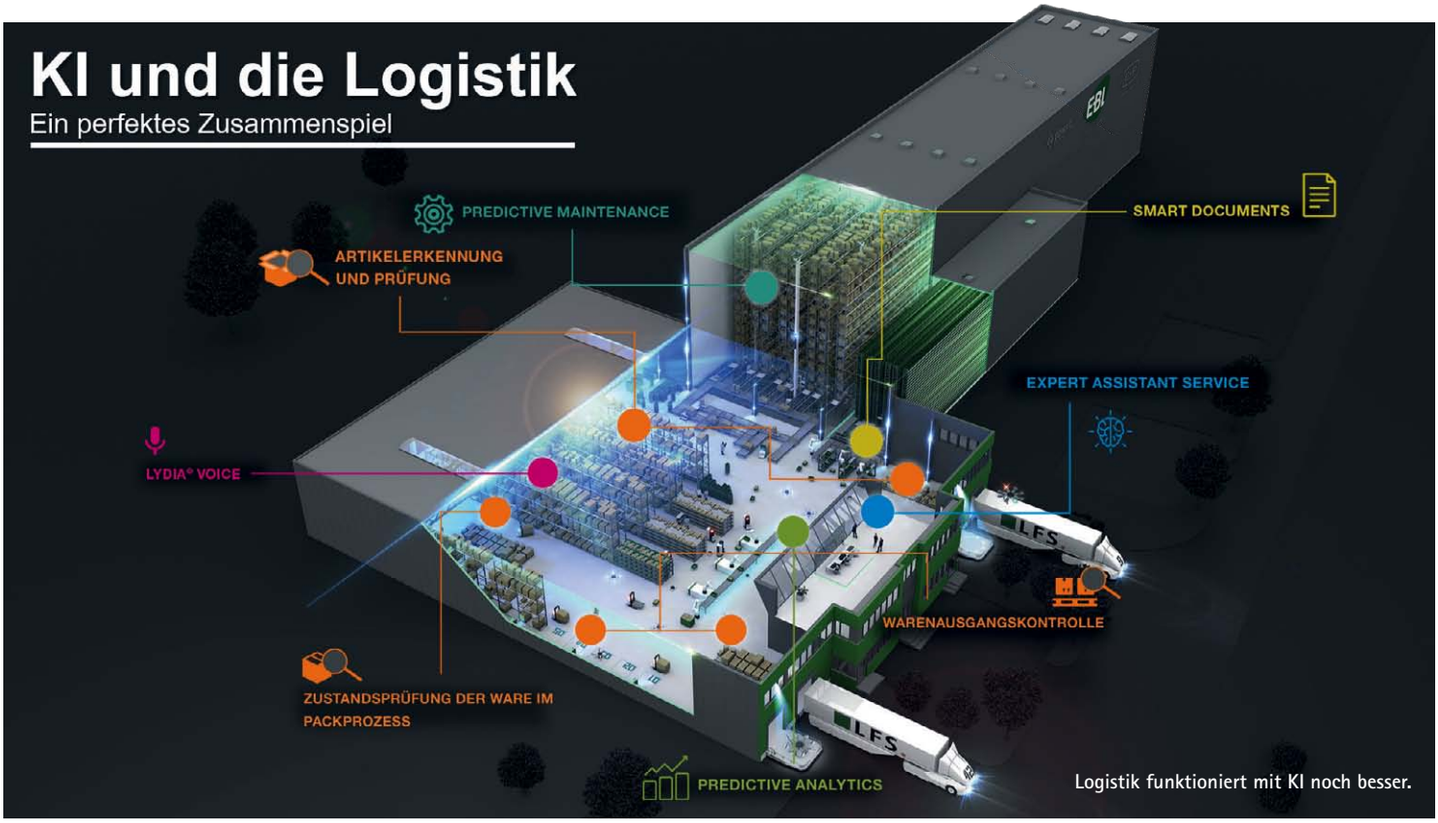


Bild: EPG

Logistik funktioniert mit KI noch besser.

Die logistischen Prozesse und die Lagerverwaltung stützen sich in herkömmlichen Lösungen vor allem auf Aussagen aus Reportings von ERP-Systemen. Diese Informationen fassen größere Zeiträume und Abläufe von Kennzahlen zusammen und sind für präzisere Prognosen nicht immer geeignet. Aufgrund der steigenden Anforderungen an die Just-in-Time-Lieferung wurden neue Ansätze benötigt. Im Rahmen des ersten Projekts zur Nutzung von KI-gestützen Services, das die EPG zusammen mit IBM aufgesetzt hatte, wurde die EBL Ehrhardt + Bomag Logistics GmbH, ein Tochterunternehmen der EPG, als Pilotkunde ausgewählt. Die EBL leistet die weltweite Ersatzteilelogistik für Bomag, ein weltweit führendes Unternehmen auf dem Sektor der Verdichtungstechnik im Straßenbau.

Smarte, KI-basierte Services aus der IBM Cloud liefern die Basis für diese schnelleren und genaueren Prognosen. Zu diesem Zweck nutzt das Unternehmen IBM Watson Discovery, um zusätzliche Einflussfaktoren und unstrukturierte Datenquellen zu berücksichtigen. Darüber hinaus wird IBM Watson Studio verwendet, um Datenmodelle und erste Vorhersagen zu erstellen. Diese Lösung ermöglicht es der EPG, die Genauigkeit der stündlichen Vorhersagen des Auftragsvolumes zu verbessern.

Olexander Tokunov, Manager Product Development bei der EPG: »Wir konnten die Vorhersagegenauigkeit auf ca. 90 Prozent steigern und damit dazu beitragen, dass die Ressourcen und Waren zur richtigen Zeit am richtigen Ort sind. Lastspitzen können wir auffangen, weil wir den Ressourcenbedarf im Voraus kennen. Mit den KI-Lösungen aus diesem initialen Projekt wappnen wir uns auch für gesellschaftliche Ausnahmesituationen wie beispielsweise die aktuelle Covid-19-Pandemie. Wir können die Aufgaben in den Logistikzentren unserer Kunden jetzt selbst aktiv steuern, statt bloß auf Anforderungen und Einflüsse von außen zu reagieren.«

Intelligente Cloud für After-Sales-Prozesse

Bereits seit Mitte letzten Jahres setzt auch Daimler auf die IBM Cloud bei Werkstattprozessen – dem sogenannten After-Sales-Bereich. IBM und Daimler haben dazu ihre Zusammenarbeit um eine intelligente Cloud-Lösung für den After-Sales Bereich erweitert. Im Rahmen dieses Projektes migriert Daimler sein globales After-Sales-Portal in die Public Cloud von IBM. Das globale After-Sales-Portal ist für Daimler eine wichtige Grundlage, um Aktivitäten am Markt wie zum Beispiel Werkstattprozesse im Retail-Bereich zu unterstützen. Um den wachsenden Anforderungen an die Kernprozesse des Portals gerecht zu werden, suchte das Unternehmen nach einer neuen technischen Plattform, die die Agilität und Skalierbarkeit verbessert und gleichzeitig die hohen Sicherheitsanforderungen erfüllt. Die Plattform, die auf dem IBM Cloud Kubernetes Service basiert, ermöglicht es dem Kunden, eine moderne Microservices-Architektur zu implementieren. Darüber hinaus ist es durch das Hosting des Portals in der IBM Public Cloud möglich, nach Bedarf zu skalieren, schnell neue Angebote einzuführen und so den Wünschen der Nutzer flexibel nachzukommen. Die Daten werden in die IBM Public Cloud übertragen und gespeichert. Diese ist durch umfassende Sicherheitsfunktionen wie die IBM Hyper Protect Services geschützt und erfüllt somit die höchsten Anforderungen an den Schutz sensibler Daten.

»IBM bietet eine branchenführende Cloud-Lösung, mit der unsere Kunden über die alleinige Kontrolle ihrer Schlüssel und Daten verfügen. Mit unseren Hyper Protect Services für Schlüsselmanagement und Datenbanken hat selbst IBM als Cloud-Anbieter keine technische Möglichkeit, auf die Kundendaten zuzugreifen«, erklärt Till Köllmann, CTO Integrated Account Daimler, IBM Global Markets. Die neue Lösung bietet eine Vielzahl von Vorzügen, wie zum Beispiel eine höhere Skalierbarkeit und geringere Folgekosten aufgrund der effizienteren Verwaltung der Services. Darüber hinaus erreichen kritische Dienste in einer „Multi-Zone Region" der IBM Cloud eine Plattformverfügbarkeit von 99,99 % und sichern so den zuverlässigen Betrieb. (zü) ■

Steuerungs- und HMI-Technik

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Distributor	modulare SPS: Kompakt-SPS	Edge/Fog Controller	CNC-Steuerungen	CPU-Module: Standard	Safety	Erweiterungsmodule: Digital-E/A-Module	Analog-E/A-Module	Busmodule	Module für Motion Control	Module für Robot Control	Reglermodule	sichere Erweiterungsmodule	sonstige	Automatisierungs-Software: Entwicklung von Anwendungen mit: C / C++ / C#	IEC 61131-3	IEC 61499	sonstige Programmiersprachen	integrierte Entwicklung von: Steuerung	Motion Control	Robot Control	Kommunikation	HMI / Visualisierung	Safety-Anwendungen	sonstige Anwendungen	Visualisierung in reiner Webtechnik	integrierte Runtime: Standard	Safety	Projekt- und Gerätedaten-Management	Industrie-PCs ohne Panel: Box-PCs	Hutschienen-PCs	tragbare PC	19-Zoll-PCs	sonstige	HMI-Hardware: Panel-PCs und HMI-Terminals: mit Touchscreen	mit Multitouch	integrierte Tastatur	integrierte Maus	integrierte Funktionstasten	mobile HMI-Geräte	sonstige	dezentrale E/A-Module: Sensor/Aktor-Integrationsmodule	Remote-E/A-Module	Safety-Module	explosionsgeschützte Module	sonstige
Aaronn Electronic, www.aaronn.de (Kontron, Advantech, Adlink, Seco)		X				●																									●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
ABB Stotz-Kontakt, www.abb.de/stotz-kontakt	X						●	●	●	●				●					●	●			●	●	●				●								●					●				
ABC IT, www.abcit.eu	X		●			●				●						●			●	●			●	●					●		●	●					●									
ACD Elektronik, www.acd-gruppe.de	X																							●			●														●	●				
Achstron Motion Control, www.achstron.de		X	●			●		●	●		●									●	●																									
Adlink Technology, www.adlinktech.com	X																														●		●	●	●			●	●							
Alptech Elektronik, www.alptech.de	X					●																									●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
ALR Rugged Solution, www.alrugged.com	X																														●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Aprotech, www.aprotech.de	X																														●	●	●	●	●	●	●									
ascoss, www.ascoss.de (Beckhoff, Festo, Pilz, ifm, Siemens, Turck, SEW)		X	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Atlantik Elektronik, www.atlantikelektronik.de (Engicam, Flairmicro, Lantronix, Thundercomm)		X	●			●	●				●	●		●						●	●	●	●		●	●	●		●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
Avnet Integrated (MSC Technologies), www.avnet.com/integrated	X		●	●	●	●		●								●			●	●	●	●	●	●		●		●			●	●	●	●	●	●	●	●			●	●				
B&R Industrie-Elektronik, www.br-automation.com	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Balluff, www.balluff.de	X																																			●							●		●	●	●
Baumüller, www.baumueller.com	X		●			●	●	●	●	●	●	●		●			●			●	●			●	●	●			●	●			●	●					●	●							
Beckhoff Automation, www.beckhoff.de	X		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
beltronic Industrie PC, www.beltronic-ipc.com	X																														●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
BMC Solutions, www.bmc.de (Advantech)		X	●	●		●		●	●	●	●		●				●	●		●	●			●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●			●					
Bosch Rexroth, www.boschrexroth.com	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
Bressner Technology, www.bressner.de		X		●																											●	●	●	●	●	●			●	●	●					
Bürklin, www.buerklin.com (Brainboxes, Schneider Electric, Phoenix Contact, Wago, MikroE)		X	●			●		●		●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●					●	●					●	●					●			●
Canvys Visual Technology Solutions, www.canvys.de	X																																			●	●					●					
Codico, www.codico.com (Faytech)		X																													●					●	●					●					
compmall, www.compmall.de (Cincoze, Icop, IEI)		X																													●	●	●	●	●	●	●	●			●	●				
Conrad Electronic, www.conrad.de (Siemens, C-Control, Phoenix Contact, Eaton, Wago, Schneider Electric, Kunbus, Advantech)		X	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CoSynth, www.cosynth.com	X		●	●		●		●	●	●			●		●	●			●	●			●	●		●	●	●			●	●					●	●					●	●				●
Data Modul, www.data-modul.com	X																														●		●			●	●	●	●	●	●	●					
Delta Components, www.delta-components.de, www.automotive-computing.com		X						●	●	●				●							●			●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
demmel products, www.demmel.com	X																																			●	●					●					
Digalog Industrie-Mikroelektronik, www.digalog.de	X		●			●		●	●	●	●		●		●	●				●	●			●				●			●		●	●	●	●	●	●			●	●				
Distec, www.distec.de (AUO, DMC, Innolux, KOE, Kyocera, Mitsubishi, Ortustech, Tianma, SGD, iBase, Advantech, Congatec, Kontron, GigaIPC)	X	X																						●		●	●						●	●					●				●	●
Distrelec Deutschland, www.distrelec.de (Omron Industrial Automation, Siemens, Crouzet)		X	●			●	●	●	●				●															●	●							●					●					
Efco Electronics, www.efcotec.de	X			●																											●	●		●	●	●	●		●								
Eisenlohr Industrie-Elektronik, www.eisenlohr.de	X					●		●	●				●								●	●	●	●	●		●		●							●							●	●			●
EKF Elektronik, www.ekf.de	X			●		●		●	●						●					●	●										●	●		●	●											●
Elektrosil, www.elektrosil.com	X					●	●										●			●	●	●	●	●	●							●	●	●	●	●	●					●	●				
Elma Electronic, www.elma.com	X																														●	●		●	●	●						●					
Embedded Source, www.embeddedsource.de	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Steuerungs- und HMI-Technik

| Anbieter (Vertragshersteller) | Der Anbieter ist | modulare SPS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Automatisierungs-Software | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Steuerungs- und HMI-Technik

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	Kompakt-SPS	Edge/Fog Controller	CNC-Steuerungen	modulare SPS: CPU-Module: Standard	CPU-Module: Safety	Erweiterungsmodule: Digital-E/A-Module	Analog-E/A-Module	Busmodule	Module für Motion Control	Module für Robot Control	Reglermodule	sichere Erweiterungsmodule	sonstige	Automatisierungs-Software: Entwicklung von Anwendungen mit: C / C++ / C#	IEC 61131-3	IEC 61499	sonstige Programmiersprachen	integrierte Entwicklung von: Steuerung	Motion Control	Robot Control	Kommunikation	HMI / Visualisierung	Safety-Anwendungen	sonstige Anwendungen	Visualisierung in reiner Webtechnik	integrierte Runtime: Standard	Safety	Projekt- und Gerätedaten-Management	Industrie-PCs ohne Panel: Box-PCs	Hutschienen-PCs	tragbare PC	19-Zoll-PCs	sonstige	HMI-Hardware: Panel-PCs und HMI-Terminals: mit Touchscreen	mit Multitouch	integrierte Tastatur	integrierte Maus	integrierte Funktionstasten	mobile HMI-Geräte	sonstige	dezentrale E/A-Module: Sensor/Aktor-Integrationsmodule	Remote-E/A-Module	Safety-Module	explosionsgeschützte Module	sonstige
Lütze Transportation, www.luetze-transportation.de	X		●			●	●	●	●	●				●	●		●			●								●	●																		
Mattke Servotechnik, www.mattke.de		X	●			●		●	●	●	●		●	●							●		●	●	●											●						●	●			
maxon motor, www.maxonmotor.de	X									●	●	●	●							●	●	●	●		●	●			●	●																
MC Technologies, www.mc-technologies.net	X		●					●	●	●						●								●			●				●	●	●	●												
mechOnics Competence in Micropositioning, www.mechonics.de	X		●		●						●	●			●	●				●	●	●																								
Meilhaus Electronic, www.meilhaus.de (Acromag, Brainboxes, Meilhaus Electronic u.a.)		X																													●	●	●	●	●							●	●			●
Messcomp Datentechnik, www.messcomp.com	X		●			●		●	●				●		●																															
MEV Elektronik Service, www.mev-elektronik.com (Trinamic, Tibbo)		X	●	●		●		●	●	●	●		●		●	●				●	●	●		●	●		●					●											●	●	●		●
mewa electronic, www.mewa-electronic.de		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●																			
microSyst Systemelectronic, www.microsyst.de	X			●																●	●		●	●		●											●	●					●	●			●
Misumi Europa, www.misumi-europe.com (Eaton, Omron, Weidmüller, Phoenix Contact)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
MPL, www.mpl.ch	X																														●	●	●	●	●	●		●		●						
next system, www.nextsystem.at		X																													●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Nickl Elektronik-Entwicklung, www.nickl.de	X		●													●																				●					●	●	●				●
Noris Group, www.noris-group.com	X					●		●	●						●		●			●			●	●				●								●										
Opdenhoff Technologie, www.opdenhoff.com	X					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Optronic, www.optronic.ch	X				●											●				●	●					●									●	●										●		
Pepperl+Fuchs, www.pepperl-fuchs.com	X																								●						●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Phoenix Contact, www.phoenixcontact.de	X		●	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
pironex, www.pironex.de	X					●		●	●	●			●			●				●	●	●	●	●					●	●							●	●			●	●						
PK Computer, www.pkcomputer.de	X		●																											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●		●		
Plug-In Electronic, www.plug-in.de (Advantech, Adlink, Axiomtek, Contec, Nexcom, Protech, Siemens, Vecow)		X	●			●		●	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●		●		●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●			●
PMS Prahm Microcomputer Systeme, www.prahm-ms.de	X		●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●			●	●	●		●	●	●	●		●	●	●				●	●							●	●	●	●	●
Portwell, www.portwell.eu	X																														●	●		●	●	●			●							
powerBridge, www.powerbridge.de (Adlink, Arbor, Concurrent, ESD, Interface Concept, IoXos, N.A.T., Renice, Sanblaze, Smart Embedded Computing, nVent, Surf, Tews, Wolf Advanced Technology)		X																					●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●			
Process-Informatik, www.process-informatik.de	X							●	●	●					●	●			●			●	●			●	●														●	●					
Rafi, www.rafi.de	X			●		●	●								●	●			●	●			●	●	●	●											●	●	●	●	●	●	●	●				●
Red Lion Controls, www.redlion.net	X		●	●		●		●	●	●			●			●	●		●	●			●	●		●	●	●		●							●				●		●		●	●	
Reichelt Elektronik, www.reichelt.de (Siemens, Schneider Electric, Kunbus, Phoenix Contact, Wago)		X	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●
Rosch Computer, www.rosch-computer.de (DFI, Ibase, MSI, Gigabyte, Aplex u.a.)		X																													●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Rose Systemtechnik, www.rose-systemtechnik.com	X																														●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
RS Components, de.rs-online.com (ABB, Allen Bradley, Barth, Crouzet, Delta, Dold, Eaton, Emerson Network Power, Honeywell, Igus, Industrial Shields, Lovato, Mitsubishi, Omron, Panasonic, Phoenix Contact, Pro-face, Rabbit Semiconductor, Red Lion, Schneider Electric, Siemens, ST Robotics, Telemecanique)		X	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●

Steuerungs- und HMI-Technik

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	modulare SPS: Kompakt-SPS	modulare SPS: Edge/Fog Controller	modulare SPS: CNC-Steuerungen	modulare SPS: CPU-Module: Standard	modulare SPS: CPU-Module: Safety	modulare SPS: Erweiterungsmodule: Digital-E/A-Module	modulare SPS: Erweiterungsmodule: Analog-E/A-Module	modulare SPS: Erweiterungsmodule: Busmodule	modulare SPS: Erweiterungsmodule: Module für Motion Control	modulare SPS: Erweiterungsmodule: Module für Robot Control	modulare SPS: Erweiterungsmodule: Reglermodule	modulare SPS: Erweiterungsmodule: sichere Erweiterungsmodule	modulare SPS: Erweiterungsmodule: sonstige	Automatisierungs-Software: Entwicklung von Anwendungen mit: C / C++ / C#	Automatisierungs-Software: Entwicklung von Anwendungen mit: IEC 61131-3	Automatisierungs-Software: Entwicklung von Anwendungen mit: IEC 61499	Automatisierungs-Software: Entwicklung von Anwendungen mit: sonstige Programmiersprachen	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: Steuerung	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: Motion Control	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: Robot Control	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: Kommunikation	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: HMI / Visualisierung	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: Safety-Anwendungen	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: sonstige Anwendungen	Automatisierungs-Software: integrierte Entwicklung von: Visualisierung in reiner Webtechnik	Automatisierungs-Software: integrierte Runtime: Standard	Automatisierungs-Software: integrierte Runtime: Safety	Automatisierungs-Software: Projekt- und Gerätedaten-Management	Industrie-PCs ohne Panel: Box-PCs	Industrie-PCs ohne Panel: Hutschienen-PCs	Industrie-PCs ohne Panel: tragbare PC	Industrie-PCs ohne Panel: 19-Zoll-PCs	Industrie-PCs ohne Panel: sonstige	HMI-Hardware: Panel-PCs und HMI-Terminals: mit Touchscreen	HMI-Hardware: Panel-PCs und HMI-Terminals: mit Multitouch	HMI-Hardware: Panel-PCs und HMI-Terminals: integrierte Tastatur	HMI-Hardware: Panel-PCs und HMI-Terminals: integrierte Maus	HMI-Hardware: Panel-PCs und HMI-Terminals: integrierte Funktionstasten	HMI-Hardware: mobile HMI-Geräte	HMI-Hardware: sonstige	dezentrale E/A-Module: Sensor/Aktor-Integrationsmodule	dezentrale E/A-Module: Remote-E/A-Module	dezentrale E/A-Module: Safety-Module	dezentrale E/A-Module: explosionsgeschützte Module	dezentrale E/A-Module: sonstige
Rutronik Elektronische Bauelemente, www.rutronik.com (Advantech, DFI, Kontron)		X																																												
Rutronik24, www.rutronik24.com (Advantech, DFI, Kontron)		X																																											
Santox Gehäuse-Systeme, www.santox.com	X																																												
Schubert System Elektronik, www.schubert-system-elektronik.de	X																●			●					●		●	●																			
Schurter, www.schurter.com	X																				●				●																						
Schwalenberg Betriebs- u. Datentechnik, www.schwalenberg.com (Maple Systems)		X	●			●	●	●	●	●	●		●	●	●			●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●								●	●	●	●		●	
Segger Microcontroller, www.segger.com	X																●								●				●	●	●															
SEW-Eurodrive, www.sew-eurodrive.de	X		●			●	●	●	●	●	●	●		●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							●								
SF Automationselektronik, www.automationselektronik.de	X					●		●	●	●			●				●				●	●			●	●		●								●	●				●	●					
Sigmatek, www.sigmatek-automation.com	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
SOS electronic, www.soselectronic.de (Aaeon, Lexsystem, TechNexion, Omron IA, Wago, Phoenix Contact)		X	●	●		●	●	●	●	●			●																				●	●	●	●		●	●			●				
Spectra, www.spectra.de	X		●	●		●		●	●	●	●						●	●			●	●			●	●			●	●			●	●		●	●	●	●						
SR System-Elektronik, www.sr-line.com	X																															●	●				●	●							
Syslogic, www.syslogic.de	X		●	●		●	●	●	●	●		●			●																	●	●		●	●	●	●	●	●		●				
systerra computer, www.systerra.de (Eurotech, Moxa, MPL)		X	●			●		●	●		●	●	●	●	●																	●	●	●	●		●	●			●	●				
SyWiTec Bamberg & Monsees, www.sywitec.de	X		●		●															●	●	●			●				●			●	●		●							●	●				
T & G Automation, www.tug.at (Emerson, Exor, GE, Horner)		X	●	●		●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●
tci Ges. f. techn. Informatik, www.tci.de	X		●																													●	●		●		●	●	●	●		●				
Texim Europe, www.texim-europe.com (Aaeon, Aplex, Avalue, Maxtang, Mitac Embedded, TechNexion)		X				●																										●	●	●	●	●	●			●	●				
TL Electronic, www.tl-electronic.de		X																														●	●		●	●	●	●	●						
TouchNetix, www.touchnetix.com	X																																●	●				●						
TQ-Systems, www.tq-group.com	X			●		●	●																									●	●		●	●	●			●				
Tronic One, www.tronicone.com (Advantech, Evolution ID, Ehong, Kumkeo, 8Tronix, QRelation)		X	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●		●		●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
TRS-Star, www.trs-star.com (Elcom, Avalue, KWS, Kontron)		X																														●	●	●	●	●	●	●	●	●					
TRsystems, www.trsystems.de	X		●		●	●												●			●	●			●				●			●	●		●	●	●			●				
Turck, Hans, www.turck.com	X		●	●		●		●	●	●					●			●			●				●	●	●		●						●	●					●	●		●	
two4tronic, www.two4tronic.com		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
UG Systems, www.ug-systems.com	X																●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●																	●
Unitro-Fleischmann-Störmeldesysteme, www.unitro.de	X					●		●	●	●						●	●								●	●			●			●	●					●				●				
UX Gruppe, www.u-experten.de	X			●													●			●					●	●		●	●								●	●			●	●	●				
Visam, www.visam.de	X																			●					●	●		●	●	●	●	●	●	●			●	●								
VS Vision Systems, www.visionsystems.de	X									●					●										●	●			●	●															
W&K-Automation, www.wuk-automation.de	X		●			●		●	●	●								●			●	●			●	●							●									●	●				
Wago Kontakttechnik, www.wago.com	X		●	●		●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●		●	●				●	●	●						●	●				●	●			●	●	●				
Weltronic, www.weltronic.de		X							●						●																											●				●
Wöhr, Richard, www.WoehrGmbH.de	X																								●	●							●	●	●	●	●	●	●	●						
zub machine control, www.zub.ch	X																●				●	●	●	●	●	●			●		●															

Kommunikationstechnik für das Industrial Internet of Things

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	Netzwerkkomponenten: Gateways	Switches / Bridges	Router	Hubs / Repeater	Device-Server	Sensordaten-Aggregatoren	WLAN/LAN/WAN/LPWAN-Access-Points	Schnittstellen-Module	Protokollumsetzer/-konverter	Medienkonverter	Antennen	Software-Produkte	Protokoll-Stacks	Netzwerk-Prozessoren, Netzwerk-Controller	Verbindungstechnik	sonstige Komponenten	Identifikationstechnik: 1D/2D-Code-Reader	RFID-Tags und -Reader	Transponder	sonstiges	Produkte für Datensicherheit (Security): Netzwerksicherheit	Software-/Know-how-/IP-Schutz	sichere Authentifizierung	sonstiges	Standards bzw. Protokolle: Standard-Ethernet-TCP/IP	Industrial Ethernet	TSN / OPC UA over TSN	WLAN	4G-Mobilfunk	5G-Mobilfunk	LPWAN	Bluetooth	ZigBee	sonstige	Anwendungsgebiete: Fabrikautomatisierung	Prozessautomatisierung	Fernwirken / Fernwartung / Monitoring	Energie-Management	Logistik	Kundenkommunikation	sonstige	Dienstleistungen: Cloud Services	Security Services	Diagnostics, Condition Monitoring	Predictive Maintenance	Consulting	sonstiges
Acceed, www.acceed.de		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ACD Elektronik, www.acd-gruppe.de	X		●							●								●	●	●		●				●	●			●			●		●	●	●		●		●							
Adlink Technology, www.adlinktech.com/en/index	X						●			●				●		●		●									●	●		●	●	●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●
AK-Nord, www.AK-Nord.de	X			●	●	●	●			●	●			●	●			●				●				●	●	●		●	●			●	●	●	●	●	●		●				●	●
Alptech Elektronik, www.alptech.de	X																		●																●	●		●	●	●							
APdate! card solutions, www.apdate.de (ACS, Innodisk, Promag)		X								●								●	●								●	●		●					●	●	●		●		●						
apra-norm Elektromechanik, www.apra.de	X																						●	●														●									
APS systems, www.aps-systems.ch	X													●				●								●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●			●	●	●		
Arrow Central Europe, www.arrow.com (eInfochips, ADI, Infineon, Intel, Microchip Technology, NXP, STMicroelectronics, Silabs, Laird, Lantronix, Silex, Digi, Quectel, Telit, TE, Molex, AVX, Yageo, Taoglas, DH electronics, Siretta, Weptech, Trenz, Midatronics, Shiratech, InnoComm, Azurewave, Qualcomm, Panasonic, Exor, Enocean)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ascoss, www.ascoss.de (Siemens)	X	X	●	●	●	●							●		●	●	●						●	●				●							●	●	●	●				●	●	●	●	●	
Atlantik Elektronik, www.atlantikelektronik.de (ATXX, Antenova, Cradlepoint, Panorama Antennas, Qualcomm, Quectel, Teltonika, Thundercomm)		X	●		●				●	●		●	●	●	●	●	●	●		●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Avnet Abacus, www.avnet-abacus.eu (3M, Abracon, Amphenol, Panasonic, Pulse, Molex, Murata, TE Connectivity, Weidmüller)		X		●	●		●		●	●	●	●	●	●			●	●		●				●			●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●					
Avnet Silica, www.avnet-silica.com (NXP, Intel, Marvell, Microsoft, Microchip Technology, Renesas, Dialog, Nordic, Quectel, Miromico, Seco, Engicam, Enclustra, Trenz, Digi, Xilinx, STMicroelectronics, Semtech, AzureWave, Insight SiP, Trusted Objects, On Semiconductor, Laird)		X	●	●					●				●	●	●	●		●		●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●			●	●
Axon Kabel, www.axon-kabel.de	X																●																														
Balluff, www.balluff.de	X													●			●	●	●	●	●						●	●								●			●				●	●	●	●	●
bda connectivity, www.bda-connectivity.com	X												●				●												●	●	●					●	●	●	●	●	●						
BDE Engineering, www.bde-engineering.de	X		●			●	●	●	●	●	●		●	●			●	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	
Beck Kabel- und Gehäusetechnik, www.beck-kabelkonfektion.de		X															●																		●	●	●	●	●	●	●						
Beckhoff Automation, www.beckhoff.de	X		●	●	●	●		●	●	●	●	●		●		●	●	●				●	●	●	●	●	●	●		●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
Beckmann Elektronik, www.beckmann-elektronik.de (TDK, Johanson Technology, NIC Components, Neltron, CviLux)		X											●				●	●				●																										
Black Box, www.blackbox.de	X		●	●		●	●	●		●	●	●					●	●		●			●				●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●					●	●
Bluhm Systeme, www.bluhmsysteme.com	X																																		●	●	●		●								
BMC Solutions, www.bmc.de (Advantech)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●
Bosch Rexroth, www.boschrexroth.de	X		●																																●	●	●						●	●			
Bressner Technology, www.bressner.de	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bürklin, www.buerklin.com (MikroE)		X	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●			●	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●							●
ce consumer electronic, https://consumer.de		X	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●			●	●		●	●	●																										
Codico, www.codico.com (Qualcomm, Quectel, Thundercomm, 8Devices, Compex)		X	●	●	●	●			●	●			●			●	●	●																	●	●	●	●	●	●	●						
Conec Elektronische Bauelemente, www.conec.com	X																●																		●	●		●	●	●	●						
Conta-Clip Verbindungstechnik, www.conta-clip.de	X																														●						●									

Kommunikationstechnik für das Industrial Internet of Things

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	Netzwerkkomponenten: Gateways	Switches / Bridges	Router	Hubs / Repeater	Device-Server	Sensordaten-Aggregatoren	WLAN/LAN/WAN/LPWAN-Access-Points	Schnittstellen-Module	Protokollumsetzer/-konverter	Medienkonverter	Antennen	Software-Produkte	Protokoll-Stacks	Netzwerk-Prozessoren, Netzwerk-Controller	Verbindungstechnik	sonstige Komponenten	Identifikationstechnik: 1D/2D-Code-Reader	RFID-Tags und -Reader	Transponder	sonstiges	Produkte für Datensicherheit (Security): Netzwerksicherheit	Software-/Know-how-/IP-Schutz	sichere Authentifizierung	sonstiges	Standards bzw. Protokolle: Standard-Ethernet-TCP/IP	Industrial Ethernet	TSN / OPC UA over TSN	WLAN	4G-Mobilfunk	5G-Mobilfunk	LPWAN	Bluetooth	ZigBee	sonstige	Anwendungsgebiete: Fabrikautomatisierung	Prozessautomatisierung	Fernwirken / Fernwartung / Monitoring	Energie-Management	Logistik	Kundenkommunikation	sonstige	Dienstleistungen: Cloud Services	Security Services	Diagnostics, Condition Monitoring	Predictive Maintenance	Consulting	sonstiges
Contrinex Sensor, www.contrinex.de	X																		●	●	●														●					●								
Damar & Hagen Stecksysteme, www.damar-hagen.de	X																●																																
Data Respons Solutions, www.solutions.datarespons.com (Nexcom, Adlink, Winmate)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Digi-Key Electronics Germany, www.digikey.de (Verträge mit insgesamt über 1200 Herstellern)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Distec, www.distec.de (AUO, DMC, Innolux, KOE/JDI, Kyocera, Mitsubishi, Ortustech, Tianma, SGD, iBase, Advantech, Congatec, Kontron, GigaIPC, Nexcom)	X	X																●									●			●	●		●		●	●					●			●			●	●
D-Link, www.dlink.com/de/de	X			●	●				●			●															●	●		●	●	●				●		●	●	●	●	●						
Döbelt Datenkommunikation, www.doebelt.de	X									●	●		●	●									●	●		●	●			●			●		●	●	●	●			●	●			●			●
Dunkermotoren, www.dunkermotoren.com	X									●	●			●													●	●								●		●						●	●	●		
Dynetics, www.dynetics.eu (Arcus)		X															●										●	●		●	●		●			●	●	●	●	●	●	●				●	●		
EBV Elektronik, www.ebv.com (Broadcom, Infineon, Maxim Integrated, Microchip Technology, NXP, On Semiconductor, Renesas, SimCom, STMicroelectronics, Toshiba, Xilinx)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Efco Electronics, www.efcotec.de	X		●				●	●	●					●													●	●		●	●	●		●		●	●	●	●	●			●						
Eisenlohr Industrie-Elektronik, www.eisenlohr.de	X																															●			●	●	●	●			●							●
EKF Elektronik, www.ekf.de	X		●	●						●		●				●											●	●	●	●	●	●			●	●	●	●				●						●
ElComWorld, www.elcomworld.com (Suga Electronics)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●		●	●	●	●	●	●	●	●	●							●	●	●	●								●			
Elma Electronic, www.elma.de	X			●	●																																											
Elmacon, www.elmacon.de (Wieson Technologies, Coilmaster, 3onedata, Unique Sound, Thinking u.a.)		X				●			●	●	●	●	●	●			●	●				●													●	●	●	●	●								
Embedded Source, www.embeddedsource.de	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Embedded Tools, www.embedded-tools.de (Micro Digital)		X												●	●								●				●			●						●	●	●	●	●	●	●						
emtrion, www.emtrion.de	X		●						●	●				●													●	●	●							●	●	●	●	●	●			●			●	
Endrich Bauelemente, www.endrich.com (2J Antennas, Aurel, BGS, Fibocom, F&S, Inpaq, Panasonic, Tateyama, TE, Techvision)		X	●	●	●			●	●	●			●			●	●	●		●	●	●					●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●
ept, www.ept.de	X																●																																
EVG Martens, www.evg.de (Binder, Encitech, Fujikura, Harting, Hummel, IMS, TE Connectivity Intercontec, Lumberg Automation, Metz Connect, Neutrik, ODU, Phoenix Contact)		X															●																																
Fabrimex Systems, www.fabrimex-systems.ch		X	●	●	●	●	●	●	●	●																	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●						
Fujitsu Components Europe, www.fujitsu.com/uk/microsite/wireless-solutions/index.html	X			●		●	●		●								●	●														●	●			●		●									●		
Gavazzi, Carlo, www.gavazzi.de	X			●						●																●	●	●	●							●	●	●	●										
Glyn, www.glyn.de (Sierra Wireless, Silicon Labs, Laird Connectivity, LM Technologies, Radiocrafts, Taoglas)		X	●	●	●	●			●	●	●		●	●	●		●	●								●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●						
Godyo Enterprise Computing, www.godyo.com (Cisco, HPE Aruba, Sophos, Check_MK)		X		●	●	●			●				●	●	●	●	●	●		●			●	●	●		●	●		●	●						●			●			●	●					
Goebel Electric, www.goebel-electric.de (Belden, Hirschmann, Lumberg, Souriau, Wieland)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Gogatec, www.gogatec.com	X			●										●	●	●	●										●	●								●	●												
Greatech, www.greatech.de	X		●	●		●		●	●	●	●		●	●	●	●							●				●			●	●		●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Kommunikationstechnik für das Industrial Internet of Things

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	Netzwerkkomponenten: Gateways	Switches / Bridges	Router	Hubs / Repeater	Device-Server	Sensordaten-Aggregatoren	WLAN/LAN/WAN/LPWAN-Access-Points	Schnittstellen-Module	Protokollumsetzer/-konverter	Medienkonverter	Antennen	Software-Produkte	Protokoll-Stacks	Netzwerk-Prozessoren, Netzwerk-Controller	Verbindungstechnik	sonstige Komponenten	Identifikationstechnik: 1D/2D-Code-Reader	RFID-Tags und -Reader	Transponder	sonstiges	Produkte für Datensicherheit (Security): Netzwerksicherheit	Software-/Know-how-/IP-Schutz	sichere Authentifizierung	sonstiges	Standards bzw. Protokolle: Standard-Ethernet-TCP/IP	Industrial Ethernet	TSN / OPC UA over TSN	WLAN	4G-Mobilfunk	5G-Mobilfunk	LPWAN	Bluetooth	ZigBee	sonstige	Anwendungsgebiete: Fabrikautomatisierung	Prozessautomatisierung	Fernwirken / Fernwartung / Monitoring	Energie-Management	Logistik	Kundenkommunikation	sonstige	Dienstleistungen: Cloud Services	Security Services	Diagnostics, Condition Monitoring	Predictive Maintenance	Consulting	sonstiges
Greenwave Electronics, www.greenwave-electronics.com (Mobile Mark, IK Elektronik, Dresden Elektronik, In-Circuit)		X											●																						●	●	●	●	●	●								
Gudeco-Elektronik, www.gudeco.de (MPE-Garry, Murata, W+P, Assmann WSW)		X								●			●				●	●		●		●													●	●	●	●	●	●	●							
Hantz + Partner, www.hantz.com	X		●	●	●	●	●		●	●	●		●				●	●	●	●		●					●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●					●	●
Heitec, www.heitec-elektronik.de	X		●					●	●	●	●						●		●								●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●					●	●
Hilscher Ges. f. Systemautomation, www.hilscher.com	X		●					●		●	●			●	●	●											●	●								●	●											
Hirose Electric, www.hirose.com/eu	X																●										●	●										●										
Hitex, www.hitex.de (Pelion, Arm, HCC-Embedded)		X												●	●								●	●	●		●			●				●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	
HMS Industrial Networks, www.hms-networks.de	X		●	●	●	●			●	●	●				●											●		●	●	●	●	●		●		●		●	●	●			●	●				●
Hopf Vertriebsges., www.hopf-online.de (Belden)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●					●	●	●	●	●	●	●	●				●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ICO Innovative Computer, www.ico.de	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ICP Deutschland, www.icp-deutschland.de (IEI, Mitac, ICPDAS, ORing, Milesight IoT)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ICPDAS-Europe, www.icpdas-europe.com		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
IEP Ing.-Büro f. Echtzeitprogrammierung, www.iep.de	X							●		●	●	●	●	●	●			●									●	●			●				●			●	●	●							●	●
ifm electronic, www.ifm.com	X		●	●		●	●	●		●	●			●			●	●	●	●	●	●	●	●			●	●			●			●		●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
IIE Ing.-Büro f. Industrie-Elektronik, www.iie.de (IEI, Protech, DFI)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Imacs, www.imacs-gmbh.de	X		●				●	●	●	●	●			●	●					●				●	●		●	●		●	●	●	●				●	●	●	●	●	●		●	●		●	●	
Imst, www.imst.de	X		●	●						●			●		●			●												●		●	●	●	●	●	●	●	●	●						●	●
in.hub, www.inhub.de	X		●			●								●													●	●	●	●	●							●					●	●	●	●	●	
Incostartec, www.incostartec.com	X		●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●		●			●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Industrial Computer Source, www.ics-d.de (ICS, Aaeon, Neousys, Protech, IEI, Aversix)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Inelco, www.inelcotech.com	X													●	●																																	
Ineltek, www.ineltek.com (Dialog Semiconductor, Espressif, Explore, Microchip Technology, Nuvoton, Premo, SimCom, STMicroelectronics, Wisekey)		X	●	●		●			●	●	●	●		●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ineltro Electronics, www.ineltro.at		X	●	●	●	●			●				●						●	●										●	●	●	●					●	●	●	●							
Infineon Technologies, www.infineon.com	X																●		●		●	●		●	●		●							●		●	●	●	●	●	●	●		●	●			●
infoteam Software, www.infoteam.de	X							●						●	●												●	●	●					●	●		●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●
Infratron, www.infratron.de (Soliani EMC, Gradconn, Sullins)		X															●	●					●																										
Ing.-Büro f. Elektronik u. Mikroprozessortechnik, www.funkmodul.com	X												●					●				●								●			●	●			●	●	●	●	●	●	●			●		●	●
InoNet Computer, www.inonet.com	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●			●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●		●
Inotec electronics, www.inotec-electronics.com	X																●						●	●	●									●								●						
Insys icom, www.insys-icom.de	X		●		●				●		●	●	●	●	●									●	●		●			●	●	●	●				●	●					●			●	●		●
ISH Ingenieursozietät, www.ish-gmbh.de	X											●															●	●							●	●	●	●		●	●	●						
JI+C Warenvertriebsges., www.jic-trading.com (Neltron Industrial, Euro-Block, Deca Switchlab, Annxin Technologies, Yuan Dean Scientific, Kinsun Industries, Panstrong, Shenzhen HFC Shielding Products, Kitagawa, High & Low Corp.)		X											●				●	●				●					●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●						
KEB Automation, www.keb.de	X				●									●				●									●	●			●				●	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●	●

Kommunikations-technik für das Industrial Internet of Things

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	Netzwerkkomponenten: Gateways	Switches / Bridges	Router	Hubs / Repeater	Device-Server	Sensordaten-Aggregatoren	WLAN/LAN/WAN/LPWAN-Access-Points	Schnittstellen-Module	Protokollumsetzer/-konverter	Medienkonverter	Antennen	Software-Produkte	Protokoll-Stacks	Netzwerk-Prozessoren, Netzwerk-Controller	Verbindungstechnik	sonstige Komponenten	Identifikationstechnik: 1D/2D-Code-Reader	RFID-Tags und -Reader	Transponder	sonstiges	Produkte für Datensicherheit (Security): Netzwerksicherheit	Software-/Know-how-/IP-Schutz	sichere Authentifizierung	sonstiges	Standards bzw. Protokolle: Standard-Ethernet-TCP/IP	Industrial Ethernet	TSN / OPC UA over TSN	WLAN	4G-Mobilfunk	5G-Mobilfunk	LPWAN	Bluetooth	ZigBee	sonstige	Anwendungsgebiete: Fabrikautomatisierung	Prozessautomatisierung	Fernwirken / Fernwartung / Monitoring	Energie-Management	Logistik	Kundenkommunikation	sonstige	Dienstleistungen: Cloud Services	Security Services	Diagnostics, Condition Monitoring	Predictive Maintenance	Consulting	sonstiges
Kemmler Electronic, www.kemmler-electronic.com	X																●																																
Kendrion Kuhnke Automation, www.kuhnke.kendrion.com	X		●															●									●	●									●	●											
Klaschka Industrieelektronik, www.klaschka.de	X			●	●					●	●							●		●		●							●							●	●								●	●		
KM-Gehäusetech, www.km-gehaeusetech.de	X					●			●	●			●				●	●		●	●						●	●		●				●			●	●	●	●	●							●
Kontron, www.kontron.com	X		●	●	●			●	●	●				●	●	●								●			●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	
Kruse Electronic Components, www.kruse.de (AEM, Alliance Memory, BWIN, BIX, Cal Chips, Calogic, Central Technologies, Chrontel, DB Products, Good-Ark, Maxtena, Midas, Morecraft, Orion Fans, Raltron, SMC-Diodes)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●
Kunbus, www.kunbus.de	X		●								●				●													●							●	●											
Leadec - I-V-G Göhringer, www.i-v-g.de	X															●											●	●	●	●						●	●								●	●	●	
Leunig, www.leunig.de (Moxa)		X	●	●	●		●		●		●	●	●					●					●			●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●
Linutronix, www.linutronix.de	X													●	●								●	●	●		●	●	●	●			●	●		●	●					●				●	●
Lutronic, www.lutronic.biz	X																	●																														
Lütze, Friedrich, www.luetze.de	X		●	●		●												●									●	●							●	●			●	●		●						
m2m Germany, www.m2mgermany.de (Actility, Sensing Labs, Elsys, Milesight, Eolane, AcSiP, Fibocom, Silicon Labs, Owasys, NetModule, Laird Technologies)		X	●	●	●			●	●	●	●		●		●		●	●			●	●			●	●	●			●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●				●	●
MC Technologies, www.mc-technologies.net	X		●	●	●	●						●	●		●	●	●						●				●	●		●	●	●	●	●		●			●	●	●	●	●	●	●	●		●
Meilhaus Electronic, www.meilhaus.de (Acksys, Acromag, Brainboxes, VSCOM)		X	●	●	●	●	●		●	●		●															●	●		●			●		●	●	●	●	●	●	●						
Mesco Engineering, www.mesco.de	X								●	●	●		●	●									●	●			●	●	●				●			●	●						●		●	●	●	●
MEV Elektronik Service, www.mev-elektronik.com (Realtek, Microchip Technology, JJPlus, Sparklan, Fibocom, Tibbo, Jorjin, Kinsun, Hanrun)		X	●	●	●	●	●	●	●		●	●			●	●	●										●	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●						
microsensys RFID in motion, www.microsensys.de	X		●																	●	●	●			●								●		●		●	●		●							●	
microSyst Systemelectronic, www.microsyst.de	X									●	●							●									●	●		●						●	●	●	●	●	●	●				●		●
Microtronics Engineering, www.microtronics.com	X																								●		●	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Misumi Europa, www.misumi-europe.com (Eaton, Omron, Weidmüller, Phoenix Contact)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●			●	●		●	●	●	●	●	●						
MPL, www.mpl.ch	X		●	●	●						●												●													●	●	●	●	●							
MTS Systemtechnik, www.mts-systemtechnik.de	X									●		●	●					●									●			●	●	●		●	●													●
NetModule, www.netmodule.com	X		●	●	●							●	●	●				●				●		●			●			●			●		●	●	●	●	●	●	●							●
next system, www.nextsystem.at	X		●	●	●			●	●	●	●	●	●						●	●							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●						●	●	
Nexus Components, www.nexus-de.com	X																●	●																														
Novera Systemtechnik, www.novera-gmbh.de	X		●			●				●	●			●	●	●	●	●		●					●	●	●	●						●	●	●		●			●	●						●
PcVue, www.pcvue.de	X													●				●							●	●	●	●		●				●	●	●		●	●			●			●	●		●
pericom, www.pericom.biz	X		●	●	●				●	●	●	●	●														●	●		●	●					●	●	●	●	●								●
Phoenix Contact, www.phoenixcontact.de	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●					●		●		●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●

Kommunikations-technik für das Industrial Internet of Things

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	Netzwerkkomponenten: Gateways	Switches / Bridges	Router	Hubs / Repeater	Device-Server	Sensordaten-Aggregatoren	WLAN/LAN/WAN/LPWAN-Access-Points	Schnittstellen-Module	Protokollumsetzer/-konverter	Medienkonverter	Antennen	Software-Produkte	Protokoll-Stacks	Netzwerk-Prozessoren, Netzwerk-Controller	Verbindungstechnik	sonstige Komponenten	Identifikationstechnik: 1D/2D-Code-Reader	RFID-Tags und -Reader	Transponder	sonstiges	Produkte für Datensicherheit (Security): Netzwerksicherheit	Software-/Know-how-/IP-Schutz	sichere Authentifizierung	sonstiges	Standards bzw. Protokolle: Standard-Ethernet-TCP/IP	Industrial Ethernet	TSN / OPC UA over TSN	WLAN	4G-Mobilfunk	5G-Mobilfunk	LPWAN	Bluetooth	ZigBee	sonstige	Anwendungsgebiete: Fabrikautomatisierung	Prozessautomatisierung	Fernwirken / Fernwartung / Monitoring	Energie-Management	Logistik	Kundenkommunikation	sonstige	Dienstleistungen: Cloud Services	Security Services	Diagnostics, Condition Monitoring	Predictive Maintenance	Consulting	sonstiges
Phytec Messtechnik, www.phytec.de	X		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●				
pironex, www.pironex.de	X		●							●	●			●					●								●			●	●		●	●			●	●	●	●	●			●		●	●	●		
pk components, www.pk-components.de (Conec, FCT, Harting, JST, Kycon, Mornsun Power, MPE-Garry, Murata, NIC Components, Phoenix Contact, PTR Hartmann, Ratioplast, Samtec, W+P)		X								●			●				●		●	●							●	●		●				●		●	●	●	●	●	●					●	●		
PK Computer, www.pkcomputer.de	X		●	●	●	●			●	●								●	●				●	●			●	●		●	●			●			●	●	●					●				●	
PKS electronic, www.pks-electronic.de (Astronics Ballard)		X								●	●			●				●															●				●											
Plug-In Electronic, www.plug-in.de (Advantech, Adlink, Axiomtek, Contec, Nexcom, Patton, Vecow)		X	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●		●									●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
PMS Prahm Microcomputer Systeme, www.prahm-ms.de	X			●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●							●	●	●	●	●			●			●	●		●
Portwell, www.portwell.eu	X		●	●																							●		●	●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●						
powerBridge, www.powerbridge.de (Adlink, Arbor, Concurrent, ESD, Interface Concept, IoXos, N.A.T., Renice, Sanblaze, Smart Embedded Computing, nVent, Surf, Tews, Wolf Advanced Technology)	X	X					●			●				●				●									●	●		●	●	●				●	●	●				●						
prisma sales service, www.prisma-sales.com (SimCom)	X	X	●		●				●	●														●		●				●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Productivity Engineering, www.pe-gmbh.com	X																				●																												
Profibus-Nutzerorganisation, www.profibus.com																											●	●	●	●	●					●	●	●									●	●	
Prysmian Kabel und Systeme, www.prysmiangroup.com	X																	●																	●			●											
PSE Priggen Special Electronic, www.priggen.com (Lumel, GHM Messtechnik, inVentia)		X								●	●		●																				●		●	●											
Radiall, www.radiall.com	X												●				●																								●								
Real-Time Innovations (RTI), www.rti.com	X																						●	●	●		●	●	●	●	●					●	●	●	●	●		●					●	●
Red Lion Controls, www.redlion.net	X		●	●	●				●	●	●	●		●	●		●						●	●			●	●		●	●	●		●			●	●	●	●		●							
Renesas Electronics, www.renesas.com	X									●						●											●	●	●	●			●	●		●	●	●	●										
Retronic, www.retronic.de (Semtech, Imst, WiFx, Amphenol MOA)		X	●	●		●	●		●	●	●	●	●			●	●	●			●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●
Rohde & Schwarz, www.rohde-schwarz.com	X								●									●					●	●						●	●	●	●	●	●	●					●	●	●		●	●	●			●
Rosch Computer, www.rosch-computer.de (Antzer, DFI, Aewin, Innodisk)		X	●	●	●	●																					●	●		●	●	●		●		●	●	●			●	●						
Rosenberger Hochfrequenztechnik, www.rosenberger.de	X																●																																
Rosenberger-OSI, www.rosenberger.com/osi	X																●										●			●	●	●				●	●			●	●						●	●
RS Components, de.rs-online.com (2J Antenna, Abracon, Adafruit Industries, Altech, Atmel, Balluff, Brainboxes, Camdenboss, Digi International, DLP Design, D-Link, Eaton, Eccel Technology, Edimax, Fair-Rite, Harting, Hirose, Hirschmann, ICPDAS, Insys Microelectronics, Lapis, L-Com, Legrand, Matrix Technology Solutions, Microchip Technology, Mikro-Elektronika, Mobilemark, Netgear, Omron, Panasonic, Parallax, Phoenix Contact, Red Lion, RF Solutions, Robustel, STMicroelectronics, Silicon Labs, Siemens, Siretta, Startech, Texas Instruments, Weidmüller)		X	●	●	●	●	●		●	●			●			●	●	●	●	●	●	●						●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●						

Kommunikations-technik für das Industrial Internet of Things

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist: Hersteller	Der Anbieter ist: Distributor	Netzwerkkomponenten: Gateways	Netzwerkkomponenten: Switches / Bridges	Netzwerkkomponenten: Router	Netzwerkkomponenten: Hubs / Repeater	Netzwerkkomponenten: Device-Server	Netzwerkkomponenten: Sensordaten-Aggregatoren	Netzwerkkomponenten: WLAN/LAN/WAN/LPWAN-Access-Points	Netzwerkkomponenten: Schnittstellen-Module	Netzwerkkomponenten: Protokollumsetzer/-konverter	Netzwerkkomponenten: Medienkonverter	Netzwerkkomponenten: Antennen	Netzwerkkomponenten: Software-Produkte	Netzwerkkomponenten: Protokoll-Stacks	Netzwerkkomponenten: Netzwerk-Prozessoren, Netzwerk-Controller	Netzwerkkomponenten: Verbindungstechnik	Netzwerkkomponenten: sonstige Komponenten	Identifikationstechnik: 1D/2D-Code-Reader	Identifikationstechnik: RFID-Tags und -Reader	Identifikationstechnik: Transponder	Identifikationstechnik: sonstiges	Produkte für Datensicherheit (Security): Netzwerksicherheit	Produkte für Datensicherheit (Security): Software-/Know-how-/IP-Schutz	Produkte für Datensicherheit (Security): sichere Authentifizierung	Produkte für Datensicherheit (Security): sonstiges	Standards bzw. Protokolle: Standard-Ethernet-TCP/IP	Standards bzw. Protokolle: Industrial Ethernet	Standards bzw. Protokolle: TSN / OPC UA over TSN	Standards bzw. Protokolle: WLAN	Standards bzw. Protokolle: 4G-Mobilfunk	Standards bzw. Protokolle: 5G-Mobilfunk	Standards bzw. Protokolle: LPWAN	Standards bzw. Protokolle: Bluetooth	Standards bzw. Protokolle: ZigBee	Standards bzw. Protokolle: sonstige	Anwendungsgebiete: Fabrikautomatisierung	Anwendungsgebiete: Prozessautomatisierung	Anwendungsgebiete: Fernwirken / Fernwartung / Monitoring	Anwendungsgebiete: Energie-Management	Anwendungsgebiete: Logistik	Anwendungsgebiete: Kundenkommunikation	Anwendungsgebiete: sonstige	Dienstleistungen: Cloud Services	Dienstleistungen: Security Services	Dienstleistungen: Diagnostics, Condition Monitoring	Dienstleistungen: Predictive Maintenance	Dienstleistungen: Consulting	Dienstleistungen: sonstiges
Rutronik Elektronische Bauelemente, www.rutronik.com (Telit, Intel, Telic, Advantech, HMS, Panasonic, STMicro-electronics, Infineon, Melexis, Minew, InsightSiP, Garmin, idTronic, GNS, Murata, Fujitsu, Silex, Via, Ethertronics, Asus, Yageo, Pulse, AVX, Teleconnect)		X	●	●	●	●	●		●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rutronik24, www.rutronik24.com (Telit, Intel, Telic, Advantech, HMS, Panasonic, STMicroelectronics, Infineon, Melexis, Minew, InsightSiP, Garmin, idTronic, GNS, Murata, Fujitsu, Silex, Via, Ethertronics, Asus, Yageo, Pulse, AVX, Teleconnect)		X	●	●	●	●	●		●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Schildknecht, www.schildknecht.ag	X		●					●					●															●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●
Semitron W. Röck, www.semitron.de (Analog Devices, Microchip Technology, Ablic, Seiko Instruments, UnitedSiC, Honeywell)		X													●	●		●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Semtech Corp., www.semtech.com	X									●				●	●		●	●							●	●				●			●	●	●	●	●	●	●	●	●						
SEW-Eurodrive, www.sew-eurodrive.de	X		●							●	●			●								●	●	●				●	●							●	●			●	●				●	●		
Sigmatek, www.sigmatek-automation.com	X		●	●	●	●			●	●		●		●	●	●	●	●		●				●	●			●	●	●	●						●	●	●	●	●		●	●			●
Silicon Laboratories, www.silabs.com	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●				●		●	●					●	●				●	●				●	●	●	●	●	●	●		●						●
Socionext Europe, www.eu.socionext.com	X															●												●	●	●			●				●	●	●							●	●		
SOS electronic, www.soselectronic.de (Quectel, Lantronix, Wiznet, 2J Antennas, Imst, Aurel, Yitran, Usriot, Aaeon, Apacer, Opticon, Stronglink)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●			●	●	●	●						●	●			●	●	●	●	●	●	●								
Spectra, www.spectra.de	X		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●								●								●	●			●	●	●	●	●												
SSV Software Systems, www.ssv-embedded.de	X		●	●	●		●	●	●	●	●			●	●			●					●	●	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Stackforce, www.stackforce.de	X		●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●		●				●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Stäubli Electrical Connectors, www.staubli.com/electrical	X																●												●								●	●	●	●	●		●						
Sumida Components & Modules, www.sumida-eu.com	X									●			●								●	●						●	●								●	●											
SYS TEC electronic, www.systec-electronic.com	X		●					●		●	●			●	●				●				●					●			●						●	●	●							●	●	●	
systerra computer, www.systerra.de (Eurotech, Moxa, NetModule)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●					●			●	●	●			●	●	●			●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●
T & G Automation, www.tug.at (Emerson, Exor, GE)		X	●	●				●	●	●	●			●									●			●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
tele-Look_ Live-Video-Support, www.tele-look.de	X																						●															●			●		●		●				●
Texim Europe, www.texim-europe.com (Adeunis, SimCom, Thales, Lantronix, Sparklan, InsightSIP, Inventek, Voxmicro, Amit, 3Onedata, ELA Innovation, Innocomm, HID, Robustel, 2J, Texas Instruments)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
TRG Components, www.trgcomponents.de (Linx Technologies)		X											●		●		●	●																●	●			●		●								
Tronic One, www.tronicone.com (Advantech, Evolution ID, Ehong, 8Tronix, Kumkeo, W+P, MPS Monolithic Power Systems, Ole Wolff)		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
TTI, Inc., www.ttieurope.com (Abracon, AVX, Murata, Panasonic, Pulse, Yageo, TE Connectivity, Molex)		X											●				●	●		●	●	●		●	●			●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					

Kommunikations-technik für das Industrial Internet of Things

Anbieter (Vertragshersteller)	Der Anbieter ist		Netzwerkkomponenten														Identifi-kations-technik			Produkte für Daten-sicherheit (Security)			Standards bzw. Protokolle									Anwendungs-gebiete								Dienst-leistungen				
	Hersteller	Distributor	Gateways	Switches / Bridges	Router	Hubs / Repeater	Device-Server	Sensordaten-Aggregatoren	WLAN/LAN/WAN/LPWAN-Access-Points	Schnittstellen-Module	Protokollumsetzer/-konverter	Medienkonverter	Antennen	Software-Produkte	Protokoll-Stacks	Netzwerk-Prozessoren, Netzwerk-Controller	Verbindungstechnik	sonstige Komponenten	1D/2D-Code-Reader	RFID-Tags und -Reader	Transponder	sonstiges	Netzwerksicherheit	Software-/Know-how-/IP-Schutz	sichere Authentifizierung	sonstiges	Standard-Ethernet-TCP/IP	Industrial Ethernet	TSN / OPC UA over TSN	WLAN	4G-Mobilfunk	5G-Mobilfunk	LPWAN	Bluetooth	ZigBee	sonstige	Fabrikautomatisierung	Prozessautomatisierung	Fernwirken / Fernwartung / Monitoring	Energie-Management	Logistik	Kundenkommunikation	sonstige	Cloud Services	Security Services	Diagnostics, Condition Monitoring	Predictive Maintenance	Consulting	sonstiges
Turck, Hans, www.turck.com	X		●	●		●		●	●	●	●		●	●			●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●				●	●	●		●		●	●			
two4tronic, www.two4tronic.com		X	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
UG Systems, www.ug-systems.com	X									●																	●								●						●				●	●
Ultratronik, www.u-experten.de	X		●				●							●				●									●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
UX Gruppe, www.u-experten.de	X		●						●					●	●			●						●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
Wago Kontakttechnik, www.wago.com	X		●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●					●		●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●		●	●		●	●		●
WDI, www.wdi.ag (Chilisin, Johanson Technology, Mill-Max)		X											●				●																		●	●	●	●	●	●	●						
Wöhr, Richard, www.WoehrGmbH.de	X									●			●				●				●						●	●		●			●		●	●	●	●	●	●						●
Würth Elektronik eiSos, www.we-online.de	X		●		●				●	●			●	●	●		●	●		●		●	●	●	●	●	●	●		●		●	●		●	●	●	●	●		●			●	●	●	●
Yamaichi Electronics, www.yamaichi.eu	X			●									●				●	●									●	●							●	●											
Yaskawa Europe, www.yaskawa.eu.com, www.profichip.com	X		●	●	●	●			●	●			●	●	●	●	●			●							●	●		●					●	●	●	●						●	●		
zub machine control, www.zub.ch	X		●							●	●			●				●						●			●	●							●	●	●							●	●	●	●

IMPRESSUM

Director Content Electronics: Dr. Ingo Kuss
Markenteam: Dr. Ingo Kuss (ku/1324), Chefredakteur (verantwortlich für den Inhalt), Heinz Arnold, Stellvertretender Chefredakteur (ha/1253), Achim Grolman, Chef vom Dienst (ag/1318)
Redaktionsteam: Stefanie Eckardt, Ltd. Red. (eck/1342), Melanie Erhardt (me/1346), Markus Haller (mha/1371), Ralf Higgelke (rh/1341), Engelbert Hopf, Chefreporter (eg/1320), Ute Häußler (uh/1369), Irina Hübner (ih/1339), Andreas Knoll, Ltd. Red. (ak/1319), Corinna Puhlmann-Hespen (cp/1316), Corinne Schindlbeck, Ltd. Red. (sc/1311), Tobias Schlichtmeier (ts/1368), Harry Schubert (hs/1338), Iris Stroh, Ltd. Red. (st/1326), Kathrin Veigel (kv/1746), Nicole Wörner (nw/1325), Karin Zühlke, Ltd. Red. (zü/1329)
Mitarbeiter dieser Ausgabe: Anja Zierler (za)
Redaktionsassistenz: Alexandra Chromy (ac/1317), Rainer Peppelreiter (rap/1312)
Layoutteam: Wolfgang Bachmaier (Ltg.), Andreas Geyh, Norbert Preiss, Bernhard Süßbauer, Alexander Zach

So erreichen Sie die Redaktion: Tel.: 089 25556-1312 Fax: 089 25556-1399
www.weka-fachmedien.de Redaktion@markt-technik.de

Director New Business: Marc Adelberg (1572)
Sales Director: Christian Stadler (1375)
Regional Sales Managers: Petra Beck (1378), Burkhard Bock (1305), Tanja Lewin (1386), Konrad Nadler (1382), Martina Niekrawietz (1309)
Assistenz: Rosi Böhm (1307), Michaela Stolka (1376)
Anzeigenverwaltung und Disposition: Julia Hecker (1475), Nelli Schulz (1483)
International Account Managers: Konrad Nadler (1382), Martina Niekrawietz (1309)
Auslandsrepräsentanzen (Foreign Representations):
USA: Véronique Lamarque, E&Tech Media, llc, 80 Kendrick Street, Brighton, MA 02135, Phone/Fax: +1 860-536-6677, E-Mail: veroniquelamarque@gmail.com, Skype: E&Tech Media
China: Judy Wang, Worldwide Focus Media Co., Ltd., Unit 17, 9/F Tower A, New Mandarin Plaza, No.14 Science Museum Road, Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong, Tel.: +852-30780826, E-Mail: Judywang2000@vip.126.com

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung: Tel.: 089 25556-1376 Fax: 089 25556-1651
media@markt-technik.de www.elektroniknet.de/media

Vertriebsleiter: Marc Schneider (1509, mschneider@weka-fachmedien.de)
Leitung Herstellung: Marion Stephan (1442)
Sonderdruck-Dienst: Alle in dieser Ausgabe erschienenen Beiträge können für Werbezwecke als Sonderdrucke hergestellt werden. Anfragen an Andreas Hofner, Tel. 089 25556-1450, E-Mail: AHofner@wekanet.de
Druck: L.N. Schaffrath Druck Medien, Marktweg 42–50, 47608 Geldern, auch Beihefter und Beilagen

Urheberrecht: Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Falls unzutreffende Informationen enthalten sein sollten, kommt eine Haftung nur bei grober Fahrlässigkeit des Verlags oder seiner Mitarbeiter in Betracht.

Geschäftsführer: Kurt Skupin, Matthäus Hose

© 2021 WEKA Fachmedien GmbH

Anschrift: WEKA Fachmedien GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar, Tel. 089 25556-1000, Fax 089 25556-1399, www.weka-fachmedien.de

INSERENTENVERZEICHNIS

Analog Devices GmbH	www.analog.com	1
BRESSNER Technology GmbH	www.bressner.de	21, 49
compmall GmbH	www.compmall.de	27, 49
EBV ELEKTRONIK GmbH & Co. KG	www.ebv.com	5
HARTING Deutschland GmbH & Co. KG	www.harting-deutschland.de	9
InnoDisk Corporation	www.innodisk.com	13, 49
INSYS MICROELECTRONICS GmbH	www.insys-tec.de	15
KELLER AG für Druckmesstechnik	www.keller-druck.com	50, 52
Leonardy Electronics GmbH Altium Training Center	www.leonardy.com	33
PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG	www.phoenixcontact.de	2
reikotronic GmbH	www.reikotronic.de	35
RS Components GmbH	www.de.rs-online.com	11
Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH	www.rutronik.com	7, 50
SIGLENT TECHNOLOGIES GERMANY GmbH	www.siglenteu.com	19
Spectra GmbH & Co. KG	www.spectra.de	23, 50
WEKA FACHMEDIEN GmbH	www.weka-fachmedien.de	5, 25, 51
WIBU-SYSTEMS AG	www.wibu.de	29

Anzeigen

Who is who . . . der Branchenguide

Auf den folgenden Seiten präsentieren sich in alphabetischer Reihenfolge Unternehmen, die im Bereich Industrie 4.0, IIoT & KI tätig sind.

Dabei handelt es sich um kostenpflichtige Anzeigen, sodass eine Vollständigkeit dieser Übersicht nicht gewährleistet ist.

BRESSNER
A ONE STOP SYSTEMS COMPANY

BRESSNER Technology GmbH
Industriestrasse 51
82194 Gröbenzell
Tel.: +49 8142 47284-0
Fax: +49 8142 47284-77

E-Mail: info@bressner.de
www.bressner.de

Gründungsjahr: 1994
Mitarbeiter: 25

Bezeichnung: Systemhaus und Value-Added-Distributor

Firmenausrichtung: In den letzten 25 Jahren hat sich BRESSNER ein umfangreiches sowie breites und dennoch hoch spezialisiertes Produktportfolio für individuelle All-in-One-Hardware-Systeme sowie Komponenten für jedes industrielle Umfeld aufgebaut. Das Unternehmen fokussiert sich dabei auf die Produktbereiche „Industrial und Embedded Computing", „Panel PC- und Display Solutions", „Rugged Tablets und Handhelds", „Industrial Flash Storage", „High Performance Computing, „Connectivity & IoT Solutions", „Medical Solutions" sowie „Telecom und Skype for Business Solutions".

Linecard: Embedded PCs, 19" Industrie PCs, Panel PCs, Industrielle Touch Displays, Rugged Tablets & Handhelds, Industrie Speicherkarten, GPU/PCIe Erweiterungen, Embedded Module, Connectivity & IIoT, Medical PCs & Zubehör, IP / VoIP Lösungen, Skype for Business Addons

Dienstleistungen:
- Kundenspezifische Hardware- und Softwareentwicklung
- Individualisierung und Installation von Built-to-Order Komplettsystemen
- Consulting & Projektierung
- Pre-/Post-Sales Services & Customization
- Kostenloser technischer Support & Garantie

Präsenz: Deutschland, USA

Zielmärkte: Industrieautomatisierung, Automotive, Transport und Logistik, Gebäudeautomation, Mess- und Steuerungstechnik, Defense & Security, Surveillance, IIoT & Industrie 4.0, Medizintechnik, Unified Communications

Unternehmens-/Fertigungsstandort: Gröbenzell bei München

Qualitätsmanagement: ISO 9001:2015 Zertifizierung

compmall
Industrie-PCs

compmall GmbH
Unterhachinger Str. 75
81737 München
Tel. +49 / 89 / 85 63 15 0
E-Mail info@compmall.de
www.compmall.de

Gründungsjahr: 1993
Mitarbeiter: 15

Produktportfolio: Embedded Boards, Slot-CPUs & Backplanes, Embedded PCs, Hutschienen-/DIN-Rail-PCs, 19"-Systeme, LCD-Panel-PC, Touchscreen-Monitore, Rugged Tablet-PCs

Firmenausrichtung: Die compmall GmbH erstellt seit über 25 Jahren individuelle Industrie-PC-Lösungen für alle Branchen. Neben dem Verkauf von Industrie-PC-Komponenten und Komplettsystemen liegt der Schwerpunkt auf Projekten, die spezielle technische Funktionen oder sehr lange Verfügbarkeitszeiträume erfordern, die nicht mit handelsüblicher Industrie-PC-Hardware zu realisieren sind. Mit einem herstellerunabhängigen Angebot an qualitativ hochwertigen Industrie-PC-Komponenten und Barebones hat compmall die unterschiedlichsten technischen Herausforderungen gelöst und langjährige Kundenbeziehungen entwickelt.

Dienstleistungen:
- Assemblierung kompletter Systeme inkl. Betriebssystem
- Integration kundenspezifischer Hard- und Software
- Modifikation von BIOS-Einstellungen oder -versionen
- Mechanische, elektrotechnische oder optische Anpassungen
- Langzeit-Lieferkonzepte, Kommissions- und Konsignationslager
- Retrofit-Lösungen und Beschaffung abgekündigter Produkte

Präsenz: Deutschland

Zielmärkte: Anlagenbau, Automatisierung, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Produktion, Gebäudeautomatisierung, Surveillance, In-Vehicle-Computing, Logistik & Transport, Medizin

Unternehmens-/Fertigungsstandort: München

Qualitätsmanagement: ISO 9001

innodisk

Innodisk Europe B.V.
Pisanostraat 57
5623CB
Eindhoven, The Netherlands
Tel.: +31402002017
E-Mail: EUsales@innodisk.com

Firmenausrichtung: Das 2005 gegründete Unternehmen Innodisk Corp. ist führender Anbieter von industriellen Embedded-Flash- und Speicherlösungen mit Fokus auf die Branchen Automatisierung, Luft- und Raumfahrt sowie Verteidigung, Überwachung, Kommunikation und Servertechnologie. Ziel ist die Integration aller Komponenten zu einer Gesamtlösung. Das Headquarter ist in New Taipei City, Taiwan ansässig. Weltweit beschäftigt Innodisk annähernd 700 Mitarbeiter. Die europäische Niederlassung ist in Eindhoven, Niederlande.

Produktportfolio:
Flash: SSD/SATASlim/M.2/CFast/mSATA/OCuLinkDOM/SATADOM/ServerDOM/Mini PCIeDOM/nanoSSD/CF card/Embedded Disk Card/SD Card & Micro SD Card/USB/CFexpress
DRAM: Embedded/Wide Temperature/Customized/Server
Embedded Peripherals: AI Accelerator/mPCIe Storage/Communication/Display Modules/RAID Cards/Software Solutions

Präsenz: 12 Niederlassungen in Europa, USA, Japan, China, Taiwan
Hauptsitz: New Taipei City, Taiwan
Europaniederlassung: Eindhoven, Niederlande

Zielmärkte: • HPC • Server • Überwachung • Luft- und Raumfahrt • IPC • Automatisierung • Gaming • Medizintechnik • Kommunikation • Netzwerktechnik • POS • Kiosk • Digital Signage

Unternehmens-/Fertigungsstandorte: New Taipei City, Taiwan, mit einer Kapazität von 600.000 (SMTx4)
Yi-Lan, Taiwan, mit einer maximalen Kapazität von 1.800.000 (SMTx12)

Qualitätsmanagement: ISO9001 / ISO14001 / ISO45001 / ECQ QC080000 / ISO14064-1

Anzeigen

RUTRONIK
ELECTRONICS WORLDWIDE

Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH
Industriestraße 2
D-75228 Ispringen
Telefon: +49 (0)7231 801-0
E-Mail: rutronik@rutronik.com
www.rutronik.com

Gründungsjahr: 1973
Mitarbeiter: 1.900

Bezeichnung: Vertragsdistributor

Firmenausrichtung: Rutronik ist einer der führenden Distributoren weltweit. Der Broadliner bietet global durchgängigen Support und ein breites Produktportfolio. Rutronik ist inhabergeführt und unabhängig.

Die e-Commerce-Plattform Rutronik24 ermöglicht den schnellen Einkauf rund um die Uhr mit kundenindividuellen, aktuellen Preisen und Echtzeit-Übersicht über die Verfügbarkeit, Liefertermine und Tracking. Komfortable Bestell- und Suchfunktionen, Track&Trace, intelligente Online-Berater, Datenblätter, PCN, PTN und Verknüpfungen zu Herstellern bieten kompakt abrufbare Informationen.

Produktportfolio: Als Breitband-Distributor führt Rutronik das gesamte Spektrum elektronischer Komponenten: Halbleiter, passive und elektromechanische Bauelemente, Batterien, Storage, Displays & Boards sowie Wireless Technologies. Spezifische Angebote aus Hardware, Software und Services beantworten aktuelle Anforderungen mit abgestimmten Lösungen aus einer Hand:

RUTRONIK EMBEDDED bündelt Wireless-Komponenten, Boards, Storage, Displays und Peripherie für industrielle Anwendungen im IoT.

RUTRONIK SMART vereint Sensoren, Wireless-Komponenten, Mikrocontroller, Powermanagement- und Sicherheitslösungen für kleine, oft portable Geräte innerhalb des IoT.

RUTRONIK POWER umfasst skalierbare Lösungen, um Energie umzuwandeln, zu schalten oder resistive, kapazitive oder induktive Lasten zu verbinden.

RUTRONIK AUTOMOTIVE bietet entsprechende Komponenten selektierter Hersteller sowie technischen und kommerziellen Support auf globaler Ebene.

Dienstleistungen:
Consult: Applikationsingenieure und Produktspezialisten leisten umfangreiche technische und kommerzielle Unterstützung und Design-In-Support von der Produktidee über die Serienproduktion bis zum Ausphasen am Ende des Produktlebenszyklus. Ein dichtes Vertriebsnetz garantiert die Nähe zum Kunden und schnelle Reaktionszeiten. Der Wissenstransfer an den Kunden umfasst Seminare, Webinare, Workshops und Tech-Days sowie Datenblätter, PCNs, Applikationsschriften und mehr.

Components: Rutronik ist Franchise-Partner führender Hersteller. Die Produktauswahl ist geprägt vom Anspruch nach innovativen und hochqualitativen Komponenten, das abgerundete Angebot ermöglicht Kunden eine konsequente Reduzierung ihrer Einkaufsquellen.

Logistics: Modulare und flexible Logistik- und Supply-Chain-Management-Lösungen garantieren eine sichere und bedarfsgerechte Belieferung.

Quality: Das Integrierte Managementsystem umfasst Qualität, Umweltschutz, Arbeitssicherheit und Informationssicherheit; zertifizierte ESD-Schutzmaßnahmen und das Dry Pack Verpackungssystem garantieren absolut unbeschädigte Bauteile.

Präsenz: Über 82 Niederlassungen in Europa, Amerika und Asien

Headquarter: Ispringen (Deutschland),
Europäisches Zentrallager: Eisingen (Deutschland)

Zielmärkte: Automotive, Medical, Industrial, Home Appliance, Energy, Lighting

Zertifizierungen: ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 und ISO 27001:2013; IECQ 03-1 (Dry-Pack), IEC 61340-5-1:2016 (ESD)

KELLER

KELLER AG für Druckmesstechnik
St. Gallerstr. 119
CH-8404 Winterthur
Tel.: +41 (0)52 235 25 25
E-Mail: info@keller-druck.com
www.keller-druck.com

Produktportfolio:
Piezoresistive Drucksensoren der KELLER AG bestechen durch höchste Genauigkeit und Druckbereiche von 5 mbar bis 2000 bar. Neben mehr als 500 Standard-Produkten entwickelt und produziert der Schweizer Drucksensorik Spezialist etliche kundenspezifische Lösungen. In über 35 hochspezialisierten Fertigungsinseln werden mit modernsten automatisierten Herstellungsverfahren Grossserien industrieller OEM-Aufnehmer sowie Sonderbauformen in kleinsten Stückzahlen hergestellt. So entstehenjährlich mehr als eine Million Druckaufnehmer und Drucktransmitter. Die hohe Stückzahl erlaubt tiefe Preise trotz vielschichtigen Produktionsprozessen und höchsten Qualitätsanforderungen.

So vielseitig wie die KELLER Produktpalette sind die Einsatzgebiete der Druckaufnehmer. Sie überwachen Grundwasserpegel, regeln den Kabineninnendruck in Flugzeugen, sorgen für die reibungslose Umschaltung von Erdgas auf Benzin in bivalenten Fahrzeugen und dienen als Referenzsensoren in der Labortechnik. KELLER Spezialsensoren wie modulare Druckkatheter und andere Miniaturaufnehmer sind in der Forschung äusserst beliebt. Die KELLER AG für Druckmesstechnik und die KELLER GmbH Jestetten sind nach ISO 9001 zertifiziert. Damit ist die Rückverfolgbarkeit der Messgrössen auf nationale Normale gegeben.

Firmenausrichtung:
Die KELLER AG für Druckmesstechnik mit Hauptsitz in Winterthur (Schweiz) ist Europas führender Hersteller von isolierten Druckaufnehmern und Drucktransmittern. Die gesamte Wertschöpfung, von der Fertigung der Einzelteile über die Kalibration des Drucksensors bis hin zur Endkontrolle der fertigen Produkte, erfolgt am Hauptsitz in Winterthur. Alle Produkte der KELLER AG sind somit «Made in Switzerland». Neben mehr als 500 Standard-Produkten entwickelt und produziert der Schweizer Drucksensorik Spezialist etliche kundenspezifische Lösungen.

Qualitätsmanagement: Unternehmen zertifiziert nach ISO 9001

spectra
Industrie-PC & Automation

Spectra GmbH & Co. KG
Mahdenstraße 3
D-72768 Reutlingen
Tel.: +49 (0) 7121 1432-10
Fax: +49 (0) 7121 1432-190
spectra@spectra.de
www.spectra.de

Die 1982 gegründete Spectra GmbH & Co. KG hat langjährige Erfahrungen in den Bereichen Industrie-PC, industrielle Kommunikation und Automation. Zu unseren Leistungen im Industrie-PC Bereich gehören die Entwicklung und Fertigung von individuellen Industrie-PC Systemen auch in kleinen Stückzahlen. Neue technische Entwicklungen integrieren wir zum Vorteil unserer Kunden in unsere bestehenden Leistungen. So erarbeiten wir zum Thema Industrie 4.0 & IIoT mit unseren Kunden Komplettpakete bestehend aus Beratung, IIoT-Produkten, Konfiguration und Programmierung. Neu ist auch die Einbindung von Sprachsteuerungslösungen in unsere Industrie-PC, was eine ganz neue Art der Interaktion von Mensch und Maschine zulässt.

Unsere Leistungen:

- *Herstellung kundenspezifischer Industrie-PC:* Individualisierung ab Losgröße 1, inkl. Software und Kundenimage. Durchführung umfangreicher Tests. Versionsverwaltung. Eigene Produktserien: Spectra PowerBox (Mini-PC) und Spectra PowerTwin (Panel-PC & Monitore).
- *IPC-Komponenten:* Vertrieb industrieller PC-Boards von Nano-ITX bis ATX, Entwicklung kundenspezifischer Board-Sets, Vertrieb von industriellen Speichern, Prozessoren, CPU-Karten.
- *Industrielle Kommunikation:* Vertrieb hochwertiger Ethernet Switches. Umfangreiches Angebot an Schnittstellenwandlern, Repeatern und Routern.
- *Automation:* Intelligente IoT-Controller, kompakte HMI + SPS, Feldbus E/A-Module und -Systeme, PAC.



GRÖSSTES KREUZFAHRTSCHIFF

**Die MS Symphony of the Seas ist 362,12 m lang, 65,6 m breit und bietet Platz für ca. 8.800 Personen.
40 Restaurants & Bars, 23 Pools, zwei Theater, eine Eisbahn, ein Surfsimulator, ein Jahrmarktskarussell, ein Minigolfplatz, ein Spa und ein Casino zählen zu den Attraktionen.**



GRÖSSTER NUTZEN FÜR ENTWICKLER

DIE THEMEN:

Smart Mobility:
Bahntechnik, Stromversorgung, Displays, Safety

Messtechnik & Sensorik:
Messwerterfassung, Labor-Ausrüstung, Oszilloskope, Multimeter, Sensoren, Sensor-ICs

Leistungselektronik:
IGBTs, MOSFETs, Power Module

Offizieller Medienpartner
embeddedworld2021 Exhibition&Conference DIGITAL

JETZT PLATZIERUNG SICHERN!

DESIGN&ELEKTRONIK Ausgabe 03/2021

Erscheinungstermin:
20. April 2021

Anzeigenschluss:
22. März 2021

Druckunterlagenschluss:
30. März 2021

Jetzt auch als **e-Paper** erhältlich!
www.design-elektronik.de

Kontakt: Mediaberatung DESIGN&ELEKTRONIK · Telefon +49 89 25556-1376 · media@design-elektronik.de

Bild: Gino Santa Maria/123RF · https://www.guinnessworldrecords.de/world-records/62835-largest-passenger-liner-cruise-ship

KELLER

SINCE 1974

MADE TO MEASURE **PRESSURE**



keller-druck.com/**custom-solutions**