

# E&E EXPLORE

NEXT TECH ELECTRONICS



TITELBILD-SPONSOR: HARTING

## CONNECTING THE ALL ELECTRIC SOCIETY

Wie das Ethernet die Welt verändert ...mehr ab Seite 8



**SMART IOT**  
Energieeffizienz, KI & Co.  
in vernetzten Geräten ab S. 14

**DISPLAYS & HMI**  
Modularität verspricht  
passgenaue Lösungen S. 36

**DISTRIBUTOREN-SPEZIAL**  
Effiziente Beschaffung und  
starke Lieferketten ab S. 53

# INDUSTRIAL ETHERNET

CAT5 / CAT6 / CAT7

Für den Einsatz in Roboter  
und Schleppketten

Auch als kundenspezifische  
**HYBRIDLEITUNGEN!**

Entwicklung und  
Fertigung ab 300 m



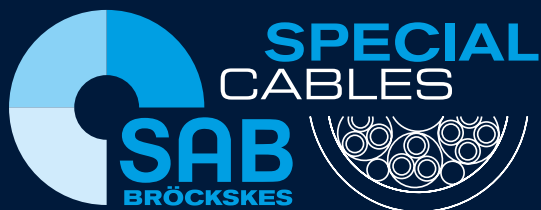
**sps**

smart production solutions

Besuchen Sie uns!

12.-14.11.2024 in Nürnberg

Halle 2 / Stand 2-330



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



# Auch die nächste Ausgabe der E&E kostenfrei lesen?



Jetzt Leser werden!





**Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E:** In der dynamischen Welt der Elektronikentwicklung übernimmt die Distribution eine Schlüsselrolle, die weit über die reine Lieferung von Bauteilen hinausgeht. Ihre Bedeutung erstreckt sich auf zahlreiche Bereiche, die für Entwickler von entscheidender Bedeutung sind. Doch wie genau prägt die Elektronik-Distribution heute den Entwicklungsprozess und welche Herausforderungen bringt sie mit sich? Deshalb stelle ich heute die Frage:

## WELCHE ROLLE SPIELT DIE ELEKTRONIK-DISTRIBUTION FÜR ENTWICKLER?

Die Elektronik-Distribution ist ein zentraler Bestandteil der Wertschöpfungskette für Elektronikentwickler, da sie die Beschaffung, Lagerung und Lieferung von Bauteilen und Komponenten übernimmt. Distributoren fungieren als Vermittler zwischen Herstellern und Entwicklern und stellen sicher, dass benötigte Bauteile in der richtigen Menge und Qualität verfügbar sind. Dies ist besonders wichtig zur Vermeidung von Lieferengpässen und zur Sicherstellung einer kontinuierlichen Produktion. Ein gut organisierter Distributor kann durch effiziente Lagerverwaltung und logistische Lösungen Just-in-Time-Lieferungen ermöglichen, was die Lagerkosten für Entwickler beziehungsweise die Hersteller senkt und die Flexibilität erhöht.

Distributoren bieten Zugang zu einer breiten Palette von Produkten und ermöglichen es Entwicklern, innovative und neueste Technologien schnell zu integrieren. Dies wird durch technische Unterstützung und Beratungsdienste ergänzt, die Entwicklern bei der Auswahl der richtigen Komponenten und Lösungen helfen. Diese Unterstützung ist besonders wertvoll bei komplexen und spezialisierten Anwendungen, wo technische Expertise erforderlich ist, um optimale Designentscheidungen zu treffen und Entwicklungszyklen zu verkürzen. Ein gutes Beispiel ist die Unterstützung bei der Integration von Hochleistungs-Mikrocontrollern oder spezifischen Kommunikationsmodulen, bei denen detaillierte technische Kenntnisse über Datenblätter hinaus erforderlich sind.

Kosteneffizienz ist ein weiterer Vorteil der Elektronik-Distribution. Durch das Management von Beständen und die Konsolidierung von Bestellungen können Distributoren Mengenrabatte aushandeln und dadurch wettbewerbsfähige Preise anbieten. Dies hilft Entwicklern, ihre Projekte innerhalb des Budgets zu halten. Allerdings kann die Abhängigkeit von Distributoren auch zu Nachteilen führen. Lieferverzögerungen oder -ausfälle können Projekte erheblich beeinträchtigen, insbesondere wenn Entwickler keine alternativen Bezugsquellen haben. Die Preise und Konditionen der Distributoren können ebenfalls die Kostenkontrolle erschweren, insbesondere für kleinere Entwickler, die nicht die Verhandlungsmacht großer Unternehmen haben.

**ELMA**  
Your Solution Partner

## Höchste Eisenbahn für intelligente Datengenerierung

Das JetSys-2010 bringt die volle KI-Power von Nvidia AGX Orin in anspruchsvollere Industrieumgebungen - rüttelfest und vibrationsfest nach EN50155



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





# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Im Rampenlicht
- 12 Highlights der Branche

## TITELREPORTAGE

- 08 Titelstory: Connecting the All Electric Society  
Die Rolle des Ethernets in einer vernetzten Welt

## FOKUS: SMART IOT

- 14 Willkommen in der vernetzten IoT-Zukunft
- 16 Umfrage: Welche technologischen Trends im Bereich IoT sind aktuell besonders relevant?
- 18 Effizient und dynamisch: Ansatzpunkte zur Steigerung der Energieeffizienz von IoT-Geräten
- 21 Interview mit Nina Koch von Slack:  
Status Quo – KI in Deutschland

## NET ZERO ELECTRONICS

- 22 Gute Chancen: Steigende Spannungsanforderungen erfordern Siliziumkarbid-Bauelemente
- 25 Stets im Fokus: Generative KI in der Praxis

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 27 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl



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



FOKUS  
SMART IOT

08

AB SEITE

TITELSTORY

Connecting the  
All Electric Society



36

EINGABESYSTEME

Konfigurierbare und extrem  
anpassungsfähige HMIs





# 14

AB SEITE

## FOKUSTHEMA

Alles rund um  
Smart IoT



# 28

## QUANTENCOMPUTER

Unsicherheit bei der  
Verschlüsselung vermeiden



### NEXT ELECTRONICS

- 28 Digitale Unsicherheit vermeiden: Sichere Verschlüsselung trotz Quantencomputer
- 32 Immer verbunden, immer geschützt: DNT-Schnittstellen und IP-Schutzarten

### ELECTRONICS SOLUTIONS

- 36 Extrem anpassungsfähig: Konfigurierbare modulare HMI-Lösungen
- 40 Die Qual der Wahl: Das richtige Display für meine Anwendung
- 44 High-Tech auf dem Acker: Steckverbinder für die moderne Landwirtschaft
- 46 All-taugliche Bauteile: Strahlungswirkungen auf Kristalle und Oszillatoren
- 50 Dauerlastfähig auch unter Extrembedingungen: Wechselrichter und elektrische Antriebe

### SPEZIAL: DISTRIBUTION

- 53 Distribution ist Enabler: Wie die Distribution auf die Medizintechnologie einwirken kann
- 56 Business-Profil Arrow
- 57 Business-Profil Codico
- 58 Gefahren vermeiden: ESD-Schutz in der Elektronikfertigung und Halbleiterverarbeitung
- 61 Business-Profil Conrad Electronic
- 62 Business-Profil Memphis Electronic
- 63 Business-Profil MES Electronic Connect
- 64 Stärke zeigen: Wege, um die deutschen Lieferketten zu stärken

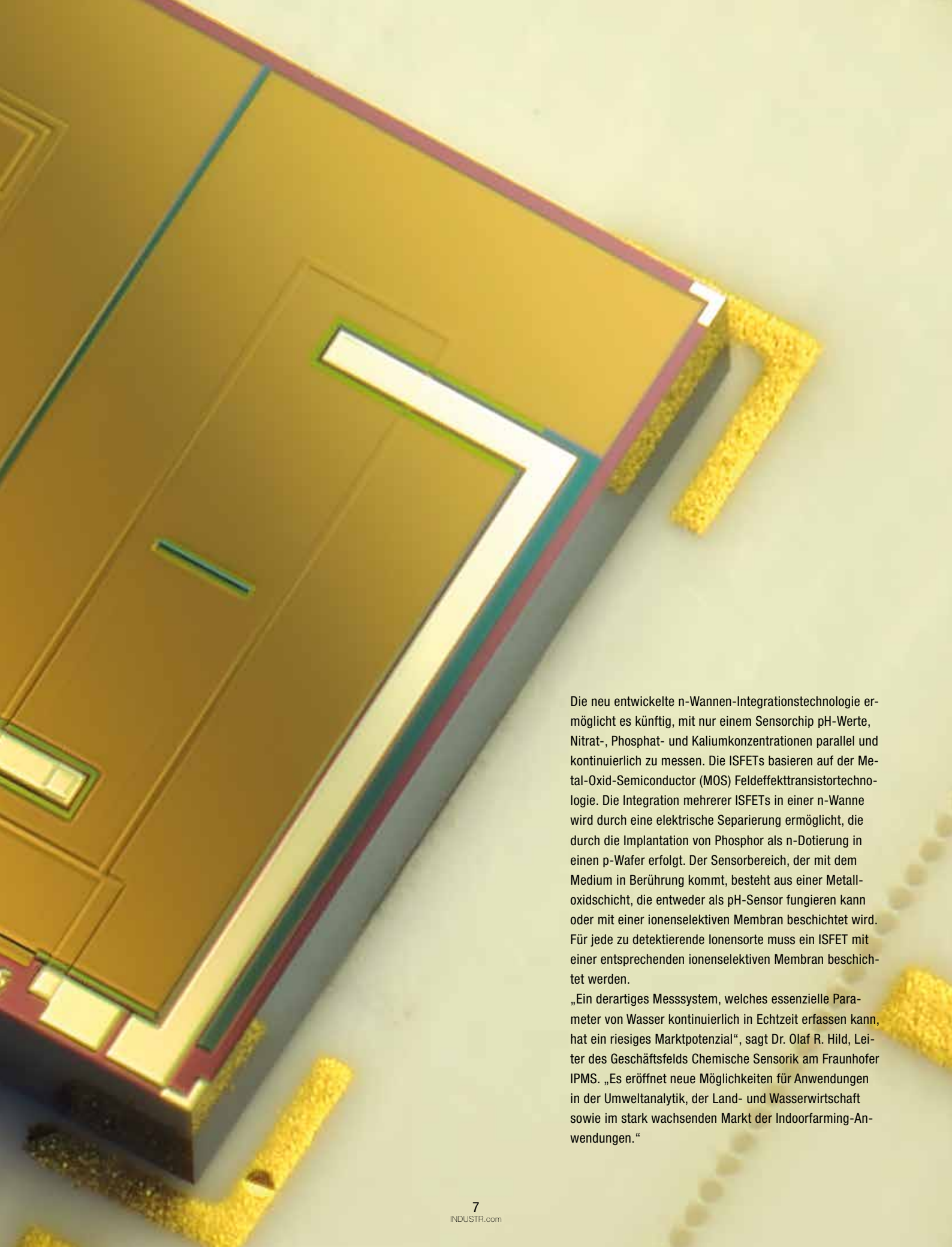
MEILENSTEIN IN DER SENSORIK

# Multifunktionaler Sensorchip misst Wasserqualität

Forschende am Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS haben einen Sensorchip entwickelt, der gleichzeitig verschiedene Wasserparameter mittels ionensensitiver Feldeffekttransistoren (ISFETs) erfassen kann.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E BILD: Fraunhofer IPMS





Die neu entwickelte n-Wannen-Integrationstechnologie ermöglicht es künftig, mit nur einem Sensorchip pH-Werte, Nitrat-, Phosphat- und Kaliumkonzentrationen parallel und kontinuierlich zu messen. Die ISFETs basieren auf der Metal-Oxid-Semiconductor (MOS) Feldeffekttransistortechnologie. Die Integration mehrerer ISFETs in einer n-Wanne wird durch eine elektrische Separierung ermöglicht, die durch die Implantation von Phosphor als n-Dotierung in einen p-Wafer erfolgt. Der Sensorbereich, der mit dem Medium in Berührung kommt, besteht aus einer Metalloxidschicht, die entweder als pH-Sensor fungieren kann oder mit einer ionenselektiven Membran beschichtet wird. Für jede zu detektierende Ionensorte muss ein ISFET mit einer entsprechenden ionenselektiven Membran beschichtet werden.

„Ein derartiges Messsystem, welches essenzielle Parameter von Wasser kontinuierlich in Echtzeit erfassen kann, hat ein riesiges Marktpotenzial“, sagt Dr. Olaf R. Hild, Leiter des Geschäftsfelds Chemische Sensorik am Fraunhofer IPMS. „Es eröffnet neue Möglichkeiten für Anwendungen in der Umweltanalytik, der Land- und Wasserwirtschaft sowie im stark wachsenden Markt der Indoorfarming-Anwendungen.“





CONNECTING THE ALL ELECTRIC SOCIETY

## Die Rolle des Ethernets in einer vernetzten Welt

Die Notwendigkeit von (Industrial) Ethernet-Netzwerken für die Vernetzung in der Energiewende ist von entscheidender Bedeutung. Nur der konsequente Ausbau von Datennetzwerken bis an jeden Energieverbraucher, wird eine effiziente und intelligente Energieinfrastruktur ermöglichen. Ethernet, als zuverlässige und weit verbreitete Technologie für die Datenübertragung, spielt eine Schlüsselrolle bei der Integration verschiedener Energiequellen und -verbraucher in das Stromnetz.

TEXT: Jonas Diekmann; Harting BILDER: Harting

Die Energiewende zielt darauf ab, weg von fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren Energien überzugehen. Das bedeutet den Stopp der Verbrennung fossiler Medien zur Fortbewegung, aber auch ein Verzicht auf deren Verfeuerung zum Heizen im Gebäudesektor und deren Verstromung in Kraftwerken. Dies führt zu einem Wechsel der Energieträger und damit zur zunehmenden Dezentralisierung der Energieerzeugung. Solarthermie und Geothermie, sind in Deutschland nur begrenzt ausbaufähig - Windparks und Photovoltaik werden damit in Deutschland zu den wichtigsten regenerativen Energieerzeugern. Sie entstehen dort, wo sie strategisch günstig und effizient arbeiten - hier kommt die Vernetzung ins Spiel. Ethernet ermöglicht die effiziente Kommunikation und Steuerung zwischen den dezentralen Energieerzeugern, dem Stromnetz und

den Verbrauchern. Dabei sind Erzeugung und Verbrauch von Energie ganzheitlich zu sehen, was nur durch eine Kopplung aller Sektoren einer All Electric Society möglich ist. Für diese kommunikative Datenkopplung, ist die passende Dateninfrastruktur unerlässlich. Mit einem breiten Lösungsportfolio für die Datenübertragung in verschiedenen Einsatzumgebungen und wechselnden Umweltbedingungen, schafft HARTING die notwendige Infrastruktur für durchgehende Datennetze in der Energieversorgung.

### Die Sektorenkopplung

Die einzelnen Sektoren Elektrizität, Wärme (oder Kälte), Verkehr und Industrie wurden in der Vergangenheit einzeln für





sich betrachtet. Technische Lösungen für Energieeinsparungen und die Umstellung auf regenerative Energien, blieben so weitgehend unabgestimmt. Auch Kommunikationslösungen und Infrastrukturen waren auf keinem einheitlichen Standard.

Durch die einheitliche Datenvernetzung der Sektoren auf Ethernet-Basis können erneuerbare Energiequellen miteinander direkt kommunizieren, um überschüssige Energie passend und ohne Überlastung ins Stromnetz zu speisen oder um Engpässe auszugleichen. Ebenso kann überschüssige elektrische Energie in der Produktion, schnell und dynamisch für die Gewinnung von alternativen Energieträgern wie Wasserstoff oder eFuels genutzt werden. Dies verbessert die Gesamteffizienz und Zuverlässigkeit des Zusammenspiels von Erzeuger-Stromnetz-Verbraucher erheblich. Zudem ermöglicht die Kommunikation über Ethernet als einheitliches Kommunikationsmedium die Steuerung und Echtzeitüberwachung der Energieerzeugung, was eine optimale Anpassung an den aktuellen Bedarf ermöglicht. Ein wichtiges Ziel der Energiewende ist es, weg von unnötig hoher, möglicher Spitzenlast, hin zu dynamischer, bedarfsgerechter Produktion von Energie nach Momentanverbrauch zu gelangen.

Windkraft und Photovoltaik sind die vorrangig genutzten Erzeugungstechnologien für den Standort Deutschland. Da die direkte Nutzung der von diesen Quellen erzeugten elektrischen Energie zum Heizen von Gebäuden (Wärmepumpe) und zum Antrieb von Fahrzeugen effizienter ist als deren Umwandlung in Wasserstoff oder eFuels, liegt das Hauptaugenmerk der gegenwärtigen Entwicklung auf der Umstellung dieser beiden

Sektoren, weg von fossilen oder anderen Sekundären Energieträgern, hin zur direkten Nutzung von elektrischem Strom.

Nichtsdestotrotz sind Wasserstoff und eFuels wichtige Pufferspeicher für überschüssige elektrische Energie und werden in den Bereichen Agrar, Luft- und Schifffahrt auch zukünftig eine wichtige Rolle als Energieträger spielen.

## Verbraucher

Ethernet breitet sich als zentrales Kommunikationsmedium in immer mehr Sektoren aus. Im Sektor Verkehr spielt Ethernet, in Form der reduzierten Infrastrukturlösung Single Pair Ethernet (SPE) schon heute eine wachsende Rolle in neuen PKWs und auch in Nutzfahrzeugen. In der Industrie vollzieht sich eine ähnliche Entwicklung, weg von analogen BUS-Systemen, hin zu Ethernet, durchgehend ohne System- oder Protokollbrüche vom einzelnen Sensor, bis in die Cloud.

Dies führt zu einem Bedarf an neuer, passend ausgelegter Infrastruktur. Schnittstellen und Kabel müssen kleiner werden, sollen Ressourcen sparer werden und müssen den jeweiligen Platz- und Umweltaforderungen des Einsatzortes entsprechen. Diesen Anforderungen wird HARTING mit zahlreichen Connectivity-Lösungen gerecht. Ganz egal ob nun für Gigabit Ethernet, vieradriges Industrial Ethernet oder Single Pair Ethernet (SPE) mit nur noch einem Paar Kupferadern. Egal ob in der Bahnanwendung, an der Landmaschine, im Maschinenbau oder einer Windkraftanlage. HARTING sorgt für eine durchgängige Datenvernetzung für die AES.





Dies ermöglicht die flächendeckende Nutzung von Ethernet, was auch die Entwicklung von Smart Grids begünstigt. Durch die Implementierung intelligenter Technologien und Kommunikationssysteme können Verbraucher ihren Energieverbrauch effizienter verwalten und die Lasten besser verteilen. Dies führt zu einer besseren Integration von Elektrofahrzeugen, Heimspeichersystemen und anderen energieeffizienten Technologien. Unterm Strich sollte so in Zukunft der Großteil der größeren elektrischen Verbraucher privat wie gewerblich smart werden und ihren Energieverbrauch an alle Teilnehmer ihres Sektors mitteilen, die wiederum ihren Verbrauch mit den anderen Sektoren und den Energielieferanten detailliert „abstimmen“ können.

Die Vernetzung ist auch entscheidend für den Erfolg von Energiemanagement-Systemen in Industrieunternehmen. Ethernet-basierte Lösungen ermöglichen eine umfassende Überwachung und Analyse des Energieverbrauchs in Echtzeit, was wiederum zu einer besseren Energieeffizienz und Kostenreduzierung führt. Der Energiebedarf kann, tageszeitabhängig und produktionsabhängig, sehr präzise aufgezeichnet und kommuniziert werden. Durch intelligente Auswertung der Daten über größere Zeiträume, können Algorithmen so Bedarfe, in einem gewissen Rahmen, voraussagen. Das ist insbesondere in der Industrie wichtig, die mit 43 Prozent den größten Einzelbedarf an elektrischer Energie in Deutschland hat.

### Energieverbrauch im Blick haben

Um die realen Energiebedarfe von Antrieben und elektrischen Geräten in industriellen Anwendungen im Blick behalten zu können, muss man diese jedoch erst valide erheben, zusammenführen und auswerten. Ohne eindeutige Informationen ist eine sinnvolle Auswertung und energetische Optimierung kaum möglich. HARTING unterstützt dazu schon heute mit smarter Infrastruktur das Forschungsprojekt „Entwicklung von Energiemanagementschnittstellen für IoT-Technologien - IoT\_EnRG“ der Hochschule Hannover und der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg. Das Forschungsprojekt widmet sich der Entwicklung eines universellen Energieinformationsmodells, zur vereinfachten Übermittlung von Energiemanagementdaten in übergeordnete Systeme. Das Energiemonitoring von

Verbräuchen ist an sich erst einmal nichts Neues. Allerdings gibt es im industriellen Umfeld aktuell noch diverse Hürden, die eine einfache und einheitliche Auswertung von Energiedaten für ein durchgängiges Energiemanagement erschweren.

Bei der Automatisierung von industriellen Anlagen müssen Anwender heute auf unterschiedliche Semantiken für die Interpretation von Energiedaten zurückgreifen, da proprietäre Systeme und parallele Standards bestehen. Mit Hilfe der Semantiken werden aus den Energiedaten wertvolle Energieinformationen. Damit diese Energieinformationen in einem einheitlichen Format verfügbar sind, wurde in den letzten zwei Jahren durch das Forschungsprojekt „Entwicklung von Energiemanagementschnittstellen für IoT-Technologien - IoT\_EnRG“, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wird, ein universelles Energieinformationsmodell erarbeitet. Mit Hilfe dieses Informationsmodells erhalten Energiedaten eine eindeutige Semantik und können so mit weniger Engineering-Aufwand schneller in die technischen Energiemanagementsysteme integriert werden.

In der Industrie ist die Integration von Energieinformationen, die unterschiedlichsten Quellen in der Feldebene entstammen, derzeit noch mit einem hohen Engineering-Aufwand verbunden, da die Energiedaten mit verschiedenen Kommunikationsprotokollen (z. B. PROFINET, Sercos III, EtherNet/IP oder Modbus TCP) und spezifischen Energieprofilen wie PROFIenergy, Sercos Energy oder CIP Energy übertragen und bereitgestellt werden können. Die resultierenden unterschiedlichen proprietären und Energieprofil-spezifischen Semantiken werden bei der Einrichtung von OPC UA-Schnittstellen beibehalten und erschweren die Schnittstellenkonfiguration sowie die weitere Einbindung der Energieinformationen in Energiemanagement-Applikationen. Das universelle Energieinformationsmodell kann diese Hürde nun überwinden und liefert so einen Beitrag, der die Industrie unterstützt, eine sparsame, möglichst klimaneutrale Produktion zu betreiben.

### Smart Electrical Connector als Datenlieferant

Die ganzheitliche Erhebung der Informationen zu Energieverbräuchen erfolgt auf verschiedene Arten. Manche Geräte

*„HARTING will die All Electric Society connecten, um die relevanten Sektoren von individuellen, sektorbasierten Ökosystemen hin zu einem integrierten, offenen Technologieansatz zu entwickeln.“*

**Ralf Klein, Managing Director  
HARTING Electronics**



sind selbstständig in der Lage ihre Verbräuche zu messen und in übergeordnete Ebenen zu melden, andere wiederum benötigen externe Sensorik dafür.

Insgesamt basieren Megatrends wie IoT und Konzepte wie der Digitale Zwilling auf einer deutlichen Steigerung verfügbarer Daten. Das betrifft, neben aktiven Geräten, auch ehemals passive Komponenten wie beispielsweise Steckverbinder. Diese übertragen zukünftig nicht nur als passives Infrastrukturelement Energie und Daten, sondern können ergänzend hier auch

aktiv Zustandsdaten wie Strom und Spannung überwachen und damit zum Lieferanten von Energie-Daten werden.

Die Erfordernisse des IoT fest im Blick, unterstützt HARTING die Anwender mit Konzepten wie dem SmEC – dem Smart Electric Connector, die in der Lage sind, Energiedaten selbstständig zu erfassen und über eine eigene Verwaltungschale weiterzugeben. Damit wird der Steckverbinder zum smarten Baustein, und Energiemanagementdaten können so deutlich einfacher generiert werden. □

**Ralf Klein, Managing Director HARTING Electronics:** „In einer Welt, die zunehmend elektrifiziert und digitalisiert wird, sind zuverlässige und standardisierte Kommunikationstechnologien unerlässlich, um die verschiedenen Sektoren wie Energie, Landwirtschaft, Infrastruktur, Mobilität und Industrie effizient miteinander zu verbinden“.

„Die All Electric Society strebt eine klimaneutrale, elektrifizierte und digitalisierte Welt an, in der die Kriterien der Klimaneutralität erfüllt sind. HARTING will die All Electric Society connecten, um die relevanten Sektoren von individuellen, sektorbasierten Ökosystemen hin zu einem integrierten, offenen Technologieansatz zu entwickeln. Ethernet, insbesondere der Technologiestandard IEEE 802.3, bietet hierfür eine solide Grundlage, da es eine weit verbreitete und akzeptierte Technologie für den Datenaustausch ist.“

„Die Ethernet-Norm IEEE 802.3 ist ein Standard, der von der Organisation Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) festgelegt wurde und die technischen Spezifikationen für

Ethernet-Netzwerke beschreibt. Schlüsselpunkte der IEEE 802.3 Norm sind eine paketvermittelnde Methode, bei der Daten in Paketen übertragen werden, die von den darüberliegenden Protokollen, wie z.B. TCP/IP kommen.“

„Das OSI-Schichtenmodell definiert auf den Schichten 1 (physische Schicht) und 2 (Datensicherungsschicht) des OSI-Modells die Adressierung und die Zugriffskontrolle auf verschiedene Übertragungsmedien.“

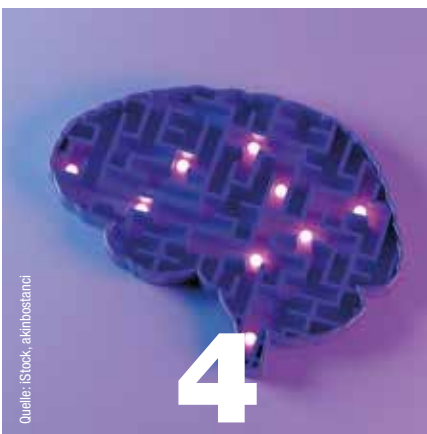
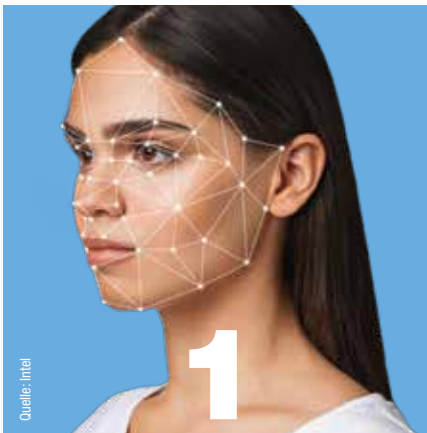
„Im Laufe der Zeit hat sich IEEE 802.3 weiterentwickelt, um höhere Geschwindigkeiten zu unterstützen, von Fast Ethernet (100 Mbps) über Gigabit Ethernet (1 Gbps) bis hin zu 10-Gigabit Ethernet und darüber hinaus. Die Norm IEEE 802.3 hat sich seit ihrer Einführung in den 1980er Jahren ständig weiterentwickelt und ist heute der Grundstein für die meisten Ethernet-basierten Netzwerke weltweit. Durch diese weite Verbreitung, die Akzeptanz und die technischen Möglichkeiten, ist Ethernet DAS Kommunikationsmedium, für die Datennetzwerke einer All Electric Society.“



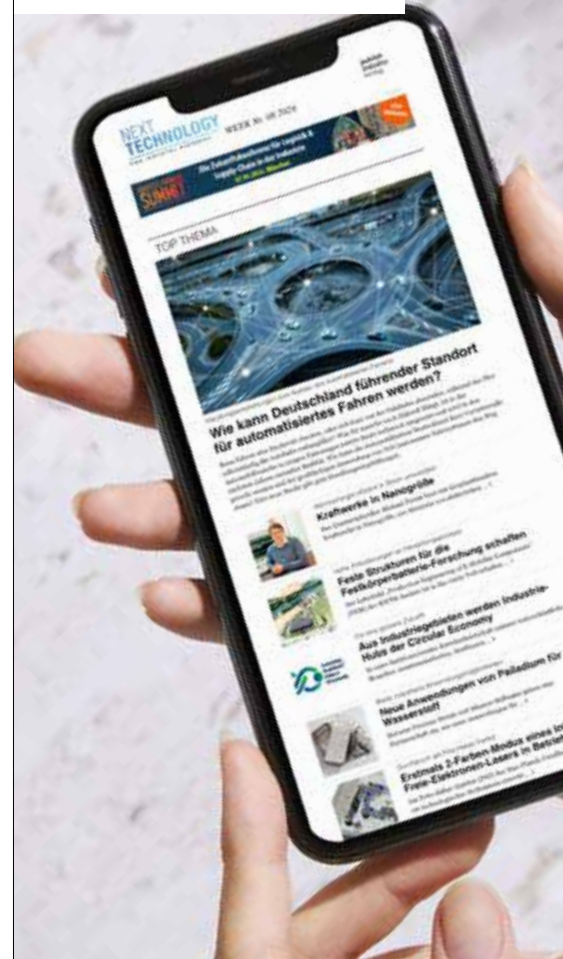
# 6

## HIGHLIGHTS

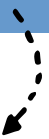
Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? In Zukunft wird KI-Gesichtserkennung, einen sicheren Umgang ermöglichen und neue Batterieanoden werden zum Ersatz aktueller Lithium-Metall-Folien eingesetzt. Schurter hat jetzt eine Drosselfamilie im Angebot, mit der man hohe Leistungen erzielen kann und Varta begrüßte Michael Ostermann als neuen CEO im Vorstand.



NEXT  
TECHNOLOGY  
FOR INDUSTRY PIONEERS



Neues zu Technologien  
der Zukunft



NEXT TECHNOLOGY  
NEWSLETTER

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



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

Intuitiv und sicher im Umgang

## Gesichtserkennung

Mit Intels-RealSense-ID führt Rutronik eine Lösung zur Gesichtserkennung, die auf hochmoderner Bildverarbeitungstechnologie und KI basiert. Die Kombination aus aktivem Stereotiefensensor und spezialisiertem neuronalen Netzwerk garantiert eine intuitive und sichere Lösung, die sich durch konstante Lernprozesse optimiert und Personen auch erkennt, wenn sie sich verändern.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2752019](https://www.industr.com/2752019)

1

Zukunft der Datenübertragung

## Powerline-Lösung

Die Nessum-Technologie von Socionext zeichnet sich durch eine weitreichende und zuverlässige Datenkommunikation über jedes Stromkabel aus. Sie unterstützt die drahtlose Nahfeldkommunikation, einschließlich der Unterwasserkommunikation, somit eine vielseitige Lösung, für eine Vielzahl von Anwendungen – von intelligenten Zählern bis hin zum Gebäudemanagement.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2753885](https://www.industr.com/2753885)

2

Stromkompensierte Hochstrom-Drossel

## Leistungsfähig

Immer kompakter: Was früher frei verdrahtet wurde, kommt heute auch gleich noch mit auf die Leiterplatte. Dieser Umstand erfordert entsprechend leistungsfähige Filterelemente. Für besonders hohe Leistungen hat Schurter jetzt eine Drosselfamilie im Angebot. Die stromkompensierten DKUH-1 sind für Ströme bis 100 A und eine Bemessungsspannung bis 800 VDC ausgelegt.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2753324](https://www.industr.com/2753324)

3

Für autonome mobile Roboter

## Präzisionsarbeit

Durch den Durchbruch von Künstlicher Intelligenz „at the Edge“ wird Real-Time Kinematic immer wichtiger. Die RTK-Technologie ermöglicht eine zentimetergenaue Positionsbestimmung, die Syslogic jetzt in seinen KI-fähigen Rugged Computer RS A4NA integriert hat. Vor allem für Anwendungen in der Agrartechnik, in Baumaschinen oder in autonomen Fahrzeugen spannend.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2752557](https://www.industr.com/2752557)

4

Neuer CEO bei Varta

## Personalwechsel

Der Varta-Aufsichtsrat hat Batterie- und Automotive-Manager Michael Ostermann zum Mitglied des Vorstands bestellt. Unter seiner Führung wurde eine erfolgreiche Strategie für Lithium-Ionen-Batterien und Energiespeicher entwickelt. Ostermann wird künftig gemeinsam mit Marc Hundsdorf (CFO), Rainer Hald (CTO) und Michael Giesswein (CRO) den Vorstand von Varta bilden.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2751008](https://www.industr.com/2751008)

5

Lösung für sichere Batterieanode

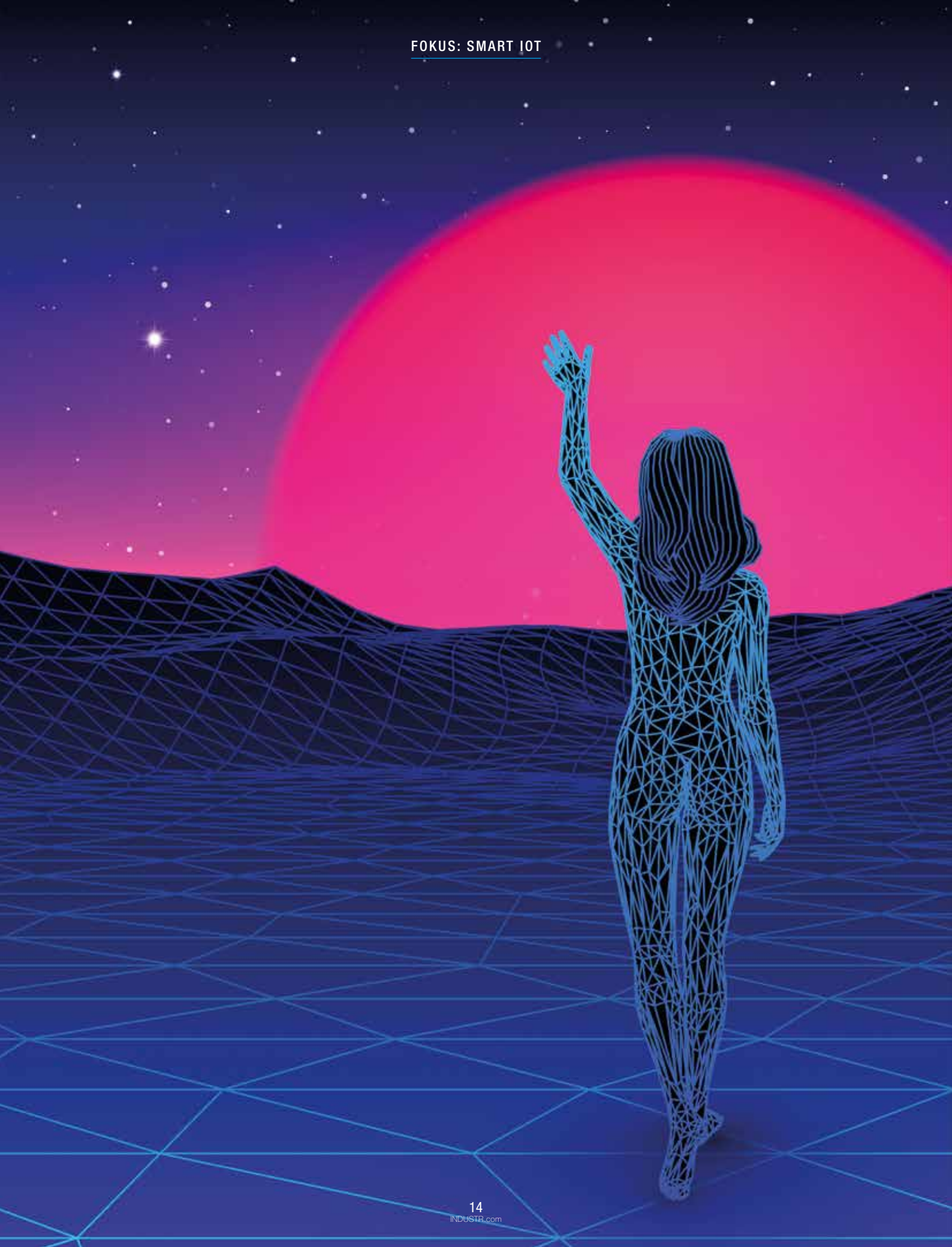
## Ultraschnell Laden

Eine der größten Herausforderungen bei Batterien mit Lithium-Metall-Folien als Anode ist die Bildung von Dendriten beim schnellen Laden und Entladen. Das Berliner Batterieunternehmen Theion hat eine Polymer-Struktur mit speziellen Beschichtungen als Ersatz für aktuelle Anodenmaterialien entwickelt und erfolgreich mehr als 2.000 Lade- und Entladezyklen erreicht.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2753000](https://www.industr.com/2753000)

6





# WILLKOMMEN IN DER IOT-ZUKUNFT

Die IoT-Technologie begleitet unseren Alltag und hat die Industrie von Grund auf verändert. Verbesserte Sicherheitsstandards und ausgereifte Spezifikationen vereinfachen zudem die Integration von IoT in alle möglichen Applikationen. IoT ist unverzichtbar, um eine vernetzte, nachhaltige Welt zu ermöglichen.

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

Die Zukunft der IoT-Technologie wird von mehreren zentralen Trends geprägt, die zu einer zunehmend vernetzten und effizienten Welt führen. Mit der Einführung von 5G-Netzwerken wird die Kommunikation zwischen IoT-Geräten schneller und zuverlässiger, was besonders für Echtzeitanwendungen von großer Bedeutung ist. Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen erweitern die Fähigkeiten von IoT-Geräten erheblich, da sie Daten nicht nur sammeln, sondern auch analysieren und autonome Entscheidungen treffen können. Zudem ermöglicht Edge Computing eine schnellere Datenverarbeitung direkt vor Ort, wodurch Latenzzeiten und Bandbreitenanforderungen reduziert werden.

Um die Integrität und den Schutz von IoT-Daten zu gewährleisten, sind verbesserte Sicherheitsprotokolle und Datenschutzmaßnahmen notwendig. Einheitliche Standards spielen dabei eine entscheidende Rolle, da sie die Integration und Zusammenarbeit verschiedener IoT-Geräte und -Plattformen erleichtern. IoT trägt auch wesentlich zur Entwicklung von Smart Cities bei, indem es die städtische Infrastruktur effizienter und nachhaltiger gestaltet. Im industriellen Bereich optimiert die Vernetzung von Maschinen und Sensoren die Produktionsprozesse und ermöglicht vorausschauende Wartung.

Auch das Gesundheitswesen profitiert von vernetzten medizinischen Geräten und Wearables, die die Diagnostik und Behandlung verbessern. IoT-Lösungen fördern darüber hinaus Energieeinsparungen und ein effizientes Ressourcenmanagement, was zur Nachhaltigkeit beiträgt. Schließlich steigern einfache Einrichtung und intuitive Benutzeroberflächen die Akzeptanz von IoT bei den Verbrauchern. Diese Entwicklungen zusammen formen eine Zukunft, in der IoT-Technologie integraler Bestandteil des täglichen Lebens und industrieller Prozesse ist. □



Das Internet of Things

# IOT MIT ÜBERRASCHUNGSEFFEKTEN

Die Integration von IoT und Elektronik verändert Industrieprozesse in allen Bereichen.

Intelligente Sensoren und vernetzte Systeme ermöglichen präzise Echtzeitdaten, die Prozessoptimierungen, Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen vorantreiben. Von smarten Produktionsanlagen bis hin zu intelligenten städtischen Infrastrukturen – diese technologischen Innovationen bieten Unternehmen ein enormes Potenzial, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und eine automatisierte, vernetzte Zukunft zu gestalten.

Deshalb haben wir namhafte Unternehmen gefragt: Welche aktuellen technologischen Trends im Bereich IoT halten Sie für besonders relevant und warum?

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, E&E BILDER: Ansys, Arrow, Hy-Line, Seco; iStock, Angga Renaldo Sikas



**LARRY  
WILLIAMS**

Das Industrial Internet of Things, kurz IIoT, bietet Unternehmen enorme Wachstumschancen. Es verbindet Geräte in zahlreichen Industrieanlagen und Branchen wie Fertigung, Energieerzeugung und vielen anderen. Durch den Austausch von Daten werden Geschäftsprozesse rationalisiert und Unternehmen in Echtzeit oder im Voraus auf Probleme aufmerksam gemacht, was eine vorausschauende Wartung ermöglicht. Die vom IIoT generierten Daten sind jedoch nur ein Teil des Ganzen. Ohne Simulation würde ein Großteil dieser Daten verloren gehen. Durch Simulation ist es möglich, die Systeme zu entwickeln, die das IIoT antreiben, und die IIoT-Daten zur Erstellung digitaler Zwillinge physischer Anlagen zu nutzen.

*Distinguished Engineer, Ansys*



**FLORIAN  
FREUND**

Was vor Jahren als Internet of Things begonnen hat, ist aus meiner Sicht nur der erste Schritt einer weitreichenden Entwicklung. Die wachsende Vernetzung von Maschinen, Geräten, Gebäuden sowohl im Consumer-Umfeld, aber auch in der Industrie, hat ein enorme Datenbasis geschaffen. Die Geräte liefern Daten über ihren aktuellen Betriebszustand, oft auch über ihre Position, über Umgebungsparameter und vieles mehr. Aus diesen Daten lernen Modelle, oder sie werden ausgewertet und es werden darauf basierend automatisierte Entscheidungen getroffen. Zusammenfassend kann man sagen, dass die Entwicklung von IoT weiter geht und dass IoT die Basis für KI-Anwendungen darstellt. Es gibt viel Potential, noch mehr Sensoren ins Netz zu integrieren und die verfügbaren Daten noch mehr zu nutzen.

*Director Engineering Central Europe,  
Arrow Electronics*



**RUDOLF  
SOSNOWSKY**

Es gibt so viele Anwendungen für IoT, und in vielen leisten IoT-Produkte still ihren Dienst. „Predictive Maintenance“ gibt es nicht nur in großen Industrieanlagen. Auch in der Medizintechnik steckt IoT: Das CT kann bereits die Daten für die Untersuchung des nächsten Patienten laden und meldet Unregelmäßigkeiten, bevor sie dem Bedienpersonal auffallen. Fehldiagnosen und unnötige Wartezeiten des nächsten Patienten werden vermieden. Verkaufsautomaten sind Anwendungen in der Fläche. Fahrten zur Befüllung werden nur bei Bedarf gemacht, Probleme mit der Kühlung oder Vandalismus werden aus der Ferne detektiert. Der Kunde mit Bargeld, Kreditkarte, RFID oder Mobile Payment zahlen. Kunden werden zum Kauf eines Produkts animiert, indem bedarfs- oder tageszeitenorientiert IoT Werbung ausgespielt wird.

*Chief Technology Officer (CTO),  
Hy-Line Technology*



**FRANCESCO  
VAIANI**

Die aktuellen technologischen Trends im IoT-Sektor verändern die Branche. Halbleiterunternehmen investieren in KI-Beschleuniger und neuronale Verarbeitungseinheiten (NPU), um KI-gesteuerte Entscheidungsfindung am Rande des Netzwerks zu ermöglichen und so die Cloud-Arbeitslast und den Bedarf an ständiger Konnektivität zu reduzieren. Der Anstieg generativer KI-Lösungen in der Fertigung begegnet dem Arbeitskräftemangel, erfordert jedoch eine vorsichtige Einführung der Technologie. Data Fabric wird für die Verwaltung und Integration unterschiedlicher Daten in verschiedenen Umgebungen immer wichtiger und verbessert die Zugänglichkeit und Verwaltung. Seco verfolgt diese Trends aufmerksam und bettet KI-Beschleuniger und Softwarelösungen in seinen HW- und SW-Stack ein.

*Software-Produktmanager, Seco*





Ansatzpunkte zur Steigerung der Energieeffizienz von IoT-Geräten

# Effizient und dynamisch

Entwickler von IoT-Produkten stehen vor der Herausforderung, die erforderlichen Energieeffizienzen zu erzielen, um ihre Designs zu unterstützen sowie kostengünstige IoT-Lösungen für den Verbrauchermarkt und die Industrie zu liefern. IoT-Experte Michele Scarlatella von der MIPI Alliance nennt wichtige Aspekte für mehr Energieeffizienz.

TEXT: Michele Scarlatella, MIPI Alliance    BILDER: MIPI Alliance; iStock, master1305

Geräte für das Internet der Dinge (IoT) verfügen in der Regel nur über eine eingeschränkte oder ineffiziente Stromversorgung. Deshalb können vor allem bei IoT-Systemen mit Bewegungs- oder Temperatursensoren schon geringfügige Verbesserungen der Energieeffizienz zu erheblichen Einsparungen während der Lebensdauer eines Geräts führen.

Ein typisches IoT-Gerät verfügt über einen Mikrocontroller, der als wichtigstes Steuerelement für das Bussystem fungiert. Mittels Sensoren werden vornehmlich in Reaktion auf verschiedene definierte Ereignisse Daten generiert. Sie reagieren entweder kontinuierlich in einem zyklischen Rhythmus oder sporadisch, zum Beispiel wenn ein bestimmtes Temperatur-Niveau überschritten wird. Außerdem können zusätzliche Peripheriegeräte für die Anzeige, die Kommunikation und verschiedene Benutzereingaben (wie Tasten, Knöpfe und Touchscreens) vorhanden sein, wobei für die Datenübermittlung sowohl ein Low-Power-Wide-Area-Network (LPWAN) als auch IEEE 802.11 Wi-Fi, Bluetooth oder ein IoT-Mobilfunknetz genutzt werden können.

Der Energieverbrauch des Bus-Systems wird in solchen Anwendungen durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Dazu gehört unter anderem die Betriebsspannung des IoT-Geräts, die Bus-Länge, der Typ des Output-Pads, die Kapazität des Input-Pads, die Anzahl der auf dem Bus aktiven Geräte, die Anzahl der zum Senden oder Empfangen von Bits erforderlichen Rechenzyklen der Zentraleinheit (CPU), die Kapazität zur Aufrechterhaltung der Systemfunktionalität bei Bus-Geräten im Ruhezustand und die Verarbeitung synchroner und asynchroner Ereignisse. Um den Stromverbrauch möglichst gering zu halten, ist eine selektive Energieverwaltung der einzelnen Systemkomponenten von entscheidender Bedeutung.

## Systeme mit extrem niedrigen Stromverbrauch

Die MIPI Alliance hat ihre I3C-Schnittstellen-Spezifikation mit technischen Schlüsseleigenschaften ausgestattet, um den in globalen IoT-Märkten erforderlichen geringen Stromverbrauch zu gewährleisten. MIPI I3C ist eine skalierbare, intelligente Utility- und Control-Bus-Schnittstelle, die als flexible Multi-Drop-Schnittstelle zwischen Host-Prozessor, Mikrocontroller und Peripheriegeräten für fortschrittliche Architekturen in Embedded-Systemen dient. Während MIPI-Mitgliedern die Vollversion der I3C-Spezifikation zur Verfügung steht, ist die lizenzfreie, öffentlich verfügbare I3C-Basic-Version eine umfangreiche Teilversion

von I3C, welche die von Systementwicklern und anderen Standardisierungsorganisationen am häufigsten benötigten Funktionen bündelt und bereitstellt.

I3C wurde als Nachfolger von I2C entwickelt und enthält wichtige Eigenschaften der I2C- und SPI-Schnittstellen (serielle Peripherieschnittstellen), mit denen eine leistungsstarke, sehr energieeffiziente Lösung mit Abwärtskompatibilität und einem robusten, flexiblen Upgrade-Pfad bereitgestellt wird. Beispielsweise reduziert I3C den erforderlichen Energieverbrauch für die Übertragung von 1 Kilobyte im Vergleich zu I2C um das Fünf- bis 18-fache. Darüber hinaus unterstützt es im einfachsten Betriebsmodus eine Datenrate von bis zu 11 Mbit/s und bietet Optionen für leistungsstärkere Modi mit hoher Datenrate, die im Single-Lane-Modus Geschwindigkeiten von über 30 Mbit/s ermöglichen, ohne Abstriche beim niedrigen Stromverbrauch zu machen.

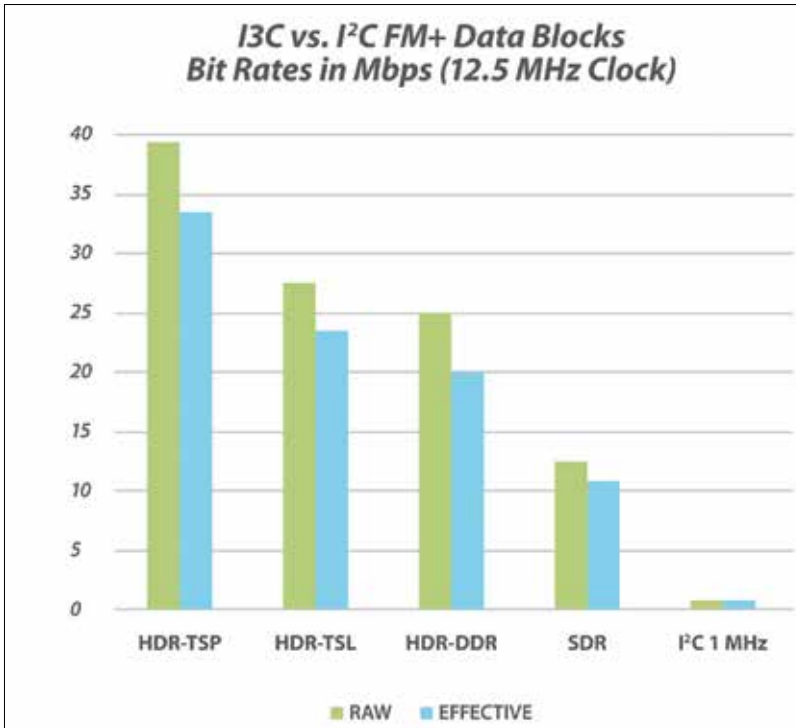
Eine Vielzahl von technischen Merkmalen der I3C-Spezifikation sorgen für eine höhere Energieeffizienz in einem IoT-System. In den folgenden sechs Bereichen können entscheidende Effizienzgewinne erzielt werden:

**Elektrische Parameter:** Der wichtigste Faktor für die differenzierte Energiebilanz von I3C sind die elektrischen Eigenschaften des Bus selbst. Der Niederspannungs- und Push-Pull-Betrieb verbessert die Energieeffizienz in Bereichen wie dem Laden und Entladen der Buskapazität, der Busleistung pro Arbeitsgeschwindigkeitsmodus und den Auswirkungen der Übertragungszeit auf die verbrauchten CPU-Zyklen sowie die Aktivitäten der Peripheriegeräte. I3C wurde im Hinblick auf höchste Effizienz entwickelt. Transaktionen können schneller ausgeführt werden und verbrauchen weniger Strom.

**Optimierung durch Bus-Segmentierung:** Auf dem Markt gibt es eine beträchtliche Anzahl von alten I2C-Komponenten. I3C kann zur Optimierung eines Busses eingesetzt werden, auf dem sowohl I3C- als auch I2C-Komponenten vorhanden sind. Hochaktive Komponenten auf einem reinen I3C-Bus können isoliert werden, während die Anbindung von I2C-Komponenten auf einem separaten, weniger leistungsfähigen Bus über ein Routing-Gerät, das als Datenleitung fungiert, aufrechterhalten wird. Diese Koexistenz führt zu einer höheren Gesamtenergieeffizienz eines IoT-Systems als bei einem einzelnen gemischten I2C/I3C-Bus.

**Energiesparen in inaktiven Phasen des Bus-Betriebs:** Einige IoT-Anwendungen sind in der Regel nur für kurze Zeiträume





Schnittstelle im Performance-Vergleich

aktiv und für lange Zeiträume inaktiv. Ein industrieller Überwachungssensor, der kritische Parameter kontrolliert, kann beispielsweise kontinuierlich regelmäßige Messwerte erfassen und nur einige wenige Bytes an zusammenfassenden Daten melden. Zwischen diesen Datenmessungen ist der Sensor praktisch inaktiv. I3C verfügt über insgesamt vier "Common Command Codes" (CCCs), die bei dieser Art von Systemen zu spürbaren Energieeinsparungen beitragen, und zwar durch einen diskontinuierlichen Betrieb, bei dem die CPU und ein Teil der Peripheriegeräte während der Leerlaufzeiten in einen besonders stromsparenden Ruhemodus (Stop Mode) versetzt werden.

**Effiziente Datenerfassung mit In-Band-Interrupts (IBI):** Ein weiterer wichtiger Leistungsfaktor bei IoT-Geräten ist die Abfrage und Erfassung von Sensordaten. I2C erfüllt diese Aufgabe durch Polling, das heißt durch ständiges Überprüfen und erneutes Überprüfen der Sensormesswerte, wobei jeder Zyklus zwischen Sensor und Anwendungsprozessor Energie benötigt. I3C ist hingegen so konzipiert, dass sich das System durch In-Band-Interrupts nur im Falle eines Ereignisses, das Aufmerksamkeit erfordert, aufwecken lässt.

**Energiemanagement mittels Hot-Join:** Die Hot-Join-Funktion bei I3C kann bei der Orchestrierung des selektiven Ein- und Ausschaltens verschiedener Teile eines IoT-Systems sehr hilfreich sein. Zielgeräte (Targets) können nach einer anfänglichen Adresszuweisungssequenz dem I3C-Bus beitreten, schnell voll funktionsfähig werden und unmittelbar danach wieder in einen

inaktiven Zustand versetzt werden. Dies ist auch für ein Gerät nützlich, das zu einem späteren Zeitpunkt physisch in ein System eingefügt wird, oder für ein Gerät, das auf einer Platine montiert ist und dynamisch ein- und ausgeschaltet wird.

**Effiziente Datenübertragung mit Device-to-Device Tunneling (D2DT):** Die I3C D2DT-Funktion ermöglicht den direkten Datenaustausch zwischen zwei Zielgeräten, ohne dass eines der beiden Geräte die Rolle eines Controllers übernimmt und als solches Strom verbraucht. Die Zielgeräte werden während einer Einrichtungphase identifiziert, und dann erfolgt der Datenaustausch über die Ausgabe eines CCC, der die erforderlichen Informationen enthält. (Diese Funktion ist in der Vollversion für MIPI-Mitglieder enthalten.)

## Fazit

Die Vorteile, die durch die Kombination der Verbesserungen bei Effizienz und Leistung entstehen, ermutigt immer mehr Anbieter, Produkte auf der Basis von MIPI I3C und I3C Basic in verschiedenen Konfigurationen und Optionen auf den Markt zu bringen. Zugleich stellt die MIPI Alliance kontinuierlich unterstützende Tools für I3C-Entwickler zur Verfügung, wie zum Beispiel ein Transfer Command Response Interface (TCRISM), eine Host-Controller-Schnittstelle (MIPI I3C HCI) und einen Linux HCI-Kernel-Treiber. Mit diesen umfangreichen Hilfsmitteln lassen sich auch komplexe Designs unkompliziert in die Realität umsetzen und somit Kosten sparen. □

Interview mit Nina Koch von Slack

# Status Quo: KI in Deutschland

Die neue KI-Studie des Technologieunternehmens Slack in Kooperation mit dem Marktforschungsinstitut YouGov unter 2.038 Büroarbeiter:innen in Deutschland beleuchtet den Einsatz und die Auswirkungen von KI im Arbeitsalltag. Über die aufschlussreichen Ergebnisse gibt Nina Koch, Director Customer Success Continental Europe bei Slack, in einem Interview detailliert Auskunft.

TEXT + BILD: Slack



**Frau Koch, wird KI in Deutschland schon flächendeckend genutzt?**

Von einer flächendeckenden Nutzung von KI kann man sicherlich noch nicht sprechen. Zwar gibt in der aktuellen Slack-Studie rund ein Fünftel der deutschen Büroarbeiter:innen an, KI-Tools bereits täglich zu nutzen. Gleichzeitig jedoch hat KI bei 44 Prozent der Befragten noch keinen Eingang in den Arbeitsalltag gefunden. Die KI-Revolution ist in vielen Büros also noch ausgeblieben.

**Müssen Unternehmen noch mehr für die KI-Transformation tun?**

Ganz sicher! Unsere aktuelle Studie zeigt, dass viele deutsche Unternehmen derzeit noch sehr zurückhaltend sind, was die Einführung und Nutzung von KI angeht. Nur selten liegen klare Richtlinien vor, viele Unternehmen sprechen sich sogar gegen eine offizielle Nutzung von KI-Tools aus. Dadurch werden nicht nur die enormen Produktivitätspotentiale von KI verschenkt: Wenn Mitarbeitende KI-Tools auf eigene Faust ausprobieren, drohen im schlimmsten Fall sogar ernsthafte Sicherheitsrisiken wie Datenlecks oder Hacker-Angriffe. Gerade für den deutschen Mittelstand wäre es fatal, die KI-Revolution zu verschlafen.

**Wie groß ist bei deutschen Angestellten die Furcht vor den negativen Auswirkungen der neuen Technologie?**

Die immer wieder heraufbeschworene Angst vor dem Jobverlust durch KI wird durch die Studie nicht belegt: Mehrheitlich (62 Prozent) haben die deutschen Büroarbeiter:innen keine Befürchtungen, durch die neue Technologie in naher Zukunft ersetzt zu werden. Dies hängt nicht zuletzt auch damit zusammen, dass der KI noch keine weitreichenden Business-Entscheidungen zugetraut werden. Der Faktor Mensch ist für den Großteil der befragten Büroarbeiter:innen also nach wie vor unersetzlich. Allerdings bestehen sehr wohl Befürchtungen, dass sich die unterschiedlichen Berufsbilder und Aufgabenbereiche durch den Einsatz von KI drastisch verändern werden. Es ist also weniger die konkrete Angst vor dem Jobverlust, sondern vielmehr der bange Blick auf den bevorstehenden Wandel, der in deutschen Büros derzeit vorherrscht.

**Warum ist der Aspekt des Vertrauens für das Gelingen der KI-Transformation so wichtig?**

Eines ist klar: Nur wenn wir dafür sorgen, dass KI sicher und vertrauenswürdig ist, können wir die Menschen vom positiven Nutzen der neuen Technologie überzeugen. Wir müssen hier vor allem sicherstellen, dass Kunden- und Mitarbeiterdaten ausreichend geschützt sind. Doch auch die Sorgen der Büroangestellten vor einer zunehmenden Überwachung durch die neue Technologie, die in der Studie klar zutage getreten sind, sollten unbedingt ernst genommen werden. □



Steigende Spannungsanforderungen erfordern  
Siliziumkarbid-Bauelemente

# Gute Chancen

Aufgrund der höheren Elektronenbeweglichkeit, geringerer Verluste und der Fähigkeit, bei höheren Temperaturen zu arbeiten, wird Siliziumkarbid (SiC) in anspruchsvollen Anwendungen der Leistungselektronik weithin benutzt. Obwohl die Vorteile gegenüber Silizium (Si) in wichtigen Anwendungen erheblich sind, bedarf es weiterer Fortschritte, um Größe und Kosten zu reduzieren und die Effizienz zu verbessern.

TEXT: Didier Balocco, Onsemi BILDER: Onsemi; iStock, NetPix

In den Bereichen Automotive und erneuerbare Energien geht der Trend zu höheren Spannungen, um diese Ziele zu erreichen. Dafür müssen SiC-Bauelemente zur Verfügung stehen, die bei diesen Spannungen arbeiten können. Der Übergang zu höheren Spannungen, zur Effizienzsteigerung, beruht auf dem grundlegenden Ohmschen Gesetz. Es besagt, dass die Verluste mit dem Quadrat des Stroms zunehmen, so dass ein geringerer Strom vorteilhaft für eine höhere Effizienz ist.

Es besagt auch, dass wir bei gleicher Leistung die Spannung verdoppeln müssen, wenn wir den Strom halbieren wollen. Durch den halben Strom werden die statischen Leitungsverluste in Halbleitern

und Kabeln um den Faktor vier reduziert. Genau aus diesem Grund arbeiten die Stromnetze mit hohen Spannungen. Auch wenn es daher naheliegend ist, dass Industrie- und Automotive-Anwendungen auf sehr hohe Spannungen umgestellt werden, ist dies aufgrund der verfügbaren Bauelementen, die solche Spannungen unterstützen nicht praktikabel.

## Leistungselektronik schalten

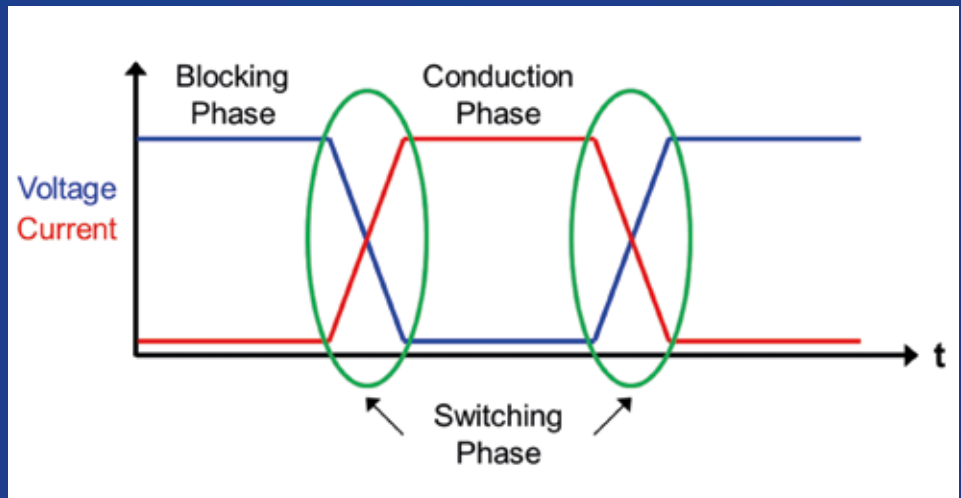
In einem Schaltnetzteil hat Leistungselektronik drei Funktionen: Sperren, Leiten und Umschalten zwischen diesen beiden Funktionen. Mit zunehmender Spannung liegt die Herausforderung in der Sperrfunktion, da hohe Spannungen

über dem Bauelement auftreten, die ohne geeignetes Design und Material zu einem Ausfall führen können.

Um die Effizienzvorteile beim Betrieb mit höheren Spannungen wirksam nutzen zu können, sind SiC-Bauelemente mit höheren Sperrspannungen an den Drain- und Source-Pins ( $U_{DS}$ ) erforderlich. Derzeit finden sich auf dem Markt viele Bauelemente mit 650 V Nennspannung – und Bauteile mit 1200 V Nennspannung werden immer häufiger. Für diese höheren Spannungen sind jedoch Komponenten mit höherer Nennspannung zwingend erforderlich. Hier ist ein angemessener Entwicklungsspielraum nötig, um die geforderte Zuverlässigkeit zu gewährleisten.



Beim Schalten müssen MOSFETs große Spannungen zwischen Drain und Source blockieren.



## Hohe Spannungen

Anwendungen, die mit höheren Leistungsniveaus arbeiten, profitieren erheblich von einer besseren Effizienz. Im Bereich erneuerbarer Energien werden

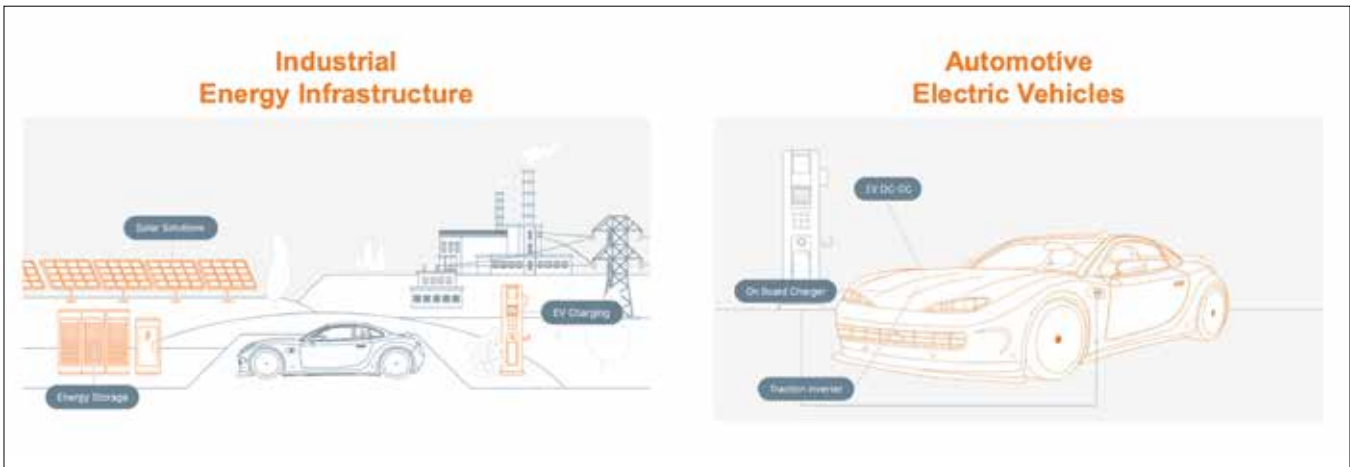
Wind- und Solarstromerzeugung auf höhere Spannungen umgestellt. Bei Photovoltaik-/PV-Anlagen wurde die Zwischenkreis-/DC-Busspannung der PV-Module von 600 auf 1500 V erhöht, um den Wirkungsgrad zu verbessern.

Ein höherer Wirkungsgrad bedeutet hier, dass mehr natürliche Sonnen- oder Windenergie zur Verfügung steht, die sofort genutzt oder für eine spätere Verwendung gespeichert werden kann. Beide Energieformen haben zwar scheinbar eine unbegrenzte Kapazität, sind aber wetterbedingten Schwankungen unterworfen, die die Leistung begrenzen können. Ist das

System effizienter, ist es auch kleiner und leichter, was ein Vorteil für Dachinstallationen ist.

Einer der Gründe für das langsamer als erwartet verlaufende Wachstum bei Elektrofahrzeugen ist die Ladezeit und die begrenzte Reichweite der Batterien. Um dieses Problem zu lösen, ersetzen die Fahrzeughersteller 400V-Batterieerträge durch 800V-Versionen. Die Ladegeschwindigkeit wird durch die Ausgangsleistung des Ladegeräts bestimmt, die durch die Systemspannung und den Ausgangsstrom begrenzt wird. Ein höherer Strom verkürzt zwar die Ladezeiten, erhöht aber auch die Wärmeentwicklung und den Energieverlust des Systems, wodurch die Effizienz





Erneuerbare Energien und Fahrzeugantriebe sind zwei Anwendungen, bei denen höhere Spannungen die Effizienz steigern.

des Ladegeräts sinkt und der Kühlbedarf steigt. Eine höhere Spannung bei ähnlichem Stromniveau steigert hingegen die Ausgangsleistung des EV-Ladegeräts erheblich. Dies verkürzt die Ladezeit, ohne dass sich die thermischen Anforderungen erhöhen oder die Systemeffizienz sinkt. Durch den geringeren Strom und die verbesserte Effizienz reduzieren sich Größe, Kosten und Gewicht des On-Board-Ladegeräts (OBC), da dünnere Kabel zum Einsatz kommen und weniger Kühlkörper erforderlich sind. Da das OBC im Fahrzeug verbleibt, führt jede Gewichtsreduzierung zwangsläufig zu einer größeren Reichweite des Fahrzeugs.

Mit Blick in die Zukunft, wenn Elektroantriebe in Nutzfahrzeugen Einzug halten, werden die Batterien deutlich größer sein, und es muss mehr Energie effizient übertragen werden, um in angemessener Zeit zu laden. Als Richtwert ist das Megawatt-Ladesystem (MCS) für eine Ladeleistung von 3,75 MW (3000 A bei 1250 VDC) ausgelegt.

### SiC-Durchbruchspannung

Eine der Herausforderungen bei der Entwicklung von Halbleiter-Leistungsbau-elementen in vertikaler Struktur mit höheren Durchbruchspannungen besteht

darin, dass die Leitungsverluste aufgrund eines erhöhten  $R_{DS(ON)}$  entsprechend zunehmen. Die Driftschicht ist bei Bauelementen mit höheren Durchbruchspannungen dicker, was zu einem Anstieg der Leitungsverluste führt. Eine erhöhte Betriebsspannung bringt zwar Vorteile für den Wirkungsgrad, doch dies wird durch den entsprechenden Anstieg der Leitungsverluste innerhalb des MOSFETs teilweise oder ganz zunichte gemacht. SiC-Leistungsbau-elemente bieten jedoch höhere Durchbruchspannungen mit einer wesentlich dünneren Driftschicht als das entsprechende Si-Bau-element. Dies führt zu einem geringeren Durchlassspannungsabfall und weniger Leitungsverlusten.

### Moderne SiC-MOSFETs

Da MOSFETs mit Durchbruchspannungen, die über der Betriebsspannung liegen, benötigt werden, hat Onsemi neue SiC-MOSFETs speziell für den Einsatz in solchen Anwendungen entwickelt. Der NTB028N170M1 ist ein n-Kanal-Planar-EliteSiC-MOSFET, der für schnelle Schaltanwendungen bei hohen Spannungen mit einer  $U_{DSS}$  von 1700 V und einer erweiterten  $U_{GS}$  von -15/+25 V optimiert ist. Der Baustein unterstützt Drain-Ströme ( $I_D$ ) von bis zu 71 A im Dauerbetrieb und 195 A im gepulsten Betrieb. Der robuste

Baustein minimiert Leitungsverluste mit einem sehr guten  $R_{DS(ON)}$  von nur 28 m $\Omega$  (typ.), während eine niedrige Gate-Ladung ( $Q_{G(tot)}$ ) von nur 222 nC für geringe Verluste im Hochfrequenzbetrieb sorgt. Der Baustein wird im D2PAK-7L-SMD-Gehäuse ausgeliefert, das parasitäre Effekte während des Betriebs verringert.

### Fazit

In Bereich der Leistungselektronik ist Effizienz ein vorrangiges Ziel. Sie senkt die Betriebskosten und ermöglicht kleinere, leichtere und kostengünstigere Designs. Da hocheffiziente Halbleiter bereits Standard sind, suchen Entwickler in anderen Bereichen des Systems nun nach Möglichkeiten, die Effizienz zu steigern. Eine höhere Systemspannung reduziert den Strom und sorgt für geringere Verluste. Dies hat sich jedoch bisher als äußerst schwierig erwiesen, da eine höhere Durchbruchspannung von MOSFETs auch deren Leitungsverluste deutlich erhöht.

Die MOSFETs von Onsemi basieren auf SiC, wobei sich die Durchbruchspannung ohne nennenswerte Auswirkungen auf die Leitungsverluste erhöhen lässt. Daher bieten Bausteine wie der NTB028N170M1 eine  $U_{DSS}$ -Fähigkeit von 1700 V bei gleichbleibend niedriger Verlustleistung. □

GENERATIVE KI IN DER PRAXIS

# Stets im Fokus

Unternehmen sollen verantwortungsvoll mit Technologie und Innovationen umgehen. Dies gilt insbesondere für künstliche Intelligenz (KI). Das Unternehmen Phoenix Contact zeigt, wie eine Compliance-Richtlinie den konformen Einsatz von generativer KI regelt.

TEXT: Dr. Christoph Kelzenber,  
Thomas Bischoff; Phoenix Contact

BILDER: Phoenix Contact; iStock, ctermit

In vielen Bereichen des Blomberger Automatisierungsspezialisten gehörte künstliche Intelligenz schon zum Alltag, als sich Anfang 2023 eine Welle neuer KI-Applikationen aufbaute. Bereits 2020 beschäftigten sich die Mitarbeitenden mit GPT-3. Inzwischen verändern ChatGPT und andere Lösungen der generativen KI die Welt. Aufgrund der verschiedenen teilweise vollkommen unbekanntem Risiken, die während der Verwendung generativer KI auftreten können, erfolgte im Frühjahr 2023 ein generelles Nutzungsverbot in der gesamten Phoenix Contact-Gruppe. Dies vor dem Hintergrund, weil der Schutz von Intellectual Property sichergestellt sein muss. Gleichzeitig ist für einen konformen Einsatz der künstlichen Intelligenz durch die Mitarbeitenden zu sorgen. Aus dieser Ausgangslage resultiert die Notwendigkeit der Erstellung eines Rahmenwerks.







Thomas Bischoff erklärt zwei Kerninhalte der Richtlinie für generative KI-Systeme.

## Interdisziplinäres AI Competence Team

Im ersten Schritt rief die Abteilung Digital Innovations unternehmensweit zur Bildung eines interdisziplinären AI Competence Teams auf. Dieses sollte innerhalb von drei Monate Use Cases für Phoenix Contact evaluieren, die einen fortschrittlichen Mehrwert schaffen. Parallel galt es rechtliche, betriebliche und technische Risiken zu erkennen und zu minimieren sowie einen Vorschlag für das Rahmenwerk zu erarbeiten. Die Schnelligkeit der Technologie bedingte ein Umdenken des bisherigen Vorgehens bei Phoenix Contact. Das Umfeld der klassischen Projektmethoden sollte verlassen werden, um einerseits Geschwindigkeit aufzunehmen und auf der anderen Seite die Einbindung der relevanten Bereiche sicherzustellen. Konkret waren unter anderem Experten und Vertreter aus den Geschäftsfeldern IT, Human Resources, Legal, Compliance sowie der Betriebsrat involviert.

Damit sich die Arbeit am Thema möglichst effektiv gestaltete, bildeten sich ein Kernteam sowie unterschiedliche Sub-Teams. Einleitende Workshops und Deep Dives, die beispielsweise in den Fachgebieten „Generative versus klassische KI“, „Large Language Models“ oder „Rechtliche Implikationen bei der Verwendung von KI“ durchgeführt wurden, unterstützten bei der Angleichung des Wissensstands sowie der schnelleren Umsetzung der Aufgabenstellung. In der dreimonatigen Arbeitsphase sind inhaltliche Anwendungsfälle der generativen KI erstellt und bewertet, ein Regelwerk und Leitlinien entwickelt sowie die erforderliche Infrastruktur zur operativen Realisierung definiert worden. Dabei gingen die Teams nach agilen Methoden vor, wodurch der schnelle Fortschritt überhaupt möglich war. Zeitgleich fand eine Beratung durch eine

auf künstliche Intelligenz und Datenökonomie spezialisierte Kanzlei statt. In diesem Zusammenhang sollten Fragestellungen wie urheberrechtliche Verstöße bei generiertem Code/Text oder konkrete Fragen etwa im Hinblick auf die Kennzeichnung von per KI erstelltem Output geklärt werden. Darüber hinaus wurde ein Plan erarbeitet, wie sich eine ideologische Färbung (BIAS) minimieren lässt.

## Transparenter Prozess

Beim Thema künstliche Intelligenz erweist sich Transparenz als besonders wichtig – sowohl innerhalb des AI Competence Teams als auch der gesamten Unternehmens-Gruppe. Regelmäßige Stand Ups haben zum intensiven Wissensaustausch innerhalb des Teams beigetragen. Ferner erfolgte eine turnusmäßige Kommunikation zentraler Ergebnisse und Ereignisse durch Beiträge im Unternehmens-Intranet, Live Streams oder veröffentlichte Videos.

Nach drei Monaten übergab das AI Competence Team die (erste) Version der Richtlinie „Generative KI“ an den Betriebsrat. In Abstimmung zwischen der Geschäftsführung, dem Betriebsrat und dem AI Competence Team trat die Richtlinie im Dezember 2023 in Kraft. Als zentrales Element enthält sie den Grundsatz „Präventives Verbot mit Erlaubnisvorbehalt“. Das bedeutet, dass die Nutzung von generativen KI-Systemen untersagt ist – es sei denn, es handelt sich um einen freigegebenen Anwendungsfall. Auf Basis der Richtlinie werden alle potenziellen Use Cases mit dem Corporate AI Manager besprochen und bewertet. Nach der Verabschiedung der Richtlinie steht zum Beispiel im Anschluss an die unternehmensweite Freigabe von Microsoft Copilot ein leistungsstarkes Tool für sämtliche



Die Erarbeitung der Richtlinie für generative KI-Systeme erfolgte in einem interdisziplinären Team.

Mitarbeitenden zur Verfügung. Dabei geht es um eine Assistentenfunktion mit KI für Microsoft 365-Anwendungen und -Dienste, Windows 11 und Microsoft Bing.

Grundvoraussetzung zur Verwendung von Microsoft Copilot ist die erfolgreiche Teilnahme der Mitarbeitenden an einer Grundlagenschulung zum Thema künstliche Intelligenz. Parallel zur Einführung von Microsoft Copilot sind erste Proof-of-Concepts für verschiedene Anwendungsfälle gestartet worden. Zukünftige Use Cases werden gemeinsam mit dem Corporate AI Manager evaluiert sowie im Rahmen etablierter Prozesse geplant und umgesetzt. Der Prozess verläuft für alle beteiligten und interessierten Mitarbeitende transparent und nachvollziehbar.

## Besondere Berücksichtigung der Mitarbeitenden

Von zentraler Bedeutung ist, dass der Mensch beim Einsatz von (generativer) KI bei Phoenix Contact im Vordergrund steht. Im Unternehmen dient die Richtlinie „Generative KI“ als Enabler dazu, Potenziale für die Nutzung künstlicher Intelligenz zu erkennen, die daraus resultierenden Anwendungsfälle konform durchzuführen und somit Technologien voranzutreiben. Inzwischen verfügt das Unternehmen über Trainingsprogramme zur generativen KI in mehr als zehn Sprachen für sämtliche Mitarbeitende. Erfolgskritische Faktoren für diesen ersten Meilenstein bei der Verwendung von generativer KI waren die agile Methode, die unbedingte Bereitschaft aller Bereiche und Mitarbeitenden, sich in dieses Thema einzubringen, die Zusammenarbeit mit dem Betriebsrat und der Geschäftsführung sowie das Commitment, die Richtlinie „Generative KI“ zur Anwendung zu bringen. □

## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

| Firma                           | Seite    | Firma                  | Seite  |
|---------------------------------|----------|------------------------|--------|
| Ansys                           | 16       | MES Electronic Connect | 63     |
| Arrow Electronics               | 16, 56   | Metz Connect           | 32     |
| Becker & Müller Schaltungsdruck | 39       | MIPI Alliance          | 18     |
| Codico                          | 57       | Mouser Electronics     | 28     |
| Conrad Electronic               | 61, U4   | Onsemi                 | 22     |
| Deutronic                       | 51       | PEI-Genesis            | 44     |
| Display Visions                 | 40       | Phoenix Contact        | 25     |
| Elma                            | 3        | Q-Tech                 | 46     |
| FBDi                            | 53       | Rutronik               | 12     |
| Fischer Elektronik              | 45       | SAB Bröckskes          | U2     |
| Fraunhofer IPMS                 | 6        | Schurter               | 12     |
| Fraunhofer IZM                  | 50       | Seco                   | 16, 36 |
| Harting                         | Titel, 8 | Slack                  | 21     |
| Hy-Line                         | 16       | Socionext              | 12     |
| Jauch Quartz                    | 49       | Sylogic                | 12     |
| Kingbright Electronic           | 43       | Theion                 | 12     |
| Kloepfel                        | 64       | Varta                  | 12     |
| Krieg                           | 58       | WSTS                   | 66     |
| Memphis Electronic              | 62       |                        |        |

## IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller

**Head of Content Manufacturing** Christian Fischbach

**Redaktion** Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Matej Gavranovic (-927), Ragna Iser (-898), Carina Kein (-922), Dana Neitzke (-930), Katharina Huber (0172.9 85 82-11)

**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net

**Head of Sales** Kilian Müller

**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Ilka Gärtner (-921), Alexandra Klasen (-917); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2024

**Inside Sales** Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929); sales@publish-industry.net

**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtlfinger Straße 7, 81379 München, Germany  
Tel. +49.(0)151.58.21.1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

**Geschäftsführung** Kilian Müller, Martin Weber

**Leser- & Aboservice** Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuservice.de

**Abonnement** Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der 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. Studententarif 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 Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

**Nachdruck** Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

**ISSN-Nummer** 1869-2117

**Postvertriebskennzeichen** 30771

**Gerichtsstand** München

Der Druck der E&E erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.



**GOGREEN**

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



VERSCHLÜSSELUNG FÜR EINE WELT NACH DEM QUANTENCOMPUTER

# Digitale Unsicherheit vermeiden

Vom Babyphone bis zum vernetzten Auto: Die Sicherheit des Internets der Dinge (IoT) ist in Gefahr. Die wachsende Bedrohung durch Quantencomputer erfordert ein Umdenken in der Cybersicherheit und die Entwicklung quantensicherer Verschlüsselungstechniken. Deshalb ist es wichtig, sich auf zukünftige Entwicklungen vorzubereiten und Sicherheitslücken durch Überprüfung und Aktualisierung von Hard- und Software zu schließen.

TEXT: Mark Patrick, Mouser Electronics BILDER: Mouser Electronics; IBM; iStock, Koldunova\_Anna

Wir alle verlassen uns heutzutage stark auf die digitale Welt, sei es beim Kauf von Waren und Dienstleistungen, beim E-Mail-Verkehr, bei finanziellen Transaktionen und vielem mehr. Dabei erwarten wir, dass unsere Transaktionen sicher sind. Die meisten Menschen gehen davon aus, dass Sicherheit hierbei eine Selbstverständlichkeit ist. Dies kann man auch in der Regel als gerechtfertigt betrachten, da Betriebssysteme und Browser auf gängigen Geräten (zum Beispiel PCs, Laptops, Smartphones und Tablets) inzwischen ausgereifte Sicherheitstechnologien bieten, die uns oft warnen, wenn etwas verdächtig erscheint.

Was die Milliarden von Knotenpunkten im Internet der Dinge (IoT) angeht, ist die Lage jedoch weniger sicher. Relativ einfache Geräte wie beispielsweise Babyphone wurden gehackt, um Zugang zu Videos zu erlangen. Noch besorgniserregender ist, dass sich Hacker Zugang zu vernetzten Autos verschafft haben, wodurch sie physischen Zugang zur Fahrerkabine erlangen und, was noch schlimmer ist, in Systeme wie Lenkung und Beschleunigung eingreifen können. Die Folgen liegen auf der Hand – und sind potenziell tödlich.

## Wie sicher ist sicher?

Die Schwachstellen der IoT-Geräte sind nicht auf mangelnde Sicherheit zurückzuführen, denn sie verfügen über modernste Sicherheitssysteme. Vielmehr ist es die Art und Weise, wie die Sicherheit implementiert wird, die Hackern Angriffsflächen bietet. Digitale Schlüssel sind unter Umständen nicht vollständig gesichert, und aufgrund mangelnder Disziplin bei der Einrichtung wird häufig das Standard-Administrator-Passwort beibehalten.

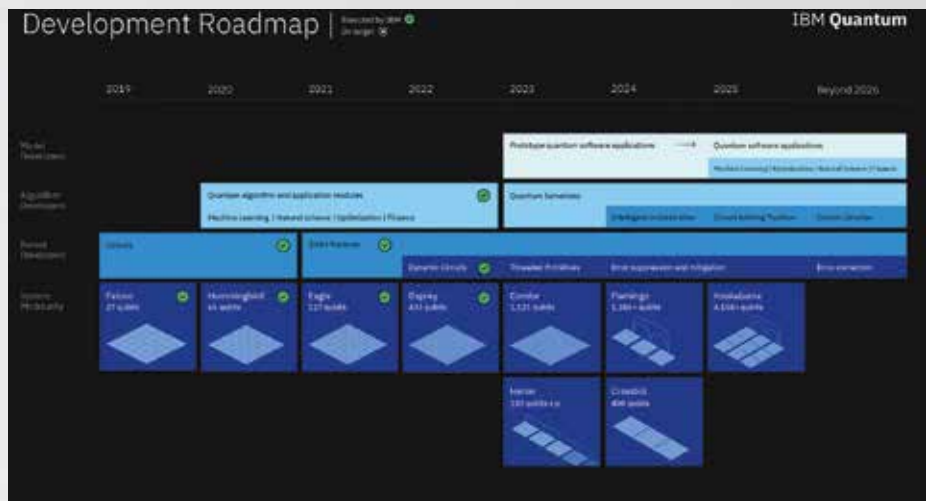
Solange moderne Cybersicherheit richtig implementiert ist, sollte es keine Lücken geben. Mit dem aufkommenden Quantencomputing werden sich die Dinge jedoch drastisch ändern.

## Was sichert die aktuelle Verschlüsselung?

Moderne Kryptografie ist keine Geheimwissenschaft; die Algorithmen werden (rechtmäßig) im Internet veröffentlicht und können von jedermann eingesehen werden. Die moderne Cybersicherheit ist in Bezug auf ihre Funktionsweise „offen“: Die Sicherheit basiert auf mathematischen Algorithmen, die in eine Richtung leicht, in die andere Richtung jedoch (nahezu) unmöglich zu berechnen sind.

Gängige mathematische Funktionen (wie zum Beispiel die Multiplikation) sind in der Regel bidirektional, das heißt sie lassen sich ebenso einfach umkehren, wie sie berechnet wurden. Wenn wir wissen, dass die Funktion einen Wert verdreifacht (mit drei multipliziert) und das Ergebnis 24 ist, können wir schnell zum ursprünglichen Wert von acht rückschließen. Diese Art von Funktion ist für die Verschlüsselung unbrauchbar, daher werden unidirektionale Funktionen verwendet, die nahezu unmöglich umkehrbar sind.

Das Thema Sicherheit gibt es schon so lange, wie es Informationen gibt. In den Anfängen der Computertechnik wurden geheime Schlüssel zum Ver- und Entschlüsseln empfindlicher Daten verwendet. Sobald sie offengelegt wurden, waren diese physisch verteilten Schlüssel unbrauchbar.



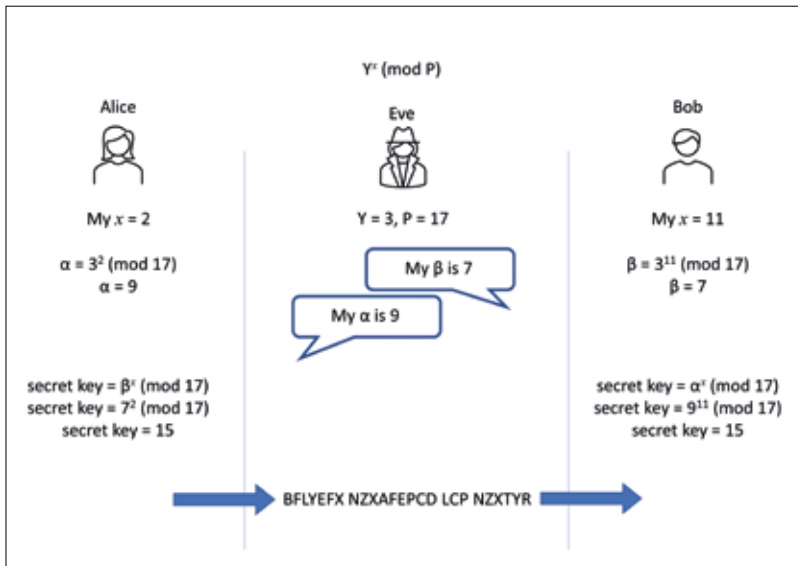
IBM-Entwicklungsfahrplan für Quantencomputing-Systeme

Whitfield Diffie und Martin Hellman, zwei US-amerikanische Verschlüsselungsexperten, erkannten die damit verbundenen Probleme und forschten gemeinsam an mathematischen Ansätzen, die eine vorherige Weitergabe der Schlüssel überflüssig machten. Ihre Arbeit führte zur modernen Kryptographie mit öffentlichem Schlüssel und basierte auf dem Einsatz modularer Arithmetik, durch die asymmetrische Chiffren realisierbar wurden. Dieser Ansatz wurde von Ron Rivest, Adi Shamir und Leonard Adleman zu einer asymmetrischen Chiffre weiterentwickelt, die auf Primzahlen basiert. Ein öffentlicher Schlüssel wird vom Nutzer anhand des Produkts von zwei Primzahlen erzeugt. Dieser Schlüssel kann dann von jedermann zur Verschlüsselung von Informationen verwendet werden, aber nur Personen, die die ursprünglichen zwei Primzahlen kennen, sind in der Lage, Informationen zu entschlüsseln.

Rivest, Shamir und Adleman entwickelten die asymmetrische Chiffre, die sich auf eines der schwierigsten Probleme der Mathematik stützt: die Primzahlen. Einfach ausgedrückt: Ein Nutzer erstellt einen öffentlichen Schlüssel (eine Zahl), indem er zwei Primzahlen miteinander multipliziert. Mit diesem öffentlichen Schlüssel kann jeder Informationen verschlüsseln, aber nur die Person, die die beiden ursprünglich verwendeten Primzahlen kennt, kann sie entschlüsseln.

Das Verfahren wurde nach seinen Erfindern unter dem Namen „RSA“ bekannt und wird bereits seit den 1970er Jahren verwendet, da selbst die heutige Computertechnik kaum in der Lage ist, es zu knacken. Mit den leistungsstärksten Parallelrechnern wurde ein 829-Bit-Schlüssel errechnet, was allerdings 2.700 CPU-Core-Jahre dauerte. Um die Sicherheit zu gewährleisten, empfiehlt das US-amerikanische National Institute of Standards and Technology (NIST) die Verwendung von mindestens 2048 Bits, was die Fähigkeiten aktueller Computer bei Weitem übersteigt.





Diffie und Hellman fanden mithilfe der modularen Arithmetik eine Methode, mit der sich Alice und Bob auf einen geheimen Schlüssel einigen können, indem sie eine Information öffentlich austauschen. Obwohl Eve die verwendete mathematische Funktion und die öffentlich ausgetauschten Informationen kennt, ist es außerordentlich schwierig, die Werte zu ermitteln, die Alice und Bob privat für  $x$  gewählt haben.

## Quantencomputer: die nächste Herausforderung

In der Fachpresse wird regelmäßig über die Fortschritte der Quantencomputer berichtet. Dabei handelt es sich um Maschinen, deren Bauweise und Betrieb so komplex sind, dass sie bis nahe an den absoluten Nullpunkt ( $0^\circ$  Kelvin,  $-273^\circ$  Celsius) gekühlt werden müssen. Die Bewältigung dieser Herausforderung scheint sich zu lohnen, denn die Rechenleistung dieser Maschinen übertrifft die Prognosen des Mooreschen Gesetzes bei Weitem.

Es gibt eine Reihe von wichtigen Anwendungsbereichen für diese künftigen Quanten-Supercomputer, insbesondere in der Chemie, Biologie und Medizin. Doch es gibt auch Befürchtungen, dass eine einzige Maschine in den Händen eines Schurkenstaates verheerenden Schaden anrichten könnte. Als sicher gilt: Mithilfe von Quantencomputern werden Berechnungen von Faktoren in nie da gewesener Geschwindigkeit durchgeführt.

Gegenwärtig arbeiten Prozessoren mit einem Algorithmus oder Programm (im Grunde eine Reihe vorgegebener Anweisungen), um die ihnen zugeführten Daten zu verarbeiten und ein entsprechendes Ergebnis zu liefern. Die Eingangsdaten und das Ergebnis werden als Binärcode (ein Datenfluss aus 1en und 0en) gespeichert. Die Fähigkeit, schnell zu rechnen, hängt vom Prozessor, seiner Taktgeberfrequenz und der Fähigkeit des Programmierers ab, einen effizienten Code zu schreiben.

Anstelle von Binärcodes verwenden Quantencomputer „Qubits“, die sich gleichzeitig in den Zuständen „0“ und „1“ befinden können. Dadurch sind sie in der Lage, bis zu  $2^n$  Berechnungen durchzuführen, wobei  $n =$  Anzahl der Qubits ist. Wenn also

genügend Qubits zur Verfügung stehen, kann die Faktorisierung nahezu verzögerungsfrei durchgeführt werden (im Vergleich zu den derzeitigen Standards für die Datenverarbeitung).

Es gibt bereits mehrere Arten von Quantencomputern, sodass direkte Vergleiche nicht einfach sind. Der Osprey-Prozessor von IBM ist jedoch schon jetzt in der Lage, 433 Qubits zu verarbeiten, und IBM hat eine Roadmap, die den Weg zu einem Prozessor mit 4.158 Qubits innerhalb einiger Jahre zeigt. Bei einer derartigen Rechenleistung und der Verwendung von Factoring-Beschleunigern wie dem Shor-Algorithmus ist klar, dass die Verschlüsselung nicht mehr sicher sein kann, wenn sie allein aufgrund der mathematischen Berechnungskomplexität erfolgt.

## Quantencomputer: Sicher oder nicht?

Auf den ersten Blick könnte man meinen, dass Quantencomputer alles in kürzester Zeit berechnen können. Doch glücklicherweise gibt es einige mathematische Aufgaben und Prozesse, die für die Quantencomputer eine Herausforderung darstellen.

Nachdem das NIST den Bedarf an quantenresistenten Verschlüsselungsansätzen erkannt hatte, rief es 2016 zur Einreichung von Applikationen für neue Algorithmen und Techniken auf, die die Verschlüsselung zukunftssicher machen könnten. Ein Teil der Herausforderung ist die große Vielfalt der heute eingesetzten Geräte, die von High-End-Computern bis hin zu Mikrocontroller-basierten IoT-Knoten mit begrenztem Speicher und nur einer kleinen Batterie oder sogar Energy Harvesting als Energiequelle reichen. Die Aufgabenstellung des NIST sollte alle Formen der Datenverarbeitung umfassen.

Nach mehreren Jahren der Entwicklung kristallisierten sich vier Post-Quantum-Kryptographie-Algorithmen (PQC) als führende Kandidaten für die Verschlüsselung heraus. Drei davon basierten auf dem äußerst anspruchsvollen LWE-Verfahren („Learning With Errors“, Lernen mit Fehlern) über Modulgittern. Einer der Ansätze, der CRYSTALS-Kyber-Algorithmus, konzentriert sich auf allgemeine Verschlüsselung und Datensicherheit in gemeinsam genutzten Netzwerken. Da dieser Algorithmus einen guten Durchsatz und kleine Schlüsselgrößen bietet, wird er weiter entwickelt und unter anderem auf einem Arm Cortex-M4-Prozessor geprüft. Die beiden anderen LWE-basierten Ansätze, die es durch die NIST-Prüfung geschafft haben, sind der CRYSTALS-Dilithium-Ansatz und der FALCON-Ansatz, die in erster Linie auf digitale Signaturen abzielen.

Derzeit scheinen diese Ansätze noch „quantensicher“ zu sein, aber es ist wenig darüber bekannt, wie sich die Quanteninformatik entwickeln wird, sodass sie in der Zukunft geschwächt oder vollständig kompromittiert werden könnten, was weitere Technologien zur Aufrechterhaltung der Sicherheit erfordert.

Der letzte Algorithmus, der die NIST-Prüfung durchlaufen hat, ist SPHINCS+, der auf einer zustandslosen, hashbasierten Signatur basiert. Dieser Ansatz ist langsamer als die anderen und benötigt mehr Speicher. Im Detail bedeutet das, dass er für die Embedded-Systeme, die häufig in IoT-Knoten zu finden sind, weniger geeignet ist.

## Vorbereitung erforderlich

Die vier vom NIST ausgewählten Algorithmen sind sehr vielversprechend, aber sie sind noch nicht bereit für einen groß angelegten Einsatz, da für den Einsatz in neuen Geräten mit Secure Element (SE) und Trusted Platform Module (TPM) neue Hardware-Beschleuniger benötigt werden, die eine Weiterentwicklung der Halbleiter voraussetzen. Dennoch kann man viel tun, um sich auf die Zukunft der PQC vorzubereiten.

Eine der wichtigsten Maßnahmen ist die sorgfältige Überprüfung der bestehenden Sicherheit. Sicherheitslücken, die heute auftreten, sind nicht darauf zurückzuführen, dass die Verschlüsselung geknackt wurde, sondern auf Schwachstellen in den Verfahren. Schwachstellen können alles sein, von der Beibehaltung des Standard-Administrator-Passworts auf einem handelsüblichen Gerät bis hin zu unverschlüsselten Datenströmen innerhalb

von Systemen, die abgefangen werden können. Hacker sammeln alle Daten, die sie bekommen können. Selbst wenn es jetzt noch nicht zu einer Sicherheitslücke kommt, können die Daten für einen späteren Zeitpunkt gespeichert werden, wenn das Quantencomputing verfügbar ist. Auch der hohe Preis wird kein Hindernis sein, da die Technologie voraussichtlich als stundenweise verkaufter Cloud-Dienst verfügbar sein wird.

Sobald die Prozesse geprüft und sicher sind, mit nicht offensichtlichen Passwörtern versehen sind, ist der nächste zu prüfende Bereich die eingesetzte Hardware und Software. Überprüfen Sie anhand der Herstellerangaben, ob die vorhandene Verschlüsselungstechnologie integriert ist.

Nach der Weiterentwicklung von Prozessen und der Überprüfung von Hardware und Software besteht die letzte Empfehlung darin, weiterhin wachsam zu sein und sich über die Fortschritte im Bereich Quantencomputing und Verschlüsselung auf dem Laufenden zu halten. Dies gilt auch für die Entwicklung neuer Designs oder die Aufrüstung bestehender Designs. Niemand kann mit Sicherheit sagen, wie sich die Technologielandschaft verändern wird, aber jeder ist davon überzeugt, dass Veränderungen bevorstehen. Verfolgen Sie die daher aufmerksam die Entwicklungen in der Branche (und reagieren Sie darauf).

## Die PQC – das ist sicher!

Heutige Sicherheitslösungen funktionieren, weil die Rechenleistung, mit der sie kompromittiert werden können, noch nicht vorhanden ist. Es war schon immer bekannt, dass die Rechenleistung eines Tages die derzeitigen Sicherheitsvorkehrungen übersteigen und ein „Umdenken“ erforderlich sein würde. Die heutigen Verschlüsselungsverfahren lassen sich mit frühen Quantencomputern glücklicherweise (noch) nicht knacken. Doch dies wird schon bald möglich sein. Die Auffassungen gehen zwar auseinander, aber viele glauben, dass wir diesen Punkt innerhalb eines Jahrzehnts erreichen werden.

Das Umdenken hat jedoch bereits begonnen und wird von Organisationen wie dem NIST vorangetrieben. Die Entwicklung von Hardware, die Implementierung von Software und die Verbesserung der Nutzung werden noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Doch in der Zwischenzeit kann schon heute viel getan werden, um sicherzustellen, dass die Systeme die größtmögliche Sicherheit bieten. □



IP-SCHUTZARTEN UND PRÜFUNGEN BEIM SCHUTZ VON DNT-SCHNITTSTELLEN

# Immer verbunden, immer geschützt

Die Nachfrage nach Verkabelungslösungen für den Außeneinsatz steigt. Einer der Gründe für diese Entwicklung ist die fortschreitende Digitalisierung. Überwachungskameras, Sensoren, digitale Schilder und Wireless Access Points in Netzwerke werden über Netzwerk- und IP-Schnittstellen vernetzt. Außenvernetzung stellt jedoch hohe Anforderungen an den Schutz der Verbindungen. Zertifizierte Universalgehäuse sind hier eine gute Lösung.

TEXT: Fabio Fuoco, Metz Connect BILDER: Metz Connect; iStock, ptasha





Schutzgehäuse MCO IP69k mit Montagewinkeln schützen elektrische Verbindungen in Außenanwendungen dauerhaft gegen Umwelteinflüsse.

wetterfesten Umhausung. Ungeschützte Außenbereiche hingegen sind der Witterung (Regen, Schnee, Sonne) unmittelbar ausgesetzt. Hier sind die Anforderungen höher, da es keine Abdeckung und keinen Schutz gibt. Somit unterliegt beispielsweise eine Überwachungskamera, die unter einem Dach-Überstand eingesetzt wird, deutlich geringeren Umwelteinflüssen als eine Außenkamera, die sich auf einer schnee-reichen Bergspitze befindet oder die an einem Mast im Freien täglich der Witterung ausgesetzt ist.

Weiterhin können auch starke Vibrationen und Temperaturschwankungen in Außenbereichen eine Rolle spielen. Zudem müssen bei einem Schutzgehäuse zusätzliche Faktoren berücksichtigt werden, zum Beispiel wenn Hochdruckreiniger in harschen Umgebungen zum Einsatz kommen (Landtechnik, Tunnelreinigungen und weiteres).

### Warum sind IP-Schutzarten so wichtig?

Die IP-Schutzart spielt eine wichtige Rolle bei der Auswahl von elektrischen Komponenten. Sie gibt den Schutzgrad eines Gehäuses gegen das Eindringen von Fremdkörpern (zum Beispiel Staub) und Wasser an. Der IP-Code besteht aus zwei Ziffern. Die erste Ziffer bezieht sich auf den Schutz gegen Fremdkörper und die zweite auf den Schutz gegen Wasser. Die genauen Prüfbedingungen sind in der

nationalen DIN EN 60529 und internationalen ISO 20653 für Straßenfahrzeuge festgelegt. In Sonderfällen können noch Buchstaben an die Ziffern gehängt werden. Der Buchstabe „K“ nach ISO 20653 steht beispielsweise für die „Kennzeichnung der Ausrüstung von Straßenfahrzeugen“, bei der auch Hochdruckstrahlreinigungen zum Einsatz kommen.

Grundsätzlich gilt: Je höher die IP-Ziffer, desto besser ist der Schutz gegen Staub und jegliche Einwirkung von Wasser. Doch das bedeutet nicht automatisch, dass eine hohe Ziffer, zum Beispiel IP69K, zugleich auch den einwandfreien Schutz der niedrigeren Ziffern bietet.

Die erste Kennziffer gemäß IEC 20653 beziehungsweise DIN EN 60529 gibt den Schutzgrad gegen Fremdkörper an:

- **0:** Kein Schutz
- **1:** Schutz gegen feste Fremdkörper > 50 mm (zum Beispiel Hände)
- **2:** Schutz gegen feste Fremdkörper > 12 mm (zum Beispiel Finger)
- **3:** Schutz gegen feste Fremdkörper > 2,5 mm (zum Beispiel Werkzeuge)
- **4:** Schutz gegen feste Fremdkörper > 1 mm (zum Beispiel Drähte)
- **5:** Schutz gegen Staubablagerungen
- **6:** Staubdicht

Die zweite Kennziffer gibt den Schutzgrad gegen Wasser an:

- **0:** Kein Schutz
- **1:** Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser

Der Einsatz von Komponenten der Datennetzwerktechnik (DNT) obliegt besonderen Herausforderungen. Die genauen Anforderungen ergeben sich aus der Anwendung und dem Einsatzgebiet. Speziell in Außenbereichen gibt es Temperaturschwankungen und viele weitere Störeinflüsse, die sich negativ auf die Netzwerkinfrastruktur auswirken können. Solide Gehäuse müssen die DNT-Komponenten in Außenbereichen zuverlässig und dauerhaft gegen Witterungseinflüsse, wie Regen, Schnee, Sonneneinstrahlung und Ozon schützen, um zu verhindern, dass es zu Störungen in der Elektronik kommt oder Alterungsprozesse stattfinden.

Bei Außenbereichen gibt es Unterscheidungen, die bei den Betrachtungen eine wichtige Rolle spielen. So ist ein geschützter Außenbereich keinen direkten Witterungseinwirkungen ausgesetzt, zum Beispiel unter einem Vordach, in einem Wetterschutzgehäuse oder etwa in einer



Wandmontage eines MCO IP69k Sets mit Montagewinkel

- **2:** Schutz gegen schräg fallendes Tropfwasser (bis 15°)
- **3:** Schutz gegen Sprühwasser
- **4 | 4K:** Schutz gegen Spritzwasser aus allen Richtungen
- **5:** Schutz gegen Strahlwasser aus allen Richtungen
- **6:** Schutz gegen starkes Strahlwasser
- **6K:** Schutz gegen starkes Strahlwasser unter erhöhtem Druck (Straßenfahrzeuge)
- **7:** Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen
- **8:** Schutz gegen dauerndes Untertauchen
- **9:** Schutz gegen Wasser bei Hochdruck-/Dampfstrahlreinigung (Landwirtschaft)
- **9K:** Schutz gegen Wasser bei Hochdruck-/Dampfstrahlreinigung (Straßenfahrzeuge)

### IP-Schutzart deckt nicht alles ab

Neben Staub und Wasser gibt es weitere Umwelteinflüsse, die in den Normen der IP-Schutzarten nicht geregelt sind, die im Außenbereich aber vorkommen können und deshalb berücksichtigt werden sollten. Dazu gehören unter anderem trockene und feuchte Wärme, Kälte, schnelle Temperaturwechsel, Korrosionen, UV-Strahlung, Schock und Vibrationen.

Solche Aspekte sind unter anderem in der IEC 60068-2 geregelt. Die Prüfungen dieser Norm stellen sicher, dass ein Gehäuse bzw. die darin integrierte Funktionalität zur Datenübertragung auch dann gewährleistet wird, wenn das Gehäuse vibriert, beispielsweise wenn es mit einem Hochdruckstrahlreiniger gereinigt wird, oder wenn der Befestigungsmast, an dem das Gehäuse montiert ist, selbst schwingt oder vibriert, beispielsweise bei starkem Wind.

### Flexibles Gehäusekonzept schützt

Für den Schutz der Schnittstellen und Verbindungen gegen äußere Widrigkeiten gibt es am Markt einige gute Lösungen, vor allem in Form von Gehäusen, wie beispielsweise der MCO (Metz Connect Outdoor). Im Gegensatz zum Wettbewerb, der Schutzgehäuse lediglich als Kombi-Set einschließlich Stecker und Zubehör anbietet, bieten die Schutzgehäuse-Sets MCO IP69k eine deutlich größere Flexibilität. Sie bestehen aus zwei eloxierten M32-Aluminiumrohren, einem eloxiertem Flansch sowie Montagewinkel, Adapterplatten und zwei M32-Kabelverschraubungen aus schwarzem Polyamid in höchster UL-Entflammbarkeitsklassifizierung (UL-94 HB). Der MCO IP69k deckt zahlreiche Anwendungsfälle ab und schützt die

Schnittstellen für Access Points und Kameras in Außenbereichen zuverlässig und dauerhaft gegen Witterungseinflüsse, wie Regen, Schnee, Sonneneinstrahlungen (UV-Licht) und Ozon.

Das Gehäuse vereinfacht den „Umzug“ von Komponenten, also bei einem Wechsel von Anschlussort A nach B. Hier dient der MCO als Schnittstelle zu einer Kabelverlängerung. Man kann den MCO auch zur Reduzierung des Kabeldurchmessers verwenden, wenn Kabel im Außenbereich zu dick und starr sind, um sie in aktive Komponenten einstecken zu können. Auf der einen Seite steckt der Anwender das dickere Kabel ein, auf der anderen führt er ein flexibles Patchkabel heraus, etwa das 6kV Flex500 Outdoor von Metz Connect. Auch in der Industrie gibt es Anwendungen. Hier lässt sich mit dem Schutzgehäuse in der Ausführung als Gehäusedurchführung eine Service-Schnittstelle realisieren, um beispielsweise Daten von Maschinen auszulesen.

### Praktisch erprobt im Seilbahnbereich

Eine spezielle Außenanwendung wurde im Kochertal in Baden-Württemberg realisiert. Hier verbindet eine Standseilbahn den Bahnhof in der Innenstadt mit

**Befestigungsmast mit  
Schutzgehäusen MCO IP69k**



dem höher gelegenen Neubaugebiet. Da sie mit einer Geschwindigkeit von 8 m/s vollkommen autark fährt, muss sie höchste Sicherheitsstandards erfüllen. Die gesamte 1034 m lange Strecke wird mittels IP-Kameras und weiteren Sicherheitssystemen überwacht. Zusätzlich ist die gesamte Strecke mit WLAN Access Points abgedeckt. Der Betreiber entschied sich nach einer Testinstallation, auf der gesamten Strecke die herkömmlichen Outdoor-Muffen und Verteilerdosen flächendeckend durch MCO IP69k Gehäuse zu ersetzen. Bislang wurden etwa 50 Gehäuse erfolgreich an der Standseilbahn montiert.

Insgesamt stehen dem Anwender mehrere Schutzgehäuse-Varianten zur Verfügung. Sie decken die freie Verlegung sowie die Montage an Wand, Hutschiene und Befestigungsmast ab. Es lassen sich im Bedarfsfall auch Wand- bzw. Gehäusedurchführungen realisieren. Dank der Adapterplatten sind viele Kombinationsmöglichkeiten mit Steckern und Modulen möglich: Von RJ45 über M12 und USB bis hin zu Glasfaserverbindungen können alle modernen Datennetzwerk-Schnittstellen vor Umwelteinflüssen geschützt werden.

Zudem gibt es eine geteilte Dichtung für Patchkabel, um bereits vorkonfektionierte Steckverbindungen zu schützen. Damit können Patchkabel-Verbindungen

geschützt werden, ohne zuvor den angeschlossenen RJ45-Stecker abtrennen zu müssen. Zu beachten ist, dass diese Lösung die Schutzart von IP69k auf IP66 reduziert und ihr Einsatz entsprechend zu prüfen ist.

### **Prüfungen mit Bravour bestanden**

Das MCO IP69k Gehäuse wurde hinsichtlich der IP-Schutzarten IP6x, IPx6, IPx7 und IPx9k geprüft und zertifiziert. Somit deckt er viele Einsatzgebiete im Außenbereich ab. Die erste Kennziffer (IP6x) zeigt an, dass das Gehäuse staubdicht ist. Die zweite Kennziffer steht für den Schutz vor starkem Strahlwasser. Das bedeutet, dass das Gehäuse Reinigungen mit einem normalen Gartenschlauch standhält. Die IPx7 Prüfung sorgt für den Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen. Gemäß IEC 60529 bedeutet dies ein 30-minütiges Bad bei einem Meter Tiefe. Die IPx9k Prüfkriterien nach ISO 20653 sind hinsichtlich des Wasserschutzes am strengsten: Die Gehäuse müssen einem mindestens 80 °C heißem Wasserstrahl mit einem Druck bis 100 bar standhalten.

Wie erwähnt, decken IP-Schutzarten bei weitem nicht alle möglichen Anforderungen im Außenbereich ab. Dementsprechend wurde der MCO IP69k von

Metz Connect noch weiteren Prüfungen unterzogen, unter anderem gemäß IEC 60068-2. Das äußerst flexibel anwendbare Schutzgehäuse ist vollkommen staub- und wasserdicht, beständig gegen Ozon und UV-Strahlung. Er ist standhaft gegenüber Hochdruckstrahl-Reinigungen, hohen Temperaturen und starken Vibrationen. Aufgrund der zwei unterschiedlichen Dichtungspaare, die im Lieferumfang enthalten sind, können DNT-Kabel mit einem Durchmesser zwischen 4,5 mm und 15 mm aufgenommen werden.

Im Rahmen zunehmender Digitalisierung werden immer mehr DNT-Komponenten in Außenbereichen eingesetzt. Der Schutz der Anschlüsse ist unverzichtbar und hängt stark von den Gegebenheiten des Anwendungsumfelds ab. Häufig kommen Schutzgehäuse zum Einsatz. Hier ist zu beachten, dass diese hohe IP-Schutzarten unterstützen und gegebenenfalls weitere Prüfungen, zum Beispiel hinsichtlich Schock, Vibration oder Korrosionsbeständigkeit notwendig sind, um eine zuverlässige Datenverbindung gewährleisten zu können. Metz Connect bietet mit dem MCO IP69k eine Lösung, die vielseitig eingesetzt werden kann, da sie allen üblichen Anforderungen eines Außeneinsatz entspricht und für die verschiedensten Kabelkonfektionen im DNT-Bereich konzipiert wurde. □



KONFIGURIERBARE MODULARE HMI-LÖSUNGEN FÜR ENTWICKLER

# Extrem anpassungsfähig

Im Zeitalter der Digitalisierung und des Internets der Dinge (IoT) hat die Integration von Interaktionsdisplays in hochwertige professionelle Geräte die Benutzerschnittstellen in verschiedenen Branchen verändert. Von professionellen Kaffeemaschinen in Bars bis hin zu Laborgeräten wie Bioreaktoren und Digitalmikroskopen sind sie fester Bestandteil moderner Arbeitsabläufe. Anwender können jetzt während des gesamten Projektzyklus durch die Integration von Software auf einfache Weise unterstützt werden.

TEXT: Stephan Meyer-Loges, Seco BILDER: Seco; iStock, loops7

Konfigurierbare modulare Lösungen bieten eine Alternative zum traditionellen HMI-Systemen.



Die sehr fortschrittlichen Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMIs) verbessern nicht nur das Benutzererlebnis, sondern bieten auch einzigartige Möglichkeiten zur Produktivitätssteigerung. Allerdings stellt die Erfüllung der unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Branchen eine große Herausforderung dar, da etwa 80 Prozent dieser Geräte eine Anpassung der HMI an spezifische Anforderungen erfordern. Diese Anpassung erhöht nicht nur die Komplexität und verlängert die Entwicklungszeiträume, sondern wirkt sich auch erheblich auf die einmaligen Engineering-Kosten (NRE - non-recurring engineering costs) aus. In diesem Artikel wird erläutert, wie ein konfigurierbarer modularer Ansatz dazu beitragen kann, diese Herausforderungen für Erstausrüster zu bewältigen.

## Paradigmenwechsel in der HMI-Entwicklung

Die Ära der konfigurierbaren modularen Lösungen bietet eine Alternative zum traditionellen Anpassungsansatz. Die Serie Modular Vision von Seco ist ein Beispiel für diesen Paradigmenwechsel und bietet serienmäßige HMIs mit Flexibilität und Skalierbarkeit. Dieser konfigurierbare modulare Ansatz bietet Erstausrüstern mehrere Vorteile:

- **Schneller Time-to-Market:** Modulare Lösungen ermöglichen schnellere Entwicklungszyklen, indem sie vordefinierte Standardoptionen bereitstellen, die problemlos in Erstausrüsternlösungen integriert werden können. Diese schnelle Bereitstellung stellt sicher, dass Produkte schneller auf den Markt kommen, Chancen nutzen und der Konkurrenz einen Schritt voraus sind.
- **Höhere Designsicherheit:** Standardmäßige modulare Lösungen bieten eine Grundlage für Designsicherheit und bieten gleichzeitig die Flexibilität, Funktionen zu skalieren und Produktvarianten mit minimalem Aufwand zu erstellen. Dieses Gleichgewicht zwischen Standardisierung und Anpassung rationalisiert den Entwicklungsprozess und sorgt für robuste und zuverlässige HMIs.

- **Flexible Konfiguration:** Modulare HMIs bieten eine Reihe von Konfigurationsoptionen, einschließlich Anzeigefunktionen (Auflösung, Helligkeit, Lebensdauer der Hintergrundbeleuchtung), Anzeigegröße, Erscheinungsbild (Farbe, Branding) und Funktionen auf Leiterplattenebene. Diese Flexibilität ermöglicht es Erstaustattern, Lösungen auf spezifische Kundenbedürfnisse zuzuschneiden, ohne dass eine umfangreiche Anpassung erforderlich ist.
- **Niedrigere NRE-Kosten:** Durch den Einsatz von modularen Standardlösungen können Erstaustatter die mit der kundenspezifischen Anpassung verbundenen NRE-Kosten erheblich senken. Durch die standardisierten Module entfällt die Notwendigkeit umfangreicher Engineering-Aufwänden, was Zeit und Ressourcen in der Entwicklungsphase spart.

Die Serie Modular Vision bietet ein umfassendes Angebot an Standard-HMIs, die in Varianten mit 7,0, 10,0 und 15 Zoll erhältlich sind. Durch das Angebot einer Vielzahl von konfigurierbaren Optionen, einschließlich Display-Funktionen, individuellem Aussehen und Funktionalitäten auf Leiterplattenebene, ermöglicht der Experte Erstaustattern eine schnellere Markteinführung bei gleichzeitiger Minimierung der NRE-Kosten. Dieser modulare Ansatz erhöht nicht nur die Design-Sicherheit, sondern gewährleistet auch zukunftssichere Lösungen, die sich an die sich entwickelnden Anforderungen der Industrie anpassen können.

das Unternehmen Seco verfügt über umfangreiches Fachwissen sowohl bei x86- als auch bei ARM-Architekturen, das durch die Teilnahme an exklusiven „Early Access Programs“ führender Hersteller von Prozessoren noch erweitert wird. Dieser umfassende Ansatz erstreckt sich über alle Phasen der Projektentwicklung und gewährleistet eine eingehende Berücksichtigung der produktspezifischen Anforderungen bei gleichzeitiger Einhaltung der Kosten- und Zeitziele. Von der Erstellung von Schaltplänen und Stücklisten über die Vorvalidierung von Vorserien bis hin



Modulare Eingabesysteme sind maßgeschneiderte Lösungen und bieten dadurch einen geringen Integrationsaufwand für Entwickler.

zum Aufbau der Hardware und strengen Tests, die thermische, elektrische und elektromagnetische Störfestigkeit und Emissionen umfassen, bietet das Unternehmen vollständige und maßgeschneiderte Lösungen.

## Umfangreiche Dienstleistungen

Das Engagement des Unternehmens für den Erfolg seiner Kunden geht über die Hardware-Lösungen hinaus und umfasst ein umfassendes Unterstützungssystem und Fachwissen im Bereich des Software-Engineerings. Das Herzstück dieses Unterstützungsnetzwerks ist Clea, eine leistungsstarke, produktionsbereite Software-Suite, die speziell für hochwertige IoT-Geräte entwickelt wurde.

Alle Hardwareprodukte sind standardmäßig mit Clea integriert und können mit der Software-Suite verwendet werden. Das komplette Angebot profitiert von einheitlicher Unterstützung, speziellen Optimierungen und noch vielem mehr. Gleichzeitig ist Clea vollständig agnostisch und quelloffen und über SDKs und Geräteverwaltungsclients mit allen Cloud-Anbietern, lokalen Infrastrukturen und diverser Hardware kompatibel und unterstützt alle Arten von Feldgeräten oder Gateways.

Clea ermöglicht eine effiziente Geräteverwaltung, beschleunigt Datenanalysen und KI-Funktionen und bietet Mehrwertdienste bei gleichzeitiger Gewährleistung von Skalierbarkeit und Sicherheit. Clea ist auch mandantenfähig und ermöglicht - um nur ein Beispiel unter den vielen Anwendungen zu nennen - Franchise-Unternehmen, die mehrere Schnellrestaurants (QSRs) besitzen, den Zugriff auf die Daten, die sie für Geschäftsanalysen oder zur Unterstützung von Strategien „Ausrüstung-als-Dienstleistung“ benötigen. Es ermöglicht zudem auch den Zugriff von

Unterpächtern, wodurch der Endbenutzer nur einen sehr eingeschränkten Zugriff auf Nutzungs-, Leistungs- und vorausschauende Wartungsdaten erhält.

Darüber hinaus gewährleistet das Fachwissen in der Entwicklung eingebetteter Software, BIOS-Anpassung, Firmware und Treiberoptimierung eine nahtlose Integration und langfristige Unterstützung während des gesamten Projektlebenszyklus.

## Edge Computing und KI-Bereitstellung

Das Herzstück des Software-Ökosystems von Seco ist Edgehog OS, ein Yocto-basiertes Betriebssystem, das darauf ausgelegt ist, globale Cybersicherheitsstandards zu erfüllen und die Entwicklung von Edge-Anwendungen zu erleichtern. Edgehog OS ist mit allen ARM- und x86-Architekturen kompatibel und bietet Erstaustattern flexible Bereitstellungsoptionen und optimierte Unterstützungsmechanismen. Während es unabhängig von Architektur und SoC-Anbietern bleibt, nutzt es beim Betrieb auf Seco-Produkten seinen harmonisierten Ansatz, der den Unterstützungsbedarf durch optimierte Toolchains, CI/CD, Dokumentation und Sicherheiten deutlich reduziert. Die standardmäßige Integration mit der Clea-Software-Suite beschleunigt die Transformation zum IoT weiter und ermöglicht eine nahtlose Datenverwaltung und KI-Modellbereitstellung am Edge.

## Die Zukunft der HMI-Anpassung

Zusammenfassend stellt der moderne Ansatz des Unternehmens zur HMI-Anpassung einen bedeutenden Fortschritt im Bereich der industriellen Lösungen dar. Durch den Einsatz konfigurierbarer modularer Lösungen schafft das Unternehmen ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Standardverfügbarkeit und





Modulare Lösungen beschleunigen die Markteinführung und sparen somit Kosten.

anpassungsfähiger Konfigurierbarkeit, das den unterschiedlichen Kundenbedürfnissen gerecht wird und gleichzeitig die NRE-Kosten minimiert.

Während Standardlösungen die meisten Kundenanforderungen abdecken, ermöglicht die Flexibilität des modularen Designs halb individualisierte Lösungen, um spezielle Anforderungen effektiv zu erfüllen. Das Fachwissen des Unternehmens sowohl im Hardware- als auch im Softwarebereich gewährleistet eine umfassende Unterstützung während des gesamten Projektlebenszyklus.

Durch den Einsatz konfigurierbarer modularer Lösungen und die Nutzung der umfassenden Unterstützung können Erstatutter die Komplexität der kundenspezifischen Anpassung mit

Zuversicht meistern und neue Möglichkeiten für Innovation und Wachstum im digitalen Zeitalter erschließen. Mit Blick auf die Zukunft wird das Unternehmen auch weiterhin Innovationen in der HMI-Entwicklung vorantreiben und sicherstellen, dass seine Kunden in einer sich stetig weiterentwickelnden Landschaft immer einen Schritt voraus sind.

„Mit der fortschreitenden technologischen Entwicklung wird die Nachfrage nach flexiblen und skalierbaren HMIs weiter steigen. Wir bei Seco sind bestrebt, die Grenzen der Innovation immer weiter zu verschieben, um unseren Kunden innovative Lösungen zu bieten, die ihnen helfen, in einer sich schnell verändernden Welt erfolgreich zu sein“, erklärt Stephan Meyer-Loges, Leiter für Produktmanagement, Seco Northern Europe. □

## LEITERPLATTEN PROTOTYPEN: INDIVIDUELLE PCB-FERTIGUNG VOM SPEZIALISTEN



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

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





DAS RICHTIGE DISPLAY FÜR MEINE ANWENDUNG

## DIE QUAL DER WAHL

Eine Entscheidungshilfe für alle, die vor der Aufgabe stehen, das passende Display für ein neues Gerät oder ein Update auszuwählen. Denn die Auswahl ist riesengroß und reicht vom STN-Textdisplay über Grafikanzeigen, bis hin zu HR-FarbdDisplays mit Touch.

TEXT: Ralph Tischer, Display Visions    BILDER: Display Visions; iStock, BrianAJackson





Um Eingaben zu tätigen, bietet sich ein Touchpanel als Erweiterung zum Display an.



Für alle Displaytechnologien gibt es gute Argumente, denn das „Idealdisplay“, welches alle Eigenschaften optimal erfüllt und gleichzeitig günstig in der Anschaffung ist, wurde noch nicht erfunden. So sind zum Beispiel monochrome Displays nicht so schick wie Farbdisplays, aber dafür stromsparend und prinzipiell sehr gut im Sonnenlicht lesbar. Und OLED-Displays werden zwar seit vielen Jahren stets weiterentwickelt, sind aber in den seltensten Fällen ein vollständiger Ersatz für LC-Displays. Ein guter Weg die nahezu unüberschaubare Vielfalt einzugrenzen ist, sich von der Applikation oder den Anforderungen her zu nähern.

## Handheld / Stromsparend

Das Gerät ist kompakt und wahrscheinlich sogar batteriebetrieben. Entsprechend klein und gegebenenfalls flach muss das integrierte Display sein. Die Breite sollte die 80 mm nicht überschreiten. Eine angenehme Größe bietet zum Beispiel ein 3,5 Zoll Display, gerne auch hochkant eingebaut („Portrait“ Mode). In dieser Größe sind kostengünstige Farbdisplays verfügbar, aber auch hochwertige, helle Displays in IPS-Technik.

Entscheidend ist oft aber auch der Stromverbrauch, welcher maßgeblich die erforderliche Kapazität des Akkus bestimmt. Den meisten Strom benötigt bei einem Display die Beleuchtung, dicht gefolgt vom Stromverbrauch des Mikrocontrollers. Angenommen Beleuchtung und Display benötigen im Betrieb etwa 450 mW (typisch für ein 3,5 Zoll Farbdisplay) und das Gerät soll einen kompletten Arbeitstag durchhalten bevor der Akku geladen werden muss, dann errechnet sich die notwendige Kapazität für einen LiPo-Akku wie folgt:

$$C = E / U, \text{ also } C = 8h * 450 \text{ mW} / 3,7V = 1.000 \text{ mAh}$$

Die für den Controller und die weitere Elektronik erforderliche Kapazität ist hier noch zu addieren.

Deutlich sparsamer geht es mit einem monochromen Display. Hier liegt man bei einem Drittel bis zu einem 1/10 des Energiebedarfs. Auch für die Ansteuerung lässt sich ein deutlich kleinerer und damit stromsparender Controller auswählen. Schaltet man die Beleuchtung ab, bleibt dieses Display weiterhin ablesbar und der Energiebedarf reduziert sich auf etwa 8 mAh (Werte für EA DOGL128W mit 2,8 Zoll). Dies ermöglicht bei gleichem Akku einen Betrieb mit permanenter Anzeige über mehrere Wochen!

## Outdoor / Sonnenlicht

Die entscheidenden Kriterien für eine Outdoor-Anwendung sind meist ein weiter Temperaturbereich und eine gute Lesbarkeit, selbst bei Sonnenlicht. Das erfordert ein extrem helles Display oder eine reflektive beziehungsweise transflektive Variante. Hell bedeutet in diesem Zusammenhang etwa 1.000 cd/m<sup>2</sup>. Das erfordert eine spezielle Hintergrundbeleuchtung um die LED-Chips nicht dauerhaft zu überlasten, denn das würde wiederum zu einer extrem verkürzten Lebensdauer führen. Rechnet man zusätzlich mit einer erhöhten Umgebungstemperatur, ist ein entsprechendes Derating unbedingt zu berücksichtigen, welches einem vorzeitigen Altern oder gar Frühausfällen entgegenwirkt.

## Schick und zeitgemäß

Geht es um ein Redesign, also um die Aufwertung eines Gerätes, fällt dem Display eine wichtige Rolle zu; als Aushängeschild erzeugt es automatisch ein ganz individuelles und im





Monochrome Displays sind stromsparend und prinzipiell sehr gut im Sonnenlicht lesbar.

besten Fall positives Image. Hier bieten sich hochwertige IPS-Displays in Farbe an. Mit ihrem uneingeschränkten Rundumblickwinkel bieten sie ein ungetrübtes Ableserlebnis. Die Farben bleiben brillant und unabhängig von der Ableserichtung. In Kombination mit der AACS-Technologie sind sie auch beim Anblick von der Seite hell und deutlich lesbar.

Auch OLED-Displays bieten sich aufgrund ihrer einzigartigen Gelb-auf-Schwarz beziehungsweise Weiß-auf-Schwarz-Darstellung an, ein ganz individuelles und schickes Design zu gestalten. OLED-Displays sind zwar nicht unbedingt sonnenlichttauglich, aber innerhalb geschlossener Räume spielen sie ihren Vorteil eines pechschwarzen Hintergrundes und eines knackigen Displayinhalts voll aus. Gleichzeitig sind sie sehr schnell im Anzeigen. Auch OLED-Displays sind rundum uneingeschränkt ablesbar. Aktuell sind für industrielle Anwendungen lediglich monochrome OLEDs stabil verfügbar.

## Touchpanel

Um Eingaben zu tätigen, bietet sich ein Touchpanel als Erweiterung zum Display an. Sie sind in nahezu allen Größen erhältlich. Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten von Touchpanel, zum einen die Resistiven (RTP), als auch die Kapazitiven (PCAP). Resistive Touchpanel lassen sich unter allen Bedingungen bedienen, auch mit einem Stift, Handschuh oder unter Wassereinfluss. Nachteilig ist, dass die Oberfläche im Extremeinsatz verkratzen kann.

Die Oberfläche eines PCAPs besteht im Gegensatz zu resistiven Touchscreens aus Glas und ist damit wesentlich kratzester. Allerdings kann zum Beispiel Wasser die Bedienung stören und Handschuhe eine korrekte Eingabe unmöglich machen.

Kundenspezifische Abdeckgläser ermöglichen ein unverwechselbares Design und die exakte Anpassung an das Gehäuse.

## Lowcost

Wenn möglichst niedrige Kosten das Hauptanliegen in der Displayauswahl sind, ist es oft so, dass das Display für den Betrieb nicht unbedingt erforderlich ist. Damit erwartet man in der Regel weder ein besonders helles, noch ein großes Display. Hier sind kleine Ausführungen mit zum Beispiel 0,9 Zoll bereits für 4 Euro und in Farbe für unter 10 Euro erhältlich. Bei manchen Angeboten direkt aus China sollte die Notwendigkeit einer Wiederbeschaffung (oftmals nicht möglich oder nicht mit identischer Spezifikation) sowie die Vorgehensweise im Falle eines Qualitätsproblems eingehend bedacht werden.

## Lange Verfügbarkeit

Es gibt eine Reihe von Argumenten für den bevorzugten Einsatz eines Displays mit langer Verfügbarkeit. Nicht nur im medizintechnischen Bereich mit all seinen aufwändigen Zertifizierungen, sondern auch bei kleineren Stückzahlen, wo die Kosten für ein Redesign die Kalkulation ordentlich durcheinander wirbeln würden. Dem entgegen steht ein immer größer werdendes Angebot aus Fernost für günstige Consumerdisplays. Die Chance, bei einer erneuten Bestellung Displays mit identischer Spezifikation zu erhalten, schrumpft hier quasi wöchentlich. Farbige OLEDs sind aktuell lediglich aus Überproduktionen von Consumeranwendungen erhältlich. Entsprechend kurz sind die Zyklen für Redesign und Abkündigung. Auch die Frage „wieviel Support benötige ich?“ spielt eventuell eine Rolle – falls es mal Schwierigkeiten beim Design-In oder in der Serie geben sollte.



Bei batteriebetriebenen Geräten muss das integrierte Display klein und gegebenenfalls flach sein.

## Was ist besser, LCD, TFT, IPS oder OLED?

Im Rahmen der Pflichtenhefterstellung kommt häufig die Frage auf, welche Displaytechnologie denn die Bessere ist. Wo genau liegen die Unterschiede? Und was haben Displays mit einem LCD zu tun?

Grundsätzlich sind TFT-Displays und IPS-Displays beides LC-Displays. "LCD-Display" sagt man übrigens nicht, denn das wäre "doppelt-gemoppelt" da die Abkürzung LCD bereits "Liquid-Crystal-Display" bedeutet. Flüssigkristallanzeigen (LCD) gibt es einfarbig (monochrom) oder vollfarbig. Die vollfarbigen Displays nennt man dann TFT-Displays. TFT bedeutet "Thin-Film-Technology". Hier geht es in erster Linie um die

Treiberelektronik und nicht um die Displaytechnologie. Ein IPS-Display beschreibt eine spezielle Displaytechnik, also eine Untergruppe der TFT-Displays. Ihre Stärken spielen IPS-Displays beim Ablesen von der Seite aus - hier sind sie deutlich kontraststärker und farbstabiler als TFT-Displays.

Das OLED-Display verwendet eine ganz eigene Technologie, nämlich eine aktive Technik. Denn bei OLED-Displays leuchten die Pixel und Grafiken selbst und sind nicht nur passives Abbild einer Hintergrundbeleuchtung. Dementsprechend ist diese beim OLED nicht erforderlich. Aufgrund der aktiven Technologie bieten auch OLED-Displays einen nahezu uneingeschränkt großen Blickwinkel. Ein Nachteil ist nach wie vor ein gewisses Ausbrennen bei statischem Bildinhalt. □

# Kingbright

Quality Efficiency Innovation First-class service

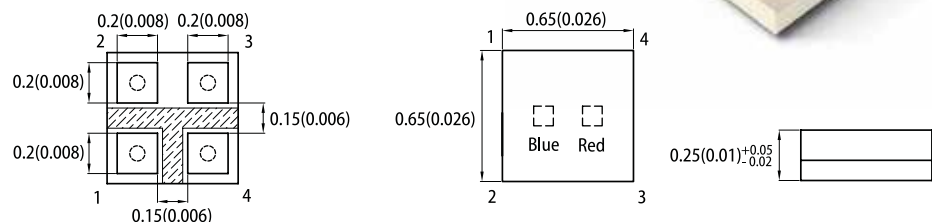
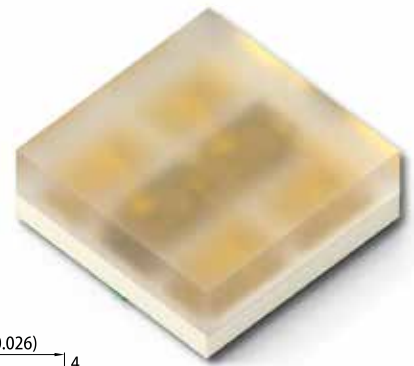
## Kingbright's new KPGB-0607 series 0,65 mm x 0,65 mm Bi-colour SMD LED

### Product Features:

- 0,65 mm x 0,65 mm SMD LED, 0,25 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



STECKVERBINDER FÜR DIE MODERNE LANDWIRTSCHAFT

# High-Tech auf dem Acker

Von Drohnen, die Felder analysieren, über Sensoren, die den Bodenzustand überwachen, bis hin zu fahrerlosen landwirtschaftlichen Fahrzeugen, die Getreide ernten: Die landwirtschaftlichen Methoden entwickeln sich rasant weiter und eröffnen der Landwirtschaft eine neue Zukunft. Durch den Einsatz dieser Technologien können Landwirte Bewässerungsprobleme, Bodenvariabilität sowie Schädlings- und Pilzbefall besser erkennen und darauf reagieren. Damit dies gelingt, muss der richtige Stecker für den vernetzten Bauernhof der Zukunft her.

TEXT: PEI-Genesis BILD: iStock, lamyai

Die Drohne schwebt langsam über das mit Früchten beladene Feld. Ihr multispektrales Bildgebungssystem macht Aufnahmen, während der Landwirt im Warmen sitzt und das Vogelperspektivenbild nutzt, um Bewässerungsprobleme, Bodenvariabilitäten und sogar Schädlings- und Pilzbefall zu erkennen, um auf diese Weise die Ernteproduktion zu verbessern. Dies ist nur ein Beispiel dafür, wie Landwirte Technologie einsetzen, um die Farmen der Zukunft zu schaffen. Dieser Paradigmenwechsel in der Landwirtschaft bedeutet, dass Anbauer mehr und mehr moderne Technologien einsetzen werden – von Drohnen und Feldsensoren über autonome Erntegeräte bis hin zu GPS-Geräten in Traktorkabinen, die Daten an die Zentrale senden.

## Neue Probleme, neue Lösungen

Durch diese extremen Veränderungen müssen Landwirte sich anpassen und ihre Ausrüstung auf den neuesten Stand bringen. Eine Komponente, die dabei oft übersehen wird, ist der Steckverbinder. Steckverbinder sind in der Landwirtschaft bereits sehr weit verbreitet. Sie gewährleisten eine stabile Stromversorgung, verbinden Kameras mit Bildschirmen in

der Traktorkabine und ermöglichen dem Fahrer, Steuersignale an Mähwerke zu senden. Da sie so oft verwendet werden, sind die Steckverbinder in landwirtschaftlichen Maschinen einerseits darauf ausgelegt, verschiedenen rauen Bedingungen standhalten zu können, und andererseits darauf, die Farm der Zukunft zur Realität zu machen.

Beispielsweise sind Edelstahl-Steckverbinder zur Hitzeabschirmung nützlich, aber ihr Gewicht bedeutet, dass sie für Drohnenanwendungen nicht die erste Wahl sein werden. Andererseits sind Steckverbinder aus Kunststoff oder Verbundwerkstoff zwar leicht und von Natur aus beständig gegenüber Korrosion und Chemikalien, aber sie können bei längerem Gebrauch im Freien abnutzen und spröde werden. In einigen Fällen könnte ein chemisch vernickelter Aluminium-Steckverbinder eine Kompromisslösung bieten, die einen metallisierten Leichtgewichts-Steckverbinder liefert, der gleichzeitig robust und langlebig ist.

Die wachsende Komplexität bedeutet, dass Landwirte zunehmend nach neuen Möglichkeiten suchen müssen, Strom und

Hochgeschwindigkeitsdaten effektiv zu übertragen. Dabei können Glasfaserkabel mit hoher Bandbreite erforderlich sein, um die Daten der verschiedenen Sensoren sowie die drahtlosen Steuersignale des standortfernen Bedieners zu erfassen und zu verarbeiten.

Einfache Modelle werden Varianten der bestehenden zylindrischen M12-Ethernet-Steckverbinder sein, die aufgrund ihrer robusten Bauweise beliebt sind, sowie Bajonett- und Schnellverschlussmodelle, die auch mit Handschuhen und bei kaltem Wetter einfach gelöst werden können. Diese Push-Pull-Steckverbinder haben sich in den letzten zehn Jahren in der Branche zunehmend verbreitet und sie

können in vielen zukünftigen landwirtschaftlichen Anwendungen standardisiert werden. Fortschrittlichere Steckverbinder nutzen die





ISO-Bus-Plattform, ein System, das Landwirten gestattet, Geräte verschiedener Hersteller mit demselben Traktor oder Zugfahrzeug zu verwenden.

### Anforderungen erfüllen

PEI-Genesis kann Kunden auch bei der Entwicklung einer vollständig modularen Steckverbinderbaugruppe unterstützen. Dabei können Landwirte verschiedene Arten von Steckverbindern in eine einzige Platine integrieren, um modernen Anforderungen gerecht zu werden. Sie können Einsätze dann später austauschen, wenn

sie Kabel aufrüsten oder Kontakte neu konfigurieren müssen. Dies könnte zum Beispiel bedeuten, Kupfer gegen Glasfaser auszutauschen, wobei das Gehäuse und die externen Merkmale des Steckverbinders beibehalten werden.

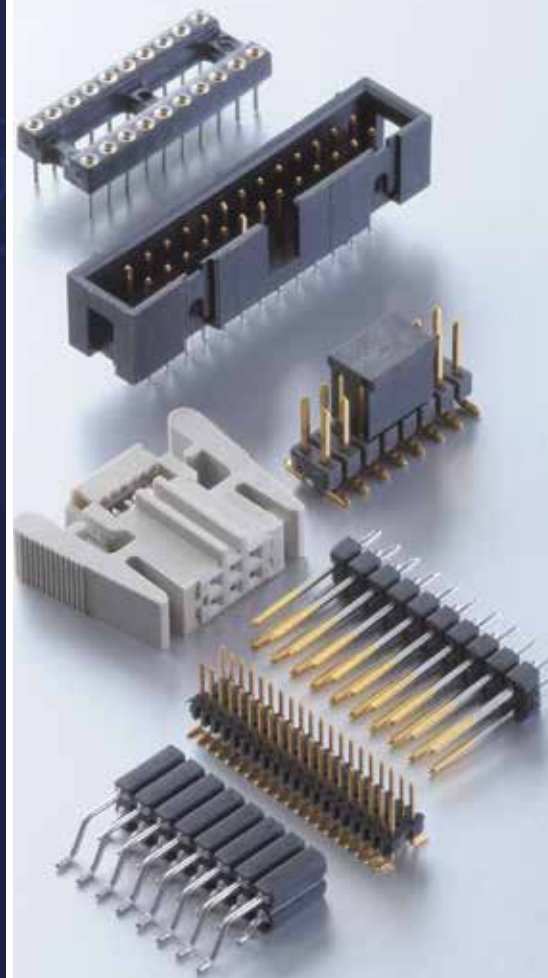
Auf diese Weise können die Landwirte ihr System aufrüsten, ohne dass dabei zusätzliche Kosten für Tests, technische Zeichnungen, Umrüstung oder Fertigung entstehen. Außerdem können sie schnell und ohne hohe Kosten die Änderungen vornehmen, die erforderlich sind, um sich an Marktbedingungen anzupassen.

Angesichts des Trends zu neuen und intelligenten Technologien in der Agrarindustrie müssen Landwirte sicherstellen, dass ihre Ausrüstung, einschließlich der Steckverbinder, nicht zu einem kostspieligen Engpass wird, der einem reibungslosen Übergang im Wege steht.

Wenn Sie jetzt an Ihre Steckverbinder denken, kann eine vernetzte Zukunft auch zur Realität werden. □

### Steckverbinder

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



Mehr erfahren Sie hier:  
[www.fischerelektronik.de](http://www.fischerelektronik.de)

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

Nottebohmstraße 28  
58511 Lüdenscheid  
DEUTSCHLAND  
Telefon +49 2351 435-0  
Telefax +49 2351 45754  
service@fischerelektronik.de



Wir stellen aus: Electronica 2024  
vom 12.-15.11.2024  
Messe München

# All-taugliche Elektronikbauteile

Quarzkristallresonatoren und Kristalloszillatoren im Weltraum müssen ionisierende Strahlung berücksichtigen, die elektronische Bauteile durch das Ionisieren von Atomen schädigen kann. Spezielle Verfahren wie das „Sweepen“ von Quarz und der Einsatz strahlungsgehärteter Komponenten sind notwendig, um die Funktionalität dieser Systeme unter extremen Bedingungen sicherzustellen.

TEXT: Ron Stephens, Q-Tech BILDER: Q-Tech; digitalmazdoor digitalmazdoor

Quarzkristallresonatoren und Kristalloszillatoren für den Einsatz im Weltraum müssen die Auswirkungen der Strahlung berücksichtigen. Dabei sind zwei verschiedene Dinge zu berücksichtigen. Zunächst die Auswirkungen der Strahlung auf Quarzkristallresonatoren und dann auf alle anderen Komponenten des Oszillatorschaltkreises.

Diese Art von Strahlung wird als ionisierende Strahlung bezeichnet, weil sie genügend Energie besitzt, um elektronische Bauteile zu beschädigen, indem sie Atome oder Moleküle ionisiert, indem sie ihnen Elektronen entzieht (wodurch das betreffende Atom oder Molekül elektrisch geladen wird). Bei elektromagnetischen Wellen nimmt die von den EM-Wellen übertragene Energie mit zunehmender Frequenz der Welle (oder mit abnehmender Wellenlänge) zu. Wellen mit niedrigeren Frequenzen wie sichtbares Licht, Mikrowellen und Radiowellen haben normalerweise nicht genug Energie, um elektronische Schaltkreise (oder Lebewesen) zu beschädigen, aber mit steigender Frequenz können Röntgen- und insbesondere Gammastrahlen Schäden verursachen.

Denken Sie daran, dass die elektromagnetischen Wellen auch als Teilchen beschrieben werden können, die Photonen genannt werden. Ein

Photon des sichtbaren Lichts hat eine bestimmte Energiemenge, die unproblematisch ist, ein Gammastrahlen-Photon jedoch hat ein viel höheres Energieniveau, das sehr wohl problematisch ist. Alle abgestrahlten Teilchen mit tatsächlicher Masse (Photonen sind masselos), wie Elektronen, Protonen, Neutronen und Ionen, haben genug Energie, um ein Problem darzustellen.

## Wichtige Strahlungsmessungen

Angesichts der Bedeutung der Energiemenge, die mit der Strahlenbelastung einhergeht, ist es wichtig zu wissen, wie diese charakterisiert und quantifiziert wird. Es gibt zwei gebräuchliche Maßstäbe und Maßeinheiten. Erstens die so genannte Energiefluenz, mit der die Menge der Strahlenbelastung über einen bestimmten Zeitraum in der Einheit MeV pro cm<sup>2</sup> oder einfach MeV (Millionen Elektronenvolt) angegeben wird. Als nächstes wird die akkumulierte Strahlungs-dosis (TID) gemessen, die von einem Material absorbiert wird, und zwar in Einheiten von kRad (Kilorad).





## Strahlungswirkungen auf den Quarzkristall

Was den Quarzkristall selbst betrifft, so ist die gute Nachricht, dass der Quarzkristallresonator im Gegensatz zu vielen anderen elektronischen Bauteilen nicht stirbt und unter keinen vernünftig vorhersehbaren Umständen durch Strahlung außer Betrieb gesetzt wird. Das Einzige, was den Kristall vollständig zerstört, ist ein mechanischer Schock, der stark genug ist, um den Kristall tatsächlich zu zerbrechen, was möglich ist, aber nicht unter normalen Raumfahrtbedingungen. Was passieren kann, ist, dass bestimmte Arten und Mengen von Strahlung die Frequenz des Quarzresonators verändern können.

Das Ausmaß der Frequenzänderung ist normalerweise nicht übermäßig, sondern hängt von vielen Variablen ab, darunter die Frequenz des Kristalls, der Qualitätsfaktor (Q) des Kristalls, die Art des Schliffs des Kristalls, die Art der Strahlung und die Strahlungsmenge. Die Frequenzveränderung ist in erster Linie auf sehr geringe Verunreinigungen im Siliziumdioxid-Quarzkristallgitter zurückzuführen. Diese verschiedenen möglichen Verunreinigungen können sich im Quarz lösen und bewegen, was zu kleinen Frequenzänderungen führt.

Quarz für elektronische Zwecke wird unter sehr hohen Temperatur- und Druckbedingungen synthetisch gezüchtet. Bei der Züchtung solcher Quarze wurden

enorme Verbesserungen erzielt, so dass die durch die Strahlung verursachten Frequenzschwankungen deutlich reduziert werden. Darüber hinaus wird Quarz für die Verwendung in Resonatoren für den Weltraum einem speziellen Verfahren unterzogen, das als „Sweeping“ bezeichnet wird.

Beim „Sweepen“ von Quarzstäben werden diese einem sehr hohen unidirektionalen elektrostatischen Gleichstromfeld von 1000 V/cm (400 V/Zoll) ausgesetzt, während sie gleichzeitig einer sehr hohen Temperatur von etwa 500 °C ausgesetzt werden und der Stromfluss überwacht wird. Dieses „Sweepen“ führt dazu, dass viele Verunreinigungen durch die Quarzbarren hindurch zu den Kanten wandern, die dann mit einer Säge abgeschnitten werden, so dass die reinen Quarzbarren übrigbleiben, die als „gesweepter Quarz“ bekannt sind. Der gereinigte Quarzbarren weist eine verbesserte Strahlungsunempfindlichkeit auf. In den meisten (fast allen) Quarzspezifikationen für Weltraumanwendungen ist daher festgelegt, dass gesweepter Quarz verwendet werden muss.

Die in den präzisesten Quarzoszillatoren verwendeten Resonatoren, typischerweise SC-Cut-Quarze in OCXOs (Oven Controlled Crystal Oscillators), ändern ihre Frequenz in den meisten Strahlungsumgebungen nur um wenige oder mehrere PPB (parts per billion). Wenn man sie gut charakterisiert und versteht, kann man mit dieser Art von Frequenzänderungen umgehen.

Die typischen Quarzresonatoren, die in weniger präzisen XO (einfachen Quarzoszillatoren) verwendet werden, ändern die Frequenz in der Regel um einige oder mehrere PPM (parts per million), und da die Toleranzen bei diesen XO in der Regel etwa



| Umgebung oder Umlaufbahn | Anwendungen   | Industriestandard TID |
|--------------------------|---|-----------------------|
| Weltraum (Deep Space)    | Interplanetarische Einsätze                                       | 300krad+              |
| GEO                      | Kommerziell, militärisch, wissenschaftlich (Com, Mil, Scientific) | 100 krad              |
| MEO                      | Kommerziell, Navigation (Com, Nav)                                | 100 krad              |
| LEO                      | Kostengünstige Megakonstellationen                                | 30-50 krad            |

Dieses Diagramm definiert den Industriestandard für die gesamte ionisierende Strahlendosis (TID) in den erdorbitalen Bereichen und des Weltraums.

$\pm 50$  PPM betragen, kann dies ebenfalls in Kauf genommen werden. Tatsächlich hat sich das Wachstum hochwertiger Quarzbarren sogar so stark verbessert, dass viele Unternehmen in XO's für einige der weniger anspruchsvollen Weltraumumgebungen nicht gesweepten Quarz verwenden.

## Strahlung und Oszillatoren

Bisher haben wir die Auswirkungen der Strahlung auf andere Oszillatorkomponenten als die Quarzkristalle noch nicht diskutiert. Strahlungsauswirkungen auf die anderen elektronischen Komponenten in einem Oszillatorgehäuse sind ein komplizierteres Thema, da alle aktiven Bauelemente (Halbleiter, Transistoren, digitale elektronische Bausteine und so weiter) durch verschiedene Arten von Strahlung beeinträchtigt werden können.

Die ionisierende Gesamtdosis (Total Ionizing Dose, TID) ist die kumulative absorbierte Dosis in einem bestimmten Material, die sich aus der Energie der ionisierenden Strahlung bei einer Dosisleistung zwischen 50-300 rad(Si)/s ergibt. Für elektronische Bauteile ist TID ein möglicher langfristiger Ausfallmechanismus.

Um eine solche Zertifizierung zu erhalten, müssen die Bauteile aus einem Los stammen, von dem eine repräsentative Probe mindestens das Doppelte des betreffenden TID-Wertes oder 200 krad überstanden hat, um letztlich nur die dedizierte

100 krad-Konformität des Loses zu bestätigen. Diese Prüfung wird in einem so genannten RLAT-Bericht (Radiation Lot Acceptance Test) festgehalten.

Enhanced Low Dose Rate Sensitivity (ELDRS) ist vergleichbar mit TID, doch die gesamte erforderliche Strahlung, zum Beispiel 100 krad, wird mit einer viel geringeren Dosisleistung verabreicht, normalerweise 0,01 rad(Si)/s bis 0,1 rad(Si)/s. Die Bestrahlungstests müssen daher viel länger dauern, bis zu 120 Tage. Der Grund dafür ist, dass paradoxerweise einige Komponenten durch langsamere Strahlungsraten stärker beeinträchtigt werden als durch schnellere Raten. Glücklicherweise handelt es sich bei den für ELDRS anfälligen Komponenten in erster Linie um bipolare Halbleiter. Werden diese nicht verwendet, ist es nicht notwendig, ELDRS zu testen.

Eine sehr wichtige Art von Strahlung sind Einzelereignis-Effekte (Single Event Effects (SEE)). Einzelereignisse werden durch einen einmaligen Aufprall eines Teilchens (in der Regel eines schweren Ions) verursacht. Die Stärke des Ereignisses wird in MeV (Millionen Elektronen-volt) gemessen.

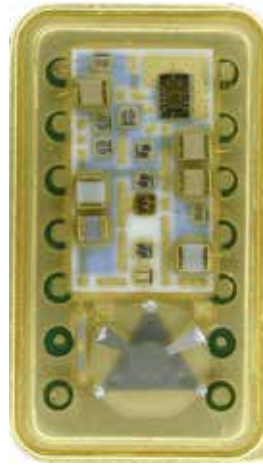
SEE wird in mindestens drei Hauptkategorien unterteilt, die nach Schweregrad geordnet sind:

- Einzelereignis-Transienten (SET)
- Einzelereignis-Upsets (SEU)
- Einzelereignis-Latchups (SEL)

Ein wesentlicher Unterschied zwischen TID- und SEE-Effekten besteht darin, dass TID ein kumulativer Effekt ist, der sich im Laufe der Zeit durch alle Arten von Umgebungsstrahlung aufbaut, während SEE-Schäden fast sofort auftreten, wenn ein hochenergetisches Teilchen auf ein Halbleiterbauelement trifft. Da die Leitungsabstände integrierter Schaltkreise immer enger werden, kann der Aufprall eines Partikels einen Kurzschluss zwischen zwei Leitungen oder andere katastrophale Schäden verursachen, die möglicherweise zu einem Totalschaden im Gerät führen.

Ein SET entsteht, wenn sich die bei einem Ionisierungsereignis gesammelte Ladung in Form eines Störsignals entlädt, das sich durch den Stromkreis bewegt. Dies ist de facto der Effekt einer elektrostatischen Entladung. Es handelt sich um einen weichen Fehler, der reversibel ist. SET-Ereignisse, die sich vollständig selbst erholen, sind die am wenigsten katastrophalen SEE-Ereignisse, aber dennoch wichtig und können in manchen Fällen dazu führen, dass ein Bauteil nicht für den vorgesehenen Verwendungszweck eingesetzt werden kann.

SEUs sind Zustandsänderungen von Speicher- oder Registerbits, die durch ein einzelnes Ion verursacht werden, das mit dem Chip interagiert. Sie verursachen zwar keine dauerhaften Schäden am Gerät, können aber bei einem System, das sich von einem solchen Fehler nicht erholen



**Ionisierende Strahlung kann elektronische Bauteile schädigen, doch moderne Lösungen bieten Schutz.**

kann, zu dauerhaften Problemen führen. Dies sind weiche Fehler, die reversibel sind. SEUs können zu funktionalen Einzelereignisunterbrechungen (Single-event functional interrupts, SEFI) werden, wenn sie Steuerschaltungen wie Zustandsautomaten stören und das Gerät in einen undefinierten Zustand, einen Testmodus oder einen Halt versetzen, der dann einen Reset oder einen Stromversorgungszyklus erfordert, um wiederhergestellt zu werden.

Ein SEL ist ein schwerer Fehler und kann nicht rückgängig gemacht werden. Bulk-CMOS-Bauelemente sind am anfälligsten. SEL-Ereignisse führen dazu, dass ein Halbleiter „durchbricht“ oder stirbt. Er wird sich überhaupt nicht von selbst erholen. Das ist für eine Anwendung im Weltraum niemals akzeptabel.

Eine prompte Dosis ist am wahrscheinlichsten bei der Detonation einer Atombombe, die eine große Menge an Strahlung mit einer Rate von  $1E8$  bis  $1E13$  Rad pro Sekunde freisetzt. Interessanterweise können richtig konstruierte, hochzuverlässige SC-Cut-Kristallresonatoren aus geschliffenem Quarz nicht nur diese extrem energiereichen und heftigen Strahlungsereignisse überstehen, sondern sogar mechanisch weiterschwingen, während selbst die besten elektronischen Komponenten einen kurzen Ausfall von wenigen bis 20 Nanosekunden erleben. Diese wichtige Aufrechterhaltung von Phase und Frequenz durch die mechanische Vibration

eines doppelt rotierten Quarzkristalls in einem OCXO wird als Schwungrad effekt (flywheel effect) bezeichnet.

Neutronenverdrängungsschäden und kumulative Effekte sind allmähliche Effekte, die während der gesamten Lebensdauer der Elektronik, die einer Strahlungsumgebung ausgesetzt ist, aufgrund der durch die Strahlung in die Elektronik eingebrachten Energie auftreten. Ein Gerät, das empfindlich auf TID oder Verdrängungsschäden (displacement damage, DD) reagiert, fällt in einer Strahlungsumgebung aus, wenn die akkumulierten TID die Toleranzgrenzen erreicht haben. DD erzeugt Defekte im Halbleitergitter, die zu langfristiger elektrischer Beeinträchtigung führen. Bipolare Bauelemente (BJTs, Dioden, MOSFETs) sind anfällig für DD durch Neutronen oder Protonen. DD wird nicht in einer Einheit gemessen, sondern nur in ihren Auswirkungen auf die Geräte. Der Verdrängungsschaden wird durch die Partikel fluenz in Partikel/cm<sup>2</sup> ausgedrückt, das heißt N/cm<sup>2</sup> oder P/cm<sup>2</sup>.

### Fazit

Es gibt noch viele andere Arten von Strahlung, und jede der oben genannten Strahlungsarten hat viele wichtige Details und Nuancen, auf die hier nicht eingegangen wird. Der Verfasser möchte dem Leser mit diesem Artikel einen kurzen Überblick und ein gewisses intuitives Verständnis für die Tragweite des Themas vermitteln. □



## 70 JAHRE JAUCH - DANKE

### JAUCH - SEIT 70 JAHREN IHR PARTNER FÜR FREQUENZBAUTEILE UND BATTERIELÖSUNGEN

1954 als Familienunternehmen gegründet, 70 Jahre später ausgezeichnet zum **Weltmarktführer Champion.**

DANKE an alle Mitarbeiter, Kunden und Partner, dass Sie diesen erfolgreichen Weg mit uns gegangen sind!



#WeAreJauch  
www.jauch.com





WECHSELRICHTER – LEISTUNGSSTEIGERUNG  
ELEKTRISCHER ANTRIEBE

# Dauerlastfähig auch unter Extrembedingungen

Überhitzende Komponenten limitieren die Leistungsfähigkeit von Elektrofahrzeugen erheblich, insbesondere die Wechselrichter, die eine große thermische Last tragen und daher aktiv gekühlt werden müssen. Im Projekt Dauerpower wird ein innovativer Wechselrichter entwickelt, der dank eines optimierten Kühlmanagements bei geringerer Betriebstemperatur arbeitet und zudem kostengünstig in der Herstellung ist.

TEXT: Fraunhofer IZM BILDER: Fraunhofer IZM; iStock, bymuratdeniz

Um den Ausstieg aus fossilen Energieträgern weiter voranzutreiben, sind effiziente Antriebsstränge für Elektrofahrzeuge von großer Bedeutung. Ihre Leistungsfähigkeit ist allerdings zu einem hohen Maße von den thermischen Eigenschaften der verbauten Komponenten abhängig. Neben Batterie und Motor ist vor allem die thermische Performance des Wechselrichters wichtig für einen möglichst hohen Wirkungsgrad: Er wandelt den Gleichstrom der Batterie in den von elektrischen Motoren

benötigten Wechselstrom um und versorgt mit dieser Energieform die gesamte Antriebseinheit mit elektrischer Energie.

In Kooperation mit Porsche und Bosch entwickelt das Fraunhofer IZM jetzt einen kompakten 3-phasigen Antriebswechselrichter mit einer hohen Dauerleistung von 720 Kilowatt beziehungsweise 979 PS und einem Nennstrom von 900 Ampère. Eugen Erhardt betreut das Projekt am Fraunhofer IZM und ordnet die Leistungsfähigkeit

des neuen Systems ein: „Gegenüber existierenden Wechselrichtern auf Siliziumbasis erreichen wir mit unserem Ansatz eine Leistungssteigerung zwischen 20 und 30 Prozent.“ Den Forscher\*innen gelang diese Steigerung der Leistungsdichte durch die thermische Optimierung fortschrittlichster Materialien und optimierte Embeddingprozessen in der Fertigung. Mit diesen Technologien hatte sich die Gruppe um Erhardt bereits im Vorläuferprojekt SICeffizient intensiv beschäftigt.



**DEUTRONIC**   
EDWANZ group

**Power**

Electronics for



Charging  
Technology



Transportation



Logistics



Test &  
Automation



**MORE**

+ MORE

✓ Stromversorgungen und DC/DC-Wandler  
für Ihre Applikation



Eingebettete Halbbrücken-Prepackages  
für dauerlastfähige Wechselrichter

## Siliziumkarbid-Transistoren

Damit die passiven Bauteile eines Wechselrichters, wie Kondensatoren und Kupferelemente nicht durch Hitzeentwicklung beschädigt werden, drosseln herkömmliche Systeme ihre Maximalleistung im Dauerbetrieb. Dieser Prozess nennt sich auch „Derating“: Chips aus Siliziumkarbid ermöglichen eine geringere Kühlfläche, bei gleichbleibender Leistung, wodurch im Vergleich zu Siliziumchips Halbleitermaterial eingespart werden kann, da eine optimalere Kühlung gegeben ist.

Das vom Fraunhofer IZM entwickelte System nutzt moderne Transistoren aus Silizium-Karbid, die gegenüber reinem Silizium einen höheren Wirkungsgrad, sowie eine höhere Temperaturbeständigkeit aufweisen. Zwei dieser Silizium-Karbid-Transistoren werden am Fraunhofer IZM in einem innovativen Pre-Packaging-Verfahren direkt auf ein Keramiksubstrat aufgebracht. Diese Pre-Packages können dann flexibel in herkömmliche Leiterplatten eingebettet werden. Durch die dünne Bauweise und eine Reduzierung der benötigten Materialien gibt es weniger mechanischen Stress und ein einheitlicheres Verformungsverhalten bei Hitzeeinwirkung. Außerdem kann der knappe Bauraum des Systems durch die segmentierten Keramiksubstrate optimal ausgenutzt werden, um die spezifischen Anforderungsprofile

der Fahrzeugindustrie an diese Energiesysteme optimal bedienen zu können.

## Kühler aus dem 3D-Drucker

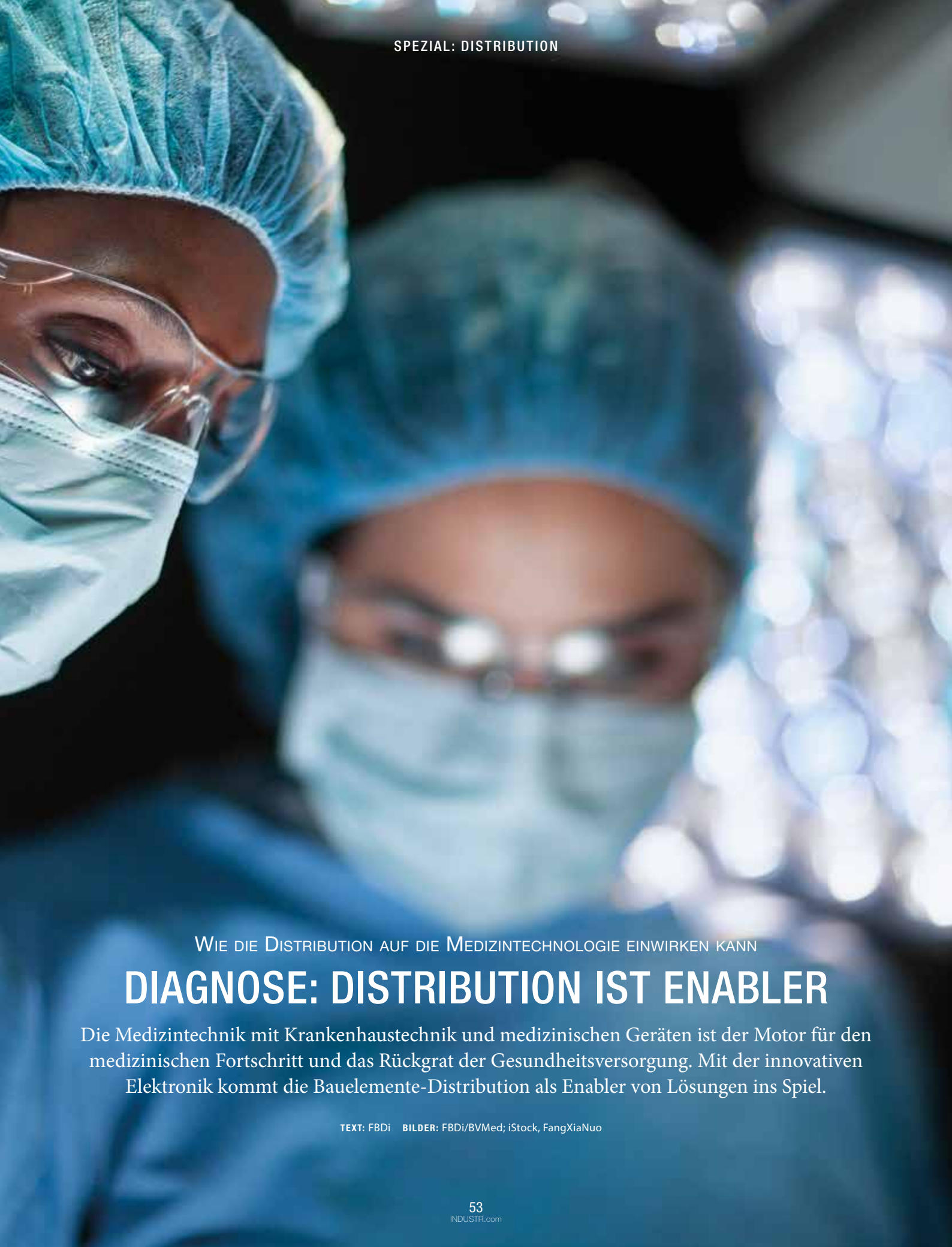
Neben den optimierten Materialien beschäftigten sich die Forscher\*innen auch mit der effizienteren Kühlung der einzelnen Bauteile. Je besser die Kühlwirkung, desto weniger teures Halbleitermaterial wird benötigt, da die Anordnung der Chips noch kompakter erfolgen kann. Ziel der Forscher\*innen ist es, sowohl eine hohe thermische Integration der verschiedenen Halbleiterelemente, als auch der passiven Bauteile, wie Kondensatoren und Kupferleiter zu erreichen. Dazu werden die temperaturkritischen Komponenten über Silbersinterverbindungen direkt an das Kühlsystem angeschlossen und bestmöglich thermisch integriert: Durch eine parallele Anordnung erreicht die Kühlflüssigkeit alle Kühlkörper und angeschlossene Halbleiterelemente gleichzeitig, und die thermische Energie wird gleichmäßig abgeführt. Zur Herstellung der Kühlelemente wird außerdem zum ersten Mal Kupfer (Cu) in einem 3D-Druckverfahren angewendet. So kann die hervorragende Wärmeleitfähigkeit von Kupfer mit der vollen Flexibilität des 3D-Druckens kombiniert werden, anstatt wie zuvor nur auf Kühlkörper aus Aluminium zugreifen zu können. Im Vergleich zu CNC-Fräsverfahren erlaubt der 3D-Druck eine große Freiheit

bezüglich der Gestaltung des Kühlkanals und wiederum eine optimale Ausnutzung des knappen Bauraums.

## Modularität des Prototypen

Neben Fortschritten bei Material und Produktionsprozessen konnten die Wissenschaftler\*innen für den Prototypen auch eine höhere Modularität der einzelnen Elemente erreichen. Basierte das im Vorläuferprojekt angedachte Konzept noch auf einer Lösung, bei der alle Komponenten fest miteinander verbunden sind, können die Elemente des Wechselrichters nun als Teilmodule leichter ausgetauscht und repariert werden. In der Folge können Elektrofahrzeuge so noch ressourcenschonender produziert und auch länger genutzt werden. Gerade in einer ressourcenkritischen Branche wie der Automobilindustrie, sind geringe Materialkosten ein wichtiger Faktor um die Energiewende kosteneffizient bestreiten zu können.

Nach einer Simulationsphase befindet sich der Prototyp aktuell im Aufbau und soll schließlich bei der Porsche AG einen umfangreichen Prüfprozess durchlaufen, um eines Tages auch Wege in die Serienproduktion zu finden. Zu den weiteren Projektpartnern neben dem Fraunhofer IZM gehören die Unternehmen Porsche sowie Robert Bosch. □



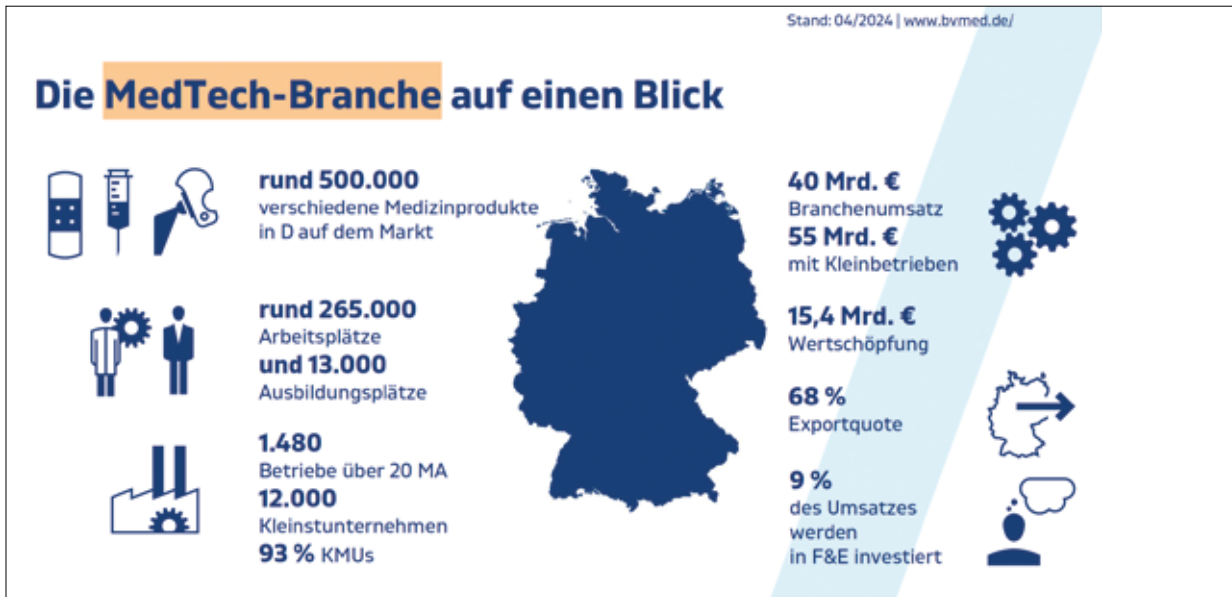
WIE DIE DISTRIBUTION AUF DIE MEDIZINTECHNOLOGIE EINWIRKEN KANN

## DIAGNOSE: DISTRIBUTION IST ENABLER

Die Medizintechnik mit Krankenhaustechnik und medizinischen Geräten ist der Motor für den medizinischen Fortschritt und das Rückgrat der Gesundheitsversorgung. Mit der innovativen Elektronik kommt die Bauelemente-Distribution als Enabler von Lösungen ins Spiel.

TEXT: FBDi BILDER: FBDi/BVMed; iStock, FangXiaNuo





Die MedTech-Branche bildet einen stabilen Pfeiler der deutschen Wertschöpfung wie die aktuellen Zahlen untermauern.

Weltweit ist die deutsche Medtech-Branche der zweitgrößte Markt hinter den USA und vor Japan und China. Mit 15.985 Patentanmeldungen beim EPA (Europäischen Patentamt) in 2023 ist die Medizintechnik die zweitinnovativste Branche. Verglichen mit 2014 ist die Zahl um 42,4 Prozent gestiegen. Nur der Bereich Digitale Kommunikation liegt vor der Medizintechnik. Ihre Charakteristika lauten: hoch-modern mit kurzen Produktzyklen, exportstark und mittelständisch geprägt.

Rund 500.000 verschiedene Medizinprodukte sind in Deutschland auf dem Markt, die Branche meldet über 250.000 Arbeitsplätze und 13.000 Ausbildungsplätze. In 2022 betrug der Branchenumsatz 38,4 Milliarden Euro beziehungsweise 47,3 Milliarden Euro mit Kleinbetrieben – ein Drittel davon mit Produkten, die nicht älter als 3 Jahre sind. Die Exportquote liegt bei rund 67 Prozent – Hauptabnehmer ist die EU (vor allem NL, F, UK, I), gefolgt von den USA und China. Vom Umsatz werden 9 Prozent in Forschung & Entwicklung investiert.

Im Rennen um Marktanteile sind elektronische Bauteile das Herz der Medical Devices, wie etwa intelligente Sensoren in sicheren und benutzerfreundlichen medizinischen Geräten (zum Beispiel Blutzuckermessung; Röntgenapparate) oder Wearables. Aber auch große Apparate wie die Kernspintomografie zur Erzeugung von detaillierten Schnittbildern des menschlichen Körpers in hoher Auflösung würden ohne das reibungslose Zusammenspiel von Bauteile – ob groß oder klein – nicht problemlos funktionieren. Die Anwendungen decken verschiedenste Bereiche ab, so belegt den Löwenanteil derzeit die minimalinvasive Medizin, gefolgt von der Kardiologie,

Respiratorik/Anästhesie, Bildgebenden Verfahren und anderen. Und damit ist noch lange nicht Schluss, sondern bis 2025 werden unter anderem medizinische Tricorder, Robotic Care, Augmented / Virtual Reality, Überwachungstools bis hin zu AI-getriebenen Anwendungen erwartet. Treiber hierfür sind Miniaturisierung, Digitalisierung, Integration von Technologie in die Medizin, Vernetzung und Automatisierung, wobei moderne Elektronik immer eine Schlüsselrolle spielt.

### Spielwiese für Mehrfachspezialisten

Sobald Technik involviert ist, läuft es wie im richtigen Leben: Nicht jeder kann mit jedem. Damit die Medical Devices funktionieren, müssen die Module und Bauelemente problemlos laufen – und genau hier kommen die Bauelemente Distributoren ins Spiel: Oft auf vertikale Märkte spezialisiert leisten sie als Mittler zwischen Hersteller und Kunden herstellerunabhängige Beratung, auch beginnend bei der Planung für das Endprodukt. Als Experten liefern sie fundierte Unterstützung bei Auswahl und Design-In von technologisch und kommerziell geeigneten Komponenten für die jeweiligen Anwendungen. Beispielsweise sind in einem MRT-System, bei dem Stueckelemente mit Sensoren und dem Motor in einer möglichst kompakten Einheit integriert werden sollen, verschiedenste Bauteile von unterschiedlichen Herstellern integriert. Klappt es mit einem Bauteil nicht, braucht es eine Alternative – bei überschaubaren Lieferzeiten. Besonders wichtig für langlebige Einsatzbereiche ist die langfristig sichere Lieferkontinuität für die Bauteile – als Grundvoraussetzung, um in der Medtech-Branche ins Geschäft zu kommen.



Die Medizintechnikbranche ist stark vom Export abhängig.

Hier können Distributoren mit marktspezifischem Fachwissen, Produkten und Referenzdesigns die Evaluierungs- und Entwicklungsphasen verkürzen, was dem Hersteller einen schnelleren Einstieg in die Massenfertigung ermöglicht. Sie liefern Expertise bei der Einführung neuer Produkte (NPI) und Logistiksysteme bis hin zur Abwicklung in der End-of-Life-Phase.

Dazu kommt Know-how bei Regularien, die für die Sicherheit von Patienten und Anwendern einzuhalten sind. Indem Distributoren von Anfang an im Projekt involviert sind und in jedem Schritt des komplexen Produktlebenszyklus Support leisten, können sie das Tagesgeschäft von Herstellern klar vereinfachen. Über den regelmäßigen Austausch im Umgang mit EU-Richtlinien und Ökodesign-Regularien bis hin zu Markteinschätzungen, den Branchenverbände wie der FBDi seinen Mitgliedern ermöglicht, ersparen sie sich mitunter kostspielige externe Beratung. So liegt im MedTech-Markt besonderes Augenmerk auf der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Geräte – und in diesem Zusammenhang auf der Medical Device Regulation (MDR EU; 2017/745/EU). Um die Sicherheit der Medical Devices über den gesamten Lebenszyklus zu erhöhen, müssen sie mit strengeren sicherheitsrelevanten Normen konform sein. Zwar ist diese Branche den Umgang mit Vorschriften gewohnt, dennoch bedeutet die aktualisierte Version der MDR eine höhere Belastung für die Hersteller und Anwender von Produkten durch die stärkeren Kontrollen bei der Geräteüberwachung. Dass sich das Engagement auch bei thematischen Herausforderungen lohnt, zeigen die Marktaussichten verschiedener Institute.

## Vielversprechender Ausblick

Dem MedTech-Weltmarkt prognostiziert Frost&Sullivan 2023 laut BVMed eine jährliche Wachstumsrate von 5 Prozent (2022 – 2027) und ein Marktvolumen von 522 Milliarden US-Dollar in 2023, davon 203,6 Milliarden US-Dollar in USA, 140,9 Milliarden US-Dollar in Asien-Pazifik und 137,7 Milliarden US-Dollar in Europa. Noch optimistischer ist die Prognose vom Institut Mordor Intelligence für den Med Device Markt mit einer weltweit durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 6,99 Prozent (2024 bis 2029). In 2024 soll das Marktvolumen 637,04 Milliarden US Dollar betragen und auf 893,07 Milliarden US Dollar in 2029 ansteigen, am schnellsten in der Asia-Pacific Region und mit Nordamerika als größtem Markt. Steigen wird insbesondere die Nachfrage an anspruchsvolleren Komponenten.

Das Institut Statista prognostiziert dem deutschen Markt für Medizinische Geräte für 2024 ein Marktvolumen von 31,77 Milliarden Euro. Treiber sind die Digitalisierung, der Einsatz von künstlicher Intelligenz und individualisierte Medizintechnik. Weiterhin sagt Statista für den deutschen Markt eine jährliche Wachstumsrate (2024 - 2028) von 4,36 Prozent und ein Marktvolumen von 42,28 Milliarden Euro bis 2028 voraus. Hier finden sich gut ausgebildete Fachkräfte, der Markt ist gekennzeichnet von einer guten Infrastruktur und starken regulatorischen Standards, die für Sicherheit garantieren. Eine große Spielwiese für Enabler-Technologien, bei deren Entwicklung die Distribution tatkräftig mit tiefgreifenden Know-how unterstützen kann. □

# „BREITES TECHNOLOGIE-ANGEBOT UND ENGINEERING SERVICES AUS EINER HAND.“



Boris Bardoukas – Vice President Sales Central, Arrow



**Gründungsjahr**  
1935

**Produktportfolio**  
– Halbleiter  
– Passiv/Elektromechanik/Steckverbinder  
– Embedded

**Kontakt**  
Arrow Central Europe GmbH  
Frankfurter Straße 211  
63263 Neu-Isenburg  
Germany  
T +49/6102/5030-0  
F +49/6102/5030-8455  
[www.arrow.de](http://www.arrow.de)

Arrow Electronics mit Hauptsitz in Centennial, Colorado/USA, ist ein globaler Anbieter von Produkten, Services und Lösungen für industrielle und kommerzielle Nutzer von elektronischen Komponenten und Computing-Lösung für Unternehmen. Das Unternehmen hat ein umfangreiches Produktportfolio in den Bereichen analoge und digitale Halbleiter, passive und elektromechanische Bauelemente und bietet seinen Kunden auf Basis dieses Angebots technische Gesamtlösungen. Zum Angebot zählen individuelle, auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene Engineering Services und logistische Dienstleistungen, die den gesamten Lebenszyklus einer Applikation abdecken.

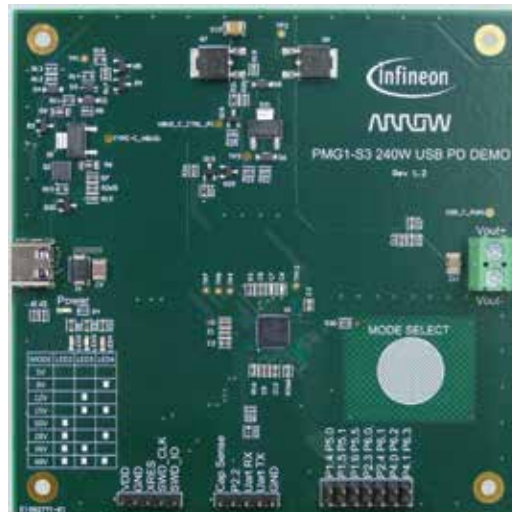
Im Geschäftsbereich Components adressiert Arrow Unternehmen jeder Größe, darunter große Original Equipment Manufacturer (OEM) und EMS-Anbieter (Electronic Manufacturer Services) ebenso wie Ingenieur- und Entwicklerbüros. Im Geschäftsjahr 2023 hat Arrow einen Umsatz von 33 Milliarden US-Dollar erzielt. In der Phase vom Entwurf bis zur Produktreife von Applikationen ist arrow.de das Tool für Entwicklungsingenieure und Einkäufer. arrow.de ist eine umfassende Quelle für elektronische Komponenten, mit Millionen von Datenblättern, informativen Artikeln und Videos über die neuesten Technologien, über 50.000 Referenzdesigns und Tools zur Unterstützung bei Einkauf und Entwicklung.

### Supply Chain Management

Als weltweiter Vertriebspartner von Tausenden Original- und Auftragsherstellern und Handelsunternehmen ist Arrow als „Logistik-Kompetenzzentrum“ bekannt und gilt als erste Wahl in der Lieferkette von elektronischen Bauteilen. Das Serviceportfolio von Arrow umfasst den gesamten Produktlebenszyklus, von der Entwicklung und Produktion über Reverse-Logistik bis hin zu End-of-Life und eröffnet den Kunden damit neue Möglichkeiten zur Wertschöpfung.

### Engineering Services

Die Entwicklungsabteilungen seiner Kunden unterstützt Arrow mit Applikationsingenieuren, die eine technische Betreuung von der Produktidee bis zum produktiven Einsatz über den gesamten Lebenszyklus einer Anwendung leisten. Die Applikationsingenieure stehen Kunden bei Design-In-Projekten zur Verfügung. Der Design Support geht weit über die reine Produktauswahl hinaus. Entwickler-Programme wie Testdrive sind in der Industrie einzigartig.



Das 240W USB Power Delivery (PD) 3.1 Referenzdesign-Board von Arrow und Infineon unterstützt Kundenprojekte mit hohem Leistungsbedarf.





## CODICO GMBH

### Anschrift

CODICO GmbH  
Zwingenstraße 6-8  
2380 Perchtoldsdorf  
Österreich  
T +43 1 86305-0  
F +43 1 86305-5000  
office@codico.com  
www.codico.com

**Gründungsjahr**  
1977

### Firmenprofil

CODICO steht für den Design-In Vertrieb hochwertiger elektronischer Bauteile. Das Produktportfolio umfasst Aktive und Passive Bauelemente sowie Produkte der Verbindungstechnik. Neben kompetenzübergreifendem Projektmanagement bietet CODICO Unterstützung und Beratung von der Entwicklungsphase bis zum Endprodukt und weit über eine Bestellung hinaus. Kurze Kommunikationswege garantieren eine rasche und qualifizierte Betreuung.

Dank der engen Zusammenarbeit mit unseren Herstellern ist CODICO in der Lage, Kunden über die neuesten Technologietrends zu beraten und Produkt-Roadmaps zur Verfügung zu stellen.

CODICO agiert als unabhängiges in Privatbesitz befindliches Unternehmen vom österreichischen Headquarter in Perchtoldsdorf im Süden Wiens aus.

### ERREICHBARKEIT

T +43 1 86305-0  
E-Mail: office@codico.com  
Online Musterbestellungen  
www.codico.com/shop



CODICO Headquarter

Neben dem Hauptsitz in Perchtoldsdorf verfügt CODICO über Produkt-Kompetenzzentren in München (Deutschland), Treviso (Italien) und Stockholm (Schweden). Gesamt zählt CODICO 42 Büros in 12 Ländern.

### Produktportfolio

Im Bereich Aktiver Bauelemente setzt CODICO den Fokus auf Kommunikationsprodukte von analog bis wireless. Auch System on Chip Lösungen in vielen Produktbereichen und optoelektronische Produkte wie LCDs und TFTs zählen zu den "aktiven" Schwerpunkten. Bei Power Conversion Produkten sind dies Netzgeräte, Wandlermodule, POL-Konverter und Wandler ICs. Im Bereich Passive Bauelemente finden Sie ein breites Produktspektrum mit Fokus auf anwendungsorientierte Lösungen: Kondensatoren (Elkos-, Folien-, Keramik-, Tantalkondensatoren), Wickelgüter, HF- und EMV-Filter, Quarze, Resonatoren und Relais. Die Verbindungstechnik spezialisiert sich auf Steckverbinder und kundenspezifische Kabelkonfektionen für die Bereiche Elektronik, Industrie, & EV Charging. Um das Portfolio abzurunden, werden Komplettlösungen für das Wärmemanagement, zB Lüfter und Gebläse angeboten.

### Die Fokuszlinien bei CODICO sind:

**Aktive Bauelemente:** 8Devices, MPS, Qualcomm, Quectel, Synaptics, Thundercomm, Torex

**Passive Bauelemente:** Aishi, Altran, Eaton, Elytone, Goodsky, Isabellenhütte, Kemet, Panasonic, Rubycon, Sagami, Sanyou, Sun-Con, TXC

### Verbindungstechnik:


Amphenol, Cvilux, Dinkle, Hirose, STK

### Dienstleistungsportfolio:

Bei CODICO erhalten Kunden durch fachlich hoch qualifizierte Product Manager und Field Application Engineers eine professionelle Design-In-Unterstützung und Anwendungsberatung während der gesamten Entwicklungsphase bis hin zum Endprodukt. Auch termingerechte Lieferungen durch optimierte, kundenspezifisch gestaltbare Logistikkonzepte zählen zu den Stärken von CODICO. Neben technischen Lösungen behält CODICO auch Preise, Verfügbarkeit und Entwicklungen im Blick.

### Logistikleistung

Just-In-Time-Lieferungen/Lieferwunschtage, 100% Traceability, Barcodes am Lieferschein, Ship-to-Stock, Zollfrei-Lager, kundenspezifische Spezialetikettierungen/Barcodeetikettierungen, Pufferlager/Sicherheitslager, Konsi-Lager, Kanban, EDI, Gutschriftverfahren, Min-Max System, Online-Forecasting Systeme, Vendor Managed Inventory, Batch Nr. und Date Code Tracking sowie umweltbewusste Verpackung. □



ESD-SCHUTZ IN DER ELEKTRONIKFERTIGUNG UND HALBLEITERVERARBEITUNG

## Elektrostatische Gefahren vermeiden

Sie sind alltägliche Phänomene und für den Menschen in der Regel ungefährlich. Elektrostatische Entladungen (ESD) können jedoch zur Beschädigung oder Zerstörung empfindlicher Elektronik führen. In der Produktion oder Montage ist daher das Arbeiten in einer ESD-geschützten Umgebung von entscheidender Bedeutung. Wir zeigen, wie entsprechende Schutzzonen eingerichtet werden und was dabei zu beachten ist.

TEXT: Krieg BILDER: Krieg; iStock, RichVintage

Beispielsweise entsteht durch das Laufen auf einem Teppichboden eine Entladung von 30.000 V, zu spüren als kleiner elektrischer Schlag. Das Reiben von Schuhen auf Kunststoffboden erzeugt 12.000 V. Elektrostatische Ladungen entstehen schnell im Alltag: Beim An- und Ausziehen von synthetischer Kleidung im Umfang von 8.000 V, beim Aufstehen von einem gepolsterten Stuhl 15.000 V und beim Arbeiten mit Plastikbehältern 3.000 V. Bei der Verwendung von elektrischen Geräten entladen sich 20.000 V und beim Abrollen von Klebebändern immerhin noch 1.000 V. Entladungen sind für den Menschen erst ab 3.000 V spürbar und müssen mindestens 5.000 V haben, um mit einem Funken sichtbar zu sein.

Eine elektronische Komponente kann je nach Art aber schon bei 100 V oder weniger Schaden davontragen und komplette Geräte oder Systeme zum Ausfall zwingen. Die meisten Schäden einer elektrostatischen Ladung merkt ein Arbeiter gar nicht. Doch durch die Schädigung der kleinen und kleinsten Halbleiterbauelementen, mit denen elektronische Bauteile bestückt sind, können hohe betriebliche Kosten für beispielsweise Qualität, Reparatur und sogar Produkthaftung entstehen.

„Ein gutes ESD-Schutzmanagement wirkt oft kostengünstiger als Reklamationen und Produkthaftungsschäden“, erklärt Florian Becker, Geschäftsführer von Krieg. Der Spezialist bietet betriebliche

ESD-Arbeitsplätze aus eigener Konstruktion und Herstellung an und verbindet diese mit zusätzlichen ESD-Produkten. „Ein solider ESD-Schutz am Arbeitsplatz ist unverzichtbar und ein höchst relevanter wirtschaftlicher Aspekt. Das Unternehmensimage wird so geschützt, die Produktivität und Wertschöpfung gesteigert.“

## Schutzmaßnahmen konsequent einhalten

Bei Arbeiten mit elektronischen Bauteilen in der Produktion oder Montage ist es besonders wichtig, eine ESD-geschützte Umgebung einzurichten. Der ESD-Bereich bezeichnet einen Arbeitsplatz oder eine Produktionslinie, die komplett gegen elektrostatische Entladungen geschützt oder geerdet ist. In einer solchen „Electrostatic Protected Area“ (EPA) umfassen die Schutzmaßnahmen alle Bereiche von Bodenbelägen, Tischbelägen, Werkzeuggriffen, Kleidung sowie Personenerdung, je nach benötigter Sicherheitsstufe auch Zutrittskontrollen. Die Raumfeuchtigkeit und eine saubere Umgebung spielen dabei ebenso eine bedeutende Rolle. Möglich sind EPA sowohl mit Einzelarbeitsplätzen oder kompletten Elektronik- und Halbleiterfertigungen.

Becker erklärt: „In einem solchen Bereich ist es entscheidend, alle notwendigen Schutzmaßnahmen zu treffen und konsequent einzuhalten. Sie sind deutlich zu kennzeichnen, um zu verhindern, dass sie ohne entsprechenden Schutz betreten werden.“ EPA können geprüft, gemessen und mit der ESD-Norm IEC 61340-5-1 abgeglichen werden. Wie umfangreich der ESD-Schutz und die Ausstattung sind, hängt von der Sicherheitsstufe und der Anforderung zum Umgang mit den sensiblen Bauteilen ab.

Krieg berät und begleitet Unternehmen bei der Schaffung effektiver ESD-geschützter Bereiche. Was sollte im Arbeitsumfeld beachten? Wie lassen sich die benötigten Arbeitsplatzsysteme erstellen? Welche Komponenten und welches Zubehör gibt es? Die Fachleute unterstützen bei den passenden Maßnahmen und der Einrichtung der Arbeitsplätze, beispielsweise wenn es um ableitfähige Arbeitstische oder die Erdung der Arbeiter geht und die richtige Ausstattung zum Schutz der Bauteile. „Es lohnt sich, in einen ESD-Schutz-Arbeitsplatz







Schon die kleinste Elektronik kann Schaden nehmen, wenn bestimmte Aspekte nicht berücksichtigt werden:

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kennzeichnung einer ESD-Schutzzone mit Schildern (Eingang/Ausgang) und ESD-Zonenmarkierband</li> <li>2. Personnel Grounding Tester und Schuhtesterplatte</li> <li>3. Protokoll zur ESD-Prüfung</li> <li>4. Kennzeichnung einer ESD-Arbeitszone</li> <li>5. ESD-Arbeitsplatzsystem MULTIPLAN mit hochwertiger, ableitfähiger Pulverlackbeschichtung und ESD-Tischplatte</li> <li>6. Verzinktes ESD-Regal PLANAFIX</li> <li>7. ESD-Etagenwagen VARIMOBIL mit ESD-Rollen</li> <li>8. ESD-Schubfachschrank BASETEC mit ableitfähiger Pulverlackbeschichtung und ESD-Rollen</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>9. ESD-Arbeitsstuhl</li> <li>10. ESD-Tischmatte/-belag</li> <li>11. ESD-Boden oder -Bodenschutzmatten</li> <li>12. Bürobedarf: ESD-Ordner/-Sichthüllen/-Mülleimer etc.</li> <li>13. ESD-Lupenleuchte für präzise Arbeiten</li> <li>14. ESD-Transportbehälter / Sichtlagerkästen für ESD-gerechte Lagerung der ESDS (= elektrostatisch empfindliche Bauteile, englisch: ElectroStatic Discharge Sensitive Devices)</li> <li>15. ESD-Verpackungsmaterial</li> <li>16. ESD-Reinigungsmittel</li> </ol> |
|---|--|

zu investieren. Als Hersteller mit langjähriger Erfahrung im ESD-Bereich kümmern wir uns um die Anforderungen unserer Kunden“, unterstreicht Becker. „Wir haben außerdem ein breiteres Produktsortiment im ESD-Bereich. Das komplettiert unsere ESD-Arbeitsplatzsysteme und trägt zu einer Schutzzone bei.“ Die Arbeitstische aus dem Hause Krieg verfügen über eine antistatische Beschichtung, die Spannung wird über ein Erdungskabel abgeleitet. Zusätzlich werden diverse Zubehörkomponenten um Arbeitstisch mit ESD-Schutz angeboten. Darüber hinaus vervollständigt ein Sortiment an ESD-Produkten den Bereich rund um den ESD-Arbeitstisch.

## Gezielte Spannungsableitung

„In unserer eigenen Lackieranlage können wir unsere Produkte mit einer hochwertigen ableitfähigen Pulverbeschichtung in individueller Farbe pulvern. Neun dieser Farben sind ohne Aufpreis sofort verfügbar. Über die Lackschicht erfolgt die gezielte Spannungsableitung. Die ableitfähigen Arbeitstisch- und Werkbankplatten stammen ebenfalls aus eigener

Produktion und können daher individuell maßgeschneidert hergestellt werden, auch in Sondergrößen“, so Becker weiter. Das Arbeitstischsystem Multiplan ESD ist beispielsweise ein ableitfähiges, ergonomisches Arbeitsplatzsystem für jeden Einsatzzweck. Aufeinander abgestimmte, ableitfähige Komponenten sorgen für die notwendige Sicherheit in der Produktion. Der Erdungspunkt mit zwei Anschlüssen eignet sich für die Personenerdung. Die Arbeitsplatzsysteme sind werkzeuglos steckbar und dadurch schnell bei der Umrüstung.

„Neben dem ESD-Schutz ist auch eine ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes wichtig, um Mitarbeiter vor vermeidbaren Belastungen zu schützen. Unsere Marke Krieg Workflex bietet daher gute Arbeitsbedingungen. Mehr Wirtschaftlichkeit und Gesundheit finden hier zusammen“, erklärt Becker. Das Unternehmen setzt daher auf Lösungen, bei denen die spezifische Verwendung eingerichteter ergonomischer ESD-Arbeitsplätze im Mittelpunkt stehen. Die Arbeitsumgebung wird dabei individuell an den Mitarbeiter sowie an die sensiblen technischen Bauteile angepasst. □



### Kontakt

Conrad Electronic SE  
 Klaus-Conrad-Str. 1  
 92240 Hirschau  
 Deutschland  
 T +49/9604/408787  
 F +49/9604/40 8936  
 businessbetreuung@ conrad.de  
 www.conrad.de

### Gründungsjahr

1923

### Conrad Sourcing Platform

Conrad Electronic steht als zuverlässiger Partner seit 1923 für Technik und Elektronik und bietet heute als Sourcing Platform alle Teile für die erfolgreiche Beschaffung von technischem Bedarf. Geschäftskunden bekommen bei Conrad genau das, was ihre Projekte oder ihr Business zum Erfolg führt: Ein breites und tiefes Sortiment, kundenzentrierte Lösungen und Services sowie fachkompetente Betreuung von Mensch zu Mensch. Um Verfügbarkeit und Versorgungssicherheit herzustellen, ist der Conrad Marketplace integraler Bestandteil

### SERVICELLEISTUNGEN

Geschäftskunden von Conrad profitieren nicht nur von der persönlichen Betreuung durch den Innen- und Außendienst sowie die Businessberatung in den Profistores, sondern auch von einem breiten Serviceangebot:

- Sonderbeschaffung, v.a. auch im Bereich elektronische Bauteile
- PCB-Service für Leiterplatten und Schablonen
- 3D Online Druckservice
- Projektgeschäft Product Sourcing & Development
- Einzelstückbelieferung bis Industrieverpackungen
- Kalibrier- und Kabelmeterservice
- 24 Stunden Standardlieferung (Warenverfügbarkeit vorausgesetzt)



der Plattform. Als Verlängerung des Online-Handels ergänzen die Conrad Profistores das Angebot ideal. Das Familienunternehmen Conrad hat seinen Hauptsitz im oberpfälzischen Hirschau (Ostbayern) und ist in 17 Ländern Europas am Markt vertreten.

### Produktportfolio

Profis in den Bereichen Elektronik, Entwicklung und MRO profitieren von der umfassenden Sortimentsbreite und -tiefe in den Bereichen Automation, Messtechnik, Bauelemente, Werkzeug, Gebäudetechnik, Computer & Büro, Stromversorgung und Education. Insgesamt hält die Conrad Sourcing zehn Millionen Produktangebote von über 6.000 Marken bereit, darunter 3M, Abus, Amphenol, AVM, Benning, Bosch, Brennenstuhl, CRC, Eaton, Ersa, Eska, Festo, Finder, Fischer, Fluke, Flir, Gedore, Gossen Metrawatt, Metabo, Merten, Harting, Hazet, Hewlett Packard, Hellermann-Tyton, Kontakt Chemie, Kern&Sohn, Knipex, Lapp, Ledlenser, Loctite, Logitech, Molex, Mean Well, Paulmann, Pepperl + Fuchs, Phoenix Contact, Rigol, Rittal, Rohde&Schwarz, Samsung, Schneider Electric, Siemens, Traco Power, Testo, Tektronix, Toolcraft, Tru Components, TE-Connectivity, TDK-Lambda, Voltcraft, Wago, Weidmüller, Weller, Werma, Wiha oder Wera.

### E-Procurement

Seinen Geschäftskunden stellt die Conrad Sourcing Platform einen auf sie zugeschnittenen Zugang innerhalb der digitalen Welt

zur Verfügung. Moderne E-Commerce-Lösungen versetzen Unternehmen in die Lage, ihre Einkaufsprozesse im Webshop zu organisieren und anzupassen. Da die Komplexität der Beschaffung aber immer weiter zunimmt, unterstützt Conrad darüber hinaus mit E-Procurement bei der Prozessdigitalisierung. Angefangen bei Conrad Smart Procure (CSP) für kleine und mittlere Betriebe bis hin zu OCI-Anbindungen für Großunternehmen und Konzernkunden mit ERP-Systemen: Um Beschaffung dauerhaft zu vereinfachen, ermöglicht die Conrad Sourcing Platform jedem Unternehmen die passende elektronische Einkaufsanbindung, um Prozesse noch transparenter und effizienter zu machen.

### Logistikleistung

Zusätzlich zum Marktplatz-Angebot hält die Conrad Sourcing Platform eine große Anzahl an Produkten dauerhaft und verlässlich auf Lager. Rund 50.000 Pakete verlassen täglich die hochmoderne Logistik mit vollautomatischem Shuttlelager von Conrad Electronic im bayerischen Wernberg-Köblitz und sind im Standard-Lieferservice innerhalb von 24 Stunden beim Geschäftskunden. Das Logistikzentrum verfügt über einen gegen elektrostatische Entladungen geschützten EPA-Bereich (Electrostatic Protected Area) und auch das gesamte ESD-Management ist vom TÜV NORD CERT nach DIN EN 61340-5-1 zertifiziert. Dies gewährleistet eine sichere Bauteilbehandlung nach höchsten Qualitätsstandards und eine sachgemäße Lagerung. □

# MEMPHIS ELECTRONIC GMBH



### Anschrift

MEMPHIS Electronic GmbH  
 Basler Str. 5  
 61352 Bad Homburg  
 Deutschland  
 T +49/6172/90350  
 info@memphis.de  
 www.memphis.de

### Gründungsjahr

1991

### Mitarbeiterzahl

65

### MEMPHIS Electronic: Das Memory Competence Center mit einzigartigem Portfolio

MEMPHIS Electronic bietet eine einzigartige Speicherkompetenz sowie das breiteste Produkt- und Serviceportfolio der Branche für Industrie- und Embedded-Anwendungen. Egal ob Legacy- oder neueste Speicherprodukte, ob Standard- oder exotische Speicherlösungen – wenn es um Speicher geht, ist MEMPHIS der richtige Ansprechpartner.

Seit über 30 Jahren hilft MEMPHIS Ingenieuren dabei, die richtigen Speicherkomponenten zu finden, die ihre Anforderungen über den gesamten Lebenszyklus zu einem stabilen Preis und mit der geforderten Langlebigkeit erfüllen. Denn MEMPHIS führt Produkte von über 18 verschiedenen Speicherherstellern. Solch ein einzigartiges Portfolio gibt es so kein zweites Mal.

Diese Spezialisierung auf Speicherlösungen hat MEMPHIS zu einem unbestrittenen Experten gemacht, der Technologie-Know-how und Marktexpertise kombiniert. Das ist das Erfolgsrezept von MEMPHIS.

### Distribution

Speicherprodukte sind zwar standardisiert, aber jede Anwendung ist anders, und jeder Speicher hat Stärken und Schwächen. Das Produkt-



portfolio von MEMPHIS reicht von SDRAM und DDR1 zu DDR5, von SRAM und Grafik-DRAMs zu mobilen DRAMs, von NOR und NAND zu Managed Flash wie eMMC und UFS, von MRAM zu Multi-Chip-Packages, die Flash mit LPDDR kombinieren. Das Team aus Ingenieuren und Speicherspezialisten hilft dabei, die passenden Speicherprodukte für die jeweilige Anwendung zu finden, liefert Muster und Simulationsmodelle und qualifiziert Alternativen.

### DRAM-Modul-Konfiguration

Ein weiterer Schwerpunkt von MEMPHIS ist die DRAM-Modul-Konfiguration. Kunden wählen die Kriterien, die für ihre Anwendung wichtig sind wie die DRAM-Technologie, den Formfaktor, die Kapazität, Geschwindigkeit, Datenbreite oder den Temperaturbereich. Basierend darauf konfiguriert und fertigt MEMPHIS diese spezifischen DRAM-Module über die gewünschte Produktlebensdauer. Jüngstes Beispiel ist die

komplett bleifreie Speichermodul-Familie, die von DDR1 bis DDR5 Modulen reicht.

### Services

Das Team von MEMPHIS bietet technische Beratung auf Augenhöhe und hilft beim Design-In, der Qualifizierung von Alternativen sowie der Suche nach Alternativen für abgekündigte Speicherkomponenten. Denn MEMPHIS verfügt über einzigartige Einblicke in Hersteller-Roadmaps, deren langfristige Produktverfügbarkeit sowie über wertvolle Cross-Reference-Informationen.

Mit 15 Standorten weltweit unterstützt MEMPHIS Kunden bei der globalen Lieferkette und dem Bestandsmanagement. Das Team unterstützt vor Ort – vom Design-In über Near- zur Off-Shore-Produktion. Zusätzlich wirkt der Speicherspezialist mit eigener Lagerhaltung an drei Standorten weltweit Lieferengpässen und Allokationen entgegen. □







**Kontakt**

MES Electronic Connect GmbH & Co. KG  
 In der Lache 2 – 4  
 78056 VS-Schwenningen, Germany  
 T +49/7720/945 - 200  
 info@mes-electronic.de  
 www.mes-electronic.de



**Gründungsjahr**

1985

**Mitarbeiterzahl**

24

**Qualitätsmanagement**

MES ist nach ISO 9001:2015 zertifiziert.

**Standorte**

Hauptsitz in D-78056 VS-Schwenningen,  
 Verkaufsbüro in D-13187 Berlin

Frische Ideen, beste Zutaten und viel Liebe – so einfach ist das Erfolgsrezept von MES, dem Spezialisten für innovative Verbindungstechnik, hochwertige Marken und kundenspezifische Lösungen für nahezu alle industriellen Branchen. Voraussetzung dafür ist nicht nur profunde und langjährige Marktkenntnis rund um den Globus, sondern auch die Leidenschaft, im Sinne des Kunden bestmögliche Lösungen zu präsentieren. So sind im Laufe der Zeit vertrauensvolle Partnerschaften

mit vielen führenden Markenherstellern entstanden, die allesamt ein hochwertiges Leistungsspektrum bieten.

Und davon profitieren die Kunden ganz unmittelbar: Denn bei MES ist es selbstverständlich, dass auf praktisch sämtliche Anforderungen individuell eingegangen werden kann – von Standard bis hochspezialisiert. Grundlage hierfür ist auch die ständige Anpassung des Produktsortiments an die Anwendungen der sehr innovativen MES-Kunden. Ob umspritzte Gehäuse und Stecker nach Kundenvorgaben, Sonderlösungen für Rundsteckverbinder M8 / M12 oder Kabelkonfektionen in ganz großem oder winzig kleinen Rastermaß, mit der Unternehmenszentrale im süddeutschen VS-Schwenningen und einem Vertriebsbüro in Berlin können bei MES alle Anfragen und Wünsche unkompliziert, schnell und persönlich beantwortet werden.

Technologisches Know-how gepaart mit Empathie und Kundenorientierung: Bei MES nennt

man das Kompetenz- und Serviceversprung – für die Partner und Kunden ist und bleibt es ein Versprechen: MES ist der Experte und Spezialist für Steckverbinder- und Kabelkonfektionslösungen aus einer Hand – und dabei ein Garant für Spitzenqualität, Liefertreue und maximale Wirtschaftlichkeit. Flexibel, just in time und zu wirtschaftlichen Konditionen, oder ganz einfach – die perfekte Verbindung!

**Produktportfolio**

MES bietet den Kunden ein großes Produktspektrum aus technisch und qualitativ hochwertigen Verbindungssystemen wie Karte/Kabel-, Karte/Karte- oder Kabel/Kabel-Verbindungen, Crimp-, Löt-, SMT-, Einpress- oder Schneidklemm-Technik, Folien-, Mini-DIN-, SUB-D-, Koax-, Modular-, USB-, Klinken-, Rast-, ICM-, Rundsteck-, Flachkabel-, PLCC-, SCSI-Steckverbinder sowie anschlussfertige Leitungen, Kabel, Kabelbündel und Kabelsätze inklusive montierten Steckverbindern, Aderendhülsen und Kontakten gemäß kundenspezifischen Entwicklungen. □



Die komplette Bandbreite an Steckverbindern.



5 WEGE, UM DIE DEUTSCHEN LIEFERKETTEN ZU STÄRKEN

## STÄRKE ZEIGEN

Das ifo-Institut hat berichtet, dass sich die Materialverfügbarkeit in Deutschland nun nahe dem Niveau vor der Corona-Pandemie befindet. Die auf Einkauf und Lieferketten spezialisierte Kloepfel-Gruppe empfiehlt Unternehmen trotzdem, sich für zukünftige Schocks zu wappnen. Fünf Maßnahmen nennen die Berater im Speziellen.

TEXT: Kloepfel BILDER: Kloepfel; iStock, kovaciclea





Die Lieferkette hat sich weitgehend von der Corona-Pandemie erholt. Eine Einladung zum „Business as Usual“ ist das allerdings nicht.

In seiner Konjunkturumfrage April 2024 berichtet das ifo-Institut: In keiner Branche liegt der Anteil der von Materialengpässen betroffenen Unternehmen bei über 20 Prozent. Die größten Herausforderungen haben die Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten zu bewältigen, bei denen 18,2 Prozent der Firmen betroffen sind. Knapp dahinter liegen die Produzenten elektrischer Ausrüstungen mit 17,5 Prozent, gefolgt vom Maschinenbau und der chemischen Industrie mit jeweils 14,4 und 14,5 Prozent. In vielen anderen Branchen sind weniger als zehn Prozent der Unternehmen von solchen Engpässen betroffen.

## Unternehmen in der Pflicht

Marc Kloepfel, CEO der Kloepfel Group, erklärt zu der aktuellen Lieferkettensituation: „Die Unternehmen haben dazu gelernt und passen ihre Lieferketten entsprechend den Störungen der vergangenen Jahre an. Die abgekühlte Konjunktur und die hohen Lagerbestände haben generell zu einem Rückgang der Materialnachfrage geführt. Nichtsdestotrotz sollten Unternehmen intensiv prüfen, inwieweit sie ihren Einkauf und ihre Lieferketten mit Blick auf zukünftige Schocks weiter optimieren müssen.“

## Lieferketten stärken

Folgende fünf Maßnahmen geben die Berater und Experten von Kloepfel den deutschen Unternehmen an die Hand:

- **Diversifikation der Lieferanten:** Unternehmen sollten ihre Lieferantenbasis geografisch diversifizieren und kontinental ausrichten, um Abhängigkeiten und Risiken zu minimieren.
- **Vertragsmanagement / flexible Verträge:** Mittels flexibler Verträge können Einkäufer und Supply Chain Manager sich besser an Marktveränderungen anpassen.
- **Konsequentes Risikomanagement:** Solide Notfallpläne, Simulationen von Lieferunterbrechungen und regelmäßige Risikoanalysen sind erforderlich, um im Falle einer Krise schnell handlungsfähig zu sein.
- **Nachhaltigkeit:** Die Anforderungen an nachhaltige Lieferketten sind gestiegen und sollten unbedingt im Blick behalten werden.
- **Künstliche Intelligenz und andere neue Technologien:** Durch moderne Technologien wie KI können Unternehmen ihre Lieferketten transparenter machen, um reaktionsfähiger zu werden.

## Unternehmen haben gelernt

„Die gute Nachricht ist, dass sich enorm viel bei Einkäufern und Supply-Chain-Managern getan hat“, sagt Kloepfel. „Beispielsweise zeigt unsere jüngste globale Umfrage unter 421 Teilnehmern, dass drei Viertel (75,9 Prozent) planen, KI in ihre Beschaffungsprozesse zu integrieren beziehungsweise auszuweiten. Häufig fehlen jedoch die Fachkräfte.“ Angesichts der verbesserten Materialverfügbarkeit ist es für Unternehmen jetzt ein idealer Zeitpunkt, ihre Planlieferzeiten in den Systemen anzupassen und überhöhte Lagerbestände abzubauen. Diese Maßnahmen können dazu beitragen, Kapital freizusetzen. Indem sie Prozesse verschlanken und die Lagerhaltung optimieren, können Firmen auch schneller auf Marktveränderungen reagieren.

Efe Duran Sarikaya, Geschäftsführer von Kloepfel Consulting, sagt: „Die Rückkehr zur Materialverfügbarkeit vor Corona ist ein positives Zeichen, sollte aber nicht als Einladung zum Business as Usual verstanden werden. Vielmehr bietet sich jetzt die Chance, die Lehren aus den vergangenen Jahren zu ziehen und Lieferketten so zu optimieren, dass sie gegen zukünftige Schocks besser gewappnet sind.“ □



# 13,1

QUELLE: WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS  
(STAND: 4. JUNI 2024)

**Prozent** soll laut WSTS-Prognose der globale Halbleitermarkt 2024 wachsen. Nach einem Rückgang von 9,4 Prozent in 2023 sind das jetzt erfreuliche Aussichten.

Der stärkste Wachstumsmarkt ist mit 5,9 Prozent Europa. Die treibende Kraft bilden in diesem Umfeld die Leistungshalbleiter, die vor allem in den Bereichen Stromversorgung und Stromverteilung zum Einsatz kommen. Möchten Sie mehr wissen? Fachbeiträge zu weiteren spannenden Themen rund um die Elektronik-Industrie lesen sie ab Seite 14.

Auf dem Weg

# zur Klimaneutralität

Expertenmedium für Energie-Verantwortliche in der Industrie

JETZT 4 WOCHEN

UNVERBINDLICH TESTEN!

energy.prime ist das Informationsangebot für Energieverantwortliche in der produzierenden Industrie. In einem Segment, in dem das Hintergrundrauschen immer lauter wird, fasst energy.prime zusammen, was wirklich wichtig ist.

**energy**  
**prime**  
EMPOWER NET ZERO INDUSTRY

part of **INDUSTRY.FORWARD**

Jetzt testen: [www.energy-prime.de/probeabo-energy](http://www.energy-prime.de/probeabo-energy)

# Jetzt handeln – bevor Sie rot sehen

Verhindern Sie Maschinenausfälle  
mit der richtigen Technik.

- ✓ breites **Instandhaltungssortiment**
- ✓ präzise **Messtechnik** wie  
Netz-Analysegeräte und Multimeter
- ✓ passende **Services** wie  
die Kalibrierung Ihrer Geräte

[conrad.de/vorausschauende-wartung](https://conrad.de/vorausschauende-wartung)



Alle Teile des Erfolgs

**CONRAD**