

# EE&E

ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK

## DIE GIGABIT-NETZWERKE KOMMEN

Der Turbo für die Industrie 4.0

...mehr ab Seite 10

### INTERNET OF THINGS

Sicherheitsanforderungen  
an das IoT meistern ab S. 16

### DISPLAYS & HMI

Einblicke in medizinische  
Eingabesysteme S. 40

### SPEZIAL: KI & HPC

So hilft KI der  
Elektronikbranche ab S. 57

Accuracy and  
Range Extended



**SSG6000A**

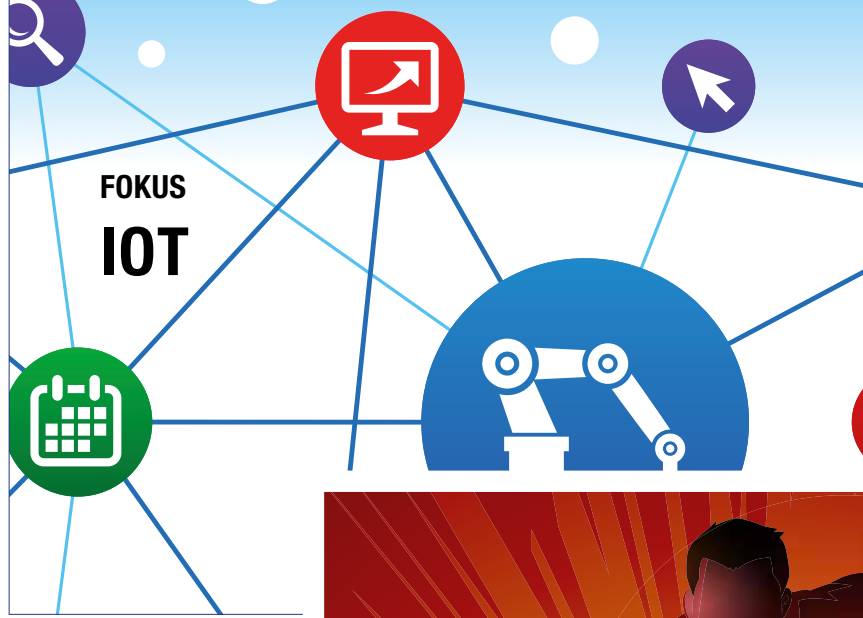
**RF Signal Generator**

- ▶ Frequency up to 40 GHz
- ▶  $< -135$  dBc/Hz Phase Noise
- ▶ Level Range  $-130$  dBm ~  $24$  dBm

**Every Bench.  
Every Engineer.  
Every Day.**

 **SIGLENT**®

# INHALT



## AUFTAKT

- 08 Im Rampenlicht
- 14 Highlights der Branche

## TITELREPORTAGE

- 10 Titelstory: Die Gigabit-Netzwerke kommen
- 11 Titelinterview: „Die Zukunft steht auf Gigabit“

## FOKUS: IOT

- 16 Smart, effizient und sicher:  
IoT vernetzt Welten
- 18 Mit Schwung ins Internet der Dinge:  
Präzise Taktgeber für IoT-Anwendungen
- 22 Umfrage: „Was sind die größten  
IoT-Herausforderungen in puncto Sicherheit?“

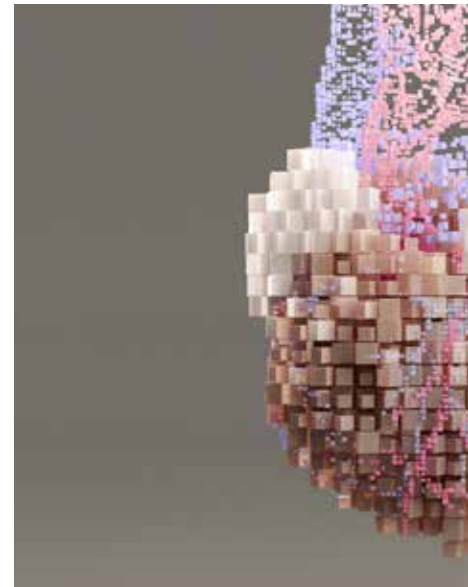
AB SEITE **10**  
TITELSTORY  
Die Gigabit-Netzwerke  
kommen



## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 24 Impressum & Firmenverzeichnis
- 55 Promotion: Business-Profil Schukat
- 66 Die Zahl

**40**  
DISPLAYS & HMI  
Das richtige Eingabesystem für  
medizinische Geräte finden





**16**

AB SEITE

FOKUSTHEMA

Herausforderungen und Chancen für das IoT



**STROMVERSORGUNG & LEISTUNGSELEKTRONIK**

- 25 Batteriebrände verstehen: Ursachenforschung und Prävention
- 28 Robuste Datenleitungen: Zuverlässige Kommunikation und Einbindung in PoE

**VERBINDUNGSTECHNIK & WIRELESS**

- 32 Komponentenschutzverfahren für Steckverbinder und Co.
- 36 USB-Standard im historischen Wandel: Ein Anschluss, der verbindet

**OPTOELEKTRONIK, DISPLAYS & HMI**

- 40 Displays für medizinische Geräte: Einblicke in die digitale Gesundheit
- 44 IEEE 802.3cz-2023: Standard für optisches Multigigabit-Ethernet im KFZ

**ENTWICKLUNGSTOOLS & PROTOTYPING**

- 46 Android für den industriellen Einsatz: Darauf sollten Sie achten

**32**

VERBINDUNGSTECHNIK

Komponentenschutzverfahren für Steckverbinder im Detail



**Flexible Panel PCs und Monitore**

- **Displaygrößen:**  
Von 7.0" bis 23.8" im Widescreen- und Standardformat
- **Frontausführungen:**  
PCAP Touch, resistiver Touch oder Schutzglas  
Varianten mit Edelstahlfront bis IP 69K für hohe Hygienestandards
- **Flexibilität und Skalierbarkeit:**  
Skalierbare Performance und flexible Schnittstellen für optimale Konnektivität
- **Industrietauglich:**  
Robust, zuverlässig und wartungsfrei
- **Viele Anwendungsszenarien:**  
Panel PCs und Monitore für unterschiedliche Anforderungen: z.B. Automatisierung, Medizintechnik, Lebensmittel- und Pharmaindustrie, maritime Applikationen etc.





# 50

## DISTRIBUTION

Schulduzuweisungen bei Allokationen hinterfragen

### DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG

- 50 Erfahrungsbericht:  
Wer hat Schuld bei Allokationen?
- 56 PLM, RMA und VMI:  
Was steckt hinter den Begriffen?

## Wärmeleitfolien **DETAKTA**



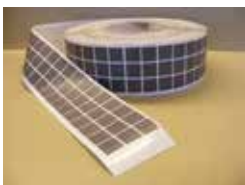
### Silikon Soft Pads

SBC-7 violettgrau 7 W/mK  
 SBC-5 grau 5 W/mK  
 SBC-3 grau 3 W/mK  
 SBC rosa 1,5 W/mK  
 Weiche, gelartige Pads. 2 - 10° Shore A  
 beidseitig haftend. Stärken 0,5 - 5,0 mm



### Silikon Soft Pads mit Gewebe

SB-V0-7 7 W/mK  
 SB-V0-3 3 W/mK  
 SB-V0YF 0,9 W/mK  
 SB-V0 1,3 W/mK  
 Glasgewebe Deckfolie und weiche,  
 gelförmige Unterseite.  
 Shorehärte 2 - 20°. Einseitig haftend.  
 Stärken 0,5 - 5,0 mm



### Silikon Glasgewebe Folie

SB-HIS-5 5 W/mK  
 SB-HIS-4 4 W/mK  
 SB-HIS-3 3 W/mK  
 SB-HIS-2 2 W/mK  
 SB-HIS 1 W/mK  
**Folie auch einseitig haftend - ohne  
 zusätzlichen Kleber.**  
 Stärken 0,15 mm, 0,23 mm, 0,30 mm,  
 0,45 mm und 0,8 mm

Hans-Böckler-Ring 19  
 22851 Norderstedt  
 Tel.: 040 529 547-0

Fax: 040 529 547-11  
 E-Mail: info@detakta.de  
 Web: www.detakta.de

### SPEZIAL: KI & HIGH PERFORMANCE COMPUTING

- 57 So hilft KI in der Elektronikfertigung  
den EMS-Unternehmen
- 60 Studie: Welche Branchen profitieren  
2026 von künstlicher Intelligenz?
- 63 Aktuelle Trends: Wohin geht die Reise  
für KI-Ingenieure

# 57

## KI & HPC

So hilft KI in der  
Elektronikfertigung



Alle Teile des Erfolgs

**CONRAD**

100  
JAHRE CONRAD

## Schaltschrank optimieren

Sie suchen kompakte Einheiten für Ihren Schaltschrank? Gerade bei Schutzeinrichtungen in der Elektroinstallation sollten Sie keine Kompromisse eingehen. Innovative Teilungseinheiten sorgen für einen kompakten und übersichtlichen Schaltschrank mit zusätzlichen Funktionen - ohne aufwändigen Umbau. So sparen Sie Zeit und Kosten.



Erfahren Sie mehr auf  
[conrad.de/miniaturisierung](https://conrad.de/miniaturisierung)

OPTISCHE MIKROSYSTEME MIT NEUEN MÖGLICHKEITEN

# LICHTMODULATION IN PERFEKTION

Das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS nutzt optische Mikrosysteme, um eine schnelle und hochauflösende Lichtsteuerung zu ermöglichen. Durch die Verwendung von kleinen, beweglichen Spiegeln, auf sogenannten CMOS-Backplanes, können die photonischen Systeme des Instituts Licht modulieren und dadurch einzigartige Bilder und Strukturen erzeugen.

TEXT: Mit Material von Fraunhofer IPMS    BILD: Sven Döring; Fraunhofer IPMS



Die Forscher entwickeln Flächenlichtmodulatoren mit bis zu mehreren Millionen Spiegeln auf einem Halbleiterchip. Die Mikrospiegel werden je nach Anwendung einzeln gekippt oder abgesenkt, so dass Oberflächenmuster entstehen, um beispielsweise definierte Strukturen zu erzeugen. Die Flächenlichtmodulatoren kommen insbesondere in der Mikrolithographie im tiefen Ultraviolett-Bereich, in der PCB-Herstellung, der Halbleiterinspektion und -messtechnik sowie in der Adaptiven Optik, der Astronomie, der Holografie und der Mikroskopie zum Einsatz.



DER TURBO FÜR DIE INDUSTRIE 4.0

# DIE GIGABIT-NETZWERKE KOMMEN

Gigabit-Netzwerke spielen in der gesamten Industrie eine zunehmend wichtige Rolle. Sie stellen die nächste Evolutionsstufe in der industriellen Kommunikation dar und bilden die Grundlage für leistungsstarke und zuverlässige Datenübertragung. Der Kommunikationsspezialist Hilscher erläutert, warum Gigabit-Netzwerke in Zukunft so wichtig sind.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E BILD: iStock, rudall30

Industrie 4.0 setzt verstärkt auf die Vernetzung von Sensoren, Geräten und Maschinen, was auch die Grundlage für das Internet of Things (IoT) in der Industrie bildet. Bisher galt in diesem Umfeld eine Übertragungsgeschwindigkeit von 100 Mbit/s als völlig ausreichend. Doch mehr und mehr treten Anwendungen in den Vordergrund, die Gigabit-Netzwerke – also eine zehnfach höhere Geschwindigkeit – verlangen. Zu den besonders wichtigen Aspekten der industriellen Gigabit-Kommunikation zählen aus Sicht des Kommunikationsexperten Hilscher:

**Datenintensive Anwendungen:** Die Fortschritte in Bereichen wie Künstliche Intelligenz (KI), Maschinellem Lernen (ML) oder Machine Vision haben zu datenintensiven Industrienanwendungen geführt. Gigabit-Netzwerke ermöglichen hier, große Datenmengen in kurzer Zeit zu übertragen, um Analysen durchzuführen, Muster zu erkennen und fundierte Entscheidungen zu treffen.

**Echtzeitkommunikation:** In vielen industriellen Anwendungen ist Echtzeitkommunikation entscheidend, um zeitkritische Prozesse zu steuern, zu überwachen und zu synchronisieren. Mit Time Sensitive Networking (TSN) wurde ein Standard geschaffen, der dies ermöglicht. Voraussetzung dafür ist jedoch ein zuverlässiges Gigabit-Netzwerk und eine entsprechende Implementierung in

Bussystemen wie Profinet, EtherCAT oder OPC UA. Mögliche Anwendungen sind Robotik, industrielle Automatisierung und die Maschinensteuerung.

**Cloud-basierte Dienste:** Viele Industrieunternehmen nutzen bereits Cloud-Plattformen für die direkte Datenspeicherung, Verarbeitung und Analyse von Maschinendaten. Auch hier ist eine Gigabit-Kommunikation für eine effiziente Anbindung an Cloud-Dienste in Bezug auf Skalierbarkeit, Flexibilität, Sicherheit sowie Verfügbarkeit von Ressourcen essenziell.

**Kollaboration und Fernzugriff:** In globalisierten Produktionsumgebungen müssen Teams über geografische Grenzen hinweg zusammenarbeiten und auf industrielle Anlagen von überall aus sicher zugreifen können, teilweise sogar in Echtzeit. Gigabit-Netzwerke schaffen die Voraussetzungen für eine reibungslose Kommunikation, Zusammenarbeit und Fernwartung von Anlagen.

**Sicherheit und Zuverlässigkeit:** Die Gigabit-Kommunikation ermöglicht einen ganzheitlichen Ansatz zur Datensicherheit im industriellen Umfeld. Dies umfasst eine starke Verschlüsselung, sichere Authentifizierung und kontinuierliche Überwachung, um die Vertraulichkeit und Sicherheit der übertragenen Informationen zu gewährleisten. □

INTERVIEW MIT HILSCHER ZU NETZWERKTECHNOLOGIEN

# „Die Zukunft steht auf Gigabit“

Im industriellen Umfeld gewinnt die Kommunikation mit hoher Bandbreite gerade in Produktionsprozessen zunehmend an Wichtigkeit. Denn die Anwendungen werden immer datenintensiver und zudem verlangen die vernetzten Geräte ein immer höheres Maß an Sicherheit. Das ist in Zukunft nur mit Gigabit-Netzwerken zu bewältigen. Welchen Weg der Kommunikationsspezialist in puncto Gigabit dabei verfolgt, erklärt Sebastian Hilscher, CEO bei Hilscher, und Thomas Rauch, CTO bei Hilscher, im E&E-Interview.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Bernhard Haluschak, E&amp;E BILDER: Hilscher

**Hilscher bietet bereits seit etwa 20 Jahren ein umfangreiches Portfolio an Kommunikations-Lösungen an. Können Sie kurz umreißen, warum sich Hilscher damals dem besonderen Chip-Bereich (SoC) als Businessmodell widmete?**

Sebastian Hilscher: Lassen Sie uns einen Blick auf die Zeit vor etwa 25 bis 30 Jahren werfen. In dieser Zeit starteten wir unser Geschäft mit PC-Kommunikationskarten (damals noch mit zum Beispiel Profibus oder DeviceNet) - heute sind wir führend in diesem Bereich.

Doch um 2003/2004 änderte sich alles, als der Trend aufkam, industrielle Kommunikation über Ethernet abzuwickeln. Wir stellten uns die Frage wie weit uns industrielle PC-Karten in die Zukunft tragen, wenn jeder PC, Ethernet an Board hat. Wir wollten eine Lösung finden, um im wachsenden Markt der Sensoranwendungen, beispielsweise für Motoren oder Antriebe, Fuß zu fassen. Daher war unsere logische Schlussfolgerung die Entwicklung eines eigenen Chips, der in die Sensoren integriert werden konnte und mit weiteren Anwendungen skalierbar ist.

Allerdings wurde bald klar, dass nicht alle PCs, die über einen standardisierten Anschluss verfügten, mit allen industriellen Netzwerkprotokollen wie etwa Profinet, EtherNetIP, PowerLink oder Sercos interagieren konnten. Dadurch entstanden

weitere spezialisierte Verbindungen wie PowerLink und andere, die vom "normalen" Internetprotokoll abweichen. Trotz stabiler Marktlage haben wir uns daher entschieden, neue Wege zu gehen und die Entwicklung von Kommunikationslösungen für die Industrie zu starten.

Ein entscheidender Impuls war dabei ein Vortrag von Professor Otto Mank, der zu dieser Zeit am MAZ Brandenburg tätig war. Er sprach über kundenspezifische Entwicklungen, was uns dazu inspirierte, unsere eigene Technologie zu entwickeln. Mit Unterstützung von Professor Mank wurde in einem Projekt der erste netX-Chip entworfen und damals von Renesas produziert.

Als das Projekt auslief, gab es keine Nachfolgeregelung für die Projektgruppe im MAZ Brandenburg. So entschieden wir uns damals, alle Projektmitarbeiter mit ihrem Know-how zu übernehmen und das Tochterunternehmen Hilscher SoC Technology zu gründen.

**Mit der zunehmenden Verbreitung des Industrial IoT hat Hilscher den netX 90 auf den Markt gebracht. Was sind die Besonderheiten dieser netX-Generation?**

Sebastian Hilscher: Innerhalb des netX-90 gab es gleich mehrere Highlights: Als multiprotokollfähiger Kommunikationscontroller standen hier natürlich

die gängigen Industrieprotokolle auf 100 Mbit/s-Basis im Vordergrund – wie man es heute von Hilscher kennt. Dazu zählen natürlich Profinet, EtherCat, EthernetIP bis OPC UA over TSN.

Ein bemerkenswertes und neues Element war das Thema Sicherheit. Wir haben eine Hardware-Beschleunigung implementiert und zudem Infopages für Schlüsselablagen sowie diverse Krypto-Mechanismen eingebaut.

Ein weiterer Höhepunkt betrifft die Aufteilung des Chips in eine Applikations- und Kommunikationsebene. So kümmert sich Hilscher mit einem CPU-Core um die Kommunikation, die sogenannte "Blackbox", und übernimmt die Verantwortung dafür. Mit dem zweiten Core geben wir dem Kunden die Möglichkeit, sich unabhängig von uns in Bezug auf seine Applikationen mit dem System auszutauschen.

Nicht zuletzt haben wir erkannt, dass wir zu sehr von Lieferketten abhängig waren. Wir haben uns von unseren bisherigen Lieferanten gelöst und das komplette Supply-Chain-Management beim netX 90 selbst übernommen, um mehr Kontrolle zu erlangen. Dies hat sich besonders in den letzten zwei Jahren bewährt, da wir dadurch weniger anfällig für Krisen waren als zuvor. Unsere Unabhängigkeit von Lieferanten hat es ermöglicht, ein

Vertrauen bei Kunden aufzubauen und uns als zuverlässigen und kundenorientierten Partner zu etablieren.

*Gerade im Industrieumfeld wird das Thema Sicherheit großgeschrieben, denn es gilt, die kritische Infrastruktur in einem Unternehmen vor potenziellen Angreifern zu schützen. Das betrifft insbesondere die eingesetzte Hardware und Software. Welchen Stellenwert hat das Thema Security bei der netX-Familie?*

Sebastian Hilscher: Wir erleben gerade, dass für das Thema Cyber-Sicherheit die EU den Cyber Resilience Act verabschieden will. Dieser erfordert von allen Herstellern eine umfassende, über Prozesse definierte, Kenntnis ihrer Geräte und Lieferketten bezüglich Security. Das beginnt natürlich bei der entsprechenden Chiptechnologie.

Besonders wichtig beim Thema Sicherheit ist, dass Hardware und Software aus einer Hand kommen. Nur so lässt sich ein umfassendes und integriertes Sicherheitskonzept für die Geräte realisieren und aufrechterhalten. Besonders dann ist ein tiefes und umfassendes Verständnis gefragt, wenn verschiedene Angriffsvektoren auf einen Software-Stack oder auf die Hardware abzielen.

Dann ist es wichtig, einen verlässlichen Partner zu haben, der die möglichen Schwachstellen der Hard- und Software in kürzester Zeit patchen oder beheben kann. Das ist der Vorteil eines Komplettanbieters wie Hilscher einer ist.

Thomas Rauch: Bei der netX-90-Generation haben wir einen besonderen Schwerpunkt auf das Thema Sicherheit gelegt. Dabei konnten wir von unserer langjährigen Expertise, die wir im Bereich Sicherheit gesammelt haben, profitieren.

So verstehen wir mittlerweile das Zusammenspiel von Hardware, Software und Sicherheit sehr gut. Diese Verbindung ist von großer Bedeutung und Wichtigkeit, gerade dann, wenn man Prozessdaten auf



„Mir ist es wichtig, Vertrauen bei Kunden aufzubauen und uns als zuverlässigen und kundenorientierten Partner zu etablieren.“

Sebastian Hilscher,  
CEO bei Hilscher

Gigabit-Basis und Inline-Verschlüsselung im Profinet zusammenführt. Das unterscheidet uns auch von Mitbewerbern.

*Der Datenaustausch im Industriebereich ist wichtig, denn mit den gewonnenen Informationen lässt sich ein Mehrwert generieren. Bisher galt eine Datenübertragungsrate von 100 Mbit/s im Industrieumfeld als völlig ausreichend. Warum ist das heute nicht mehr so?*

Sebastian Hilscher: Weil, wenn wir über das Thema Digitalisierung sprechen, bedeutet das, dass wir uns mit einer Vielzahl von Entwicklungen auseinandersetzen müssen. Hierbei geht es vor allem darum, dass immer mehr Daten in die Cloud übertragen werden, die wiederum für Anwendungen wie Data Analytics oder etwa Predictive Maintenance genutzt werden.

Im Bereich Maschinen- und Anlagenbau sehen wir zum Beispiel, dass immer mehr Sensoren unterschiedlichster Art zur Maschinenüberwachung und Prozesskontrolle verbaut werden. Das bedeutet, dass wir einerseits Geräte haben, die uns grundlegende Daten liefern, und andererseits sind diese Geräte vernetzt, was die Datenerfassung noch vielschichtiger macht. Zusätzlich beobachten wir einen wachsenden Trend im Bereich der Bildverarbeitung, die es ermöglicht, noch mehr Detailinformationen über den Fertigungsprozess zu sammeln. All das erfordert eine erhebliche Erweiterung der benötigten Datenbandbreite. Da reichen 100 Mbit/s nicht mehr aus. Zudem spielen sich einige Entwicklungen in diesem Umfeld vorwiegend in der Cloud ab, wo die gesammelten Informationen letztlich verarbeitet werden.

Thomas Rauch: Für die Herausforderungen in der digitalisierten Industrie wird Gigabit-Technologie immer wichtiger. Wir beobachten alle Trends sehr genau und bereiten uns darauf vor. So gewinnen zum Beispiel virtualisierte Steuerungen,

quasi eine SPS in der Cloud, eine immer größere Bedeutung. Auch das datenintensive Edge Computing nimmt immer mehr Fahrt auf. Dort sind wir auch in den Gremien aktiv und unterstützen bei der Definition des Edge-Layers oder diskutieren über die OT-IT-Konvergenz im industriellen Umfeld. Gerade im Bereich virtualisierter SPS sehen wir, dass viele verschiedene Sensordaten direkt aus dem Prozess in die Cloud übertragen werden. Hier ist die Gigabit-Netzwerktechnologie der einzige Lösungsweg, da eine Filterung der Daten über ein Edge-System oft nicht mehr erfolgt.

Aber wir müssen auch über Anwendungsfälle sprechen, die wir heute noch gar nicht kennen. Auch für diese Lösungen müssen wir mit unserem Multiprotokoll-Portfolio gewappnet sein. Deshalb sind wir in den entsprechenden Gremien vertreten und legen dort die Grundsteine, damit unsere Kunden später den maximalen Mehrwert aus der Gigabit-Technologie herausziehen können.

Auch das Thema Digitaler Zwilling gewinnt in der Industrie immer mehr an Bedeutung. Hier werden große Mengen an Echtzeitdaten aus den laufenden Prozessen über die Sensoren benötigt, um das digitale Pendant so realitätsnah wie möglich abzubilden. Mit der 100-Mbit-Technologie ist das nicht mehr möglich. Zudem kommen Technologien wie Machine Learning (ML) und Künstliche Intelligenz (KI) dazu, die eine schnelle Cloud-Anbindung benötigen.

**Was sind die wichtigsten Herausforderungen, wenn man Gigabit-Technologie im industriellen Umfeld implementieren will? Worauf müssen zum Beispiel Entwickler dabei besonders achten?**

Thomas Rauch: Ein wichtiger Aspekt bei der Nutzung von Gigabit-Technologie im Industriebereich wird die Modularität sein. Das betrifft die Hardware und die Software. Durch modulare Architekturen



„Besonders wichtig beim Thema Sicherheit ist, dass Hardware und Software aus einer Hand kommen. Nur so lässt sich ein integriertes Sicherheitskonzept für die Geräte realisieren.“

Thomas Rauch,  
CTO bei Hilscher

und Plattformen lassen sich die zahlreichen Anwendungsfälle besser bewältigen. Zum Beispiel kann man ein Hardware-Modul in Bezug auf Sicherheit härten und es dann problemlos in verschiedenen Anwendungen einsetzen, ohne sich erneut Gedanken über mögliche Schwachstellen des neuen Systems machen zu müssen. Das Gleiche gilt natürlich für einen modularen Software-Stack.

**Die SPS steht mittlerweile wieder vor der Tür und viele Besucher erwarten natürlich wieder Neuigkeiten rund um technologische Fortschritte und Trends. Können Sie uns schon verraten, mit welchen Thema Sie in diesem Jahr auf der Messe auftreten werden?**

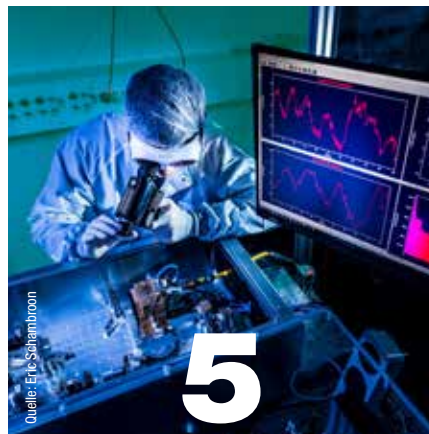
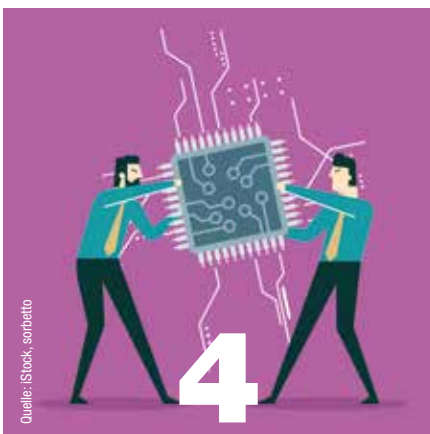
Sebastian Hilscher: Ganz klar, wir sind und bleiben ein Multiprotokoll-Lieferant, und im nächsten Schritt richten wir unser Portfolio auf Gigabit-Technologie aus. Das ist Fakt. Ein weiteres Thema, das uns aktuell beschäftigt, ist Time-Sensitive Networking (TSN). So stellen wir uns die Frage, ob TSN in jeder Kommunikationsform zu 100 Prozent gleich sein wird oder ob es doch kleine Abweichungen gibt. Ist CC-Link TSN wirklich dasselbe wie OPC UA FX TSN oder Profinet TSN? Was wir bei Hilscher auf jeden Fall sagen können: Wir werden mit der kommenden Chip-Generation alles abdecken.

Aber wir sprechen nicht nur über TSN, sondern über alles, wie zum Beispiel EtherCAT G, was mit Gigabit-Technologie in der Industrie kommuniziert. Wir sind ja ein Multiprotokoll-Lieferant, und das "Multi" nehmen wir dabei sehr ernst. Sicherheit ist auch in der nächsten Chip-Generation ein entscheidendes Thema. Die Kombination aus Hardware und Software inklusive TSN auf Gigabit-Niveau ist eine Herausforderung, der wir uns gestellt haben. Hier spielt Hilscher durch sein langjährig aufgebautes Know-how eine Vorreiterrolle. Mehr möchte ich aber vorerst nicht verraten. □

# 6

## HIGHLIGHTS

Fakten Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Ansys stellt eine eigene Version von ChatGPT vor, an der Uni Bayreuth wird die Batterie der Zukunft erforscht, an der Helmut-Schmidt-Uni in Hamburg entwickelt man den leistungsfähigsten Dünnscheiben-Laser-Oszillator und in Wuppertal wurde ein Fortschritt in der Optoelektronik gelandet.



Virtueller Assistent

## 1 AnsysGPT

Ansys erweitert die Integration von KI in sein Simulationsportfolio und seine Kunden-Community und kündigt die limitierte Beta-Version von AnsysGPT an, einem mehrsprachigen, konversationsfähigen virtuellen KI-Assistenten, der die Art und Weise, wie Ansys-Kunden Support erhalten, revolutionieren wird. AnsysGPT wurde mit Hilfe der hochmodernen ChatGPT-Technologie entwickelt.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2713305](https://www.industr.com/2713305)

Energiespeicher der Zukunft

## 2 Carnot-Batterie

Für eine Transformation der Energieversorgung, die fossile Brennstoffe durch erneuerbare Energiequellen ersetzt, bedarf es neuer Technologien zur Speicherung von Solar- und Windstrom. Eine vielversprechende Technologie sind Carnot-Batterien, die Strom in Form von Wärme zwischenspeichern und deren Entwicklung sich die **Universität Bayreuth** in einem aktuellen Projekt widmet.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2711516](https://www.industr.com/2711516)

Ursachen und Prävention

## 3 Batteriebrand

Die Hauptursachen für Batteriebrände in Elektrofahrzeugen liegen in Fehlfunktionen des Batterie-Management-Systems, äußeren Einflüssen wie Kabelbränden oder Überhitzung durch mangelhaftes Kühlsystem. Um solche Brände zu verhindern, sind sorgfältiges Design, Qualitätssicherung, frühzeitige Fehlererkennung und Batteriemangement von entscheidender Bedeutung.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2712623](https://www.industr.com/2712623)

EU bekämpft den Misstand

## 4 Chip-Knappheit

Die weltweite Nachfrage nach Mikrochips steigt rasant an: Es wird erwartet, dass sie sich bis 2030 verdoppelt. Das Problem: Mikrochips sind wesentliche Bestandteile moderner Schaltkreise. Halbleiter werden in praktisch allen Bereichen eingesetzt, von Geräten im Gesundheitswesen, Fernseh- und Audiotechnik, PC-Daten- und -verarbeitung bis hin zu industriellen Anwendungen.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2714645](https://www.industr.com/2714645)

Des Rätsels Lösung

## 5 Laser-Oszillator

Wissenschaftler der **Helmut-Schmidt-Universität** in Hamburg haben einen besonders leistungsfähigen Dünnscheiben-Laser-Oszillator entwickelt, der Spitzenleistungen bringt, die bisher nur durch mehrfache Verstärkung mit komplexen und riesigen Lasersystemen erreicht werden konnten. Das neue Gerät könnte helfen, das größte Rätsel der modernen Physik zu entschlüsseln.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2704720](https://www.industr.com/2704720)

Fortschritt in der Optoelektronik

## 6 Dehnbare Elektronik

Dehnbare Elektronik wird immer gefragter und prägt den technischen Fortschritt unserer Zeit mit. Mit flexiblen elektronischen Systemen lassen sich neue Anwendungsfelder erschließen. Wissenschaftlern der **Bergischen Universität Wuppertal** ist es nun gelungen, einen neuartigen Designansatz für die dafür benötigten Bauelemente zu entwickeln.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2705179](https://www.industr.com/2705179)

# Industrial Ethernet

Cat 5  
Cat 6  
Cat 7

Anwendungen für Roboter und Schleppketten

“Auch als kundenspezifische Hybridleitungen”



**SPECIAL CABLES**  
**SAB**  
BRÖCKSKES



**sps** smart production solutions  
14.-16.11.2023 / Nürnberg  
Halle 2 / Stand 2-330

**SAB** CATLine

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





## Smart, effizient und sicher **IOT VERNETZT WELTEN**

Objekte mit Internetverbindung sammeln und senden Daten. In Industrie- und Produktionsunternehmen optimiert das IoT Abläufe, spart Ressourcen und sagt Ausfälle voraus. Doch Datenschutz und Sicherheit sind essenziell in diesen vernetzten Umfeldern.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E BILD: iStock, bubaone

Mit der IoT-Technologie werden alltägliche Objekte mit einer Internetverbindung ausgestattet, um Daten zu sammeln, zu senden und zu empfangen. Von Haushaltsgeräten über Industriemaschinen bis hin zu tragbaren Gadgets – IoT ermöglicht die nahtlose Kommunikation zwischen physischen und virtuellen Welten.

Die „Intelligenz“ von IoT-Geräten liegt in ihrer Fähigkeit, Daten zu analysieren und Aktionen auszuführen, ohne menschliches Eingreifen. Smarte Thermostate lernen die Temperaturpräferenzen der Anwender und optimieren autonom den Energieverbrauch. Produktionsleiter nutzen IoT, um Prozessdaten und Maschineninformationen in Echtzeit zu erhalten, was zu höherer Effizienz und Produktivität führt.

Effizienz ist eine treibende Kraft hinter IoT. Unternehmen können etwa Produktionsprozesse überwachen, um Ausfälle vorherzusagen, Wartung zu optimieren und Ressourcen zu sparen. Städte setzen auf vernetzte Straßenlaternen, um die Beleuchtung auf Bedarf und Verkehrsaufkommen anzupassen. Dies reduziert Kosten und verbessert die Lebensqualität.

IoT verändert zweifellos die gesamte Welt. Es eröffnet neue Geschäftschancen und verändert grundlegend, wie wir mit der Welt interagieren. Gesundheitswesen, Logistik, Verkehr – keine Branche bleibt unberührt. Dennoch bringen die massive Vernetzung und Datensammlung auch Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der -sicherheit mit sich. Die Menge an generierten und vor allen Dingen kritischen Daten erfordert robuste Sicherheitsprotokolle und sichere Netzwerke, um Missbrauch zu verhindern. □



Präzise Taktgeber für Anwendungen des IoT

# Mit Schwung ins Internet der Dinge

Die zunehmende Integration von elektronischen Steuerungen in Alltagsprodukten erfordert präzise Zeitsteuerung und Synchronisierung mittels Quarzen und Oszillatoren. Besonders im Kontext des Internet der Dinge (IoT) gewinnen genaue Frequenzreferenzen an Bedeutung, um effiziente Kommunikation und Datenverarbeitung zu gewährleisten. Die richtige Auswahl und Konfiguration dieser Bauteile beeinflusst Stromverbrauch, Leistung und Kosten von batteriebetriebenen Geräten wie intelligenten Stromzählern und anderen IoT-Anwendungen.

TEXT: Axel Gensler & Christian Büchler, Jauch Quartz BILDER: Jauch Quartz; iStock; by-studio



Pushing Performance  
Since 1945



PEOPLE. POWER. PARTNERSHIP.

Immer mehr Produkte in unserem Alltag enthalten eine elektronische Steuerung, die immer öfter durch einen  $\mu$ -Controller gesteuert wird. Das fängt bei dem Smartphone an und reicht über die Smartwatch bis hin zu Smart Home Anwendungen und Smart Metern. Dass die Geräte ohne Probleme funktionieren und reibungslos miteinander kommunizieren, davon gehen wir aus. Damit jedoch alles einwandfrei funktioniert, muss jedes Detail aufeinander abgestimmt sein und jedes Bauteil passend ausgewählt werden. Quarze und Oszillatoren spielen dabei eine zentrale Rolle, da sie eine genaue und stabile Referenzfrequenz liefern. So gewinnt im Zeitalter des Internets der Dinge (IoT) die zeitlich präzise Steuerung sowie die Synchronisierung von vernetzten Geräten zunehmend an Bedeutung.

### Quarz intern

Gerade für IoT-Anwendungen ist die zeitlich präzise Steuerung von entscheidender Bedeutung, sei es für die Datenprotokollierung, Echtzeit-Kommunikation oder Koordination von Sensornetzwerken, deren Sensoren in der Regel mit einer Funkschnittstelle ausgestattet sind, und die oft eine batteriebetriebene Spannungsversorgung aufweisen. Ein frequenzstabiler Quarzoszillator gewährleistet in derartigen Anwendungen eine zuverlässige Synchronisierung und ermöglicht eine effiziente Datenverarbeitung sowie eine optimale Kommunikation zwischen den Geräten.

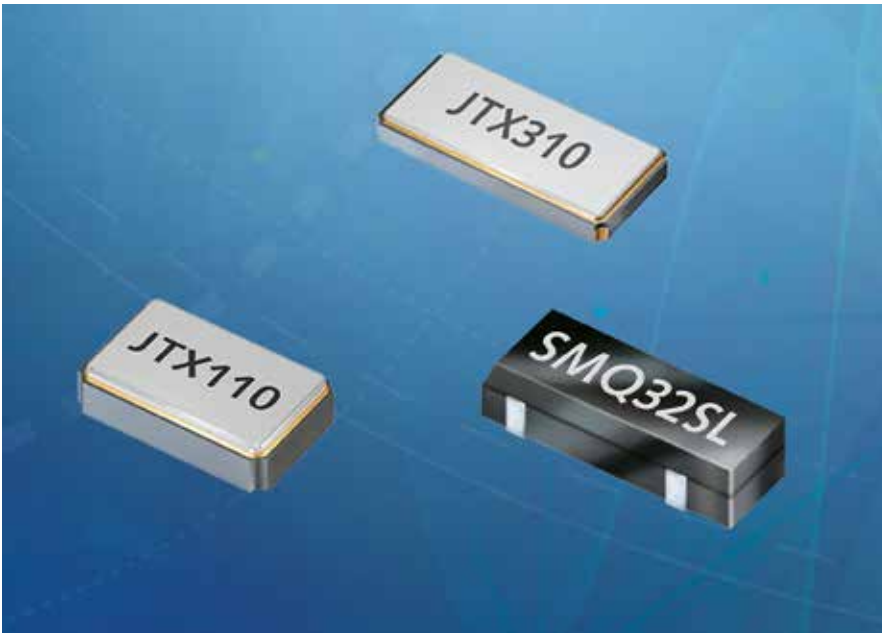
Der Schwingquarz wird in der Regel in einer Pierce-Schaltung verbaut. Die Darstellung der Grundschialtung

## KLEINER, SCHNELLER, SMARTER

### Ethernet Connectivity für die industrielle Transformation

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

[www.HARTING.com/industrial-ethernet](http://www.HARTING.com/industrial-ethernet)



Jauch Quartz verfügt über ein breites Portfolio von Taktgebern, die sich für den Einsatz in IoT-Anwendungen eignen.

zeigt, dass sie im Wesentlichen aus zwei Teilen besteht: Das ist zum einen die Resonanzschleife, in der die eigentliche Oszillation stattfindet sowie zum anderen die Rückkopplungsschleife, die die Schaltung erst zum Schwingen anregt und sie danach weiter mit Energie versorgt, um Verluste in der Resonanzschleife auszugleichen. Der Quarz in der Resonanzschleife sorgt hierbei dafür, dass die Schwingung einzig bei seiner Resonanzfrequenz stattfindet, indem er ausschließlich bei dieser Frequenz seine höchste Resonanzgüte aufweist.

Ein repräsentatives Beispiel für ein kommerzielles IoT-Gerät sind die intelligenten Stromzähler oder elektronische Verbrauchszähler für Wasser- oder Heizkosten mit drahtloser Anbindung der Sensoren und drahtloser Ablesung und Übertragung der Verbrauchswerte. Smart Meter empfangen und senden Daten und sind somit in ein Kommunikationsnetz eingebunden. Die besonderen Anforderungen, die hierbei an den eingebauten Quarz oder Oszillator gestellt werden, sind: geringe Kosten, ein niedriger Stromverbrauch sowie eine hohe Frequenzstabilität.

Verschiedene frequenzbestimmende Bauelemente kommen in dem Konzept der Verbrauchsdatenerfassung zum Einsatz, um eine reibungslose Datenverarbeitung zu gewährleisten. In der Sensorik werden beispielsweise Stimmgabelquarze für den Betrieb des RTCs verwendet, beispielsweise zur Steuerung der Wach- und Standbyphase der Sensoren. Des Weiteren werden oft AT-Cut MHz Quarze für den Betrieb des Prozessors und der Funkschnittstelle eingesetzt.

Insbesondere für die Funkkommunikation empfiehlt es sich, geeignete Quarze mit hoher Frequenzstabilität und einem sehr niedrigen Resonanzwiderstand zu verwenden, die speziell für die Anforderungen von IoT-Anwendungen (Wireless-Anwendungen) entwickelt wurden. Typische Frequenzen sind zum Beispiel 24,0 / 26,0 / 32,0 / 37,40 / 38,40 oder 40,0 MHz, die meist in Wireless-Anwendungen wie Bluetooth low Energy (BLE), Bluetooth Smart, Zigbee, ISM, LoRa, LPWAN usw. eingesetzt werden.

Die drahtlose Kommunikation über zum Beispiel ein 4G/LTE-Mobilfunknetz direkt in die Cloud oder WLAN

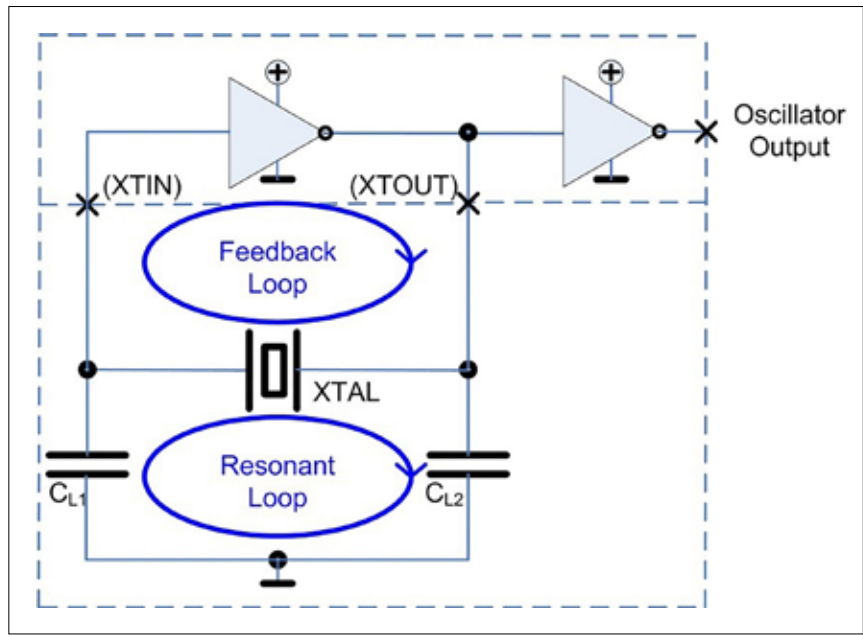
(WLAN-Router) erfordert hingegen meist den Einsatz eines sehr frequenzstabilen TCXOs oder VCTCXOs.

Die oben erwähnten Smart Meter rückten jüngst ins Zentrum der Aufmerksamkeit, da die Bundesregierung Ende Mai beschloss, den Einbau der modernen Stromzähler vorzuschreiben. Damit der Quarz in IoT-Geräten reibungslos und zuverlässig schwingt, müssen beim Design der Leiterplatte einige Parameter beachtet werden:

## Quarz und Stromverbrauch

Der Stromverbrauch ist insbesondere bei batteriebetriebenen Anwendungen ein wichtiger Faktor. Die Wahl des richtigen Quarzes mit der auf die Applikation abgestimmten Spezifikation hilft dabei, die Stromaufnahme gering zu halten. In batteriebetriebenen Geräten kann beispielsweise durch geeignete Wahl des Taktgebers die Lebensdauer der Batterie verlängert werden, um die Betriebszeit des Geräts zu optimieren. Die Kombination von energieoptimierten  $\mu$ -Controllern in Verbindung mit Uhrenquarzen ist oft die passendste Lösung.

Ein Schwingquarz besteht aus einer Pierce-Schaltung, die sich aus zwei Loop-Teilen zusammensetzt.



Der Einfluss einer energiesparenden Quarzschaltung ist aber auch für netzgebundene Geräte nicht zu unterschätzen, denn der Stromverbrauch des Gesamtgeräts wirkt sich maßgeblich auf die Stromkosten aus. Folgende Rechnung verdeutlicht diese Auswirkungen an unserem Beispiel der Smart Meter: Jeder der angedachten 53 Millionen in Deutschland installierten Zähler wird mit ein bis zwei Watt Strom betrieben. Bei einem Watt Verbrauch über 24 Stunden pro Tag mal 365 Tage im Jahr ergibt sich ein Verbrauch von rund 8,8 KWh pro Jahr für den Betrieb eines Zählers. Legt man den durchschnittlichen Preis von 0,30 € pro Kilowattstunde zugrunde, sind das 2,64 € pro Jahr.

Nun scheinen 2,64 € nicht viel zu sein, aber multipliziert mit 53 Millionen Zählern ergeben sich daraus runde 140 Millionen € an Stromkosten allein für den Betrieb der Zähler. Eine Stromersparung von nur 10 Prozent über ein Jahr ergibt eine Einsparung von 14 Millionen €. Wir sehen: Die Verwendung eines effizienten Prozessors gepaart mit der geeigneten Taktung kann zu einer Reduzierung des Stromverbrauchs und

damit auch zu Kosteneinsparungen führen. Wird also eine stabile Frequenz mit einem möglichst stromsparenden Bauteil benötigt, so fällt die Wahl in der Regel auf eine Oszillatorschaltung mit einem 32,768 kHz Schwingquarz.

Außerdem ist das Anschwingverhalten des Taktgebers in Oszillatorschaltungen ein wichtiger Faktor. Bei der kleinsten zur Verfügung stehenden Versorgungsspannung soll der Quarz möglichst schnell anschwingen und dann eine gute Frequenzstabilität über den gesamten Temperaturbereich aufweisen. Jedoch kann es bei den quarzspezifischen Parametern zu Wechselwirkungen mit der Treiberschaltung kommen.

### Wechselwirkung der Parameter

Der Effekt der Miniaturisierung der Schwingquarze wird oft unterschätzt. Eine Verkleinerung der Größe bedeutet üblicherweise auch eine Verkleinerung der im Inneren verbauten Quarzscheibe (auch Quarzblank genannt). Dies führt in der Regel zu einer Erhöhung des ESR-Wertes (Equivalent Series Resistance). Gerade dieser Serienwiderstand sollte

aber so gering wie möglich sein, um einen hohen „Q“-Wert und ein zuverlässiges Anschwingen zu gewährleisten. Außerdem ist zu beachten, dass ein höherer ESR-Wert den Stromverbrauch der Treiberschaltung erhöht. Denn um den Quarz in Schwingung zu halten, muss er permanent mit Energie versorgt werden, da ein höherer ESR größere Verluste verursacht, die wieder entsprechend ausgeglichen werden müssen.

Die anwendungsspezifischen Anforderungen an den kHz-Oszillatortwurf können durch die Verwendung geeigneter Quarze optimiert werden. Diese Anforderungen beziehen sich auf die Genauigkeit, wie beispielsweise die Frequenzstabilität über den Temperaturbereich. Zudem kann mit Hilfe eines niedrigeren ESR-Wertes (Equivalent Series Resistance) der Schwingsicherheitsfaktor beim Anlaufen der Oszillation deutlich verbessert und der Stromverbrauch bei batteriebetriebenen Geräten optimiert werden. Es gilt: Quarze mit besonders niedrigem ESR und geringer Lastkapazität haben in der Regel die kürzeste Anlaufzeit und verbrauchen in der Praxis am wenigsten Strom. □

Das Internet of Things (IoT) im Griff

# GEFAHR ERKANNT, GEFAHR GEBANNT?

Mit der steigenden Vernetzung und dem zunehmenden Einsatz von Standard-IT-Technologien in allen Bereichen der Industrie – und nicht nur dort – haben sich auch die Cyber-Bedrohungen und -Attacken massiv erhöht. Damit sind Hersteller und Anbieter von IoT-Systemen sowie die Systemintegratoren gefordert, diesen potenziellen Risiken entgegenzuwirken. Deshalb stelle ich die Frage: „Was sind die größten Herausforderungen für das IoT im Hinblick auf Sicherheit?“

UMFRAGE: Leopold Bochtler, E&E    BILDER: Arrow, G Data, Heitec, Kaspersky, TQ-Embedded, TTTech; iStock, Tigatelu





## FLORIAN FREUD

Rechtsgrundlagen rund um DSGVO und neue beziehungsweise kommende Richtlinien wie der EU Cyber Security Act müssen eingehalten werden. Wichtig ist dabei, die Einbindung von Geräten für Anwender so einfach wie möglich zu halten und dabei dennoch die eigenen Daten zu schützen. Hersteller von Geräten benötigen praktikable Methoden für das Key Provisioning und die Kooperationen mit Cloud-Anbietern. All das muss innerhalb der vom Gesetzgeber vorgegebenen Fristen implementiert werden. Eine weitere Herausforderung ist die sich ständig verändernde Bedrohungslandschaft, die wir aus der IT-Welt gut kennen, die aber im Bereich der Operating Technology (OT) für viele Unternehmen durchaus neu ist.

Director Engineering, Central Europe,  
Arrow Electronics



## TIM BERGHOFF

Die Evolutionsgeschwindigkeit für IoT-Geräte ist geradezu halbsprecherisch. Die Entwicklung in jeder Hinsicht nachhaltig zu gestalten, ist die größte Herausforderung für die Zukunft. Es muss sichergestellt sein, dass ein Gerät herstellerseitig noch mindestens einige Jahre mit Sicherheitsupdates versorgt wird, damit es nicht schon Monate nach dem Kauf als unsicherer Elektroschrott endet. Einheitliche Sicherheitsstandards und eine gesetzliche Verpflichtung für Hersteller zur Modellpflege und zum Datenschutz sind essenziell. Sicherheit und Datenschutz müssen dringend Teil des Entwicklungsprozesses werden – und ihre Kernfunktionalität darf nicht zwingend an einzelne Onlinedienste gebunden sein.

Security Evangelist,  
G DATA CyberDefense



## SEBASTIAN SCHENK

Das Internet der Dinge hat sich rasant entwickelt. Mit den Vorteilen durch die zunehmende Vernetzung von Geräten und Sensoren wachsen aber auch die Sicherheitsrisiken, die oft unzureichend beachtet werden. Viele IoT-Geräte haben eine lange Lebensdauer und es besteht die Gefahr, dabei Sicherheitsupdates zu vernachlässigen, was dementsprechend Angriffspunkte für Datendiebstahl eröffnet. Außerdem führt nicht nur die heterogene, verteilte IoT-Struktur, sondern vor allem auch die mangelnde Standardisierung von Sicherheitsprotokollen zu Inkonsistenzen. Um das IoT durchgängig sicherer und datenschutzfreundlicher zu gestalten, erfordert es gemeinsame Anstrengungen der Endanwender, Hersteller sowie Regierungsbehörden.

Teamleiter Produktmanagement /  
Marketing, Heitec



## CHRISTIAN FUNK

Die Herausforderungen sind vielfältig; Schwachstellen in Geräten, unzureichende Standards, schwache Authentifizierungsmaßnahmen, mangelnde Verschlüsselung, ungeschützte Endpunkte und mangelnde Update-Politik gefährden die Sicherheit von Unternehmen. Zudem entstehen durch die Vernetzung neue Angriffsflächen für Angreifer sowie Risiken durch Datenschutzverletzungen, so dass sensible Daten unerlaubt und gegebenenfalls für Spionagezwecke genutzt werden könnten. Eine umfassende Sicherheitsstrategie sowie kontinuierliche Aktualisierungen und klare Datenschutzrichtlinien sind daher essenziell, um diese Risiken deutlich zu minimieren.

Lead Security Researcher der Region  
DACH im Global Research & Analysis  
Team (GReAT), Kaspersky

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Ansys.....	14	Kaspersky.....	22
Arrow Electronics.....	22	KDPOF.....	44
Becker & Müller.....	49	Kingbright.....	45
Bergische Universität Wuppertal.....	14	Kontron.....	5
BMK.....	57	Mathworks.....	63
Conrad Electronic.....	7, U3	MES Electronic.....	39
Creative Dock.....	60	Mouser Electronics.....	36
Detakta.....	6	Phoenix Contact.....	28
Display Elektronik.....	43	SAB Bröckskes.....	15
Elma.....	59	Schukat.....	27, 55
ept.....	32	Schurter.....	37
Finder.....	U4	Seco Northern Europe.....	3
Fischer Elektronik.....	35	Siglent.....	U2
Fraunhofer IPMS.....	8	Teledyne.....	14
G Data CyberDefense.....	22	TQ-Embedded.....	22
Glyn.....	50	Traco Power.....	31
Harting.....	19	TTTech Industrial Automation.....	22
Heitec.....	22	Twaice.....	25
Helmut-Schmidt-Universität.....	14	Universität Bayreuth.....	14
Hilscher.....	Titel, 10, 11		
Hy-Line.....	40		
Jauch Quartz.....	18		

IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller  
**Head of Value Manufacturing** Christian Fischbach  
**Redaktion** Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Leopold Bochtler (-922), Matej Gavranovic (-927), Rieka Heine (-901), Dana Neitzke (-930), Ragna Iser (-898)  
**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net  
**Head of Sales** Kilian Müller  
**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Ilka Gärtner (-921), Alexandra Klasen (-917); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2023  
**Inside Sales** Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929); sales@publish-industry.net  
**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtfinger Straße 7, 81379 München, Germany  
 Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net  
**Geschäftsführung** Kilian Müller, Martin Weber  
**Leser- & Aboservice** Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuservice.de  
**Abonnement** Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 6 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährlich erscheinende Jahrbuch der Industrie, INDUSTRY.forward HAKAHAKA.  
**Jährlicher Abonnementpreis**  
 Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuservice.de  
**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing)  
**Herstellung** Veronika Blank-Kuen  
**Gestaltung & Layout** Schmucker-digital, Lärchenstraße 21, 85646 Anzing, Germany  
**Druck** F&W Druck- und Mediocenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany  
**Nachdruck** Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.  
**ISSN-Nummer** 1869-2117  
**Postvertriebskennzeichen** 30771  
**Gerichtsstand** München  
**Der Druck der E&E erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.**



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



KONRAD ZÖPF

Das Thema Security ist leider ein Moving Target: Die Hacker entdecken ständig neue Schwachstellen bzw. entwickeln neue Angriffsmethoden und Geschäftsmodelle – ein Gerät das heute nach allen Regeln der Kunst entwickelt wurde, kann morgen schon ein Problem haben. Als Beispiel kann man hier die Side-Channel-Attacken auf die Halbleiter nennen, die teilweise vollkommen neue Angriffsvektoren nutzen. Den Anbietern von IoT-Geräten bleibt daher nichts Anderes übrig, als laufend neue Security-Updates zu entwickeln. Daher muss man von Anfang an sichere Update-Mechanismen und -Strategien einplanen, um auch noch nach Jahren bei den IoT-Devices „im Feld“ eine Sicherheitslücke schließen zu können.

Deputy Director, TQ-Embedded



GEORG STÖGER

Das größte Angriffsrisiko besteht bei Cloud-basierten Systemen, aber dort sind Sicherheitsmaßnahmen gegen unbefugte Zugriffe und Manipulation in der Regel bereits gut etabliert. Die Integration heterogener Geräte und Protokolle an der Edge ist schwieriger und erfordert einen kohärenten Ansatz für die Cybersecurity, beispielsweise durch eine IEC 62443-Zertifizierung, um so Schwachstellen zu minimieren. Essenzielle Bestandteile hierfür sind laufende Identifikation von Vulnerabilities durch eigene und Dritthersteller-Komponenten (open source!) und Patch-Management, was in einer dezentralen Infrastruktur unbedingt automatisiert werden sollte. Zudem müssen Datenschutzbestimmungen eingehalten werden, um personenbezogene Daten zu schützen, die u.a. durch das notwendige Access Logging und Monitoring anfallen. Schulung und Sensibilisierung des Bedienpersonals sind im IoT Bereich ebenfalls unerlässlich.

Director Training & Consulting, TTTech Industrial Automation

## VON DEN WISSENSCHAFTLICHEN URSACHEN ZUR PRÄVENTION

# Batteriebrände verstehen

Erfahren Sie, warum Batteriebrände bei E-Fahrzeugen seltener auftreten als bei Verbrennern und wie Präventivmaßnahmen das Risiko weiter minimieren können. Lennart Hinrichs von Twaice erklärt die Hauptursachen für Batteriebrände und betont die Bedeutung von sicherem Design, Qualitätssicherung und frühzeitiger Erkennung von Defekten.

**TEXT:** Lennart Hinrichs, Twaice **BILDER:** Twaice; iStock, cobol1964

Auch als die genauen Umstände des brennenden Transportschiffes "Fremantle Highway" in der Nordsee noch gar nicht geklärt waren, dominierten schon Informationen und Fotos von einer entfachten Batterie aus einem von 25 E-Autos, die sich unter 2.975 Verbrenner an Bord befinden. Eine der Batterien eines Elektroautos wurde als Brandursache deklariert. Grundsätzlich sind Batteriebrände extrem

seltener. Laut diverser Untersuchungen finden E-Fahrzeuge weit weniger oft Feuer als Verbrenner-PKW, und sie würden auch nicht heftiger brennen als diese. Fakt ist jedoch, dass sich das Löschen von Batterien aufgrund ihrer technischen und chemischen Beschaffenheit als Herausforderung gestaltet. Generell ist es eine Mammutaufgabe für Feuerlöschschiffe und deren Crew, Brände auf Schiffen zu löschen.

Dieses generelle Problem steht aber nicht im Zusammenhang mit Elektrofahrzeugen wie auch der jüngste Vorfall in New Jersey bewies. Das Tätigkeitsfeld und Forschungsgebiet von Twaice fokussiert sich auf Batterieanalytik, daher nimmt Lennart Hinrichs, VP Strategic Partnerships bei Twaice mögliche Ursachen von Batteriebränden und Gegen- und Präventivmaßnahmen mal genauer unter die Lupe.





Die Grafik verdeutlicht die wichtigsten Brandursachen rund um die Batterie.

## Ursachen für Batteriebrände

Spricht man über Batteriebrände, kann man hauptsächlich zwei Bereiche orten: Die Batterie selbst und äußere Umstände. Ein Mangel an der Batterie, der zu einem unsicheren Betrieb führen könnte, wäre beispielsweise eine Fehlfunktion des Batterie-Management-Systems, die zu einem Überladen der Batterie führen könnte. Dies verursacht übermäßige Hitze in der Batterie. Die Wärmeentwicklung kann weitere Reaktionen auslösen, die einen internen Kurzschluss verursachen können.

Generell kann eine Nutzung im Grenzbereich den Gesundheitszustand der Batterie im Laufe der Zeit verschlechtern und zu einer Schwellung der Batterie führen, wodurch sie anfälliger für Brände würde. Auch Herstellungsfehler oder mangelhafte Qualitätskontrolle ebenso wie physische Schäden an der Batterie wie zum Beispiel Einstiche, Quetschungen oder ständiger Druck auf das Batteriegehäuse könnten zu internen Kurzschlüssen und Batteriebränden führen – die Wahrscheinlichkeit solcher Risiken ist jedoch extrem gering. Die wenigsten Sicherheitsvorfälle sind auf die Batterie selbst zurückzuführen.

Es gibt viele Faktoren rund um eine Batterie, die versagen können. Hier handelt

es sich um den „äußeren Risikobereich“. Um hier nur ein Beispiel zu nennen ist das Kühlsystem eines Elektrofahrzeugs oder eines Energiespeichersystems darauf ausgelegt, den optimalen Temperaturbereich der Batterie – in der Regel zwischen 20 und 40 °C – aufrechtzuerhalten.

Ein Überschreiten der sicheren Betriebstemperatur (über einen längeren Zeitraum) aufgrund eines Ausfalls des Kühlsystems kann zu beschleunigter Alterung, könnte aber auch zu einem Brand führen. Auch Kabelbrände können eine Ursache sein, denn wenn Kabel innerhalb einer Batterie beschädigt werden, zum Beispiel durch mechanische Beanspruchung, durch extremen Fahrzeugbetrieb oder unsachgemäße Wartung, führt dies zur Überhitzung der Kabel, die schließlich einen Brand auslösen können.

## Sinnvolle Präventivstrategien

Ganz genauso wie bei herkömmlichen Verbrennerfahrzeugen ist die wirksamste Strategie gegen Brände von Elektrofahrzeugen eine möglichst umfassende Vorsorge. Dazu gehören die ordnungsgemäße Auslegung, Beschaffung, Installation, Wartung und Überwachung dieser Systeme, um eine frühzeitige Erkennung und Behebung von Fehlern, die zu einem

Brand führen könnten, zu gewährleisten. Außerdem sollten die Nutzer über sichere Praktiken und potenzielle Gefahren im Zusammenhang mit dem unsachgemäßen Umgang mit diesen Systemen aufgeklärt werden. Hier sind vier Faktoren:

**1. Sichere Bauweise:** Ein gutes Design spielt eine entscheidende Rolle bei der Vorbeugung von Batteriebränden. Es beginnt mit der Auswahl der besten Batteriezellen, des Batteriemanagementsystems (BMS) und des Systemdesigns, die den unterschiedlichen Betriebsbedingungen und Belastungen standhalten. Das Design sollte auch den sicheren Verschluss von Batteriekomponenten, insbesondere des brennbaren Elektrolyts, gewährleisten.

Darüber hinaus sollte die Architektur von Batteriepaketen, insbesondere in Elektrofahrzeugen oder Energiespeichersystemen, so konzipiert sein, dass Ausfälle isoliert werden und die Fehlfunktion einer einzelnen Zelle nicht auf andere Zellen übergreifen kann (thermal propagation), wodurch das Risiko eines größeren Brandes grundsätzlich schon verringert wird. Der Einbezug robuster Wärmemanagementsysteme bereits in die Konstruktion gewährleistet ebenso eine wirksame Wärmeableitung und kann Überhitzungen wirksam verhindern.

# Super Flat



## MEAN WELL Power Supplies Serien NSP-1600 und NSP-3200

- 1.6 kW und 3.2 kW High Power
- Flache Bauform (nur 41 mm Höhe)
- Ausgangsspannung programmierbar
- Bis zu 94,5 % Wirkungsgrad
- 5 Jahre Herstellergarantie

### Distribution by Schukat electronic

- Über 250 Hersteller
- 97 % ab Lager lieferbar
- Top-Preise von Muster bis Serie
- Persönlicher Kundenservice

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

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

**SCHUKAT**  
electronic

## 2. Sorgfältige Qualitätssicherung:

Eine wesentliche Präventivmaßnahme gegen Batteriebrände liegt in der sorgfältigen Qualitätssicherung bei der Herstellung von Batteriesystemen, angefangen bei der Zellproduktion bis hin zum finalen Einbau in das Fahrzeug. Strenge Grenzwerte bei Eingangs- und End-of-Line-Tests sorgen zwar für eine höhere Ausschussquote, sind jedoch notwendig, um spätere Fehlfunktionen so gut wie möglich auszuschließen. Fehler müssen so früh wie möglich identifiziert werden.

## 3. Frühzeitige Erkennung von Defekten:

Eine kontinuierliche Überwachung der Batterien ist unerlässlich. Alle festgestellten Anomalien sollten eine Warnung auslösen oder, falls erforderlich, das System abschalten, um weitere Schäden zu verhindern. Der Einsatz fortschrittlicher Diagnosetools und -verfahren kann dazu beitragen, potenzielle Probleme frühzeitig zu erkennen, noch bevor sie zu spürbaren Leistungseinbußen führen können. Batterieanalytik-Software kann zum Beispiel Anomalien im System erkennen, die sich in verschiedene Risikostufen einteilen lassen. Das schafft eine zweite Sicherheitsebene und ermöglicht einen rechtzeitigen Austausch. Regelmäßige Inspektionen und Wartungen können ebenfalls zur frühzeitigen Erkennung von Defekten beitragen. So können zum Beispiel physische Anzeichen von Batterieschäden, wie Schwellungen oder Auslaufen, auf ein internes Problem hinweisen.

## 4. Identifizierung potenzieller Ursachen für sogenanntes Thermal Runaway:

Thermal Runaway beschreibt die Überhitzung einer Zelle, die dazu führen kann, dass sich benachbarte Zellen ebenfalls überhitzen, wodurch eine Kettenreaktion, eine so genannte thermische Ausbreitung, entsteht. Ein weiterer entscheidender Aspekt bei der dedizierten Vermeidung von

Batteriebränden ist daher die frühzeitige Erkennung potenzieller Ursachen für Thermal Runaway. Leistungsfähige Batteriemagementsysteme sind in dieser Hinsicht von entscheidender Bedeutung.

Diese Systeme überwachen und steuern die Betriebsbedingungen der Batterie, einschließlich Ladezustand und Temperatur, und können eingreifen, wenn abnormale Bedingungen festgestellt werden. So kann das BMS beispielsweise eine Überladung oder Entladung verhindern und die Batterie abschalten, wenn die Temperatur ein sicheres Niveau überschreitet. Darüber hinaus kann Batterieanalytik eine zweite Sicherheitsebene bieten, indem sie frühzeitig Indikatoren für einen sich verschlechternden Batteriezustand und Ursachen für Thermal Runaway wie zum Beispiel Lithium plating erkennt. Bei diesem Vorgang bildet sich beim Laden der Batterie metallisches Lithium und lagert sich ab, so dass sich die Lebensdauer des Akkus verringert und sogar ein Kurzschluss oder Brand entstehen kann.

Die regelmäßige Inspektion und Wartung von Batterien können auch dazu beitragen, äußere Anzeichen für potenzielle Probleme zu erkennen, wie zum Beispiel Schwellungen oder Auslaufen, die auf die Gefahr eines Thermal Runaway hinweisen können. Werden die Anzeichen jedoch rechtzeitig erkannt und behandelt, wird das Risiko von Batteriebränden minimiert.

## Fazit

Die Gewinnung, Speicherung und Nutzung alternativer Energien haben ebenso Vor- und Nachteile, Chancen und Risiken, wie die der hergebrachten Energien. Nur, wenn wir überlegt analysieren und wissenschaftlich fundiert beobachten, können wir gemeinsam den Antrieb unserer Welt ökologisch sinnvoller gestalten. □

ZUVERLÄSSIGE KOMMUNIKATION UND EINBINDUNG IN PoE

# Sicherer Datenstrom

Die Integration von Power-over-Ethernet (PoE) in verschiedene Anwendungen wie Access Points und Kameras erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung von elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) und Isolationsfestigkeit, um zuverlässige Kommunikation und Stromversorgung über ein Ethernet-Kabel sicherzustellen. Die Herausforderungen und Möglichkeiten dieser Technologie prägen den zukünftigen Trend von PoE-Anwendungen.

TEXT: Sebastian Schriek & Nadine Schneider, Phoenix Contact

BILDER: Phoenix Contact; iStock, Andrii Sedykh

Für Access Points, Kameras und weitere Anwendungen, die kommunizieren können und mit Strom versorgt werden müssen, wird „Power over Ethernet“ (PoE) immer häufiger verwendet. Der Vorteil: Kommunikation und Versorgung finden über das gleiche Ethernet-Kabel statt. Die neue Generation Uno Power von Phoenix Contact lässt sich optimal in PoE-Anwendungen einbinden und sorgt für eine sichere und zuverlässige Kommunikation.

PoE umfasst einen großen Bereich, von der Versorgung von Einzelgeräten, wie einem einfachen WLAN-Accesspoint, bis hin zu großen komplexeren Anwendungen, wie einem kompletten Überwachungssystem. Welche Anforderungen an Stromversorgungen stellen Anwendungen mit zwei oder mehr aktiven PoE-Teilnehmern?

Grundsätzlich lässt sich jede PoE-Anwendung in die Bereiche Power Sourcing Equipment (PSE) und Powered Device (PD) einteilen. Bei der „Erzeugung“ von PoE besteht das Grundprinzip einfach ausgedrückt darin, dass zwei Kabel zu einem zusammengefasst werden. Das heißt, ein Ethernet-Kommunikationskabel und 52-VDC-Spannung werden in einem Switch oder Injektor kombiniert und als PoE wieder ausgegeben. Der Vorteil liegt auf der Hand:

Endgeräte wie Kameras oder Access-Points können über die gleiche Leitung versorgt werden und kommunizieren. Je nach unterstütztem PoE-Standard ergeben sich damit bereitgestellte Leistungen zwischen 15.4 und 90 W. Die 90 W werden seit

dem Standard IEEE 802.3bt unterstützt. Übliche Elektroinstallationen versuchen normalerweise, die Leistungskabel möglichst von allen Kommunikationskabeln zu trennen. Bei PoE passiert genau das Gegenteil. Die Kommunikation wird auf die Versorgungsspannung moduliert. Welche besonderen Herausforderungen ergeben sich damit für Anwender und Hersteller?





Die neue Generation der Uno Power wurde eigens für den Einsatz in PoE-Anwendungen konzipiert.

bietet das Unternehmen zum Beispiel in der Smart Camera Box die Stromversorgung und den Switch komplett als ein Gerät an.

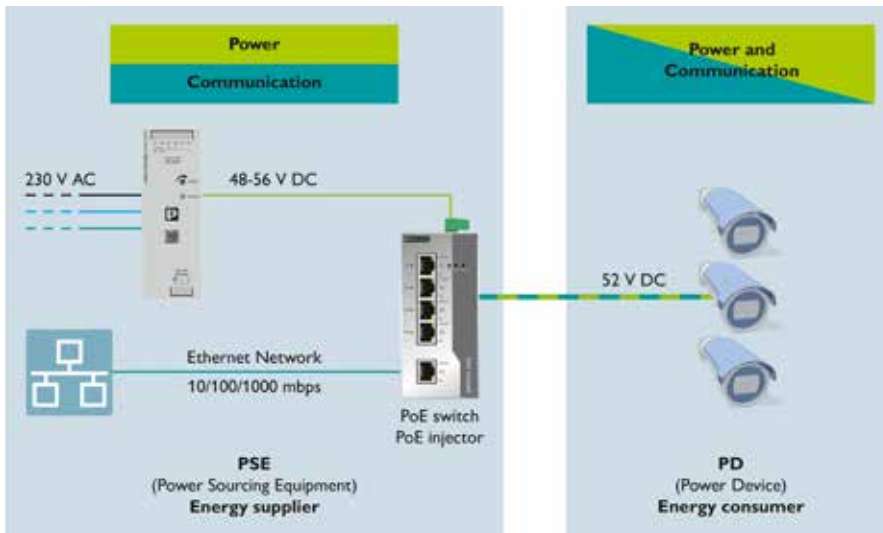
Wichtig sind auch die Rahmenbedingungen, wenn Stromversorgung und Switch separate Einheiten in der Anwendung darstellen. In nahezu jeder Applikation spielt das Thema „Elektromagnetische Verträglichkeit“ (EMV) eine wichtige Rolle. Deshalb legt Phoenix Contact bei allen Stromversorgungen großen Wert auf eine gute EMV-Performance der Geräte. Sowohl entwicklungsbegleitend als auch vor Markteinführung werden Messungen durchgeführt. Welchen Einfluss hat die EMV Performance einer Stromversorgung auf eine PoE-Anwendung? Und welche Konsequenzen hat das für das Gerätedesign? Zunächst muss dabei unterschieden werden zwischen leitungsgebundener und gestrahlter Störaussendung.

Alle Stromversorgungen, die das Unternehmen verlassen, sind grundsätzlich so konzipiert, dass Sie nicht nur die Industrie-, sondern auch die strengeren Haushaltsanforderungen für abgestrahlte Störaussendung erfüllen. Das fördert einen zuverlässigen Betrieb aller benachbarten Komponenten und steigert damit auch die Datenverfügbarkeit der PoE-Applikation.

## EMV beachten

Zunächst einmal müssen sich Anwender grundsätzliche Fragen beantworten: Welche Komponenten beziehungsweise Systemspannungen sind bereits vorhanden? Soll es eher eine hochintegrierte Anwendung sein oder soll sie aus Einzelgeräten bestehen? Grundsätzlich können Lösungen von Phoenix Contact hier in jede Richtung unterstützen. So

Gleichzeitig werden diese Stromversorgungen nicht durch Störstrahlungen, die von außen auf sie einwirken, negativ beeinflusst. Ihre hohe Störfestigkeit entsprechend der Norm EN 61000-6-2 wird immer auf industrielle Umgebungen ausgelegt, sodass im Hinblick auf PoE-Anwendungen ein reibungsloser Betrieb sichergestellt ist. Damit lässt sich dediziert festhalten das



Die Abbildung zeigt den typischen Aufbau einer Multiport PoE-Anwendung.

Uno Power äußerst geringe Störaussendungen produziert und gleichzeitig robust ist gegenüber Störeinstrahlung von außen.

### Weitere Herausforderungen

Mindestens genauso relevant wie gestrahlte EMV sind die leitungsgebundenen Störeinflüsse. Typischerweise fokussieren sich Akteure im industriellen Umfeld bei AC/DC Stromversorgungen ausschließlich auf die geleiteten Störungen durch die AC-Eingangsseite. Natürlich erfüllt Uno Power diese Anforderung. Deutlich seltener achten Anwender allerdings darauf, dass die DC-Ausgangsseite geringe Störaussendung aufweist.

Der Ethernet Switch nutzt die DC-Spannung als „saubere Grundlage“ und moduliert die Kommunikation auf diese Spannung. Damit hat leitungsgebundene Störung, die in den Switch gelangt, potenziell Einfluss auf die Qualität der Datenübertragung in der Anwendung. Uno Power wurde entsprechend der EN 61204 so entwickelt, dass die Störaussendung auf der 48-V- bis 56 V-Spannungsebene gering ist, um einen sicheren und vor allem ausfallfreien Betrieb von PoE-Verbrauchern sicherzustellen. Je „sauberer“ die Spannung der Stromversorgung, desto besser kann das versorgte Gerät im Feld die Kommunikationsinformationen von der Versorgung unterscheiden.

### Sicherheit durch Isolationsfestigkeit

Neben einer zuverlässigen Kommunikation kommt selbstverständlich der Sicherheit von Leib und Leben in allen Anwendungen von AC/DC Stromversorgungen eine besondere Bedeutung zu. Um diese sicherzustellen, wird im Rahmen der Zulassung (zum Beispiel IEC EN 61010) die Isolationsfestigkeit verschiedener Strecken innerhalb der Stromversorgung

überprüft. Darüber hinaus durchläuft jedes Gerät im Fertigungsendtest eine Isolationsprüfung. So erhält jeder Anwender sichere und zuverlässige DC-Spannung, die besonders gut von der AC-Seite getrennt ist.

Die Testspannungen liegen hier typischerweise oberhalb von 2.000 V AC. Die Isolationsstrecken „C“ und „D“ liegen eher im Bereich von 500 V DC. Für den Großteil aller Anwendungen würde an dieser Stelle eine Stromversorgung gebaut werden, die die Isolationsanforderungen erfüllt. Allerdings gibt es bei PoE-Anwendungen eine Besonderheit: Die PoE-Norm IEEE 802.3bt fordert für die Isolationsstrecke „D“ also die Strecke zwischen DC-Ausgangsseite und Gehäuse für alle Power Sourcing Equipments eine Isolationsfestigkeit von 1.500 V AC. Diese Isolation wurde in das 48-V-Gerät der Uno Power Familie implementiert. Damit eignet sich das Gerät ideal für PoE-Anwendungen und ist besonders robust gegen Störeinflüsse, die zwischen der Schirmung und den Datenleitungen eines Ethernet-Kabels auftreten können. Gerade bei Kabellängen von bis zu 90 Metern und wegen des geringen Abstands zwischen Schirmung und Kommunikationskabeln ist dieser Vorteil besonders relevant.

### Fazit

PoE-Anwendungen werden aufgrund der aufgezeigten Vorteile einen immer größeren Stellenwert einnehmen. Das betrifft sowohl das private sowie auch das industrielle Umfeld. Neben Access Points, Kameras und weiteren im Überwachungskontext relevanten Verbrauchern gewinnen auch neue Bereiche an Bedeutung. Dazu zählen beleuchtete Anzeigetafeln sowie jegliche Art von Beleuchtungsanwendungen, in denen eine Platzersparnis durch Kommunikation und Versorgung dem Endanwender einen Vorteil bringt. Für genau diese Anwendungen eignen sich



Im hauseigenen EMV-Labor von Phoenix Contact Power Supplies wird die gestrahlte Störaussendung von Geräten überprüft. Im PoE-Kontext sind auch weitere EMV-Prüfungen essenziell.

Stromversorgungen wie etwa Uno Power von Phoenix Contact ideal, um einen zuverlässigen Betrieb sicherzustellen.

Die beiden relevantesten Punkte bei der Auswahl einer Stromversorgung, neben der reinen Ausgangsleistung, sind die ausgangsseitige EMV-Performance sowie die oben bereits

beschriebene Isolationsstrecke zwischen dem Ausgang und dem Gehäuse (PE). Aufgrund der immer weiter steigenden Performance der Datenraten sowie der Leistung in PoE-Anwendungen bleibt es spannend, welche weiteren Herausforderungen und Möglichkeiten sich über die nächsten Jahre ergeben werden. □

# TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

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

## TEL-15(WI)N- und TEL-15(WI)N-HS-Serie

### Ultrakompakte 15-Watt-DC/DC-Wandler (DIL-16) für Industrieanwendungen

- Ultrakompakter 15-Watt-Wandler in DIL-16-Metalgehäuse
- Hohe Leistungsdichte von 4,51 W/cm<sup>3</sup>
- Erhältlich im Standard- oder Kühlkörpergehäuse
- 6-seitig geschirmtes Metallgehäuse mit isolierter Grundplatte
- Weite 2:1- und 4:1-Eingangsspannungsbereiche
- Hoher Wirkungsgrad (von bis zu 87 %) für geringe Wärmeverluste



**UL** **CB**  
Scheme IEC62368-1

Serie	Nennleistung	Gehäusotyp	Temperaturbereich	Eingang	Ausgangsspannung	Abmessungen (in mm)
<b>TEL 15N</b>	15 Watt	DIP-16	-40 to +55 °C ohne Lastreduktion	2:1	5.1, 12, 15, 24, ±12, ±15 V <sub>DC</sub>	23.8 × 13.7 × 10.2
<b>TEL 15N-HS</b>	15 Watt	DIP-16, Kühlkörpergehäuse	-40 to +70 °C ohne Lastreduktion	2:1	5.1, 12, 15, 24, ±12, ±15 V <sub>DC</sub>	24.4 × 14.3 × 24.4
<b>TEL 15WIN</b>	15 Watt	DIP-16	-40 to +55 °C ohne Lastreduktion	4:1	5.1, 12, 15, 24, ±12, ±15 V <sub>DC</sub>	23.8 × 13.7 × 10.2
<b>TEL 15WIN-HS</b>	15 Watt	DIP-16, Kühlkörpergehäuse	-40 to +70 °C ohne Lastreduktion	4:1	5.1, 12, 15, 24, ±12, ±15 V <sub>DC</sub>	24.4 × 14.3 × 24.4

DAS RICHTIGE VERFAHREN, DER RICHTIGE STECKVERBINDER

# Elektronikpannen vermeiden

Die Elektronikbranche erlebt einen Wandel mit steigender Elektrifizierung in verschiedenen Bereichen wie Automotive, erneuerbarer Energie und Industrieautomation. Allerdings führt die zunehmende Vernetzung auch zu einem Anstieg von Elektronikpannen. Um Komponenten vor Umwelteinflüssen zu schützen, sind Komponentenschutzverfahren wie Potting-Verguss, Conformal Coating und Hotmelt Moulding von großer Bedeutung.

TEXT: Laura Mitlewski und Martin Adamczyk, ept; Jörg Buch von Werner Wirth BILDER: Werner Wirth, ept; iStock, Thomas Pajot

Die Elektronikbranche ist im Wandel: Ob im Automotive-Bereich, in der Solar- und Windkraft oder der Industrieautomation: Die Elektrifizierung findet in allen Bereichen statt. Mit der stetig zunehmenden Vernetzung stieg in den vergangenen Jahren jedoch auch die Zahl der Elektronikpannen – laut dem Center for Automotive Research um ganze 29 Prozent. Je nach zu erwartenden Umwelteinflüssen wird daher ein Komponentenschutz von Elektronikbauteilen notwendig. Durch ihn kann die Elektronik zuverlässig geschützt werden – dazu benötigen Anwender jedoch auch eine entsprechend vergusskompatible Anschlusslösung.

## Bedarf an Komponentenschutzverfahren steigt

Unterschiedliche Verfahren schützen die elektronischen Bauteile vor Schock, Vibration, Feuchtigkeit, Schmutz, hohen Temperaturen, anhaltende Temperaturschwankungen und deren Folgeschäden. Ein Komponentenschutz kann also wesentlich zur Verbesserungen von Lebensdauer, Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit der Endprodukte beitragen.

Aus diesem Grund kommen Komponentenschutzverfahren in vielen Anwendungen bereits regelmäßig zum Einsatz: E-Mobility, Industrie-Automation, Bahnanwendung, Medizintechnik, Windkraft und Solartechnik, Kommunikationselektronik, in der Landwirtschaft und bei Haushaltsgeräten – Elektronik ist heute fast überall im Einsatz. Eine wachsende Herausforderung besteht dabei im zunehmenden Trend zur Miniaturisierung. Die Elektronik wird immer kleiner und erfordert unterschiedliche Schutzmaßnahmen, um Kriechstrecken wieder zu vergrößern und Luftstrecken zu eliminieren.

Je nach Stress- und Einsatzsituation der einzelnen Komponenten wählt man daher zwischen verschiedenen Verfahren: Potting-Verguss, Conformal Coating und Hotmelt Moulding gehören zu den populärsten Verfahren unter ihnen.



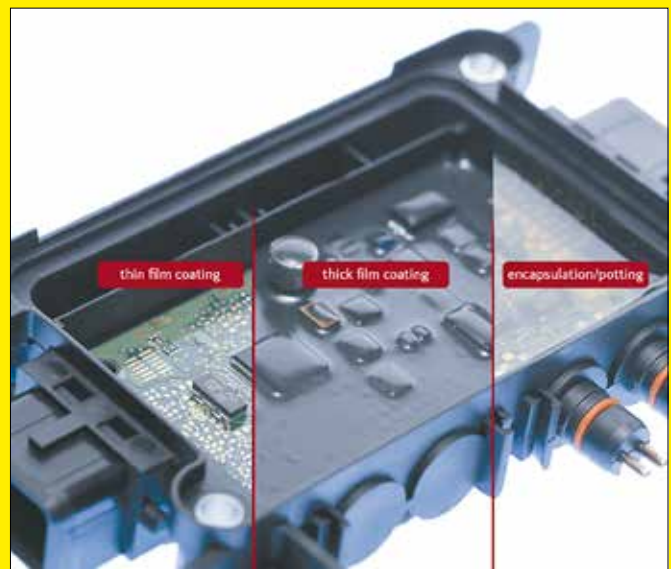
## Potting-Verguss

Sehr häufig werden 1- und 2-Komponenten-Vergussstoffe wie Potting Compounds eingesetzt. Bei den 2-Komponenten-Vergussstoffen werden Harz und Härter in einem Mischungsverhältnis mit entsprechender Maschinenteknik vermischt und im Standard über ein statisches Mischrohr in die Kavität eingegossen. Somit ist dieser Kalt-Verguss ein nicht-formgebendes Verfahren und benötigt ein Gehäuse, in das die Vergussmasse eingefüllt wird. Ein Potting-Verguss bietet dabei viele Vorteile: So sorgt er nicht nur für eine hervorragende elektrische Isolierung, hohe Wärmeableitung und Vibrations- und Schockreduzierung,



sondern verfügt zudem über Chemikalien-, Feuchtigkeits-, Thermoschock- und Zyklenbeständigkeit, schützt die Elektronik vor Staub sowie Feuchtigkeit und besitzt darüber hinaus flammhemmende Eigenschaften. Standardgemäß kommen dabei je nach spezifischer Anforderung Epoxid-, Polyurethan- und Silikonharze zum Einsatz. Sie alle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften.

Neben den genannten Materialien gibt es auch noch Spezialvergussstoffe und Gießharze. Diese kommen jedoch nur unter Extrembedingungen zum Einsatz. So schützen sie gemäß der ATEX-Anforderungen beispielsweise vor Explosionen, indem sie die chemische Reaktion von Zündquelle, brennbarem Stoff und Sauerstoff unterbinden. Außerdem ermöglichen sie eine elektrische Isolierung gegen Hochspannung (bis 30 kV/mm), schützen



Dünnschichtbeschichtung (links), Dickschichtbeschichtung (Mitte) und Potting-Verguss (rechts) im Vergleich

gegen Überhitzung durch partielle Wärmeentwicklung und bieten mit der Schutzklasse IP68 Schutz gegen Staub sowie gegen dauerhaftes Untertauchen.

Ein Potting-Verguss bietet dem Anwender viele Möglichkeiten. Typische Produkte, bei denen das Verfahren angewandt wird, sind Akkupacks, Leistungs- und Steuerelektronik, Ladegeräte, EX-geschützte Elektronik, Sensoren, Monitore und Displays.

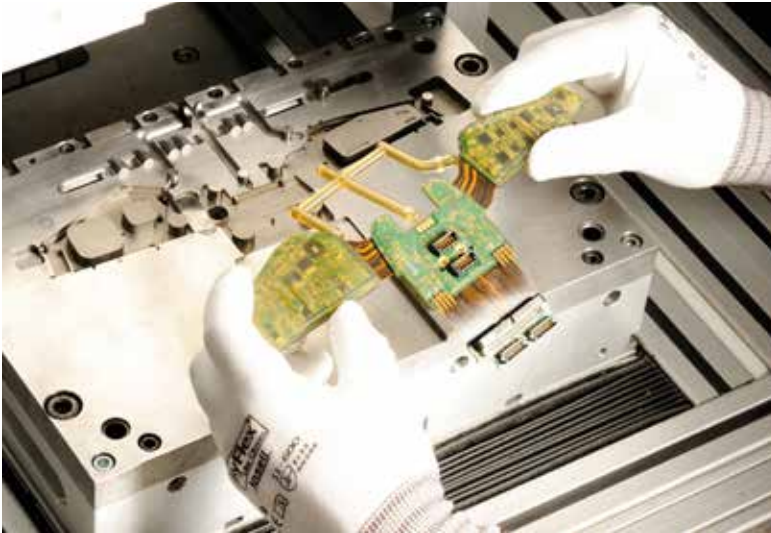
## Conformal Coating

Mit dem Conformal Coating werden Leiterplatten vollständig oder nur selektiv beschichtet. Im Falle einer Selektivbeschichtung werden nur notwendige Bereiche der Leiterplatte mit einer Schutzschicht überzogen. In der Regel unterscheidet man zwischen zwei Varianten des Coatings:

Die Dünnschichtbeschichtung verspricht mit ihrer schnellen Härtung und der angepassten Viskosität eine hohe Wirtschaftlichkeit der Fertigungsprozesse. Ein besonders hoher Kanten- und Flächenschutz, der elektronische Baugruppen insbesondere vor extremer Feuchte bewahrt, wird dagegen mit der Dickschichtbeschichtung erzielt. In beiden Fällen bauen die Conformal Coatings nach der Trocknung lediglich Schichtstärken zwischen 30 bis 2000  $\mu\text{m}$  auf. Somit kann die elektronische Baugruppe immer noch bei engen Platzverhältnissen verbaut werden.

Aufgrund von unterschiedlicher Viskosität der Schutzlacke und somit unterschiedlichem Ausfließverhalten, wird gerne das Prinzip DAM & FILL auf den bestückten elektronischen Baugruppen angewandt. Hier wird mit einem thixotrop eingestellten Schutzlack ein „Dam“ (deutsch „Damm“), zum Beispiel um die





Hotmelt Moulding am Beispiel eines Feuerwehrhelms. Mittig zu erkennen: Steckverbinder, die mittels Dam & Fill ausgespart wurden.

Bauteile gelegt, die nicht vergossen werden dürfen, beispielsweise um Steckverbinder. Die übrigen Komponenten werden anschließend in einem weiteren Prozess mit einem niederviskosen Schutzlack benetzt („Fill“, deutsch „Füllung“).

Für das Conformal Coating werden unterschiedliche Polymere Werkstoffe eingesetzt. So können Anwender unter anderem zwischen silikonbasierten und UV-vernetzenden Produkten wählen. Erstere eignen sich aufgrund ihres breiten Temperaturspektrums von  $-40\text{ °C}$  bis  $200\text{ °C}$  hervorragend für harsche Einsatzbedingungen wie in der Luft- und Raumfahrt oder Offshore. Letztere bestehen aus Acrylaten und Polyurethanen oder Hybriden beider Werkstoffe. Sie zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie durch UV-Initiierung sehr schnell aushärten und eine sehr gute thermische Schockbeständigkeit mitbringen.

Das Conformal Coating ist in vielen Industriebereichen sehr beliebt und verbreitet. Deshalb sind die Einsatzgebiete des Conformal Coatings vielfältig und reichen vom Automotive-Bereich bis hin zur Bahntechnik, Sensorik, Industrieelektronik, Medizintechnik sowie zur genannten Offshore-Windkraft und auch Luft- und Raumfahrttechnik.

## Hotmelt Moulding

Eine besondere Form des Vergusses ist das Hotmelt Moulding. Bei diesem Verfahren wird in einem Arbeitsschritt die Baugruppe mit einem Material umhüllt, wobei eine Gehäusestruktur entsteht und die Baugruppe gleichzeitig geschützt wird. Die Elektronik wird dabei nicht beschädigt, da die niederviskosen, thermoplastischen Materialien eine niedrige Verarbeitungstemperatur aufweisen und mit einem weitaus geringeren Einspritzdruck als beim normalen Kunststoffspritzguss verarbeitet werden. Das schont zum einen die Bauteile, lässt zugleich die Thermoplaste schnell aushärten und macht das Verfahren relativ preiswert. Der Niederdruck-Spritzguss ermöglicht somit, dass selbst sensible Bauteile wie Kontakte, Sensoren, Leiterplatten und Spulen umweltfreundlich umhüllt, verklebt oder nach IP68 abgedichtet werden und damit auch vor stärksten Belastungen geschützt sind.

Eine von äußeren Einflüssen massiv betroffene Branche ist beispielsweise die Landwirtschaft. Maschinen unterliegen hier täglich unterschiedlichen Witterungsverhältnissen. Zum Schutz ihrer Elektronik eignet sich Hotmelt Moulding perfekt: Es bewahrt zuverlässig und langanhaltend Komponenten vor Feuchtigkeit,

Temperaturschwankungen, Korrosion und Erschütterungen. Potting, Conformal Coating oder Hotmelt Moulding: Welches Komponentenschutzverfahren sich am besten eignet, ist immer vom Einsatzgebiet der Elektronik und den damit verbundenen Anforderungen abhängig. Eine One-Size-Fits-All-Lösung gibt es nicht.

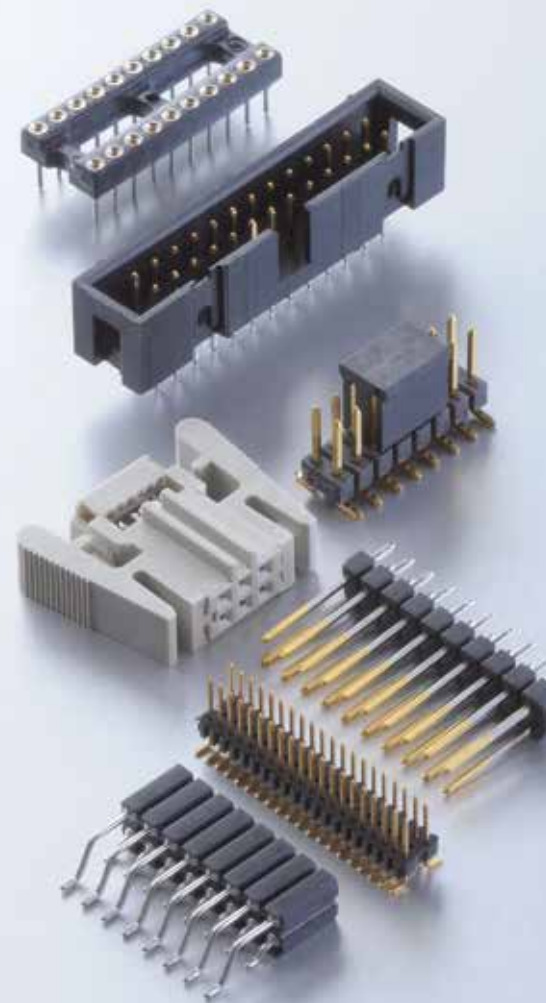
## Problemstellung Steckverbinder

Extremtemperaturen, Schmutz und Feuchtigkeit, chemischer oder mechanischer Stress: Mit dem geeigneten Komponentenschutzverfahren ist die Elektronik vor nahezu jeder äußeren Einwirkung geschützt. Ein Aspekt muss dabei jedoch bedacht werden: Ein Verguss ist nur dann möglich, wenn die Funktionalität der verbauten Komponenten durch die eingesetzten Werkstoffe nicht eingeschränkt wird. Dazu ist jedoch auch eine entsprechend vergusskompatible Anschlusslösung vonnöten – der Einsatz gewöhnlicher Leiterplatten-Steckverbindungen ist damit ausgeschlossen. Grund hierfür ist die meist zweiteilige Feder-Messer-Kontakttechnologie, bei der die Vergussmasse in den vulnerablen Steckbereich eindringen und somit die Kontaktierung behindern kann.

Bei herkömmlichen und gängigen Steckverbindern muss daher zwingend

## Steckverbinder

- RoHS konforme Steckverbinder
- hochtemperaturbeständige Isolierkörper
- gedrehte Präzisionskontakte mit vergoldeter Innenfeder
- spezielle Verpackungsformen
- kundenspezifische Ausführungen



mittels Dam & Fill der Kontaktbereich vor dem Verguss abgedichtet werden, um keine Beeinflussung durch die Vergussmasse zu riskieren. Hierbei geht es darum, dass die Vergussmasse im Kontaktbereich zum einen die Kontaktpunkte beeinträchtigen und damit eine Signalübertragung unterbrechen kann. Zum anderen würde sie die Relaxationseigenschaften der Feder nachhaltig hemmen.

Um einen Verguss dennoch zu ermöglichen und dabei die erforderliche Ausfallsicherheit zu gewährleisten, empfiehlt sich die Wahl einer einteiligen Anschlusslösung, also eines Steckverbinders, der ohne den herkömmlichen Steckbereich auskommt. Bei einem solchen einteiligen Stecker ist das Eindringen der Vergussmasse in den Kontaktbereich unmöglich.

### Wahl der Anschlussstechnik

Einteilige Steckverbinder bringen demnach die nötige IP-Schutzart für diese Werkstoffe mit, um einen Verguss – und damit eine dauerhafte und robuste Anschlusslösung – zu ermöglichen. Doch auch die Wahl der Anschlussstechnik spielt hier eine wichtige Rolle. Mithilfe von beidseitigen Einpresszonen wird der Anschlussbereich aufgrund der Kaltverschweißung zwischen der Kupferhülse und der Einpresszone gasdicht und bildet somit eine vergießbare Verbindung zwischen zwei Leiterplatten, die sich im Feld bereits milliardenfach bewährt hat.

Der Entfall des Steckbereichs lässt den Steckverbinder in Kombination mit der Einpresstechnik somit auch Schockbelastungen von bis zu 200 g standhalten. Auch Materialbewegungen etwa in Folge

großer Temperaturschwankungen sowie der Einfluss von Schadgas beeinträchtigen die Verbindung nicht. Durch die Einpresstechnik erhöht sich die Zuverlässigkeit im Vergleich zur Löttechnik um ein Vielfaches, da weder kalte noch gebrochene Lötstellen auftreten können. Außerdem lassen sich so aufwendige selektive Lötarbeiten, teure Kabellösungen und Abstandshalter vermeiden, wodurch sich Entwickler nicht nur Platz auf der Leiterplatte sparen, sondern zusätzlich die Kosten um bis zu 50 Prozent senken können.

Mit nur einem Bauteil wird sowohl eine mechanische als auch elektrische Verbindung hergestellt. Gerade bei modular gestalteten Baugruppen mit konfigurierbaren Funktionen oder unterschiedlichen Performance-Levels lässt sich der Einpressvorgang hervorragend am Ende des Bestückungsprozesses einbringen. Hier können nach Wahl unterschiedliche Module auf Basis-Leiterplatten aufgebracht werden. So lässt sich in einem schnellen Arbeitsschritt eine hohe Vielfalt an Produkten fertigen. Da auch ein abschließendes Vergießen der Baugruppe möglich ist, bleibt die elektrische und mechanische Verbindung zuverlässig bestehen.

Durch einen Verguss können Anwender ihre elektronische Baugruppe maximal vor aggressiven Umwelteinflüssen schützen. Wer für seine Anwendung jedoch einen Komponentenschutz in Betracht zieht, muss auch die Wahl eines geeigneten Steckverbinders in Kombination mit der geeigneten Anschlussstechnik berücksichtigen. Einteilig, eingepresst und vergossen – in dieser Kombination sind elektronische Baugruppen gegen (fast) alle Einwirkungen gewappnet. □

USB IM HISTORISCHEN WANDEL

# EIN ANSCHLUSS, DER VERBINDET

In diesem Beitrag wird detailliert die USB-Schnittstelle vorgestellt, kurz auf ihre Entwicklung eingegangen und erklärt, warum sie als Standard-Ladeanschluss für Geräte in vielen Bereichen der mobilen Elektronik in der Europäischen Union und im Vereinigten Königreich in den Mittelpunkt gerückt ist.

TEXT: Mark Patrick, Mouser Electronics BILDER: CUI Devices; iStock, Henrik5000

Seit ihrer Einführung im Jahr 1996 hat sich die USB-Schnittstelle erheblich weiterentwickelt. Im Laufe der letzten 27 Jahre hat sich das Format des USB-Steckers mehrfach geändert. Gleichzeitig haben sich die maximalen Übertragungsgeschwindigkeiten um einen Faktor von 25.000 erhöht. Die USB-Schnittstelle ist nicht nur zur Datenübertragung geeignet, sondern auch für die Stromversorgung und das Aufladen zahlreicher Computer-Peripheriegeräte und Unterhaltungselektronik, von Smartphones bis hin zu Fitness-Wearables.

Heute ist die USB-Schnittstelle allgegenwärtig und wird nahezu überall eingesetzt. Auch wenn die USB-Schnittstelle allgemein verwendet wird, sollten Entwickler einige wichtige technische Spezifikationen für ihren Betrieb beachten. Dazu gehören die

Standards für USB-Steckverbinder (physikalischer Formfaktor) (Typ-A, Typ-B, Typ-C, Mini-B und so weiter), die standardisierte Datenübertragungsraten (USB 3.0, USB 3.2, USB 4.0 und so weiter) und die USB Power Delivery-Standards (USB 2.0, USB PD 3.0, USB 3.1 und so weiter).

## Die Anfänge der PC-Verbindungen

Es ist erstaunlich, dass es die USB-Schnittstelle bereits seit 27 Jahren gibt. In dieser Zeit hat sie die Computer- und Unterhaltungselektronikbranche tiefgreifend verändert. Der USB 1.0-Standard wurde 1996 eingeführt und entstand aus der Notwendigkeit, Peripheriegeräte von Drittanbietern an PCs anzuschließen. Seitdem hat sich die Schnittstelle schnell durchgesetzt. Mittlerweile lassen sich zahlreiche Geräte und Systeme anschließen und mit Strom versorgen, von Tablets, Smartphones über

Smartwatches und Fitness-Tracker bis hin zu Überwachungskameras. Der Komfort und die Einfachheit der USB-Schnittstelle waren die Schlüsselfaktoren für ihren Erfolg. Sie überholte die langsamen, veralteten Computeranschlüsse der 1990er-Jahre, wie die serielle RS-232- und die parallele Centronics-Schnittstelle. Heute bietet die USB-Schnittstelle weit mehr als nur die ursprünglichen Datenübertragungsmöglichkeiten, denn die Stromversorgungs- und Ladefunktionen werden täglich von praktisch allen Smartphone-Besitzern genutzt.

Auch die Geschwindigkeit der Datenübertragung hat sich enorm erhöht.

## USB – eine Zeitreise

Schon bei seiner Einführung bot der USB 1.0-Standard nicht nur eine höhere Übertragungsgeschwindigkeit von 1,5 Mbit/s im Vergleich zu anderen seriellen Schnittstellen der damaligen Zeit, sondern auch die Möglichkeit, Peripheriegeräte oder Flash-Speicherlaufwerke im laufenden Betrieb auszutauschen. Das Entfernen oder Einstecken eines anderen Geräts ohne vorheriges Ausschalten des Computers war mit anderen Schnittstellen nicht möglich. Parallel zur Definition des Softwareprotokolls wurden mit USB 1.0 auch die ersten USB-Steckernormen festgelegt: Typ A und Typ B. Der Typ-A-Stecker, der für den Anschluss an einen Host-Computer verwendet wird, ist auch heute noch

aktuell und entspricht dem, was wir alle mit einem USB-Stecker verbinden. Typ B, ein quadratischer Stecker, wird auch heute noch verwendet, wenn auch wesentlich seltener als Typ A.

Aufgrund seiner praktischen Vierdrahtschnittstelle und der einfachen Montage von Steckern und Kabeln konnte sich USB schnell auf dem Markt durchsetzen. Zwei Jahre später, im Jahr 1998, brachte das aktualisierte Protokoll USB 1.1 mit bis zu 12 Mbit/s (Full Speed) höhere Übertragungsgeschwindigkeiten. Die Kompatibilität mit USB 1.0 wurde beibehalten, wobei das Protokoll automatisch auf 1,5 Mbit/s zurückging.

Die Akzeptanz auf dem Markt nahm weiter zu, und die Hersteller von Computern und Peripheriegeräten setzten ihr Augenmerk auf USB und stellten die Unterstützung für andere Schnittstellen ein. Dadurch wurde auch die Unterstützung durch andere Gerätehersteller weiter gefördert und die Liste der USB-Anwender und -Befürworter wurde immer länger.

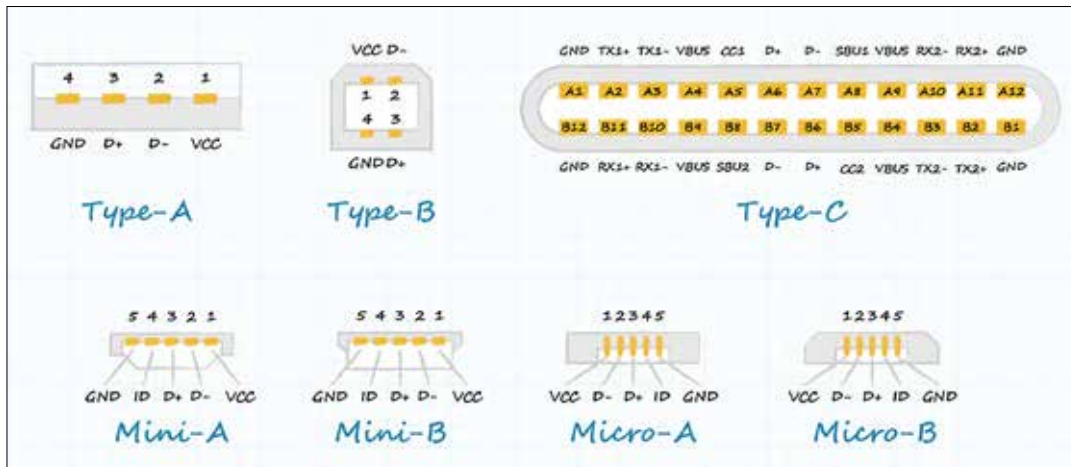
Im Jahr 2000 führte das USB Implementers Forum (USB-IF) die USB 2.0 High-Speed-Softwarespezifikation ein, mit der die

## Green Line



### Komponenten mit Kunststoff aus pflanzlichen Rohstoffen

- > Qualitativ hochwertige, rezyklierbare Produkte
- > CO<sub>2</sub>-neutrales Rohmaterial über den gesamten Lebenszyklus
- > Reduktion von bis zu 68% CO<sub>2</sub> im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen



Die gesamte Familie der USB-Steckerformate

Übertragungsraten auf 480 Mbit/s erhöht wurden. Durch diese Erhöhung wurde der Zugriff auf externe Speichermedien möglich, von Festplattenlaufwerken bis hin zu USB-Sticks. Außerdem bot diese Spezifikation die Möglichkeit, angeschlossene Geräte über USB mit Strom zu versorgen und lieferte bis zu 0,5 A bei 5 V. Damit wurde USB als Stromversorgungsmethode etabliert. Bis zu diesem Zeitpunkt waren Typ-A- und Typ-B-Stecker weit verbreitet, doch mit der zunehmenden Kompaktheit der Computerhardware wurden Ministecker eingeführt, die in erster Linie die Typ-B-Stecker ersetzen sollten. Im Jahr 2007 folgten dann die Mikrostecker. Mini-Steckverbinder werden immer noch in älterer Hardware verwendet, aber Mikro-Steckverbinder wurden schnell zum vorherrschenden Steckerstandard. Mit der Weiterentwicklung der USB-Standards wurde auch das USB-Softwareprotokoll stärker vom physischen USB-Steckverbinderstandard abgekoppelt.

2008 wurde das USB 3.0-Softwareprotokoll (später bekannt als USB 3.2 Gen 1x1) veröffentlicht, mit dem die Übertragungsgeschwindigkeiten auf bis zu 5 Gbit/s erhöht wurden. Diese logarithmische Geschwindigkeitssteigerung wurde zum Teil durch die Verdoppelung der Anzahl der verwendeten Drähte von vier auf acht ermöglicht, wobei die Kompatibilität mit USB 1.0 erhalten blieb. Die Leistung der Stromversorgung wurde auf 900 mA erhöht, und das Typ-C-Steckerformat wurde eingeführt.

Mit USB 3.1 (später bekannt als USB 3.2 Gen 2x1) verdoppelten sich die Übertragungsraten auf 10 Gbps, kurz darauf folgte USB 3.2 (später bekannt als USB 3.2 Gen 2x2), das die Übertragungsraten erneut verdoppelte, diesmal auf 20 Gbps.

Im Mittelpunkt der USB 3.2-Spezifikation stand auch der Typ-C-Stecker, der erste Steckertyp, der sich in beide Richtungen einstecken lässt. Charakteristisch für ihn sind seine kompakten Abmessungen und seine abgerundeten Ecken. Mit der Weiterentwicklung der USB-Standards entwickelten sich auch die

Gerätetypen, die sie unterstützen. Der Typ-C-Stecker erweiterte die Zahl der Anwendungsfälle und etablierte das Konzept, die Schnittstelle ausschließlich zum Laden und Betreiben von Geräten zu verwenden.

## USB 4 und die Zukunft

2019 wurde die USB 4.0-Spezifikation eingeführt und brachte eine Verdoppelung des Durchsatzes auf 40 Gbps mit sich. Sie basiert auf dem Thunderbolt-3-Protokoll mit einem Two-Lane-Ansatz und sieht die Verwendung des Typ-C-Steckers vor. Daneben wurde mit USB 4.0 ein spezielles Videoübertragungsverfahren definiert und die internen Stromversorgungsfunktionen erheblich erweitert.

Mit den Standards Typ C und USB 3.2 wurden auch die Stromversorgungsmöglichkeiten mit einer Nennausgangsspannung von bis zu 48 VDC und einer Stromaufnahme von bis zu 5 A erheblich erweitert. Dadurch ist nun eine Leistung von bis zu 240 W möglich. Dank der kontinuierlichen Weiterentwicklung der USB-Schnittstelle hat sich ihre Akzeptanz noch weiter beschleunigt, denn sie kann nun deutlich mehr Strom liefern, und es gibt jetzt auch reine Typ-C-Steckdosen.

Die zunehmende Beliebtheit des Typ-C-Steckerformats ist auch mit der zunehmenden Frustration der Verbraucher über die unzähligen Ladegeräte verbunden, die wir bislang zum Aufladen unserer Technik benötigen. Im Juni 2022 kündigte die Europäische Union die vorläufige Einigung auf eine einheitliche Ladelösung für bestimmte elektronische Geräte an. Dabei stimmten die Europaabgeordneten mit überwältigender Mehrheit für ein neues Gesetz, das vorschreibt, dass alle neuen tragbaren Geräte das gleiche Ladekabel verwenden müssen. Ab 2024 müssen alle neuen Smartphones und Tablets über einen USB-Typ-C-Ladeanschluss verfügen, den die EU ab 2026 auch auf die Hersteller von Laptops ausweiten wird. Die britische Regierung muss noch die



Die UJC Typ-C-Buchse für reine USB-Applikationen im Detail

Umsetzung ähnlicher Gesetze auf den Weg bringen, wobei es jedoch wahrscheinlich ist, dass sie der Initiative der EU folgen wird.

## Einführung von USB Typ C

Bei der Auswahl eines Typ-C-USB-Anschlusses ist es wichtig, die Anforderungen der jeweiligen Applikation zu prüfen. Handelt es sich um einen reinen Stromanschluss oder um einen Anschluss für Daten und Strom? Welche Auswirkungen hat der Platz auf der Leiterplatte auf die Position und Ausrichtung der Buchse?

Ein Beispiel für eine USB-4-Typ-C-Buchse ist die UJ40-Serie von CUI Devices. Die UJ40-Serie unterstützt eine Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 40 Gbit/s (USB 4), ist für 5 A und bis zu 48 VDC ausgelegt und hat eine Lebensdauer von 10.000 Zyklen. Diese Reflow-kompatiblen oberflächenmontierbaren Steckverbinder sind für die horizontale oder vertikale Ausrichtung

erhältlich und haben die Brennbarkeitsklasse UL 94V-0. Der UJ40 hält einer Spannung von 100 VAC stand, hat einen Isolationswiderstand von 100 MΩ und einen Kontaktwiderstand von 40 mΩ. Für reine Stromversorgungsanforderungen sind die UJC Typ-C-Buchsen mit 6- oder 8-poliger Ausführung in einem horizontalen oder vertikalen oberflächenmontierbaren Gehäuse erhältlich. Es gibt sie mit einem Nennstrom von 3 A oder 5 A bei einer Versorgungsspannung von 20 VDC.

## USB ist überall

Seit seinen Anfängen als Anschluss für Computer-Peripheriegeräte von Drittanbietern hat sich USB zum weltweit führenden Standard für kabelgebundene Datenverbindungen und Stromversorgung in der Verbrauchertechnologie entwickelt. Angesichts dieser beeindruckenden Entwicklung und der ständig steigenden Datenübertragungsrate hat USB eine große Zukunft vor sich. □



**MANCHE VERBINDUNGEN  
SIND EINFACH DICHTER,  
ALS SIE SICH  
VORSTELLEN KÖNNEN.**

+ zum Beispiel die Weipu SY25 Datenverbindung USB3.0. [www.mes-electronic.de](http://www.mes-electronic.de)



DISPLAYS FÜR MEDIZINISCHE GERÄTE

# Einblicke in die digitale Gesundheit

In der Welt der Medizin sind Displays überall vertreten. Das Spektrum reicht vom einfachen Blutdruckmesser für den persönlichen Gebrauch über Bedienkonsolen für verschiedene Geräte in der Arztpraxis oder im Krankenhaus bis hin zu Displays für die Auswertung von Daten, die von bildgebenden Verfahren wie CT, MRT und Radiologie erfasst wurden. Hier soll der Schwerpunkt auf die letztgenannten Technologien gelegt werden.

TEXT: Rudolf Sosnowsky, Hy-Line BILDER: Hy-Line; iStock, Floriana

Im Operationsraum, in der Befundung und bei der Diagnose kommen Monitore zum Einsatz, die für den medizinischen Einsatz qualifiziert sind. Schlüsselkomponente dafür sind TFT-Displays. Sie müssen besondere Eigenschaften hinsichtlich der Optik aufweisen. Die elektrische Anpassung an das System übernimmt die Monitor-Elektronik. Sie unterstützt außerdem mit der Skalierung des Bildes, wenn erforderlich, der Ansteuerung des Backlights und Linearisierung nach DICOM. Im Folgenden werden speziell die Eigenschaften eines Displays auf die Eignung für den Einsatz im medizinischen Umfeld betrachtet.

## Optische Spezifikationen

Für die Beurteilung eines Displays sind im Datenblatt alle optischen Parameter in einer Tabelle zusammengefasst. Um Messwerte reproduzieren und vergleichen zu können, müssen bei den Messungen zwingend gleiche Bedingungen

vorausgesetzt werden. Der Hersteller gibt in der Spezifikation detailliert an, mit welchen Aufbauten, Messgeräten und Verfahren die Werte ermittelt wurden. Vor Messungen muss der Prüfling Betriebstemperatur erreicht haben, die Messungen werden bei Raumtemperatur in einer dunklen Umgebung durchgeführt. Für die Betrachtung der Parameter wurde die Spezifikation des LM270WQ3 von LG Display herangezogen.

## Kontrast

Der Kontrast, umgangssprachlich als „Ablesbarkeit“ verstanden, definiert den Quotienten zwischen hellstem und dunkelstem Bildinhalt. Für ein Bild mit hoher Dynamik ist ein hoher Kontrastwert wichtig, denn die Steigerung der Bildhelligkeit führt auch zu einem Anheben des Schwarzwerts. Da LCD nur Ventile für das von hinten einfallende Licht sind und dies nicht komplett blockieren, werden Displaytechniken wie IPS und

MVA auch auf eine hohe Dämpfung hin optimiert. Ein häufig zum Einsatz kommendes Verfahren ist das Local Dimming, das weiter unten bei „Backlight“ beschrieben wird.



## Backlight

Da LCDs nur das von hinten einfallende Licht moduliert, muss ein Backlight für ausreichende Helligkeit sorgen. Der vom Display darstellbare Farbraum wird von Farbfilter und Backlight bestimmt. Heute werden ausschließlich LEDs eingesetzt. Das LED-Backlight kann entweder an den Kanten des Displays angebracht sein („Edge Backlight“), von wo aus das Licht über einen Diffusor flächig verteilt wird, oder hinter dem kompletten Panel montiert sein („Direct“ oder „Matrix“ Backlight). Bei letzterem können die LEDs einzeln oder in Gruppen in Abhängigkeit vom Bildinhalt angesteuert werden („Full Area Local Dimming“), um den Schwarzwert abzusenken und dadurch den Kontrast zu steigern. Man stelle sich das Bild einer Frau im roten Kleid auf einer grünen Wiese unter blauem Himmel vor – dort leuchten immer nur die LEDs einer Farbe. Je mehr Zonen das Backlight enthält, desto feiner sind die Inhalte voneinander abgegrenzt.

Damit das Display einen möglichst weiten Farbraum aufweisen kann, müssen die Primärfarben eine große Fläche im CIE-Farbdigramm aufspannen. Der Display-Hersteller stimmt die Transmissions-Wellenlängen des Farbfilters so genau wie möglich mit denen des LED-Backlights aufeinander ab.

Industrie-Displays verwenden ein weißes Backlight, das mit einer blauen LED und einem gelben Konverter erzeugt wird. Das dadurch entstehende Spektrum nimmt das menschliche Auge als weiß wahr, wobei einzelne Spektrallinien auf die Transmissions-Wellenlänge des Farbfilters angepasst sind.

Mit dem Einsatz von Quantum Dots lässt sich das Spektrum und damit der dargestellte Farbraum erweitern. Quantum Dots wandeln die Wellenlänge des Lichts, das sie passiert. Die resultierende Farbe hängt von der entsprechenden Dimension der Dots ab. Das abgegebene Licht hat dabei immer eine größere Wellenlänge als das einfallende. Mit Hilfe eines blauen Backlights können Quantum-Dot-Folien die drei wichtigen Primärfarben problemlos erzeugen.

Jede Lichtquelle altert. Deshalb wird bei medizinischen Displays die Helligkeit des Displays von der internen Elektronik gemessen und nachgeregelt. Dadurch behält das Display trotz Alterung des Backlights die Darstellung wie am ersten Tag und liefert reproduzierbare, miteinander vergleichbare Abbildungen, was in der Medizin wichtig ist.

## Uniformität

Für Displays, die in der medizinischen Befundung eingesetzt werden, ist auch die Uniformität der Helligkeit, das heißt die gleichmäßige Ausleuchtung der gesamten Fläche durch das Backlight, wichtig. Sie ist im Datenblatt bei der Spezifikation der optischen Daten aufgeführt und hier besser als bei industriellen Modellen. Für ihre Bestimmung wird die Helligkeit an mehreren Stellen des Displays gemessen.



Parameter	Symbol	Values		
		Min	Typ	Max
Contrast Ratio	CR	700	1000	-
Surface Luminance, white	$L_{\text{typ}}$	240	300	-
Luminance Variation	$\delta_{\text{LUM}}$	75		
Response Time	Gray to Gray	$T_{\text{gr}}$	6	12
Color Coordinates [CIE1931]	RED	Rx	0.680	
		Ry	0.310	
	GREEN	Gx	0.210	
		Gy	0.700	Typ
	BLUE	Bx	-0.03	0.147
		By	-0.054	+0.03
	WHITE	Wx	0.313	
		Wy	0.329	

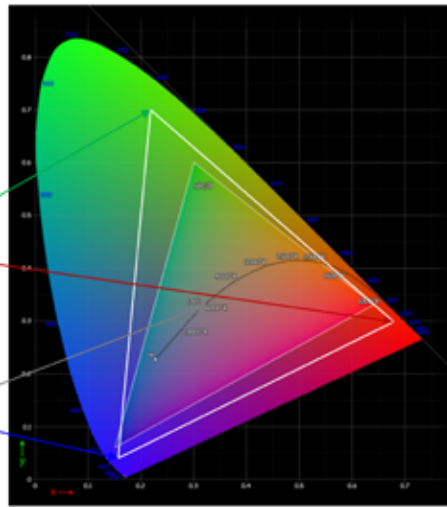


Abbildung zeigt, wo die in der Tabelle angegebenen Koordinaten der Primärfarben im CIE1931-Farbdigramm zu finden sind.

## Reaktionszeit/Response Time

Ein schnelles Umschalten der Pixel ist wichtig, um Bewegungsunschärfe zu minimieren und eine flüssige Darstellung von Inhalten zu ermöglichen. Dies ist besonders bei der Betrachtung von Videos von Bedeutung. Zur Veranschaulichung: Bei der Standard-Bildwiederholfrequenz von 60 Hz wird ein Bild auf dem Display für 16,7ms angezeigt.

## Farbraum

Für eine optimale Darstellung muss der Farbraum, der durch das Display dargestellt werden kann, möglichst weit sein. Nur diejenigen Farben, die innerhalb des aufgespannten Dreiecks liegen, können dargestellt werden. Von einem kräftigen Rot profitieren besonders Farbaufnahmen in der Chirurgie und Endoskopie, von der Ausgewogenheit die darstellbaren Graustufen bei Anwendungen wie MRT und CT. Zum Thema Abstufungen ist es hilfreich, wenn das Display 10 Bit Farben unterstützt, das bedeutet, dass jede Primärfarbe 1024 verschiedene Werte von Schwarz bis zur vollen Ansteuerung darstellen kann. Diese Abstufungen werden auch benötigt, um die Gradationskennlinie oder die Gamma-Kennlinie zu korrigieren, um eine visuell ideale Darstellung zu erhalten.

Mit dem medizinischen DICOM-Standard wird unter anderem die Farbwiedergabe eines Geräts definiert und der Zusammenhang von Digitalwert der Farbe als Eingangswert für das Display und der dargestellten Farbe festgelegt. Für eine optimale Darstellung von Farbtönen, besonders im Bereich der Graustufen, wie sie bei Radiologie- und Ultraschall-Bildern vorkommen, sollte das Display ausreichende Reserven haben. Für eine flimmerfreie Darstellung sollte das Display „echte“ Graustufen darstellen. Manche Displays fügen durch „Dithering“ weitere Graustufen hinzu, die durch eine frame-weise

Ein-/Aus-Ansteuerung der Pixel erzeugt werden. Das geschulte Auge erkennt das Umschalten als störendes Flimmern, da die effektive Frame-Frequenz von 60Hz heruntergesetzt wird.

## Blickwinkel/Colour Shift

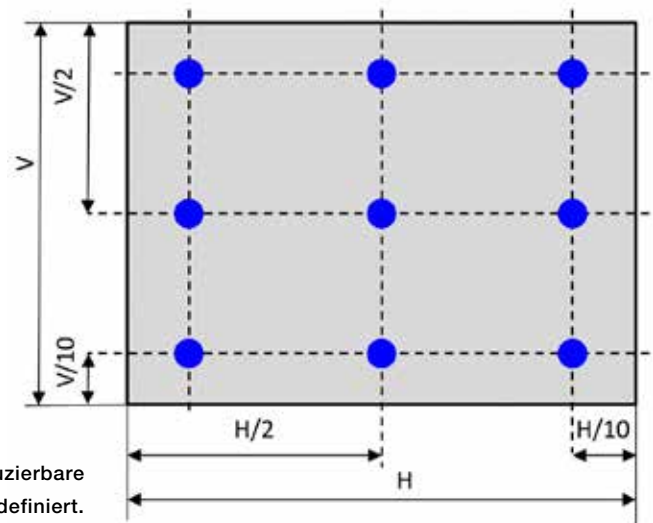
Wird das Display nicht genau aus der Senkrechten betrachtet, ergibt sich je nach Technologie eine Veränderung der Farbdarstellung. Selbst bei blickwinkelerweiternden Technologien wie IPS, FFS und MVA kann der Polfilter für eine leichte Verschiebung der Farbdarstellung sorgen, beispielsweise bekommt ein helles Weiß einen Blaustich. In Umgebungen mit mehreren Betrachtern wie in Operationssälen oder Konferenzräumen ist eine gute Blickwinkelstabilität zwingend erforderlich, um sicherzustellen, dass alle Benutzer identische Farbabstufungen aus verschiedenen Positionen sehen können. Die Spezifikation gibt darüber hinaus an, bis zu welchem Blickwinkel ein Kontrast (Verhältnis von hell zu dunkel) von mindestens 10 erreicht wird. Bei medizinischen Displays liegt der Winkel umlaufend nahe bei 90°.

## Gray Scale/Gamma-Kurve

Die Wahrnehmung des Auges ist nicht linear zur Helligkeit. Die Gamma-Korrektur kompensiert diese so, dass von dunkel nach hell ein linearer Eindruck entsteht. Medizinische Monitore werden gemäß DICOM kalibriert, sodass beim Austausch von Daten diese auf jedem Monitor gleich angezeigt werden.

## Auflösung

Eine hohe Auflösung ist wichtig, damit der Betrachter feine Strukturen differenzieren kann. Bestimmte medizinische Anwendungen erfassen Werte mit pixel-orientierten Sensoren, etwa in der Mammographie oder der Radiologie. Um dort Artefakte



Die Messpunkte für die reproduzierbare Messung der Uniformität sind fest definiert.

durch Skalierung zu vermeiden und das gesamte Bild darzustellen, werden Displays mit ungewöhnlichen Auflösungen eingesetzt. Dort werden teilweise monochrome Displays eingesetzt, die sich durch besonders hohe Helligkeit und einen großen Dynamikbereich auszeichnen. In der Medizintechnik werden Displays auch nach Anzahl der Bildpunkte in Megapixel (MP) und nicht der Auflösungen in horizontaler und vertikaler Richtung klassifiziert. Für bestimmte Anwendungen, zum Beispiel in der Mammographie, wird die Abbildung im Portrait-Format bevorzugt.

## Touchscreen

Manche medizinischen Geräte können alternativ zur Maus mit einem Touchscreen bedient werden. Dieser bietet den Vorteil des direkten intuitiven Zugriffs auf die Stelle, die in einer Vergrößerung betrachtet werden soll. Nachteilig ist, dass die Oberfläche mit Fingerabdrücken verschmutzt werden kann, was bei diagnostischen Displays problematisch ist. Die Einstellung der Parameter des Touchscreens muss in enger Abstimmung mit dem Einsatzgebiet erfolgen. So sind zum Beispiel die Benetzung mit Flüssigkeiten, die Mehrfingerbedienung oder die Bedienung mit Handschuhen Kriterien, die berücksichtigt werden müssen. Die Gestaltung der Oberfläche des Bildschirms muss optisch und haptisch einwandfrei sein, wobei die Oberfläche gegen Verunreinigung mit im medizinischen Umfeld auftretenden Flüssigkeiten und Reinigungsmitteln besonders resistent sein muss.

Displays für medizinische Geräte müssen häufig bestimmte medizinische Zertifizierungen erfüllen, um den Standards und Vorschriften des Gesundheitswesens zu entsprechen. Dazu gehören beispielsweise die Zertifizierungen gemäß den Normen IEC 13485 für Medizinprodukte und IEC 60601-1 für die allgemeine Sicherheit elektrischer Geräte.

Mit dem Einsatz von TFT-Panels mit LED-Backlight kann Energie effizient genutzt werden, besonders bei tragbaren oder batteriebetriebenen Geräten kann dadurch die Akkulaufzeit verlängert werden. Medizinische TFT-Panels sind für eine lange Lebensdauer ausgelegt, da sie oft rund um die Uhr im Einsatz sind. Mechanismen wie die Nachregelung der Helligkeit ermöglichen einen stabilen Betrieb und reproduzierbare Ergebnisse über die gesamte Lebensdauer hinweg. □



...since 1984

**Display Elektronik GmbH**  
 LCD · TFT · LED · OLED · Touch Panels  
 Bistabil · Tastaturen · Drehknöpfe  
 Standard & Kundenspezifisch



**Nicht nur ein Projekt...  
 ...vielmehr eine Partnerschaft !**





Tel. 06043/98888-0 · E-Mail: info@display-elektronik.de  
[www.display-elektronik.de](http://www.display-elektronik.de)

IEEE 802.3cz-2023 DEFINIERT OPTISCHES MULTIGIGABIT-ETHERNET FÜR FAHRZEUGE

# An Glasfaser führt kein Weg vorbei

Die IEEE Standards Association (IEEE SA) hat die Veröffentlichung des IEEE 802.3cz-Standards in der finalen Version bekanntgegeben. Die Ergänzung zum IEEE-Standard 802.3-2022 fügt Physical-Layer-Spezifikationen und Management-Parameter für den Betrieb bei 2,5, 5, 10, 25 und 50 Gbit/s über Glasfaser in der Automobilumgebung hinzu.

TEXT: KDPOF BILD: iStock, hh5800

„Wir freuen uns sehr über diesen wichtigen Meilenstein für optisches Multigigabit-Ethernet im Automobilbereich“, erläutert Rubén Pérez de Aranda, KDPOF CTO und Mitgründer, sowie IEEE Senior-Mitglied und aktiver Teilnehmer der IEEE 802.3-Arbeitsgruppe. „Der 802.3 Task Force gehören zahlreiche Personen an, die mit wichtigen Automobilherstellern wie PSA, Toyota, BMW, Ford, GM und Volvo, Tier-1-Lieferanten und Komponentenlieferanten verbunden sind. Vielen Dank an alle Mitwirkenden und Unterstützer, die dazu beitragen, dass optische Ethernet-Netzwerke mit bis zu 50 Gbit/s im Fahrzeug Realität werden!“

## Zukunftssicher

Die Norm IEEE 802.3cz-2023 (nGBA-SE-AU) wurde von Grund auf mit dem Ziel entwickelt, die strengen Anforderungen der Automobilindustrie zu erfüllen. Der Einsatz von Glasfaser verbessert den Stromverbrauch. Darüber hinaus ist er widerstandsfähiger gegenüber Alterungsproblemen. Er ist absolut zukunftssicher, da Steuergeräte unter Beibehaltung des gleichen Kabelbaums auf höhere Geschwindigkeiten aufgerüstet werden können.

„Die IEEE 802.3cz-Standardtechnologie ist derzeit die einzige existierende Lösung für 25 und 50 Gbit/s Single-Lane-Verbindungen mit vier Inline-Steckern und einer maximalen Länge von 40 Metern im Auto über OM3-Multimode-Faser“, ergänzt Luis Manuel Torres, Principal System Architect bei KDPOF und aktives Mitglied der IEEE Standards Association.

Der Standard spezifiziert Geschwindigkeiten von 2,5, 5, 10, 25 und 50 Gbit/s pro Lane. Er erfüllt die Temperaturanforderungen für den Automobilbereich von -40 °C bis +105 °C und die OEM-Zuverlässigkeitsanforderungen mit einer Mindestbetriebsdauer von 15 Jahren bei 10 FIT. Die maximale Verbindungslänge beträgt 40 Meter mit vier Inline-Anschlüssen. Die Lösung ist zu relativ niedrigen Kosten erhältlich, da das höhere optische Leistungsbudget einfachere und billigere Steckverbinder ermöglicht. Außerdem ist die OM3-Faser weit verbreitet.

Ein nahezu idealer Kommunikationskanal ermöglicht eine einfachere physikalische Schicht mit einer geringeren DSP/Equalization-Komplexität und ohne Echo-Kompensation, was zu einem geringeren

Stromverbrauch, einer geringeren Latenzzeit, einer kleineren Siliziumfläche und einer kostengünstigeren Lösung führt. Ein spezieller Betriebs-, Verwaltungs- und Wartungs-Seitenkanal (OAM: Operations, Administration, Maintenance) sorgt für Zuverlässigkeit und Link-Management.

## Automobile Zukunft ist optisch

Für höhere Geschwindigkeiten erfordern die Anforderungen der Automobilindustrie den Wechsel von der Kupfer- zur optischen Datenübertragung. Optische Ethernet-Verbindungen sind dank ihrer unschlagbaren elektromagnetischen Kompatibilität, ihrer Zuverlässigkeit und ihrer niedrigen Kosten die perfekte Lösung für die Herausforderungen der Fahrzeuge und für elektrische Störungen:

**EMV:** Glasfaser ist von Natur aus immun gegen elektromagnetische Störungen und sendet keine Interferenzen aus, was eine immense Menge an zusätzlicher Entwicklungszeit und Kosten spart.

**Temperatur:** Glasfaserkabel widerstehen extremen Temperaturbereichen von -40 °C bis zu +105 °C im Betrieb.



**Stromverbrauch:** Ein einfacherer Kanal ermöglicht einen geringeren Stromverbrauch wie Kupferkabeln, was zu einer einfacheren DSP-Ausgleichsfunktion führt und keine Echokompensation erfordert.

**Zuverlässigkeit/Haltbarkeit:** Durch die Wahl der Wellenlänge von 980 nm können die VCSEL-Bauteile die Anforderungen an Zuverlässigkeit und Lebensdauer in der Automobilindustrie erfüllen.

**Inline-Steckverbinder:** Da keine Abschirmung mehr erforderlich ist, sind die Steckverbinder dann insgesamt kleiner und mechanisch robuster.

**Leistungsbudget:** Verlustreiche/kostengünstigere Inline-Stecker vorausgesetzt: 4 Inline-Stecker für 40 Meter bei bis zu 25 Gbit/s und 2 Inline-Stecker für 40 Meter bei 50 Gbit/s. Im Vergleich dazu können bei Kupfer nur 2 Inline-Steckver-

binder mit einer maximalen Länge von 11 Metern bis zu 25 Gbit/s eingesetzt werden.

**Kosteneffizient:** Der geringere Durchmesser und das niedrigere Gewicht der OM3-Faser führen zu einer erheblichen Kosteneffizienz. Im Vergleich dazu sind die für 25GBASE-T1 vorgeschlagenen abgeschirmten Kupferdifferentialpaare (SDP) AWG26 und AWG24. Als Referenz: Cat 6A-Kabel haben AWG23. □

# Kingbright

■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

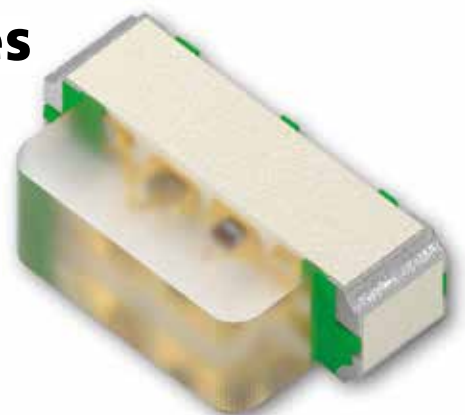
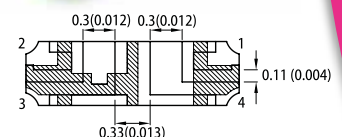
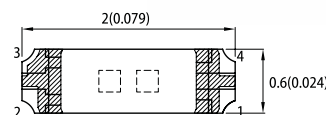
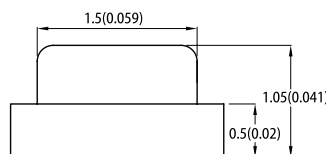
## Kingbright's new KPBA-2006 series 2.0 mm x 0,6 mm Right Angle SMD Chip LED

### Product Features:

- Side Looking Dual Color Chip LED, 0,6 mm thickness
- Low power consumption
- Viewing angle: 140°
- Moisture Sensitivity Level: 3
- RoHS Compliant

### Applications:

- Backlight
- Status Indicator
- Home & smart appliances
- Wearable and portable devices
- Healthcare applications



Android für den industriellen Einsatz - darauf sollten Sie achten

## GERÄTESTEUERUNG AUS DER HOSENTASCHE

Tablets und Smartphone sind mittlerweile auch im industriellen Umfeld angekommen. Die kleinen Helfer übernehmen sowohl komplexe Steueraufgaben als auch Überwachungsfunktionen und das im Hosentaschenformat. Doch neben der Hardware spielt auch die Software in Form des Betriebssystems für den Einsatz als Industriegerät eine entscheidende Rolle. Wir erläutern, auf was es dabei ankommt.

TEXT: ACD Elektronik BILDER: ACD Elektronik; iStock, da-kuk

Nach seinem Siegeszug bei Smartphones und Tablets im Consumerumfeld hat sich Android als Betriebssystem auch in vielen industriellen Bereichen durchgesetzt. Dort haben andere Betriebssysteme wie Linux oder Windows höchstens noch eine untergeordnete Bedeutung. Was sich zum Beispiel in der Logistik schon vor einigen Jahren als Standard etabliert hat, ist inzwischen auch in Key-Branchen wie Automotive oder der industriellen Automation erste Wahl: Intuitiv bedienbare, moderne Bedienerschnittstellen auf Android-Basis.

Android bietet gegenüber Linux deutliche Vorteile. Ein wesentlicher Faktor ist zum Beispiel die leichte und schnelle Java-Programmierung von Anwendungen auf Basis von Android APIs statt hardwarenahe, aufwändige Linux C-Programmierung. Hier profitiert der Entwickler von zahlreichen Funktionen und Diensten, die Android bereits im Standard mitbringt. Für mobile Anwendungen ist Android per se das geeignetere Betriebssystem, optimiert für Touch-Bedienung und lange Betriebszeit durch optimales Energiemanagement. Zudem setzen auch Entwickler von stationären Geräten und Anlagen auf das schicke und moderne Android als Bedienoberfläche beziehungsweise Betriebssystem. Für ein Unternehmen ist es eine strategische Entscheidung, welches Betriebssystem beziehungsweise welche Bedienerschnittstelle für die nächsten Jahre ausgewählt werden. Hierbei stellen sich einige Fragen, die im Vorfeld zu berücksichtigen sind. Im Folgenden wollen wir diese Fragen beantworten.

## Das unterscheidet Android und Windows

Grundsätzlich ist Android ein Embedded Betriebssystem, das heißt es ist immer auf die jeweilige, spezifische Hardware ARM CPU angepasst und läuft dementsprechend nur auf dieser einen Hardware. Einen typischen Entstehungsprozess eines Android Gerätes illustriert die Abbildung zu diesem Beitrag.

Aus einem Open Source Code erstellt der Chip-Produzent einen neuen Programmcode, der vom Endgerätehersteller auf sein spezifisches Gerät angepasst wird. Dies unterscheidet sich grundsätzlich von einem Windows Desktop System, das auf allen x86 kompatiblen Chipsätzen funktioniert und über Lizenzen

verkauft wird. Mit diesen Lizenzen erwirbt man den entsprechenden Support, dieser beinhaltet Updates und Sicherheitspatches während der unterstützten Lebensdauer. Android dagegen ist kostenfrei und aus diesem Grund erwirbt man auch keinen Support und keine Wartung. Dies wäre technisch auch nicht so einfach möglich, da jedes Android-OS wie bereits erläutert hardware-spezifisch ist.

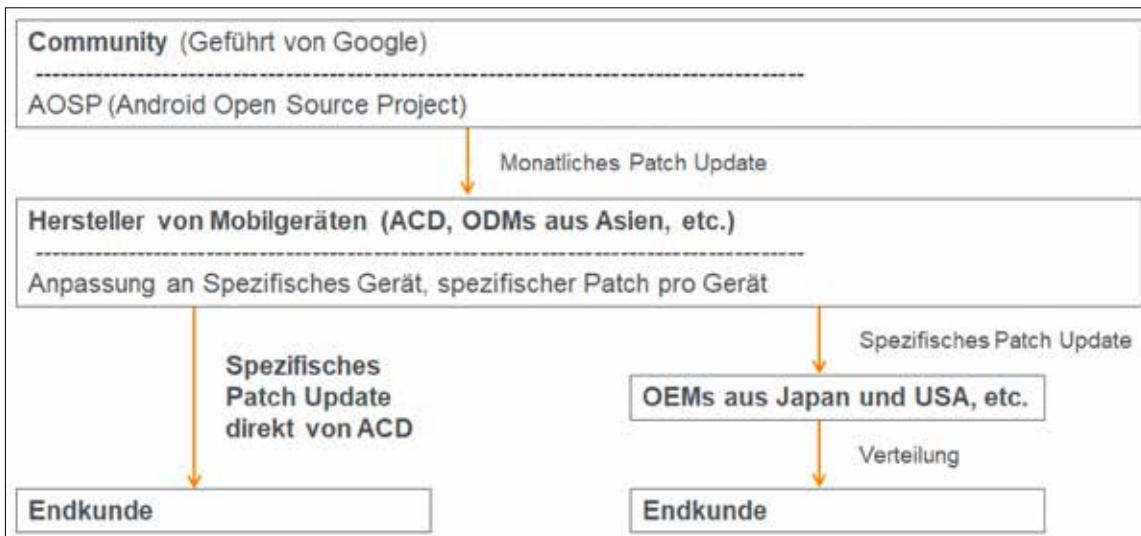
## Mit einem Open-Source-Produkt Geld verdienen

Die spannende Frage aus Sicht von Google ist natürlich, wie mit einem Open Source Produkt Geld zu verdienen ist. Dazu hat sich Google einen Trick einfallen lassen, die Rezertifizierung GMS – Google Mobile Services, wohl ein Meilenstein in der Plattformökonomie. Bestimmte Zusatzdienste bekommt man als User nur mit Akzeptanz von Lizenzbedingungen und bezahlt das Ganze mit seinen Daten – Dienste für Daten. Das funktioniert natürlich deshalb, weil diese Dienste für den Endnutzer einen großen Zusatznutzen bieten (Playstore, Google Maps und so weiter) und der Zugriff auf die Userdaten als Privatnutzer weithin akzeptiert wird. Zusätzlich gibt es noch das Label „Enterprise Recommended“. Dieses Label soll eine besondere Industrie-tauglichkeit gewährleisten, das heißt die Hersteller verpflichten sich drei Jahre lang Sicherheitsupdates zu liefern, also eine Art freiwillige Selbstverpflichtung. Die Rezertifizierung GMS ist die Voraussetzung für das Label, also wieder Dienste für Daten.

Ist diese Vorgehensweise für einen Industriekunden zufriedenstellend? In der Regel nicht, im Normalfall möchte man im Industrieumfeld deutlich längere unterstützte Update-Laufzeiten und vor allem die Oberherrschaft über alle Daten.

## Bereitstellen von Updates und Upgrades

Wie am Anfang schon erwähnt sind Updates (zum Beispiel Sicherheitspatches, Bugfixes und so weiter) und Upgrades (eine neuere Android Version) Hardware-spezifisch und können nur vom Hersteller bereitgestellt werden. Der grundsätzliche Ablauf ist wie im linken Pfad des unten stehenden Diagramms illustriert. Der Hersteller prüft die monatlichen Updates des Open Source Projekts oder anderer Quellen und erstellt daraus den spezifischen Patch beziehungsweise das neue Image, das dann an die eigenen Kunden in einem regelmäßigen Turnus verteilt werden kann. Es gibt dabei keinen Automatismus. Die Updates des Open



Für einen hohen Sicherheitsstandard im industriellen Umfeld sorgt bei Android-Geräten ein spezifisches Update- beziehungsweise Upgrade-Management.

Source Projects sind nicht ohne weitere Bearbeitungsschritte verwendbar, insbesondere wenn Sie für eine ältere Android Version eingesetzt werden sollen. Das ist für viele Kunden in der Logistik und Industrie sehr wichtig, da die Industrie-Geräte nicht nach drei Jahren ersetzt werden sollen.

Dabei ist es natürlich interessant zu wissen, wer der Hersteller eines Gerätes beziehungsweise der Eigentümer des Android Source Codes überhaupt ist. Gerade bei großen, internationalen Brands ist der Hersteller des Geräts in der Regel ein asiatisches Subunternehmen und nie der Brand selbst. Dieses mehrstufige Verfahren kann funktionieren, aber Patches sind immer eine besondere Vertrauenssache.

## Auswahl-Strategie bei Industrie-Geräten

Wie wir gelernt haben, sind dabei drei verschiedene Fragestellungen zu beantworten:

**1. Wie sicher sind meine Daten beziehungsweise ist Datensicherheit für mich wichtig?** Falls Datensicherheit für meinen konkreten Anwendungsfall nicht entscheidend ist, ist die Nutzung eines GSM zertifizierten Gerätes beziehungsweise sogar eines Smartphones ein möglicher Ansatz.

Falls Datensicherheit für mich sehr wichtig ist, ist auf jeden Fall ein Gerät ohne GSM notwendig. Grundsätzlich gibt es folgende Möglichkeiten:

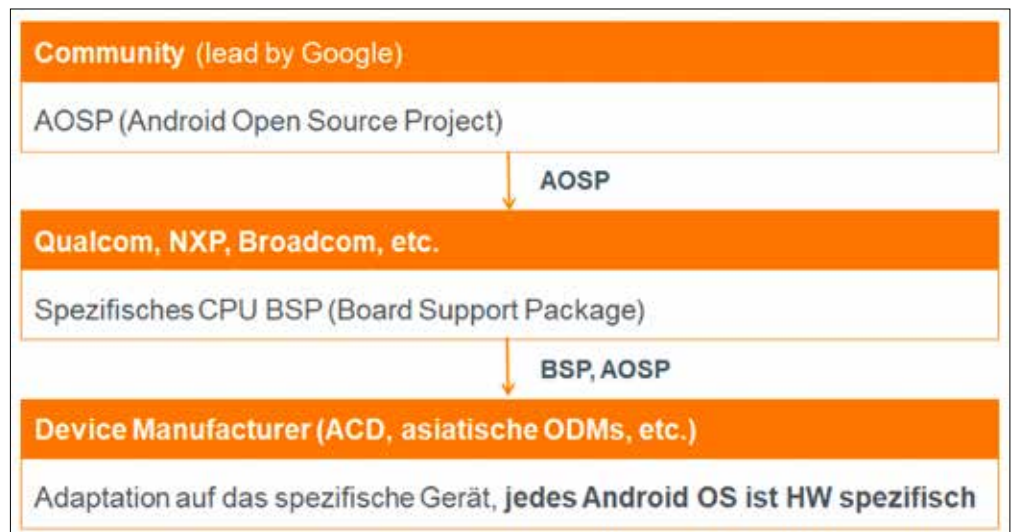
- Ich nutze ein Smartphone und akzeptiere die damit verbundenen Faktoren wie Datensicherheit, fehlende Langzeitverfügbarkeit und so weiter
- Ich nutze ein GSM/Recommended Gerät und akzeptiere das

- Ich schotte mein Netz so ab, dass das Gerät nie einen Außenkontakt bekommt
- Ich nutze ein industrielles Android Betriebssystem, das keine Google Dienste enthält
- Ich nutze ein GSM/Recommended Gerät und nutze zusätzlich einen GSM Blocker, erzeuge also nachträglich ein industrielles Android Gerät, etwas paradox, wird aber von den großen Brands oft so praktiziert

Für industrielle Anwendungen empfehlen wir die Nutzung eines expliziten industriellen Android Betriebssystems, zum Beispiel das Android Industrial+ der ACD Elektronik oder ähnliche Systeme, frei von Diensten Dritter und mit nachweisbarer Langzeitverfügbarkeit. Gerade bei der Nutzung von Billig Geräten hat man das zusätzliche Risiko einer unkontrollierten Supply Chain des Herstellers, so dass diese neuen Geräte oft schon ab Werk mit Malware infiziert sind, die wiederum nur dem unkontrollierten und kriminellen Datenabzug dienen.

**2. Wie lange bietet mein Anbieter Updates und Upgrades beziehungsweise wie lange möchte ich meine Android Hardware nutzen?** Auch hier wird man im Industrieumfeld mit Nutzungsdauern unter drei Jahren nicht erfolgreich sein. Es gilt zweierlei besonders zu beachten: Zum einen die zeitlich begrenzte Verfügbarkeit der Hardware, zum anderen die Langzeitverfügbarkeit von Upgrades und Updates für das Betriebssystem auf dieser Hardware.

Vorzugsweise sollten Unternehmen ausgewählt werden, die ihre Hardware-Plattform langfristig supporten, sowohl was die Reparatur der Geräte betrifft als auch den Ersatz von sich ändernden Bauteilen und Komponenten. Zum anderen sollte der Anbieter auch langfristig den Software Support leisten können. Unsere



Jedes Android-Gerät wird spezifisch in Bezug auf Hard- und Software für die gewünschte Anwendung entwickelt.

Empfehlung ist immer der Direktsupport und nicht ein mehrstufiges Verfahren, bei dem der eigentliche Leistungserbringer für Updates letztlich unbekannt ist. Und dabei sollte auch klar sein, dass es seriösen Support nicht zum Nulltarif gibt, also Finger weg von Low-Cost-Anbietern.

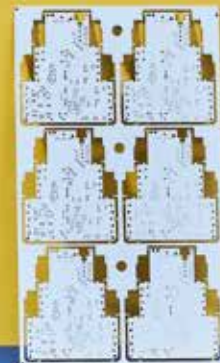
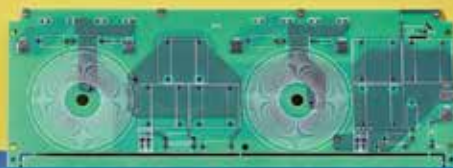
**3. Wie möchte ich meine Geräte verwalten?** Im Industrieumfeld verwaltet ein Administrator in der Regel nicht nur eines oder wenige Geräte, sondern eine größere Anzahl. Deshalb sind unterstützende Tools für Installation, Updates, Einstellungsoptimierungen ein wichtiges Differenzierungsmerkmal für die Entscheidung. Es gilt daher genau zu prüfen, welche Tools der Anbieter mitbringt, wie gut die Geräte zu integrieren sind und welche Zusatzkosten dadurch anfallen. Wichtig in dem Zusammenhang

ist ein MDM, ein Mobile Device Manager. Mit diesem können die Geräte direkt im Feld verwaltet werden oder Updates und Upgrades auf den Geräten installiert werden. Hat ein Hersteller kein eigenes Tool, muss man auf Drittanbieter ausweichen mit teilweise deutlich höheren Kosten.

### Zusammenfassung

Android als Betriebssystem ist schick und modern. Durch seine embedded Eigenschaften, das heißt die feste Verknüpfung zu einer ARM-Hardwareplattform sind Support und Langzeitverfügbarkeit sehr herstellerabhängig. Wichtig bei der Auswahl ist die Betrachtung von Datensicherheit, Langzeitverfügbarkeit und Verwaltung der Geräte. □

**SEIT 37 JAHREN SPEZIALIST  
FÜR IHRE ANFORDERUNGEN.  
BECKER & MÜLLER**



**IHR SPEZIALIST FÜR:** Prototypen | Kleinserien & Muster | Express-Service | individuelle Fertigung | hohe Flexibilität | 100% Made in Germany

[www.becker-mueller.de](http://www.becker-mueller.de)







ERFAHRUNGSBERICHT EINES FBDi-MITGLIEDS

# Wer hat Schuld bei Allokationen?

Mit schöner Regelmäßigkeit erleben wir Allokationen. Das Phänomen ist gut erforscht – trotzdem wissen viele nicht, wie sie entstehen. Für all diejenigen, die sich dafür interessieren und wissen wollen, wie sie besser durch Allokationen kommen, hier ein Erfahrungsbericht.

TEXT: Thomas Gerhardt, Glyn BILDER: Glyn; Statista; iStock, kokouu

Allokationen kommen immer wieder. Manche davon sind heftiger und betreffen weltweit mehr Produkte, manche sind etwas milder. Mal enden sie halbwegs akzeptabel, mal hinterlassen sie immense Schäden. Einige von uns haben schon mehrere erlebt und deshalb ein Muster erkannt. Jedes Mal sind jedoch auch wieder neue Akteure im Markt, die davon völlig überrascht werden – genau wie ich 1995.

In den 20 Jahren seit der Gründung des Fachverbands Bauelemente Distribution (FBDi) gab es vier Allokationen. Seit meinem Berufsstart 1995 als Vertriebsingenieur in der Distribution sogar sechs. Damals lief gerade eine Allokation aus, und ich wusste überhaupt nicht, was mir geschah. Die Preise der Bauteile fielen ins Bodenlose. Die Lager waren voll. Kaum jemand wollte etwas bestellen. Einige Jahre danach, bei der folgenden, sehr schlimmen Allokation 2000, dachte ich: „Wie jetzt? Schon wieder so etwas?“

## Beispiel Bierspiel

Nachdem auch das überstanden war, fand ich 2003 in unserer Heimbibliothek ein Buch, welches meine Frau während ihres Studiums von einem Professor empfohlen bekommen hatte. Mich interessierte das dicke, blaue Werk im Hardcover mit dem interessanten Namen „Die fünfte Disziplin – Kunst und Praxis der lernenden Organisation“.

Deshalb schlug ich es durch Zufall auf Seite 36 auf und sah dort Grafiken mit Lagerbeständen und Bezeichnungen wie „Einzelhändler“, „Großhändler“ und „Fabrik“. Dies weckte meine Neugier, da ich hoffte, etwas für die Firma lernen zu können, und ich begann sofort damit, das Buch zu lesen.

Es stellte sich heraus, dass gerade dieses eine, zufällig aufgeschlagene Kapitel eine Pflichtlektüre für alle Beteiligten in der Elektronik-Branche darstellt. Der Autor Peter M. Senge beschreibt unter der Überschrift „Gefangene des Systems oder Gefangene unseres eigenen Denkens?“ ein Spiel, welches um 1960 am Massachusetts Institute of Technology (MIT) – einer der weltweit führenden Spitzenuniversitäten – entwickelt wurde: das sogenannte „Bierspiel“ („MIT Beer Distribution Game“).

Es handelt sich dabei um ein experimentelles Rollenspiel, in dem die Beteiligten verschiedene Positionen in einer Verteilungskette einnehmen (zum Beispiel Bauteilhersteller, Distributor, Schaltungsproduzent oder – wie im Buch – Brauerei, Großhändler und Getränkeladen). Ziel ist es, die Kosten der Gesamtkette möglichst gering zu halten. Da die einzelnen Parteien jedoch nur über schriftliche Bestellungen miteinander kommunizieren, wird die Aufmerksamkeit in der Regel ausschließlich auf die eigene Situation konzentriert. Die Folge ist, dass sich das System sehr schnell aufschaukelt, wie es beim Peitscheneffekt (Bullwhip Effect) bekannt ist.

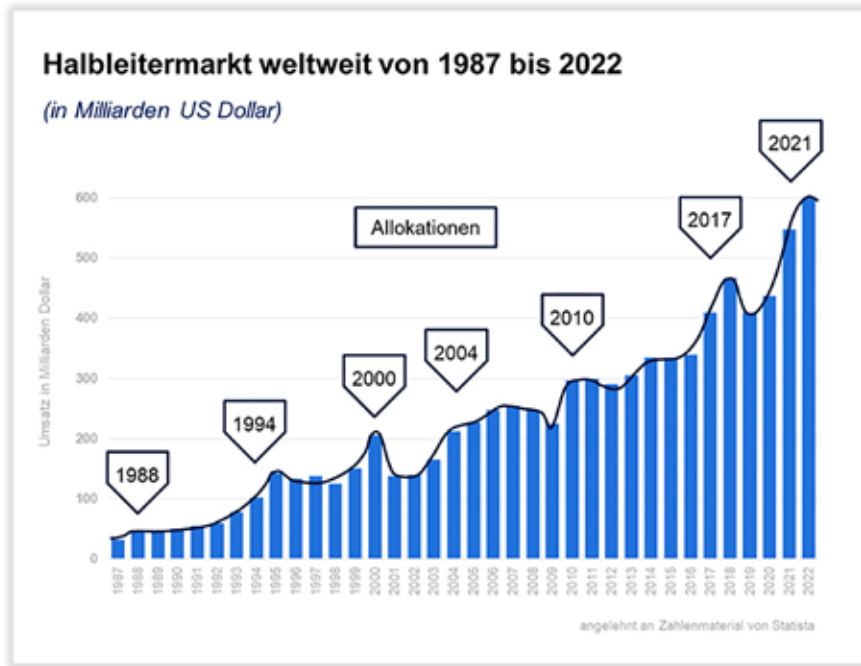
Bis heute wird dieses Spiel in der Management-Ausbildung angewendet, in unserer Branche allerdings viel zu wenig. Im oben angesprochenen Buch wird die Elektronik-Lieferkette sogar explizit erwähnt, weil sie durch ihre komplexen Prozesse, vergleichbar hohen Standardlieferzeiten und nur schwer steigerbaren Produktionskapazitäten sehr anfällig für ein Aufschaukeln ist.

Das jährliche Wachstum der Distribution beträgt seit 2008, als der FBDi begann, seine wertvollen Notarzahlen zu veröffentlichen, 5,6 Prozent (Compound Annual Growth Rate, CAGR). Ohne das außergewöhnliche letzte Jahr 2022 waren es sogar nur 3,1 Prozent.

Tatsächlich vollzog sich das Wachstum der vielversprechenden Zukunftsbranche Elektronik jedoch nicht linear, sondern in Wellen. Die zwei üblichen Phasen dabei kann man salopp und sehr grob wie folgt beschreiben:

- Allokationen dauern circa 18 bis 24 Monate. Sie sind gekennzeichnet durch lange Lieferzeiten, steigende Preise, leere Lager, hohe Umsatzsteigerungen, gute Profite, freundliche Kunden, selbstbewusste Lieferanten.
- In den Zeiten dazwischen, circa drei bis fünf Jahre, ist es andersherum: kurze Lieferzeiten, niedrige Preise, volle Lager, Umsatzrückgänge, Abschreibungsverluste, selbstbewusste Kunden und freundliche Hersteller.

Warum das so ist, erklärt der Autor bereits 1990 in seinem vielbeachteten Management-Klassiker, der bereits in 20 Sprachen



Der Halbleitermarkt hat sich in den letzten zehn Jahren mehr als verdoppelt, wie die weltweite Entwicklung des Halbleitermarktes von 1987 bis 2022 zeigt.

übersetzt und mehr als eine Million Mal gedruckt wurde. Ja, Sie lesen richtig. Einer der einflussreichsten Management-Vordenker der letzten 75 Jahre beschreibt 1990 ein Prinzip, das 1960 von einer Eliteuniversität entdeckt wurde. Das heißt, das theoretische Systemwissen, warum der Elektronikmarkt sich regelmäßig aufschaukelt, ist seit Jahrzehnten bekannt. Aber wir reiben uns immer wieder aufs Neue die Augen und diskutieren, warum es dieses Mal wieder passiert ist, wie lange es noch dauert, ob es bald wieder losgeht beziehungsweise ob es jetzt aber wirklich das allerletzte Mal war.

## Trigger nicht entscheidend

Die vielen möglichen Auslöser von Allokationen werden genussvoll aufgezählt und durchdiskutiert. 2020 bis 2022 waren das wahlweise oder in Summe das festsitzende Containerschiff Ever Given im Suezkanal, Schneestürme in Amerika, die Corona-Pandemie, der Ukrainekrieg, die Energiekrise, dadurch gestörte Lieferketten et cetera pp. 1999 bis 2001 waren es das Jahr-2000-Problem der Software (Millennium-Bug), die Euroeinführung, die Umstellung aller Automaten und so weiter.

Für jede Allokation gibt es Auslöser. Sie sind vielfältig und kaum vorhersagbar. Aber jetzt wird es provokant. Sie sind sicher ein Teil des Phänomens, aber kaum entscheidend. Viel dominanter ist die Reaktion aller Marktteilnehmer auf diese Auslöser. Durch das Verhalten jedes Einzelnen wird die Wirkung der Trigger extrem erhöht. Erst diese Verstärkung führt – gemessen an den Auslösern – zu einem völlig übertriebenen Aufschaukeln des empfindlichen Gesamtsystems.

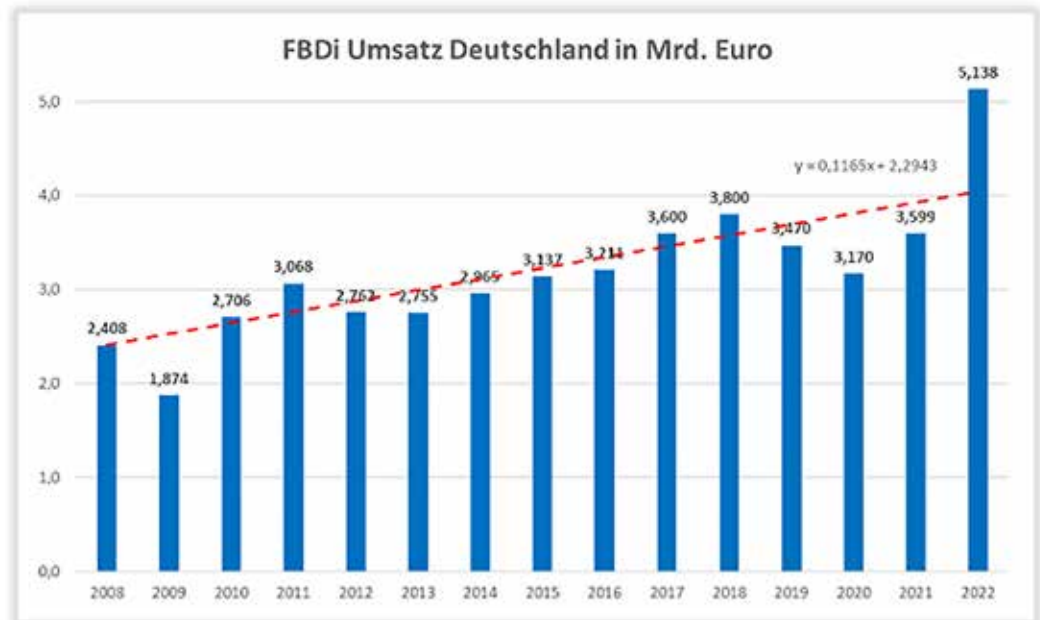
Käme ein Marsmännchen während einer Allokation auf die Erde, würde es denken: „Was machen die denn da? Es gibt ja gar nicht zu wenig Ware. Es gibt ja noch nicht mal einen so hohen Bedarf. Aber jeder bestellt gerade, was er kriegen kann, und deshalb fehlt es einem anderen. Die Erdenmenschen haben lediglich ein Verteilungsproblem.“

Was Hamsterkäufe bewirken können, haben wir alle in der Pandemie beim Toilettenpapier gesehen. Es wird wohl niemand mit vollem Ernst behaupten können, dass der Verbrauch dieses Produktes damals tatsächlich so sprunghaft angestiegen ist. Vielmehr hatten in dieser Zeit kollektiver Hysterie einige zuhause den Keller voll und ihre Nachbarn dafür vielleicht ein echtes Problem.

Denken Sie mal darüber nach, dass vielleicht ein Jahresbedarf Ihrer heute fehlenden „Goldenen Schraube“ in einem anderen Lager liegt oder dass sie nur deshalb nicht produziert werden konnte, weil in der Fabrik andere Bauteile für irgendjemanden vorgezogen werden mussten, welche dieser dann lediglich eingelagert hat.

## Bestellung und Bedarf

Wir verwechseln leider immer wieder eine Bestellung mit dem eigentlichen Bedarf. Die zeitliche Komponente wird dabei komplett vergessen. Bestellt ein Akteur aus eigenen berechtigten Sicherheitsüberlegungen eine Ware heute schon für sofort, die er eigentlich erst später benötigt, steigt nicht der Bedarf im Markt (was jedoch fast alle nur zu gerne glauben wollen). Bestellt er zudem längerfristiger, steigen auch dann nur die Auftragseingänge



Der FBDi-Umsatz in Deutschland ist von 2,8 in 2012 auf 5,1 Milliarden Euro in 2022 gestiegen.

und die Bestellhorizonte, nicht aber der eigentliche Bedarf. Zumindest nicht deutlich viel mehr als im langjährigen Schnitt.

Die den hohen Auftragseingängen folgenden, oft auch deutlich höheren Umsätze fließen tatsächlich zum großen Teil in die Vorräte der vielen Lieferkettenglieder. Die pauschale Aussage „Die Lager sind leer“ war nie richtig. Es waren immer nur mehr oder weniger viele einzelne Fächer leer.

Teilweise lässt sich der immens ansteigende Umsatz noch durch Preiserhöhungen erklären. Ein generelles stückzahlbasiertes sprunghaftes Marktwachstum um so hohe Werte ist jedoch gar nicht in der Breite möglich. Wo sollen die vielen zusätzlichen Fabrikhallen, Mitarbeitenden, Maschinen et cetera für einen ad hoc 40 Prozent größeren Markt denn herkommen? War die Auslastung der Industrie vor der Allokation wirklich so niedrig? Wohl kaum!

Berücksichtigt man hingegen, dass jeder in der Kette während der Euphorie ein wenig mehr bestellt – denn der Markt wächst ja gerade so toll –, wird klar, dass aus einem tatsächlichen Bedarf über ein paar Stufen der Supply Chain schnell die doppelte angeblich benötigte Menge beim Hersteller ankommen kann.

## Handlungsoptionen vorhanden?

Am Ende fast jeder Allokation gehen die Umsätze wieder zurück. Das angebliche Marktwachstum entpuppt sich als „Vorschuss“. Etwa 75 Prozent der Rollenspieler fahren das System dabei komplett an die Wand und erzeugen den größtmöglichen

Schaden. 15 Prozent schneiden etwas besser und zehn Prozent sehr viel besser ab als die anderen – Erfolg ist also trotzdem durchaus möglich!

Was gerade passiert, ist jedoch nicht der Versuch, es besser zu machen. Vielmehr liest man jetzt überall von Schuldzuweisungen. Die Distributoren sind angeblich schuld, weil sie nicht liefern konnten. Die Hersteller sind schuld, weil sie nicht genug produziert haben und keine Termine nennen konnten. Die Kunden sind schuld, weil sie nicht früh genug bestellt haben. Die Broker sind schuld, weil sie sich an der Not eine goldene Nase verdient haben. Alles falsch! Keiner ist alleine schuld. Wenn überhaupt, dann alle zusammen. Aber eher noch das System.

Auch wähnt sich nun jeder eingeklemmt in einer „Sandwich-Position“. Das ist logisch, denn in einer langen Lieferkette vom Endverbraucher über den Einzelhändler, den Produkthersteller, den Maschinenproduzenten, den Produktionsdienstleister, den Distributor, den Bauteilhersteller, den Vorproduktlieferanten bis zur Minengesellschaft ist ausnahmslos jeder in einer Sandwichposition. Und alle zeigen nach links und rechts, um einen Schuldigen zu finden. Nicht wirklich hilfreich und unter Berücksichtigung des eigenen Beitrages auch nicht fair.

## Drei (leichte) Regeln

Die besseren Spieler beachten drei Regeln, die leicht klingen, jedoch in der Praxis leider nur schwer gegen die Natur des Menschen umsetzbar sind. Die Betonung liegt hier auf schwer, nicht unmöglich. Es geht tatsächlich etwas. Die Regeln sind:

**Geraten Sie nicht in Panik.** Es erfordert Disziplin, dem überwältigenden Drang zu widerstehen, größere Bestellungen aufzugeben, wenn die Rückstände wachsen und Ihre Kunden laut nach Ware schreien oder die Verkäufer Ihnen noch mehr Angst machen (was Sie bei Ihren Kunden im Übrigen auch nicht tun sollten). Wenn Sie diese Disziplin nicht aufbringen, hat es für Sie und alle anderen unangenehme Folgen.

**Denken Sie immer an die Ware, die Sie bereits für sofort bestellt haben, die nur noch nicht eingetroffen ist.** Es ist wie bei einer Kopfschmerztablette. Wenn Sie eine Aspirin genommen haben, werfen Sie ja auch nicht alle fünf Minuten eine weitere ein, bis die Schmerzen weg sind. Warten Sie die Wirkung ab! Denken Sie also an Ihre Rückstände. Nicht an die „Delinquencies“ („Überfällige“), denn bei diesen ist auch das Bestätigungsdatum bereits in der Vergangenheit. Auch nicht an den gesamten „Backlog“, denn der „Auftragsbestand“ enthält sowohl Positionen, die für sofort und solche, die für später gewünscht sind. Weil es in unserer Branche keinen eigenen Begriff für Ware gibt, die mit Wunschtermin „sofort“ bestellt, aber für später bestätigt ist, schlage ich „Backorders“ dafür vor („Bestellrückstände“). Also, behalten Sie Ihre Backorders im Auge. Wollen Sie die Ware wirklich, die Sie sich für sofort gewünscht haben? Stellen Sie sich vor, sie käme morgen. Nimmt Ihnen Ihr Kunde tatsächlich sofort den gesamten Jahresbedarf ab, wenn endlich die Goldene Schraube kommt? Seien Sie immer sicher, dass Ihre Lieferanten versuchen, Ihre alten Wünsche zu erfüllen, sobald sie es können. Nicht umsonst haben Sie ja in vielen Eskalations-Meetings enormen Druck auf sie ausgeübt, und so müssen Sie es deshalb auch abnehmen. Denken Sie immer daran: Jeder ist für seine Wunschtermine selbst verantwortlich.

**Bestellen Sie nie mehr bei Ihrem Lieferanten als Ihr Kunde bei Ihnen.** Erinnern Sie sich, dass die Kette vor Ihnen vermutlich bereits in jedem Glied einen Aufschlag für sofort bestellt hat und dass sie länger ist, als Sie denken. Gehen Sie zudem davon aus, dass Ihr vorgelagerter Lieferkettennachbar Ihnen nicht die Wahrheit sagt. Er wird Ihnen mit großer Verve zurufen, dass er 1.000 Stück sofort benötigt, in der Hoffnung, dann von Ihnen vielleicht wenigstens 100, die er wirklich braucht, in vier Wochen zugeteilt zu bekommen. Er glaubt, das machen zu müssen, weil er sonst befürchtet, gar nichts von Ihnen zu bekommen. Machen Sie es also wenigstens selbst bei Ihren Lieferanten nicht noch schlimmer.

## Die größten Schadensträger

Laut Forschung ist der Schaden in der Kette beim Hersteller am schlimmsten. Er bekommt aufgeschaukelte vermeintliche Bedarfe gemeldet, die er nicht erfüllen kann. Weil er dafür stark

kritisiert wird und selbst auch große Chancen für sich sieht, beschließt er nach einiger Zeit, die Produktionskapazitäten zu erweitern. Das kostet heute extrem viel Geld. Wenn er sie nach 18 Monaten installiert hat, merken alle, dass sie zu viel auf sofort geordert haben und ihre Lager überlaufen. Dann reduzieren sie ihre Bestellungen.

Der Hersteller bleibt also auf seinen leeren Produktionshallen sitzen. Die Großhändler haben riesige Lagerbestände, die niemand mehr abnehmen möchte, und auch die Kunden haben sie. Allerdings in dieser Reihenfolge, mit in der Kette absteigenden Werten. Es ist wie bei der berühmten Peitsche. Am Ende des Riemens knallt sie besonders heftig auf den Rücken. Als ein Distributionsvertreter in der Mitte der Supply Chain würde ich auch am liebsten jammern und sagen, dass die Händler am härtesten betroffen sind. Jeder wird sich an seiner Stelle so fühlen. Aber es ist nun mal tatsächlich der Letzte in der Kette.

Das führt nach Allokationen auch regelmäßig zu Konzentrationsprozessen auf allen Ebenen, denn die starken Firmen kaufen dann diejenigen auf, die sich überhoben haben. Nicht unbedingt gut, aber die logische Konsequenz.

Auch typisch ist am Ende nahezu jeder Allokation die Panik in die andere Richtung. Wie baut man sein zu hohes Lager ab, wenn die Controller wieder die Macht mit der Keule des „Return-of-Working-Capital“ übernehmen? Indem man es wie sauer Bier zu abgewerteten Preisen auf den Markt wirft – und damit einmal mehr die teuflische Spirale nach unten antreibt.

## Fazit

Peter M. Senge beendet das Kapitel mit folgenden Worten, die man nicht besser sagen könnte: „Wenn die Teilnehmer des Bierspiels die Strukturen durchschauen, die das Verhalten verursachen, erkennen sie auch, dass sie die Macht haben, dieses Verhalten zu ändern und eine Bestellpolitik anzuwenden, die im größeren System funktioniert. Sie entdecken etwas von der zeitlosen Wahrheit, die der Comic-Autor Walt Kelly vor vielen Jahren mit seiner berühmten Zeile in ‚Pogo‘ [ein anthropomorphes Opossum] zum Ausdruck brachte: ‚Wir sind dem Feind begegnet, und wir sind es selbst.‘“

In diesem Sinne: Nach solch einem Zyklus gibt es erst mal wieder genug Kapazitätsreserven für ein paar normale Wachstumsjahre. Irgendwann sind diese jedoch gefüllt und es kommt ein beliebiger neuer Auslöser. Seien Sie also sicher, dass es wieder eine Allokation geben wird. Ihre eigene x-te, die fünfte für den heute 20-jährigen FBdi und meine persönliche siebte. □

# SCHUKAT

## electronic

## Schukat electronic Vertriebs GmbH

### Anschrift

Schukat electronic Vertriebs GmbH  
Hans-Georg-Schukat-Straße 2  
40789 Monheim am Rhein  
T +49 - 2173 - 950-5  
F +49 - 2173 - 950-999  
info@schukat.com  
schukat.com

### Firmenprofil

Schukat electronic ist ein führender Distributor für Elektronikbauteile sowie Komponenten und bietet seinen Kunden nicht nur günstige Standardmengen ab Lager, sondern auch individuelle Konditionen für größere Volumina. Das erfahrene Vertriebsteam betreut Kunden aus verschiedenen Branchen, zum Beispiel Maschinenbau, Industrieautomation, Bestückung, Medizintechnik und Ingenieurbüros persönlich und direkt. Schukat hat sich

### PRODUKTE VON

Sunon, MEAN WELL, Recom, XP-Power, Panasonic, Schurter, Zettler, Vishay, TE Connectivity, MPE Garry, FTCap, Microchip, Talema, Taiwan Semiconductor, Display Elektronik, Display Visions, LiteOn, Everlight und Sensata/Crydom

### GRÜNDUNGSJAHR

1964

### MITARBEITER

150 Mitarbeitende und 20 Auszubildende

### ZERTIFIZIERUNGSSTAND

DIN EN ISO 9001:2015  
IHK Top Ausbildung



zum Ziel gesetzt, seinen Kunden nicht nur Produkte zu liefern, sondern auch individuelle Lösungen für ihre spezifischen Anforderungen anzubieten. Grundsätze im Umgang mit Geschäftspartnern und Mitarbeitenden sind Zufriedenheit, Wertschätzung, Kontinuität und Selbstständigkeit.

Das Team von 150 Mitarbeitenden und 20 Auszubildenden fühlt sich diesem Leitsatz verpflichtet und steht Kunden und Lieferanten stets mit höchster Professionalität und Engagement zur Seite.

### Service Leistungen

Als unabhängiges Familienunternehmen setzt Schukat nicht nur auf innovative Technologien wie SAP NetWeaver Business Warehouse und Celonis Process Mining, sondern auch auf moderne Geschäftsprozesse. So nutzt das Unternehmen beispielsweise EDI, um im Rahmen des Beschaffungsprozesses eine schnelle und exakte elektronische Übertragung von Belegen zu gewährleisten.

### Logistik

Schukat bevorratet ca. 97 % des umfangreichen Portfolios in mittleren bis großen Mengen, die innerhalb von 24 Stunden an die Kunden geliefert werden können. Der Online-Shop bietet stündlich aktualisierte,

transparente Preise, echte Lagerbestände, sowie alle wichtigen technischen Daten und Bilder für jeden Artikel. Darüber hinaus verfügt Schukat über ein innovatives automatisiertes Kleinteilelager und Palettenplätze, die ausreichend Platz für eine Vielzahl von Produkten bieten.

### Produktportfolio

Seit vielen Jahren pflegt Schukat enge Partnerschaften mit über 250 renommierten Herstellern in den Bereichen aktive und passive Bauteile sowie Elektromechanik wie Sunon, MEAN WELL, Recom, XP-Power, Panasonic, Schurter, Zettler, Vishay, TE Connectivity, MPE Garry, FTCap, Microchip, Talema, Taiwan Semiconductor, Display Elektronik, Display Visions, LiteOn, Everlight und Sensata/Crydom. Zusätzlich fungiert Schukat als Distributor für 10.000 B2B-Kunden in 50 Ländern und ist somit ein zuverlässiger Geschäftspartner für Standardanwendungen. Darüber hinaus wird das Lieferprogramm regelmäßig durch die Aufnahme wichtiger Innovationen ergänzt.

### Technischer Support

Im technischen Labor werden an Ort und Stelle Beratung zu Produkten von MEAN WELL und SUNON geleistet. □



WAS STECKT HINTER DEN BEGRIFFEN?

## PLM, RMA und VMI

Im täglichen Distributionsgeschäft gehören Fachbegriffe und Abkürzungen zum Standardwortschatz und sind fest im Repertoire des Arbeitsumfelds verankert. Begibt man sich als Fachfremder in diesen Inner Circle, etwa in die Elektronik-Distribution, so sind die vielen Fachbegriffe, die einem auf Schritt und Tritt begegnen, verwirrend.

Besondere Ratlosigkeit rufen Akronyme hervor - Kurzwörter, gebildet aus den Anfangsbuchstaben mehrerer Wörter. Oder wissen Sie auf Anhieb, was sich hinter PLM, RMA oder VMI verbirgt? Wir haben diese Begriffe für Sie entschlüsselt.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E

### PLM

Im Kontext der Distribution gewinnt das Konzept des "Product Lifecycle Management" (PLM), zu Deutsch "Produktlebenszyklusmanagement", zunehmend an Bedeutung. PLM ist weitaus mehr als nur eine einfache Abfolge von Prozessen; es verkörpert eine strategische Herangehensweise an die Verwaltung des gesamten Lebenszyklus eines Produkts. Von der initialen Konzeption und Entwicklung über die darauf folgende Produktion und Nutzungsphase bis hin zur finalen Entsorgung oder Wiederverwertung – PLM bietet eine ganzheitliche Perspektive, die Unternehmen hilft, ihre Produktentwicklung und -verwaltung effizienter zu gestalten.

### RMA

Im komplexen Gefüge der Vertriebs- und Logistikwelt birgt der Begriff "RMA" eine essentielle Bedeutung. Das Akronym "RMA" steht für den Prozess der "Return Merchandise Authorization", was auf Deutsch so viel wie "Warenrücksende-Genehmigung" oder auch "Retouren-Genehmigung" bedeutet. Dieser Prozess ist ein unverzichtbarer Bestandteil im Handel und Vertrieb, der es Kunden ermöglicht, fehlerhafte, beschädigte oder fälschlicherweise gelieferte Produkte direkt an den zuständigen Händler oder Lieferanten zurückzusenden und dabei eine entsprechende Abwicklung für Ersatz oder Reparatur zu initiieren.

### VMI

Der Begriff "VMI" steht für "Vendor Managed Inventory", was auf Deutsch so viel wie "Lieferantenverwaltetes Inventar" bedeutet. VMI ist ein Konzept im Bereich der Distribution und des Supply Chain Managements, das darauf abzielt, die Lagerbestände und die Bestandsverwaltung zwischen einem Lieferanten und einem Kunden enger zu verknüpfen. Bei VMI übernimmt der Lieferant eine aktive Rolle bei der Überwachung und Steuerung der Lagerbestände des Kunden, um sicherzustellen, dass die benötigten Produkte immer verfügbar sind. Dabei wird gleichzeitig darauf geachtet, mögliche Überbestände zu vermeiden.



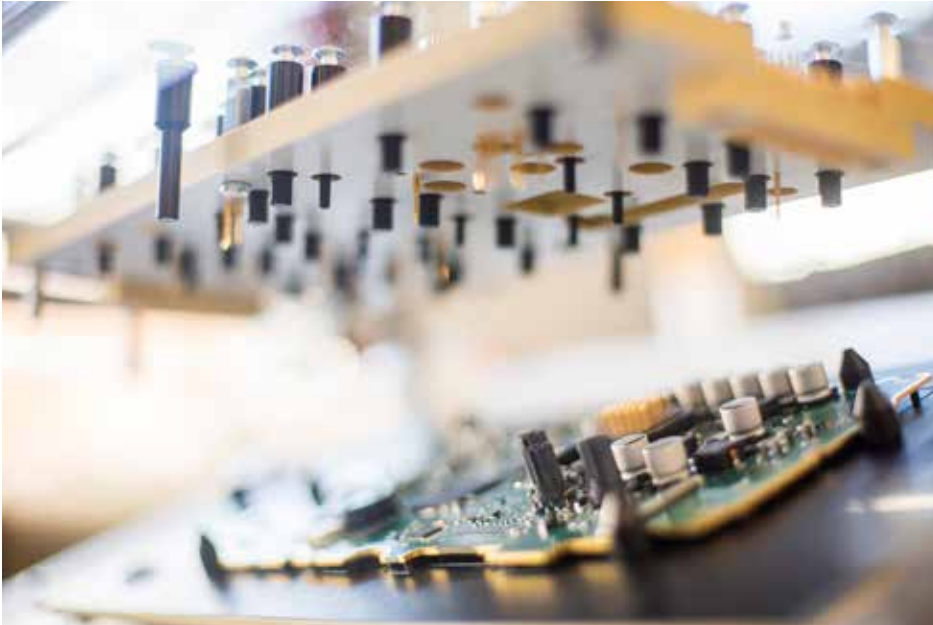
WIE EMS-UNTERNEHMEN HERAUSFORDERUNGEN BEWÄLTIGEN

## KI in der Elektronikfertigung

Automatisierung und digitale Transformation entscheiden über die Wettbewerbsfähigkeit der EMS-Unternehmen. OEMs verlagern immer mehr Anteile der Value Chain an den EMS. Hinzu kommt der Fachkräftemangel auf dem Arbeitsmarkt. Angesichts dieser Rahmenbedingungen sind die Produktionskapazitäten eine zentrale Herausforderung. Kann Künstliche Intelligenz (KI) da helfen?

TEXT: BMK BILDER: BMK; iStock, PhonlamaiPhoto





Das Projekt ModProFT beschäftigt sich mit robotergestützten Prüfkonzepten elektronischer Baugruppen bei kleinen Losgrößen.

Die konsequente Umsetzung und tiefere Durchdringung aller Unternehmensbereiche von Industrie 4.0, Künstlicher Intelligenz sowie neuer Fertigungstechniken erhöhen die Genauigkeit und Effizienz. Zusätzlich wird so der Fachkräftemangel abgemildert und die steigende Nachfrage kann bewältigt werden. Das Unternehmen BMK investiert hohe Summen in Fertigungstechnologien und kooperiert mit Forschungseinrichtungen, um die Automatisierung und Digitalisierung im Unternehmen voranzutreiben.

### Digitaler Zwilling im Einsatz

Im Rahmen des vom Freistaat Bayern geförderten Forschungsprojekts „Mod-ProFT – Modellbasierte autonome Prozessplanung für Funktionstests in der Elektronikfertigung“ entwickeln das EMS-Unternehmen und das Technologietransferzentrum für flexible Automation der Hochschule Augsburg gemeinsam ein robotergestütztes Prüfkonzept für elektronische Baugruppen. Insbesondere bei Auftragsfertigung (EMS) ist die Vielfalt zu

bestückender, elektronischer Baugruppen groß. Für einen abschließenden Funktionstest muss jede Baugruppe in einem produktspezifischem Prüfsystem kontaktiert und auf Fehler geprüft werden. Mit den Herausforderungen zur Erkennung und Identifikation der Baugruppe, der Auftragszuordnung, dem Greifen und dem Einsetzen der Baugruppe in das Testsystem, dem Prüfablauf, der Validierung der Prüfergebnisse und der erforderlichen Dokumentation wird ein roboterbasierter, vollautomatischer Prüfprozess entwickelt.

Zur Anbindung des vollautomatischen Prüfablaufs und Integration in das Produktionsumfeld wird ein Daten- und Vernetzungsmodell entwickelt. Mit der Definition digitaler Zwillinge wird es möglich sowohl die zu prüfende Baugruppe, aber auch das Testsystem mitsamt der Automatisierung digital abzubilden und in die IT-Architektur einzubinden. Anhand eines Demonstratoraufbaus werden die wesentlichen Merkmale und Funktionalitäten umgesetzt und eingehend auf Umsetzbarkeit geprüft.

### Vorhersage von Produktqualität

Die Qualität von Produkten vorherzusagen, birgt enormes Potenzial für die Industrie. Vor der eigentlichen Serienfertigung mithilfe von Predictive-Quality-Algorithmen die Risiken aufzuzeigen, die durch das Design des Produktes in Verbindung mit den gewählten Prozessparametern bedingt sind, ist das Ziel des Bayerischen Forschungsprojektes im KI-Produktionsnetzwerk (EBQuoPro) an der Technischen Hochschule Augsburg (THA). So können Unternehmen frühzeitig Maßnahmen ergreifen, um die Qualität ihrer Produkte zu verbessern, den Ausschuss während der Fertigung verringern und ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Aus einem langjährigen lückenlosen Traceability-System zum Beispiel können Prozessdaten automatisch gezogen werden. Diese Daten sollen mithilfe von KI-Algorithmen analysiert werden, um Muster zu finden und diese Informationen dann in die Prüfstrategie einfließen zu lassen. Beispielsweise werden Bauteile



Das Expertenteam entwickelt in enger Zusammenarbeit robotergestützte Prüfkonzepte für die elektronischen Baugruppen.

genauer geprüft, die bei verschiedenen Baugruppen gehäuft ausfallen. Eventuell kann man auch Prüflücken zulassen, wo kein Risiko besteht.

Das Forschungsprojekt wird unter der Konsortialführung der Rohde & Schwarz Messgerätebau durchgeführt. Der Fertigungsstandort von Rohde & Schwarz in Memmingen bringt sich mit seiner Erfahrung an der Schnittstelle in die Produktentwicklung (NPI) ein und stellt seine Expertise bei der Bestückung komplexer Baugruppen und der systematischen Erfassung großer Qualitätsdatenmengen zur Verfügung. Neben BMK und der THA ist auch der Institutsteil Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer Instituts für angewandte Informationstechnik (FIT) Forschungspartner.

## Maintenance per KI

Das Vermeiden von ungeplante Stillstandzeiten durch reaktive Wartungen oder Reparaturen bei Störanfällen ist oberstes Ziel von Anlagenbetreibern. Der

Freistaat Bayern fördert das Forschungsprojekt KIOekoSys, bei dem der Aufbau eines KI-Ökosystems für Predictive / Prescriptive Maintenance in der Elektronikfertigung erforscht wird. Auf der Plattform sollen intelligente und modulare KI-Algorithmen sowohl für Anlagenhersteller als auch -betreiber zur Verfügung gestellt werden. Dabei wird ein standardisierter Ansatz für die Integration der Maschinen und IT-Systeme verfolgt, sodass die Produktionsumgebung auch bei Anpassungen und Erweiterungen im KI-Ökosystem abgebildet werden kann.

Neben BMK ist der Anlagenhersteller SEHO, das IT-Beratungsunternehmen e:ndlich und die Hochschule Ansbach an Bord. Dr. Bärbel Götz, Geschäftsführerin bei BMK, unterstreicht: „Wir wollen mit Innovationen die Zukunft aktiv gestalten. Die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft in gemeinsamen Forschungsprojekten ist der absolut richtige Weg, um uns mit neuen Technologien im Wettbewerb zu stärken und zukunftsfähig zu bleiben.“ □

# NOVAKIT Cube

NEW  
PRODUCT



Sie entscheiden!

skalierbar.modular.adaptiv

Unsere neue  
Systemplattform,  
mit der Sie Ihre  
Geräteidee ganz  
einfach realisieren können.



Verfügbar ab November '23

WELCHE BRANCHEN PROFITIEREN 2026 VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ?

# Einsatzmöglichkeiten von KI

Täglich machen neue Durchbrüche in der Künstlichen Intelligenz Schlagzeilen. Was aber bedeuten diese Veränderungen für Unternehmen? Können sie bereits jetzt entscheiden, wie sie zukünftig generative KI in ihre Wertschöpfungskette integrieren können? Das Corporate-Venture-Building-Unternehmen Creative Dock hat die Marktentwicklungen über mehrere Branchen hinweg analysiert und in der Studie „The Future of Generative AI“ ein mögliches Szenario für das Jahr 2026 entwickelt.

TEXT: Creative Dock BILDER: Creative Dock; iStock, PhonlamaiPhoto

Wird die generative KI unter optimalen Bedingungen in unser Leben integriert, so die Experten, sind es vor allem diese Felder, die von der generativen KI profitieren und sich in Zukunft schnell weiterentwickeln:

**Intelligentes Wohnen und personalisierte Erlebnisse:** Durch KI-gestütztes Energiemanagement wird der Energieverbrauch optimiert, die Energienutzung wird effizienter und kostengünstiger. Auch in den Bereichen Smart-Living und Unterhaltung sorgt KI für mehr personalisierte Erlebnisse, Komfort und Wohlbefinden.

**Kreative Arbeitswelten und innovative Fertigung:** KI-gestützte Assistenz in virtuellen Meetings beispielsweise bietet Funktionen wie Echtzeit-Transkription, automatische Zusammenfassungen und Stimmungsanalysen, um die Produktivität und das Engagement zu verbessern.

**Finanzielle Befähigung und kundenorientierter Einzelhandel:** KI-gestützte Tools zur Steuerverwaltung automatisieren steuerbezogene Aufgaben, optimieren die Steuerplanung und minimieren Fehler sowie Compliance-Risiken im Prozess der Steuererklärung.

**Präzisionsmedizin und verbesserte Gesundheitsversorgung:** KI-Systeme, die beispielsweise medizinische Bilder, Patientenakten und andere Daten analysieren, helfen, Krankheiten in frühen Stadien genau zu erkennen, was rechtzeitige Eingriffe und bessere Behandlungsergebnisse ermöglicht.

**Intelligente Mobilität, nachhaltiger Transport und grünes Energiemanagement:** KI-gestützte Routenplanung unterstützt öffentliche Verkehrssysteme, um die Effizienz zu verbessern, Wartezeiten zu reduzieren und die allgemeine Zufriedenheit der Fahrgäste zu erhöhen.

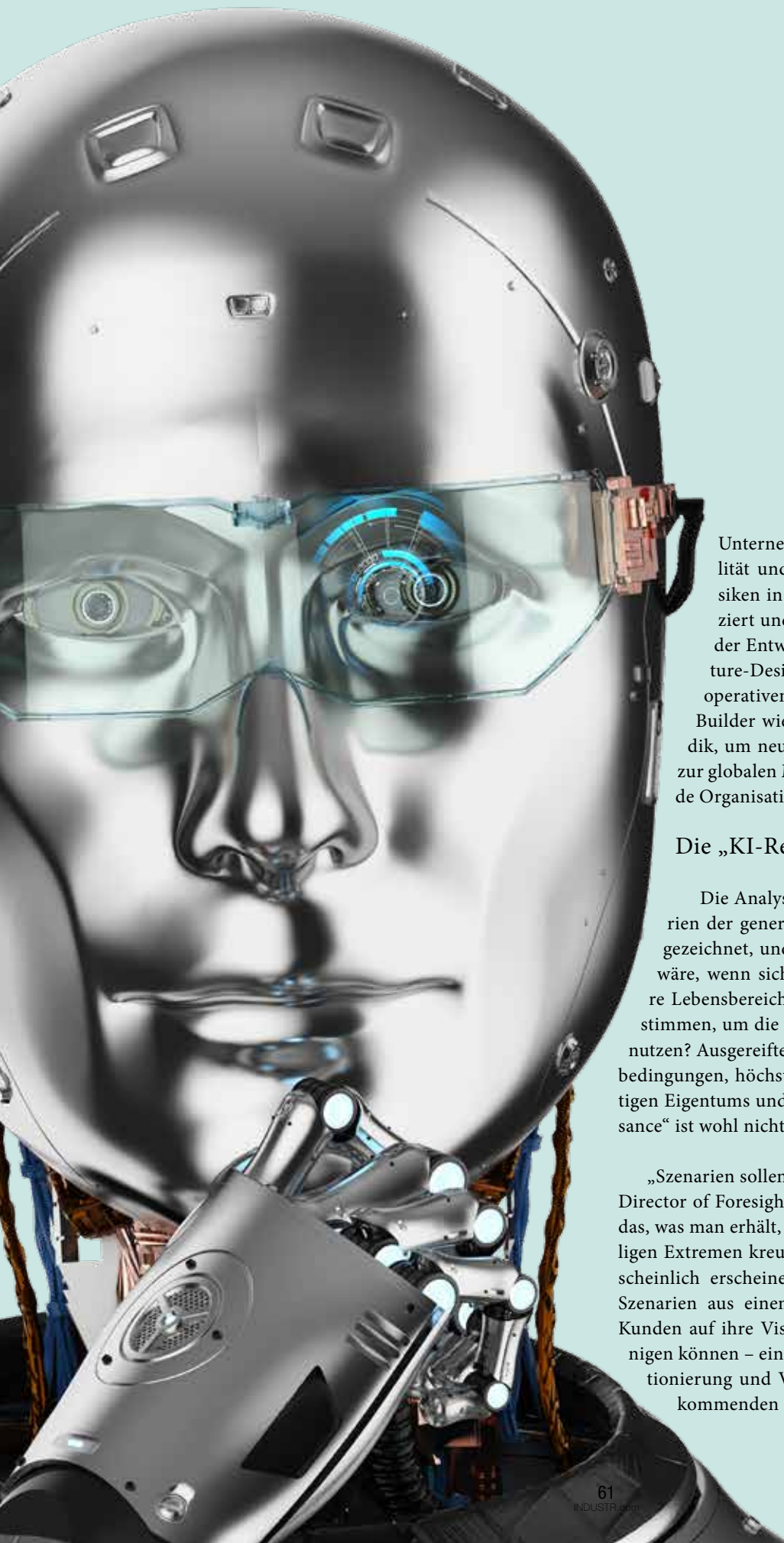
Natürlich sind diese Möglichkeiten von vielen Faktoren abhängig. Zu den Unwägbarkeiten gehören vor allem die Regulation von KI durch die Politik, die KI-Ethik, der weitere Verlauf der technologischen Fortschritte, das öffentliche Vertrauen und die Wahrnehmung von KI sowie die Transformation der Arbeitswelt.

## Strategische Vorausschau bitte

Die Strategische Vorausschau bietet als Analyse-methode ein wichtiges Instrument, um die Zukunft greifbarer zu machen. Auf Basis einer Trendanalyse der wichtigsten gesellschaftlichen, technologischen, ökologischen, wirtschaftlichen und politischen Triebkräfte, den sogenannten STEEP-Faktoren, wird ein Szenario erstellt. Die Trends werden zunächst über eine Recherche und mit Hilfe von Experteninterviews ausgewählt und im Anschluss bewertet: Welche sind am unsichersten und welche haben die größten Auswirkungen? Auf dieser Datengrundlage erstellen die Analysten im nächsten Schritt ein Szenario.

Diese möglichen Versionen der Zukunft helfen Unternehmen dabei, neues Wachstumspotenzial jenseits ihrer bestehenden Geschäftsfelder zu erkennen. Und sie wappnen sich mit derartigen Analysen gegen Disruptionen: Sie prüfen, wie sie ihr Geschäftsmodell breiter aufstellen können, um sich gegen potenzielle Marktentwicklungen zu schützen, die möglicherweise ihr Kerngeschäft gefährden.

Bei der Erschließung neuer strategischer Geschäftsfelder hat sich das Corporate Venture Building als leistungsstarkes Verfahren für die Realisierung neuer, innovativer Geschäftsmodelle etabliert. Der Ansatz kombiniert die Stärken und Ressourcen eines etablierten

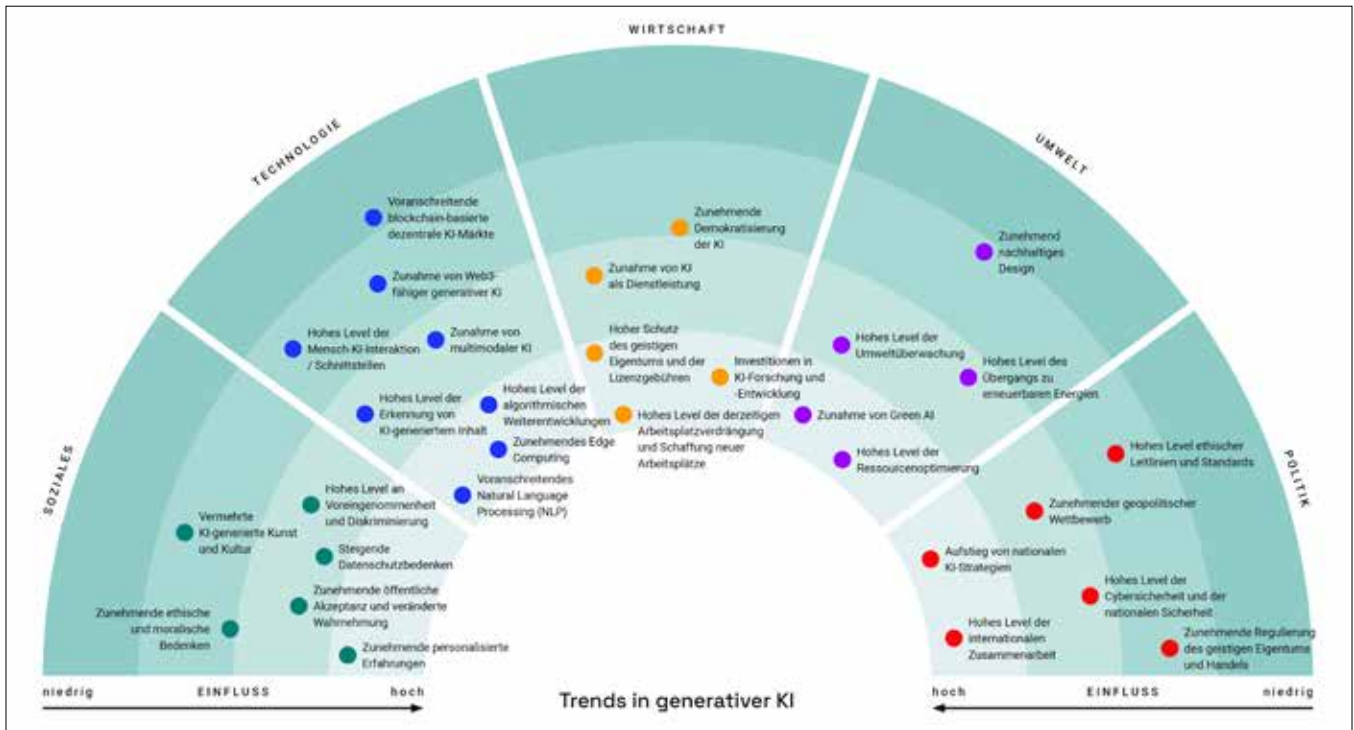


Unternehmens mit der Geschwindigkeit, Flexibilität und Agilität eines Start-ups. So werden Risiken in der frühen Phase der Entwicklung reduziert und die Markteinführung beschleunigt. Von der Entwicklung der Geschäftsidee, über das Venture-Design, die Produktentwicklung bis hin zu operativen Aktivitäten, folgen Corporate Venture Builder wie Creative Dock einer bewährten Methodik, um neue digitale Unternehmen von der Idee bis zur globalen Markterschließung wiederholt für führende Organisationen zu realisieren.

### Die „KI-Renaissance“

Die Analysten von Creative Dock haben vier Szenarien der generativen KI für die Welt im Jahr 2026 aufgezeichnet, und eines der Szenarien weitergedacht: Was wäre, wenn sich die Künstliche Intelligenz in alle unsere Lebensbereiche einfügt, und alle Rahmenbedingungen stimmen, um die technischen Möglichkeiten umfassend zu nutzen? Ausgereifte KI-Modelle, robuste rechtliche Rahmenbedingungen, höchstmöglicher Datenschutz, Schutz des geistigen Eigentums und ethische KI-Praktiken – die „KI-Renaissance“ ist wohl nicht das wahrscheinlichste Szenario.

„Szenarien sollen provozieren“, erklärt Dr. Sebastian Knab, Director of Foresight & Strategy bei Creative Dock. „Sie sind das, was man erhält, wenn man zwei Variablen an ihren jeweiligen Extremen kreuzt. Es mag mitunter also höchst unwahrscheinlich erscheinen, aber wir erstellen unterschiedlichste Szenarien aus einem einfachen Grund: Damit sich unsere Kunden auf ihre Vision der Möglichkeiten einer Zukunft einigen können – eine Voraussetzung für die erfolgreiche Positionierung und Vorbereitung eines Unternehmens in den kommenden Jahren.“



Das Diagramm verdeutlicht, mit welchen Trends in generativer KI wir in Zukunft rechnen können.

### Wie gingen die Experten bei ihrer Analyse vor?

Die Creative-Dock-Experten identifizierten relevante Trends mit Methoden wie Desktop-Research und Experteninterviews. Anschließend werden die Trends gruppiert und priorisiert. Für die Szenario-Erstellung wurden schließlich zwei Trends ausgewählt, die a) den größten Einfluss auf die Entwicklung der generativen KI haben und b) deren Entwicklung sehr ungewiss ist. Das traf hier auf die Trends „Fortschritte bei generativen KI-Modellen“ und „KI-Regulierungen“ zu. Sie wurden dann in einem sogenannten Szenario-Kreuz dargestellt, was zu vier unterschiedlichen Szenarien führte.

Für die Studie hat das Creative Dock Team rund um Dr. Sebastian Knab eines der vier Szenarien weiterentwickelt: Das Szenario „Hohe Fortschritte bei generativen KI-Modellen“ in Verbindung mit „umfassenden KI-Regulierungen“.

Dieses progressive Szenario schätzte das Team durch die aktuellen Gegebenheiten am zutreffendsten ein. Eine spannende Kombination, wiesen doch die befragten Experten darauf hin, dass strenge politische Vorgaben die Technologie einschränken werden. So erklärte Daniel Gillblad, Co-Direktor von Schwedens nationalem Zentrum für angewandte Künstliche Intelligenz, AI Schweden, etwa: „Es ist nie einfach, eine Technologie zu regulieren, denn die Technologie ist uns immer einen Schritt voraus. Es ist der Anwendungsfall, der reguliert werden muss, aber nicht die Technologie an sich.“

Und Magnus Boman, Professor für Intelligente Software-Systeme an der Universität Stockholm, sah bei zu starken Regularien Einschränkungen bei der Nutzbarkeit: „Vorschriften werden die Cloud zerstören. Datenschutzvorschriften schränken die Daten ein, die innerhalb der Grenzen gespeichert werden können. Daher wird Edge Computing zunehmend an Bedeutung gewinnen.“

### Chancen erkennen, Risiken berücksichtigen

Nach der Szenario-Entwicklung folgte die Identifizierung entstehender Chancen. Das Creative-Dock-Team untersuchte Möglichkeiten in verschiedenen Branchen, von Einzelhandel über Gesundheitswesen bis hin zur Mobilität. Neben den Chancen bestehen aber auch potenzielle Risikofaktoren, die es zu berücksichtigen gilt.

### Fazit

Die Foresight-Studie fasst die verschiedenen Aspekte der generativen KI, ihrer Marktlandschaft, den Überschneidungen mit Technologien wie Web3 und IoT sowie den Einsatz von Szenarioentwicklung zusammen. Dies soll Unternehmen bei der Erkundung von Chancen und der Bewältigung der Komplexität dieser sich schnell entwickelnden Technologielandschaft unterstützen. So behalten alle Akteure den Überblick und das Wissen, dass sie in ihrer Branche von KI profitieren können – trotz vorhandener Risikofaktoren und unterschiedlicher Szenarien. □

KI-TRENDS FÜR INGENIEURE

## WOHIN GEHT DIE REISE?

Laut Gartner haben Unternehmen, die KI-Engineering-Praktiken zur Entwicklung und Verwaltung adaptiver KI-Systeme eingeführt haben, einen klaren Wettbewerbsvorteil: Bis 2026 werden solche Vorreiter ihre Konkurrenten in Bezug auf die Anzahl und den Zeitaufwand für die Operationalisierung von KI-Modellen um mindestens 25 Prozent übertreffen. Johanna Pingel, Product Marketing Manager für KI bei MathWorks erläutert, welche KI-Trends Ingenieure im Blick behalten sollten und welche Herausforderungen es zu bewältigen gilt.

TEXT: Johanna Pingel, Mathworks BILD: iStock; Yuri\_Arcurs



Da KI sich in immer mehr Forschungsgebieten ausbreitet, beispielsweise für komplexe technische Systeme, müssen KI-Modelle die physikalischen Randbedingungen berücksichtigen, um insgesamt relevant zu sein. Die Kombination von Daten und Physik, etwa über neural ODEs (ordinary differential equations) oder auch PINNs (physics-informed neural networks) hat Potenzial. Im Mittelpunkt der physikgestützten KI stehen Simulationen: Komplexe Modelle können als Varianten innerhalb einer Simulation konfiguriert werden und ermöglichen Entwicklern einen schnellen Wechsel zwischen Modellen, um bestmögliche und genaueste Lösungen zu erhalten.

Auch die Modellierung mit reduzierter Ordnung (Reduced Order Modeling, ROM) mit physikalisch basierten Reduktionsmodellen ist ein wichtiger neuer Trend. Durch den Einsatz von KI können Simulationen beschleunigt werden, indem ein extrem rechenintensives First-Principles-Modell eines Systems ersetzt wird - unter Beibehaltung der Genauigkeit.

### Der freie Zugang zu KI etabliert sich

Forscher, Ingenieure und Datenwissenschaftler sollten ihre funktions- und branchenübergreifende Zusammenarbeit weiter ausbauen, um innovative Lösungen aus verschiedenen Blickwinkeln zu denken. Um neueste Modelle auf Abruf zur Verfügung zu stellen und es Anwendern zu ermöglichen, innerhalb kürzester Zeit auf den neuesten Forschungsergebnissen aufzubauen, bieten sich netzbasierte Dienste zur Versionsverwaltung für Software-Entwicklungsprojekte wie GitHub an.

Auch Open-Source-Lösungen erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, da Ingenieurteams oftmals mit Modellen aus unterschiedlichen Frameworks arbeiten. Eine stärkere Vernetzung von Wissenschaft, akademischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen treibt die KI-Forschung zudem weiter voran, wovon Forschende und Anwender profitieren. Dies gilt beispielsweise für Themen wie physikgestütztes Machine Learning und biomedizinische Bildverarbeitung.

### Kleinere, leichter erklärbare KI-Modelle

KI-Anwender stellen zunehmend fest, dass sie Modelle bereitstellen, an die Hardware anpassen und Erklärungen für

die Entscheidungen der Modelle liefern können müssen, damit diese Modelle relevant sind. Die Erklärbarkeit von Modellen und entsprechende Anwendungen rücken daher immer mehr in den Fokus von Ingenieuren.

Um die Anforderungen an kostengünstige Geräte mit geringem Stromverbrauch und erklärbaren Ausgaben zu erfüllen, greifen Ingenieure deshalb zunehmend auf traditionelle Machine-Learning-Modelle und parametrische Modelle zurück. Diese sind kompakt, haben einen geringen Speicherbedarf und erfüllen die Anforderungen der Anwendung durch eine einfache Interpretierbarkeit der Ausgabe. Wenn neuere, speicherintensivere Modelle benötigt werden, bieten Quantisierungs- und Pruning-Techniken Möglichkeiten, die Modelle zu komprimieren, wodurch die Modellgröße mit minimalen Auswirkungen auf die Genauigkeit reduziert wird. Falls erforderlich, können Ingenieursteams also Interpretierbarkeit, Quantisierung und Pruning nutzen, um die Verwendung von KI, einschließlich Deep-Learning- und traditioneller Machine-Learning-Modelle, auf die herkömmliche Modellentwicklung ausweiten.

## Design, Entwicklung und Betrieb

KI setzt sich immer stärker in allen Branchen und Anwendungen durch und wird in der Zukunft entscheidend für technischen Fortschritt sowie die Entwicklung und den Betrieb moderner technischer Systeme sein. In etablierteren Tätigkeitsfeldern, in denen KI erst kürzlich eingeführt wurde, benötigen Ingenieure häufig zusätzliche Hintergrundinformationen zu dieser Technologie sowie spezifische Referenzbeispiele, um KI in ihre Arbeit zu integrieren. Basierend auf erprobten Beispielen können Ingenieursteams Daten und ihr Know-how in solche Beispiele einbringen und diese mit dedizierten Anwendungen erweitern und so KI spezifisch angepasst auf ihre Aufgabenstellung integrieren.

## Herausforderungen für KI-Ingenieure

Mit welchen Herausforderungen gehen diese Entwicklungen einher? Da häufig jeweils verschiedene Teams für die Erstellung und Implementierung von KI-Modellen zuständig sind, entstehen im KI-Umfeld komplexe Herausforderungen,

die es für Ingenieure weiterhin zu bewältigen gilt. Die Auswahl der Vorverarbeitungsalgorithmen und das Modelltraining fallen beispielsweise meist in den Aufgabenbereich von Data Scientists, die den Fokus auf Genauigkeit und Robustheit legen. Für eine erfolgreiche Portierung auf die Zielplattform müssen Ingenieure jedoch noch viele weitere Kriterien berücksichtigen. Frühzeitiges Testen von Algorithmen für eine Machbarkeitsbewertung (etwa mittels PIL = Processor-in-the-Loop) kann hier verhindern, dass bereits trainierte und mitunter sehr leistungsfähige Modelle am Ende wieder schnell verworfen werden müssen.

Das Training der KI wird in aller Regel außerdem in einer anderen Programmiersprache implementiert als die Umsetzung in der Hardware. Modelle aus der Trainingsumgebung können aber nicht ohne weiteres einfach auf der Zielhardware ausgeführt werden. Um Barrieren zwischen den Skriptsprachen zu überwinden, gibt es Laufzeit-Interpreter (etwa TensorFlow Lite), Machine Learning Compiler Frameworks wie Apache TVM oder die automatische Codegenerierung in MATLAB/Simulink.

Schließlich bleibt die Absicherung von KI-Modellen auch weiterhin ein wichtiges Thema: Während KI-Modelle in der Trainingsumgebung Fehler machen dürfen, um zu lernen und besser zu werden, können Fehler nach der Implementierung auf der Hardware zu großen Schäden in real existierenden Systemen führen. Die Frage nach zuverlässigen, objektiv überprüfbaren Kriterien für ein als sicher geltendes Modell bleibt auch künftig ein wichtiger Forschungsbereich.

## Ausblick

Die Einführung von KI hat Auswirkungen auf das gesamte Unternehmen, von der interdisziplinären Zusammenarbeit bis hin zum Entwurf spezieller Komponenten. Daher ist es für Ingenieure von entscheidender Bedeutung, Anwendungsfälle zu identifizieren, die mit ihren kurz- und langfristigen Zielen übereinstimmen, und sie entsprechend zu implementieren. Mit dem Vordringen von KI in sämtliche Aufgabenfelder und auch in sicherheitsrelevante Bereiche werden vor allem Fragen in Bereichen der Modellgüte, der Sprachkompatibilität und der Absicherung in den Fokus rücken. □



**15,14**  
**Milliarden**

QUELLE: STATISTA.DE

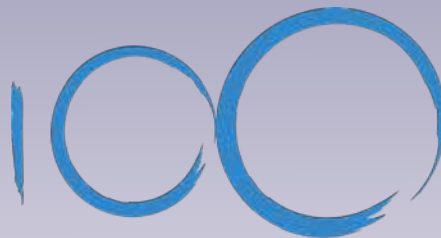
**IoT-Geräte werden 2023 weltweit miteinander vernetzt sein. Bis 2030 erwarten die Experten eine Verdopplung auf 29,42 Milliarden Geräte.**

(Stand: 27. Juli 2023)

Das IoT hat sich in den letzten Jahren von einfachen vernetzten Geräten zu komplexen, intelligenten Ökosystemen entwickelt, die unseren Alltag, unsere Arbeitswelt und unsere Gesellschaft in vielfältiger Weise beeinflussen. Weitere Informationen über IoT finden Sie unter anderem in unseren Fokus-Beiträgen ab Seite 16.



# Ein Jahrhundert Technik und Elektronik



**100 JAHRE CONRAD**

Conrad und publish-industry verbindet seit vielen Jahren eine erfolgreiche und partnerschaftliche Zusammenarbeit, die wir sehr schätzen.

Wir gratulieren von Herzen zum 100-jährigen Jubiläum, sagen Danke für das Vertrauen in uns und freuen uns auf zukünftige gemeinsame, spannende Projekte.

# CLEVER & EINZIGARTIG

## OPTA - PROGRAMMIERBARE LOGIKRELAIS Serie 8A

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



**OPTA**

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