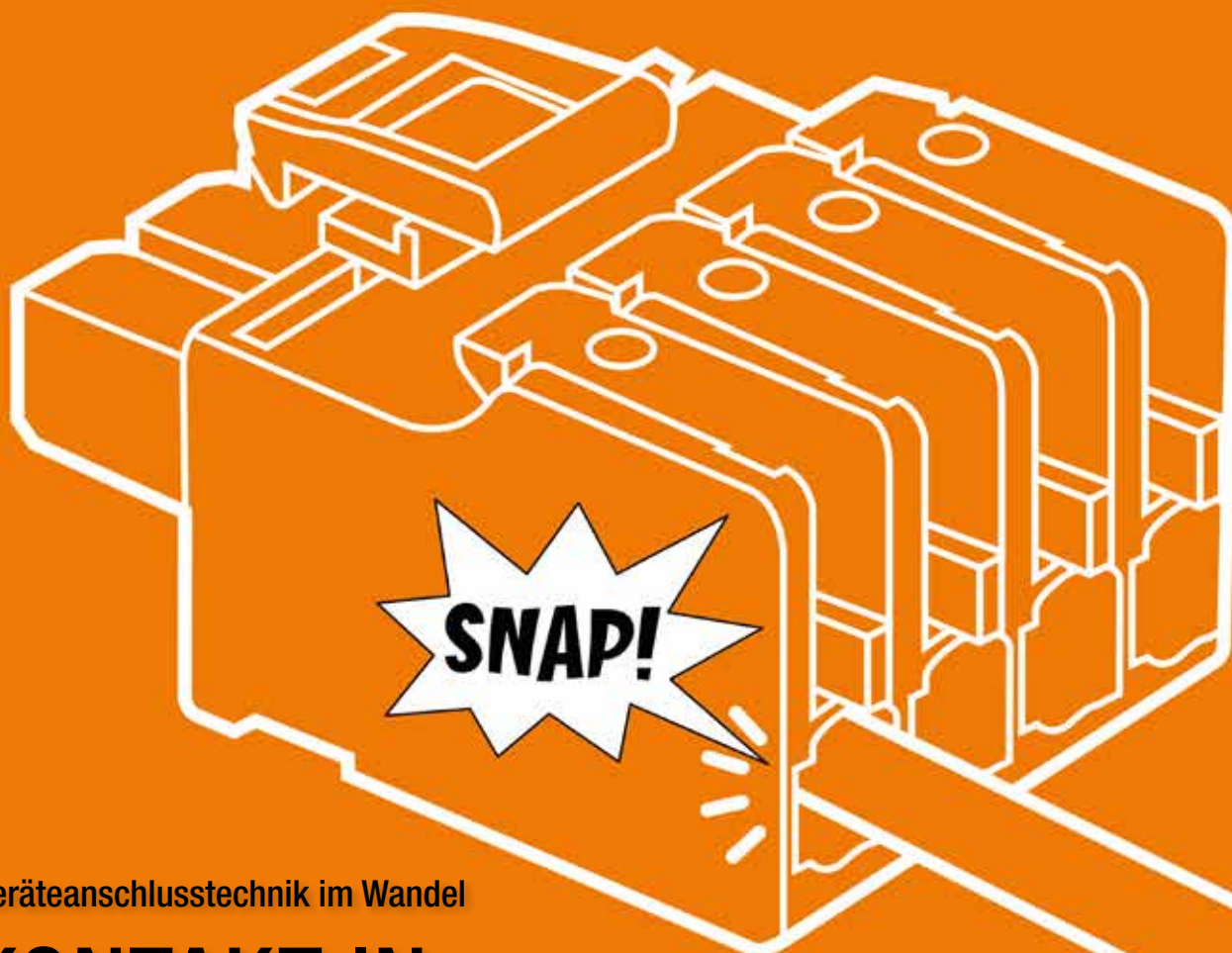


E&E EXPLORE

NEXT TECH ELECTRONICS



TITELBILD-SPONSOR: WEIDMÜLLER

Geräteanschlusstechnik im Wandel

KONTAKT IN SEKUNDEN

...mehr ab Seite 8

CONNECTIVITY

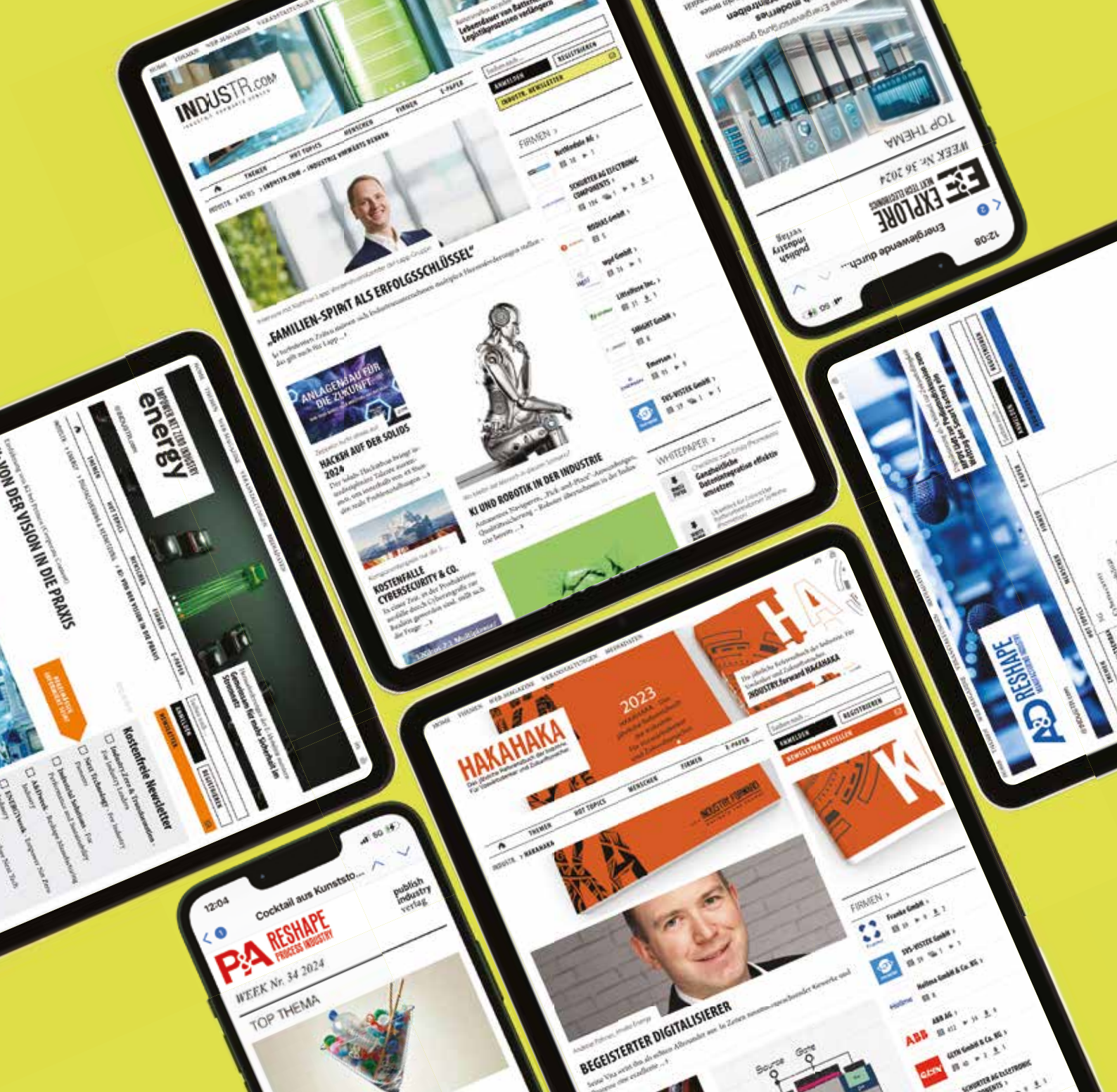
Mit smarter Anschlusstechnik
zum Wettbewerbsvorteil ab S. 14

SYSTEMLÖSUNG

Elektronik richtig kühlen
und schützen S. 28

DISTRIBUTOREN-GUIDE

Herausforderungen der
modernen Distribution ab S. 50



NETZWERK WISSEN BUSINESS

INDUSTR.com – INDUSTRIE VORWÄRTS DENKEN

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

INDUSTR.com

INDUSTRY ZERO &
TRANSFORMATION

NEXT
TECHNOLOGY

INDUSTRIAL
SOLUTIONS

A&D

E&E

energy

P&A

part of INDUSTRY.FORWARD

Explore Next Tech ELECTRONICS



Mehr Wettbewerbsfähigkeit beginnt mit dem richtigen Update

Flexibilität, Resilienz und Nachhaltigkeit bleiben Schlüsselthemen. In der Welt von E&E dreht sich alles um Entwicklung und Elektronik in der Industrie – online, im E-Paper und auf unseren Kanälen LinkedIn @INDUSTRY.com und YouTube @INDUSTRY.forward.

Holen Sie sich das Wichtigste direkt ins Postfach: mit unseren Newslettern. Jetzt abonnieren unter industr.com/EuE.



Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E: Verbindungstechnik galt lange als passive Infrastruktur: Sie musste Strom, Signale und Daten zuverlässig übertragen – mehr nicht. Doch mit höheren Datenraten, hybriden Power/Data-Schnittstellen, Condition Monitoring und vernetzten Systemen verändert sich ihre Rolle grundlegend. Künftig stellt sich nicht mehr nur die Frage nach Kontaktwiderstand, Schirmung oder Lebensdauer, sondern auch: Welche Intelligenz an der Schnittstelle bringt echten Mehrwert – und wo erzeugt sie nur zusätzliche Komplexität? Deshalb stelle ich heute die Frage:

WIE VIEL INTELLIGENZ BRAUCHT DIE VERBINDUNGSTECHNIK DER ZUKUNFT?

Verbindungstechnik war lange die stille Disziplin der Elektronikentwicklung: spezifiziert nach Stromtragfähigkeit, Kontaktwiderstand, Verriegelung, IP-Schutzart und Lebensdauer. Sie musste funktionieren, aber nicht auffallen. Mit steigenden Datenraten, dichten Baugruppen, hybriden Power/Data-Schnittstellen und vernetzten Maschinen wird der Steckverbinder vom passiven Übergang zum kritischen Systemknoten.

Die Frage lautet nicht, ob Verbindungstechnik intelligenter wird, sondern wo Intelligenz sinnvoll ist. Ein Steckverbinder muss nicht zum Mikrocontroller werden. Aber er kann Zustände erfassen, bevor sie zum Ausfall führen: Temperaturanstieg durch Übergangswiderstände, Feuchte, Vibration, Steckzyklen, Verriegelung oder Schirmungsprobleme. Damit entsteht Diagnose direkt an der physikalischen Schnittstelle – dort, wo viele Fehler beginnen.

Intelligente Verbindungstechnik darf jedoch nicht mit Komplexität verwechselt werden. Jeder Sensor, jede Auswerteelektronik und jede digitale Identifikation erhöht Kosten, Bauraum, Qualifikationsaufwand und potenzielle Fehlerquellen. Mehrwert entsteht erst, wenn die Daten genutzt werden: für Predictive Maintenance, Modulidentifikation, sichere Inbetriebnahme, Lastmanagement oder Rückverfolgbarkeit. Ohne Einbindung in Firmware und Diagnosekonzept bleibt Intelligenz ein isoliertes Feature.

Für die Entwicklung heißt das: Connectivity muss früher in die Systemarchitektur einbezogen werden. Die Schnittstelle wird nicht mehr am Ende passend gemacht, sondern definiert Signalqualität, thermisches Verhalten, Servicefähigkeit und Sicherheitskonzept mit. Zukunftsfähige Verbindungstechnik ist deshalb nicht maximal intelligent, sondern angemessen intelligent. Sie erkennt kritische Zustände, unterstützt robuste Designs und liefert Informationen, die ein System zuverlässiger, wartbarer und langlebiger machen.

Die nächste Stufe modularer Industrie-Steckverbinder.

Han-Modular® Domino Module in Verbindung mit Han® HPR Compact Gehäusen – Die perfekte Kombination für Anwendungen mit begrenztem Platzangebot.

**KOSTENLOSES
PRODUKTMUSTER ANFORDERN**



- Kleinere & leichtere Steckverbindungen ermöglichen **bis zu 50 % Platzersparnis**
- **Maximale Flexibilität**, passend skalierbar auf den jeweiligen Bedarf
- **Reduktion der Installationszeiten** durch Zusammenführung mehrerer Einzelsteckverbindungen
- **Kompatibel** mit bestehenden Komponenten der Han-Modular® Baureihe, dem Marktstandard für modulare Industrie-Steckverbinder
- **Nachhaltigkeit** durch konsequente Modularisierung

One Range. No Limits:
www.HARTING.com/domino



INHALT

AUFTAKT

- 06** Im Rampenlicht: GaN ermöglicht Entwicklung grünerer Halbleiter
- 12** Highlights der Branche

TITELREPORTAGE

- 08** Titelstory: Geräteanschlussstechnik im Wandel – verdrahten, fertigen, automatisieren
- 10** Titelinterview: Snap In – der Turbo für den Aufbau komplexer Installationen

FOKUS: CONNECTIVITY

- 14** Umfrage: Welchen Herausforderungen müssen sich Steckverbinder stellen?
- 16** Praxisnaher Brandbekämpfer: Sichere Verbindungstechnik für Gebäudeinfrastrukturen
- 20** Das Licht am Ende des Tunnels: Optische LAN-Netzwerke als Effizienz-Hebel
- 24** Von der Idee zur Serie: Wettbewerbsfähiger durch kundenspezifische Steckverbinder

RUBRIKEN

- 03** Editorial
- 37** Business-Profil: ICT Suedwerk
- 62** Impressum & Firmenverzeichnis
- 66** Die Zahl

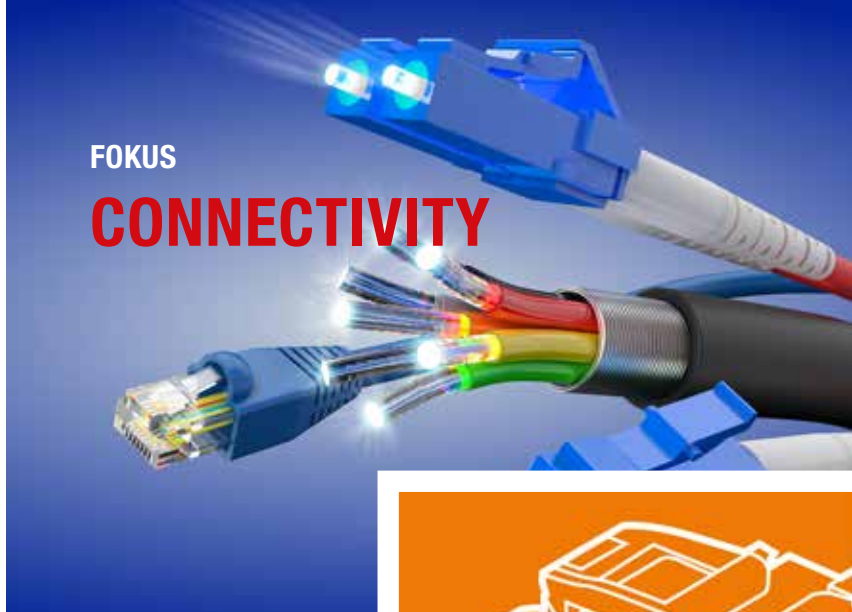
TITELBILD: Weidmüller; iStock, Polinmr



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

FOKUS

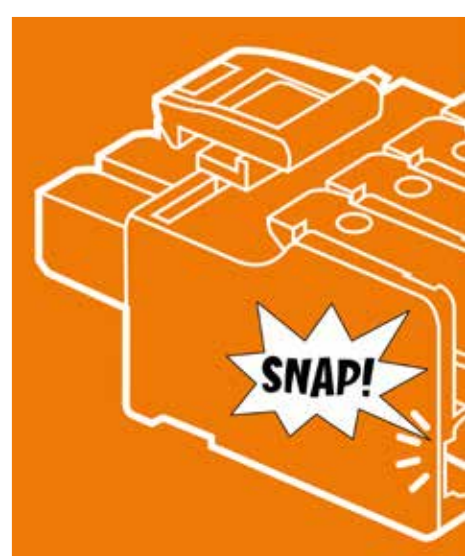
CONNECTIVITY



AB SEITE 08

TITELSTORY

Wie Snap-In-Technologie den Geräteanschluss vereinfacht



AB SEITE 50

SPEZIAL: DISTRIBUTOREN-GUIDE

Die aktuellen Herausforderungen einer modernen Distribution



14

AB SEITE

FOKUSTHEMA

Connectivity beginnt
am Kontakt



44

SINGLE PAIR ETHERNET

Vom Technologietrend zu
praktischen Designüberlegungen



ELECTRONICS SOLUTIONS

- 28 Kühlbox: Flexibles Aluminiumgehäuse als Schlüsselkomponente der Elektronik
- 32 Displays für smarte, autarke Systeme: Lesbarkeit bei minimalem Energiebedarf
- 34 Der Turbo für Entwickler: Audiotechnologie aus der Cloud
- 38 Dauerhafte Signalintegrität: Vergoldete taktile Schalter in HMI-Anwendungen
- 42 Stromversorgung als Systemarchitektur: Energiebedarf von Laserdioden im Fokus
- 44 Single Pair Ethernet: Vom Trend zu praktischen Designüberlegungen

NET ZERO ELECTRONICS

- 48 All Electric Society: Daten als Lebensader von Schienenfahrzeugen

SPEZIAL: DISTRIBUTOREN-GUIDE

- 50 Umfrage: Wie flexibel ist die Distribution heute wirklich?
- 53 Business-Profil: Arrow Electronics
- 54 Immer lieferfähig bleiben: Obsoleszenz-Management als strategischer Erfolgsfaktor
- 57 Business-Profil: Conrad Electronic
- 58 Was steckt hinter den Begriffen: LTB, NCNR oder RFQ?
- 59 Business-Profil: Memphis Electronic
- 60 Kommentar: „CRA 2026: Jetzt wird es ernst!“
- 63 Business-Profil: MES Electronic Connect

NEXT ELECTRONICS

- 64 Kommentar: „Warum KI ohne die richtige Hardware nur Theorie bleibt“

**Weil
manchmal
alles von
genau
18 Volt
abhängt.**

datatec.eu/future



ENERGIEEFFIZIENTE ELEKTRONIK DURCH GaN-HALBLEITERTECHNOLOGIE

GALLIUMNITRID ALS WEGWEISER FÜR GRÜNERE ELEKTRONIK

Eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen durch modulare, leicht integrierbare GaN-Leistungshalbleiter – das ist das Ziel im EU-geförderten Projekt All2GaN. Das Fraunhofer IZM übernimmt dabei eine zentrale Rolle: Das Institut entwickelt Fügetechnologien, die entscheidend für die Leistungsfähigkeit, Miniaturisierung und Nachhaltigkeit zukünftiger GaN-Elektronik sind.

TEXT: Michaela Sandner, E&E; mit Material vom Fraunhofer IZM BILDER: Volker Mai, Fraunhofer IZM



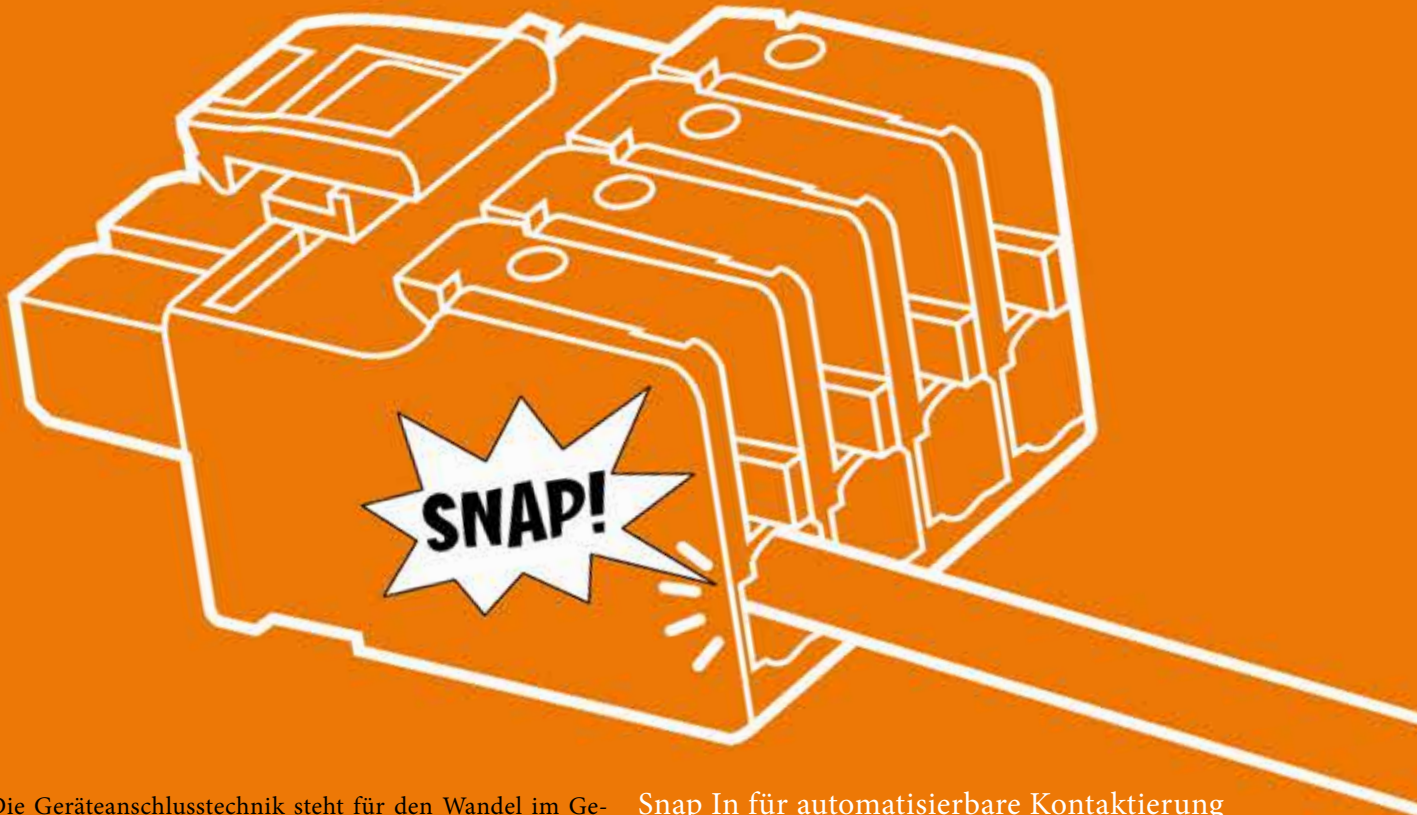
Galliumnitrid (GaN) gilt als einer der wichtigsten Halbleiterwerkstoffe für die Elektronik der Zukunft. Im Vergleich zu Silizium ermöglicht GaN höhere Leistungsdichten, geringere Schaltverluste und höhere Frequenzen, was einen entscheidenden Vorteil für die Bereiche Telekommunikation, Rechenzentren, E-Mobilität und erneuerbare Energien darstellt. Im EU-Projekt „AlI2GaN“ (Affordable smart GaN IC solutions for greener applications) testen Forschende des Fraunhofer IZM die entwickelten Bauelemente in elf industriellen Demonstratoren. Sie erwarten eine Reduzierung der Verluste um rund 30 Prozent. Langfristig könnten GaN-basierte Schaltungen rund 86 TWh Energie pro Jahr in der EU einsparen, was etwa 43 Mio. t CO₂ jährlich entspricht. Der Fokus liegt auf der Thermokompression für Fine-Pitch-Verbindungen unter 10 µm.

SCHNELLER VERDRAHTEN, SICHERER FERTIGEN, EINFACHER AUTOMATISIEREN

Geräteanschlusstechnik im Wandel

Steigende Funktionsdichte, kürzere Zyklen und mehr Automatisierungsdruck machen den elektrischen Anschluss zum entscheidenden Stellhebel im Geräte- und Schaltschrankbau. Werkzeuglose Anschlusskonzepte, durchgängiges Ethernet bis in die Feldebene und digitale Engineering-Services reduzieren Montageaufwand, vermeiden Medienbrüche und beschleunigen den Weg von der Idee bis zur Serie.

TEXT: Weidmüller BILDER: Weidmüller; iStock, Polinmr



Die Geräteanschlusstechnik steht für den Wandel im Geräte- und Schaltschrankbau. Geräte werden kompakter, leistungsfähiger und kommunikationsstärker, während Entwicklungs- und Produktionszyklen kürzer werden. Zugleich steigt der Druck, Montagezeiten zu senken, Prozesse zu standardisieren und Fertigungsschritte zu automatisieren. Damit wird der elektrische Anschluss zu einem wichtigen Hebel für Prozesssicherheit, Skalierbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

Schraub- und Federzuganschlüsse waren lange Standard. In automatisierten Umgebungen zeigen sich jedoch Grenzen: Schraubanschlüsse benötigen definierte Anzugsmomente und Prüfprozesse, Federzuganschlüsse setzen vorbereitete Leiter und präzises manuelles Arbeiten voraus. Für roboterassistierte Verdrahtung sind beide Technologien daher nur bedingt geeignet.

Snap In für automatisierbare Kontaktierung

Neue Anschlussstechnologien setzen genau hier an. Bei der Snap In-Technologie wird der abisolierte Leiter direkt in die Anschlussstelle gesteckt und automatisch kontaktiert. Ein Federmechanismus kontaktiert gängige Leiterarten ohne zusätzliche Vorbereitung. Die erfolgreiche Verbindung wird akustisch durch ein Einrasten sowie optisch und haptisch über die Position eines Pushers angezeigt.

Die Verbindung ist vibrationssicher, gasdicht und auf langfristige elektrische Stabilität ausgelegt. Auch das Lösen erfolgt werkzeuglos: Durch Betätigen des Pushers lassen sich Leiter schnell austauschen oder neu positionieren. Damit eignet sich die Technologie für manuelle Anwendungen ebenso wie für standardisierte und automatisierte Montageprozesse.

Weidmüller hat die Snap In-Technologie in die Klippon Connect Reihenklemmen, die schweren Steckverbinder RockStar, die Steckverbinder OMNIMATE, die Push Pull Power-Steckverbinder und die PROeco 2nd Gen. integriert.



Effizienz im Geräte- und Schaltschrankbau

Der Wegfall vorbereitender Arbeitsschritte wie Crimpen verkürzt Prozesszeiten. Gleichzeitig steigt die Reproduzierbarkeit der Kontaktierung, weil sie unabhängig von manuellen Anzugskräften funktioniert. Für den Schaltschrank- und Gerätebau entstehen dadurch neue Möglichkeiten, Verdrahtungsprozesse zu standardisieren und robotergestützte Lösungen einzusetzen.

Snap In ist inzwischen in ein breites Portfolio integriert – von Reihenklemmen und Leiterplattensteckverbindern über schwere Steckverbinder bis zu Push-Pull-Power-Steckverbindern und Stromversorgungen. So lässt sich das Prinzip über verschiedene Leistungsebenen und Gerätekategorien hinweg nutzen. Hersteller profitieren von einem durchgängigen Ansatz, der manuelle Montage vereinfacht und automatisierte Fertigung unterstützt.

Ethernet und Services als Entwicklungstreiber

Parallel verändert sich die Kommunikationsinfrastruktur industrieller Geräte. Ethernet-basierte Kommunikation reicht zunehmend bis in die Sensor- und Feldebene. Eine Schlüsselrolle spielt dabei Single Pair Ethernet, weil es Daten- und Leistungsübertragung über eine kompakte gemeinsame Schnittstelle ermöglicht.

Hybride Single-Pair-Ethernet-Steckverbinder im OMNIMATE-Portfolio greifen diesen Trend auf. Sie basieren auf dem international standardisierten Steckgesicht gemäß IEC 63171-7 in der zweiten Edition und ermöglichen herstellerübergreifende Interoperabilität. So entstehen durchgängige Ethernet-Architekturen vom Sensor bis zu IT- und Cloud-Systemen – ohne zusätzliche Schnittstellen oder Medienbrüche.

Neben der Hardware gewinnen Services entlang des Entwicklungsprozesses an Bedeutung. Digitale Tools und Engineering-Services verkürzen Entwicklungszeiten und helfen, Fehlentscheidungen früh zu vermeiden. PCB Connector Services begleiten den Lebenszyklus eines elektrischen Geräts von der Konzeptphase über Produktauswahl und Design-In bis zur Fertigungsintegration. Auswahlwerkzeuge, Engineering-Daten, 3D-Modelle und EDA-Bibliotheken erleichtern die Integration ins Leiterplattendesign; Beratung unterstützt bei normativen Fragen wie Luft- und Kriechstrecken oder Zertifizierungen.

Verbindungstechnik als Skalierungsfaktor

Moderne Gerätearchitekturen brauchen Anschlussysteme, die sich flexibel an Leistungs-, Platz- und Fertigungsanforderungen anpassen lassen. Modulare Leiterplattensteckverbinder und -klemmen für verschiedene Rastermaße, Polzahlen und Leistungsbereiche bilden die Basis skalierbarer Konzepte. Für die Serienfertigung stehen Komponenten in THR- und SMD-Ausführung bereit, sodass sie in Reflow-Prozesse integriert werden können. Zusätzliche Montageschritte entfallen, der Automatisierungsgrad steigt.

Fazit

Damit entwickelt sich Geräteanschluss Technik vom Detail zum Enabler für Automatisierung, Digitalisierung und Effizienz. Zudem vereinfachen werkzeuglose Kontaktierung, standardisierte Kommunikationsschnittstellen und begleitende Services die Entwicklung und Fertigung, erhöhen die Prozesssicherheit und helfen Herstellern, steigende technische Anforderungen wirtschaftlich umzusetzen. Zugleich schaffen sie die Grundlage für vernetzte Industriearchitekturen der Zukunft.



Snap In – der Turbo für den Aufbau komplexer Installationen „Kontakt in Sekunden“

Crimpen, Schrauben, Prüfen, Nacharbeiten: Was im Gerätebau jahrzehntelang Routine war, wird in automatisierten Fertigungsumgebungen zunehmend zum Engpass. Herr René Arntzen, Head of Product Management Device Connectivity bei Weidmüller, spricht mit dem E&E-Magazin darüber, warum Snap In, Single Pair Ethernet (SPE) und Engineering-Services den Geräteanschluss neu definieren.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Bernhard Haluschak, E&E **BILD:** Weidmüller

Warum rückt die Geräteanschluss-technik heute stärker in den strategischen Fokus der Elektronik-entwicklung?

Die Anschlusstechnik ist weit mehr als nur ein „C-Teil“; sie fungiert als die zentrale Schnittstelle zwischen dem Geräteentwickler und seinen Kunden. Da sie den ersten physischen Berührungspunkt bei der Installation darstellt, ist sie maßgeblich für die Haptik, die wahrgenommene Qualität und die Funktionalität des gesamten Geräts verantwortlich. In der heutigen Zeit, in der der Zeit- und Kostendruck bei der Verdrahtung massiv zunimmt, wird eine effiziente und intuitiv bedienbare Anschlusstechnik zu einem entscheidenden strategischen Wettbewerbsvorteil, der die Installationszeiten beim Endanwender drastisch reduziert.

Welche Grenzen zeigen etablierte Schraub- und Federzuganschlüsse in modernen Fertigungsumgebungen auf?

Klassische Schraubanschlüsse sind nicht wartungsfrei, da sich der Leiter mit der Zeit setzen kann, was theoretisch ein regelmäßiges Nachziehen der Schrauben erfordert, um die Sicherheit zu gewährleisten. Zudem benötigen sie mehr Bauraum für den Werkzeugzugang und erfordern oft einen zusätzlichen Berührungsschutz, da die metallischen Schraubköpfe offen liegen. Bei herkömmlichen Federanschluss-techniken wie Push In stößt man oft an Grenzen, wenn flexible Leiter verwendet werden; diese müssen häufig erst durch das Aufcrimpen von Aderendhülsen vorbereitet werden, um sie wie einen starren Leiter in die Klemmstelle stecken zu können, was einen zusätzlichen Arbeitsschritt bedeutet.

Was ist der entscheidende technische Vorteil der Snap In-Technologie für den Anwender?

Der größte Fortschritt liegt im sogenannten „Wire Ready“-Konzept: Die Klemmstelle wird bereits vorgespannt und geöffnet ausgeliefert. Der Installateur muss den Leiter lediglich abisolieren und einführen; ein deutlich hörbares „Klick“ signalisiert sofort die sichere und dauerhafte Verbindung. Dieses direkte optische, akustische und haptische Feedback macht das bisher übliche und zeitintensive manuelle Kontrollieren durch Ziehen am Leiter („Zupfen“) überflüssig, wodurch die Montage nicht nur schneller, sondern auch weitaus zuverlässiger wird.

Wie wirkt sich dieses Anschlusskonzept auf die Prozesssicherheit im Betrieb aus?

Snap In garantiert die gleiche hohe Performance in Bezug auf Schock- und Vibrationsfestigkeit wie die bewährte Push-In-Technik, eliminiert aber den „Faktor Mensch“ bei der Installation. Da kein definiertes Drehmoment und kein Spezialwerkzeug erforderlich sind, werden Fehler wie zu lose oder zu fest angezogene Verbindungen – die oft von der Tagesform des Monteurs abhängen – konsequent vermieden. Die konstante Federkraft sorgt zudem dafür, dass kein Setzverhalten auftritt, was die gesamte Verbindung über den gesamten Lebenszyklus des Geräts hinweg wartungsfrei macht.

Inwieweit lässt sich die Snap In-Technologie automatisieren?

Snap In ist die ideale Lösung für eine robotergestützte Verdrahtung, da der Prozess im Gegensatz zu Push In nahezu kraftlos erfolgt. Ein Roboter muss keine Federkraft mehr aktiv überwinden, da die Klemmstelle bereits offen ist; er führt den Leiter einfach ein, bis diese zuschnappt. Dies ermöglicht nicht nur eine extrem hohe Wiederholgenauigkeit ohne Ermüdungserscheinungen, sondern erlaubt auch einen effizienten Rund-um-die-Uhr-Betrieb in der Fertigung, was den gesamten Produktionsprozess für den Gerätehersteller deutlich wirtschaftlicher gestaltet.

„Snap In ist die ideale Lösung für eine robotergestützte Verdrahtung, da der Prozess im Gegensatz zu Push In nahezu kraftlos erfolgt.“

Welche Rolle spielt Single Pair Ethernet (SPE) in diesem Zusammenhang?

SPE ist ein technologischer Meilenstein, da hier erstmals eine Kommunikationsinfrastruktur explizit für die rauen Anforderungen der Industrie und nicht für das Büroumfeld entwickelt wurde. Es ist weitaus industrierobuster und kompakter als herkömmliche RJ45-Lösungen und spart durch die Reduzierung von vier oder acht auf nur zwei Adern massiv an Material und Platz ein. Dank der nun vorliegenden harmonisierten Standards steht die SPE-Technologie an der Schwelle zur breiten Anwendung, wobei Snap In hier die ideale Ergänzung bietet, um diese Kommunikation einfach und schnell in die Feldebene zu bringen.

Neben der Hardware gewinnen digitale Tools und Engineering-Services an Bedeutung. Wie unterstützen PCB Connector Services Entwickler konkret im Design-in-Prozess?

Digitale Tools wie der Connector Guide unterstützen Entwickler, indem sie jahrzehntelanges Anwendungs-Know-how in präzise Produktempfehlungen für spezifische Einbausituationen übersetzen. Der Service umfasst zudem die Bereitstellung von EDA-Daten und 3D-Modellen sowie einen Konfigurator zur Individualisierung. Ein weltweiter 72-Stunden-Musterservice ermöglicht schnelles Prototyping, während Kalkulatoren wie der TCO Calculator die wirtschaftlichen Vorteile von Snap In belegen.

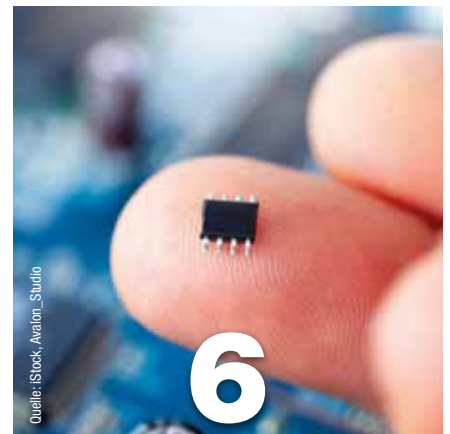
Welchen Ausblick geben Sie für die Zukunft der Verbindungstechnik?

Snap In ist als der neue Standard für die kommenden Jahrzehnte konzipiert, da die Technologie in puncto Schnelligkeit und Sicherheit kaum noch Spielraum für weitere Steigerungen lässt. Die strategische Entwicklung zielt nun darauf ab, Snap In in immer größere Anschlussquerschnitte und verstärkt in den Bereich der Leistungselektronik zu überführen. Hier werden künftig auch integrierte Funktionen wie spezielle Schirmauflagen eine wichtige Rolle spielen, um die EMV-Sicherheit bei leistungsstarken, getakteten Systemen direkt am Anschlusspunkt zu erhöhen.

6

HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Die Ifm-Gruppe begrüßt einen neuen CTO und Schaeffler und Spire Global kooperieren beim Aufbau einer eigenständigen europäischen Raumfahrtinfrastruktur. Forschende entwickeln einen speziellen 25 nm breiten Speicher, Conrad bringt einen B2B-Katalog und Siglent stellt eine Plattform für komplexe Signalgenerierung vor.



Subsysteme für kritische Infrastrukturen

Raumfahrt-Hardware

Schaeffler und Spire Global haben eine Absichtserklärung unterzeichnet, um gemeinsam Subsysteme für Raumfahrt-hardware, Satellitenplattformen sowie Hochfrequenz- und Umweltsensorik zu entwickeln. Das Ziel ist ein eigenständiges europäisches Geschäftsfeld, das in Deutschland industrialisiert, im Orbit erprobt und für Dual-Use-Missionen skalierbar ist.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2914091

Personalie

CTO-Nachfolge

Bei der Ifm-Unternehmensgruppe stand ein Führungswechsel an. Nach fast 35 Jahren verließ CTO Benno Kathan das Unternehmen. Dr. Volker Frey, vorheriger Geschäftsführer der Business Unit Ifm Position Group, übernahm zum 1. Mai die technische Gesamtverantwortung für die Sensorik bei Ifm. Co-CEO Martin Buck erhielt zusätzliche Zuständigkeiten für das technische Management.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2913261

Für energieeffiziente Industrieanwendungen

AC-DC bis 1,5 kW

TDK führt die TDK-Lambda AC-DC-Module PFE1500FB mit einer Nennleistung von 1.500 W ein. Diese Serie der dritten Generation akzeptiert einen breiten Eingangsspannungsbereich von 85 bis 305 VAC und bietet die Möglichkeit, mit einer Nenn-Eingangsspannung von 277 VAC zu arbeiten, um Industrie-, Beleuchtungs- und Gebäudeautomationsgeräte mit Strom zu versorgen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2911002

B2B-Katalog ist zurück

Conrad-Bibel

Nach acht Jahren Pause bringt Conrad einen 960-seitigen B2B-Katalog zurück und belebt damit das bekannte Format neu – jedoch nicht aus Nostalgie, sondern als Navigationshilfe für seine Kundinnen und Kunden. Er zeigt einen Ausschnitt der Conrad Sourcing Platform und führt per QR-Code zu den Live-Preisen, der Verfügbarkeit und dem digitalen Bestellprozess auf der Website von Conrad.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2913743

Ausgangsfrequenzen bis 5 GHz

Arbiträrsignalgenerator

Mit der SDG8000A-Serie stellt Siglent eine Plattform für komplexe Signalgenerierung vor, die breitbandige Arbiträrsignale, direkte HF-Synthese und IQ-Vektorsignalgenerierung vereint. Im IQ-Modus erreicht die Serie Ausgangsfrequenzen bis 5 GHz mit Abtastraten bis 12 GSa/s und einer Auflösung von 16 Bit. Die Plattform unterstützt Kommunikationsstandards wie 5G NR, LTE und Wi-Fi.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2914083

Mehr Energieeffizienz in 25-nm-Technik

Ultrakleiner Speicher

Forschende des Institute of Science Tokyo haben einen nur 25 nm breiten ferroelektrischen Tunnelübergangsspeicher entwickelt und beweisen: Je kleiner das Bauelement, desto besser die Leistung. Der Speicher nutzt die Kristallstruktur von Hafniumoxid sowie halbkreisförmige Elektroden, um Stromverluste zu minimieren, und ermöglicht energieeffizientere Smartphones, KI und IoT.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2913472

MADE IN GERMANY



FLEXITAST DIE INNOVATIVE DISPLAYTASTE

- HIGH-KONTRAST:** Innovative ZBD-Technologie für perfekte Darstellung.
- DYNAMIC-CONTENT:** Symbole und Texte jederzeit flexibel anpassen.
- PURE-COLOR:** Brillante Farben und echtes Weiß dank RGBW-LEDs.
- ZERO-POWER-SAFE:** Informationen bleiben auch ohne Strom dauerhaft sichtbar.
- EFFIZIENZ-PLUS:** Komplexität reduzieren, Energie sparen und Kosten nachhaltig senken.



www.schlegel.biz

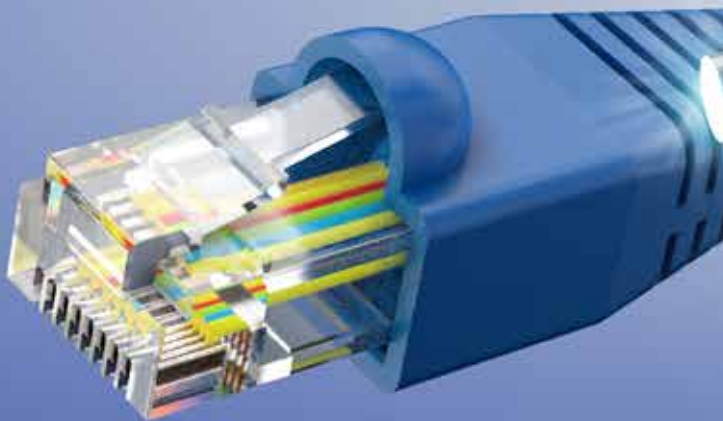
Verbindungstechnik im Technologiewandel

AM ANFANG STEHT DIE VERBINDUNG

Ob in Industrie, Mobilität, Energie oder digitaler Infrastruktur: Zuverlässige Verbindungen bilden die Grundlage moderner Systeme. Gleichzeitig steigen die Erwartungen an Leistungsfähigkeit, Effizienz, Verfügbarkeit und Anpassungsfähigkeit. Damit rückt die Frage in den Mittelpunkt: Welche aktuellen Herausforderungen prägen den Bereich Steckverbinder und Konnektivität heute besonders?

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, E&E

BILDER: iStock, Thomas-Soellner; teilnehmende Unternehmen



**PHILIPP
ZUBER**

Die steigende Vernetzung von Geräten in Industrie 4.0 und IoT ist die zentrale Herausforderung unserer Branche: Maschinen und Anlagen übertragen heute kontinuierlich große Datenmengen und benötigen dafür Steckverbinder, die höchste Datenraten in immer kleineren, modularen Bauformen zuverlässig beherrschen. Ergänzend dazu erfordert der Fachkräftemangel intelligente Anschlusstechniken, die Fehler im Feld minimieren. binder begegnet diesen Herausforderungen mit kompakten, hybriden Steckverbindersystemen für schnelle Datenübertragung etwa via Single Pair Ethernet.

Head of Product Management,
Binder



**JONAS
DIEKMANN**

Die industrielle Steckverbin- dertechnik steht aktuell im Spannungsfeld wachsender Anforderungen. Der Wunsch der Anwender nach Miniaturisierung trifft auf steigende Leistungs- und Datenraten, während höchste Zuverlässigkeit unter rauen Bedingungen weiterhin gewährleistet werden muss. Voranschreitende Digitalisierung, Hybridisierung und Automatisierung treiben die Komplexität zusätzlich voran. Gefragt sind Lösungen, die Power, Signal und Daten vereinen, einfach und prozesssicher zu handhaben sind und nachhaltige Materialien nutzen. Diese Ziele müssen erfüllt werden, ohne Kompromisse bei Performance und Sicherheit einzugehen. Eine weitere Herausforderung ist der gleichzeitige Bedarf nach immer individuelleren Kundenlösungen, gegenüber absolut normenkonformen Einsatzgebieten wie Railway. Wie man sieht, steht die Branche vor einigen Herausforderungen.

Technischer Redakteur,
Globales Produktmanagement,
Harting Elektronik



**ANNE
SCHILLING**

Der Markt für Steckverbinder ist zunehmend von Individualisierung geprägt. Die steigende Vernetzung erfordert Lösungen, die Energie, Daten und Signale zuverlässig übertragen und dabei unter rauen Industriebedingungen stabil bleiben. Eine zentrale Herausforderung ist die Miniaturisierung bei gleichzeitig wachsender Leistungsdichte: Immer mehr Funktionen müssen auf engem Raum integriert werden, ohne Kompromisse bei Qualität oder Sicherheit einzugehen. Zudem steigt der Bedarf an flexiblen, modularen Steckverbindersystemen, die sich kundenspezifisch konfigurieren lassen und eine schnelle Installation ermöglichen.

Senior Manager Business Development
Connectors, Lapp



**PATRICK-
STEEVEN
SKWARA**

Der Druck auf die Konnektivität steigt an allen Fronten: In KI-Rechenzentren treiben 800G- und perspektivisch 1,6T-Strukturen, höhere Portdichte sowie Kühl- und Leistungsfragen die Steckverbindertechnik an neue Grenzen. Im Fahrzeug verschärfen ADAS, E-Mobilität und zonale E/E-Architekturen die Anforderungen an Signalintegrität, EMV und Robustheit unter Temperatur- und Vibrationsstress. In der Industrie treffen IIoT, Miniaturisierung und raue Umgebungen auf den Bedarf an ausfallsicherer Daten- und Energieübertragung. Zugleich machen volatile Kosten, Materiallogik, Regulierung und Second-Source-Strategien die Auswahl komplexer als je zuvor.

Marketing Manager DACH-MEA,
Panduit



**MICHAEL
WOLLITZER**

Über alle Industriebereiche hinweg ist die Reduktion von Latenzen zur Gewährleistung der Echtzeitfähigkeit moderner Kommunikationssysteme eine zentrale technische Herausforderung. Sie erfordert höhere Datenraten und eine durchgängig abgesicherte Signalintegrität – und damit leistungsfähige Steckverbinder entlang der gesamten Übertragungsstrecke. Gleichzeitig müssen Netzarchitekturen medienunabhängig ausgelegt sein, um Performance-Anforderungen flexibel über Kupfer-, Glasfaser- oder hybride Topologien hinweg abzubilden. Rosenberger unterstützt diesen Wandel mit technologieoffenen Connectivity-Lösungen für kupfer- und glasfaserbasierte Systeme. Das Portfolio umfasst Verbindungslösungen für Anwendungen in der Robotik, im Quantencomputing, in softwaredefinierten zonalen Fahrzeugarchitekturen sowie in KI- und Cloud-Infrastrukturen.

VP R&D, Rosenberger



**JOCHEN
SCHUMANN**

Bei Leiterplattensteckverbindern prägen Miniaturisierung, Individualisierung und steigende Packungsdichten die Entwicklung. Gleichzeitig wachsen die Anforderungen an einfache Integration, automatisierbare Bestückung und sichere Kontaktierung. Push-in CAGE CLAMP sowie werkzeuglose Hebeltechnologie verkürzen Verdrahtungszeiten und reduzieren Handhabungsfehler. Für Anwendungen in Industrie und Energie sind zudem hohe Stromtragfähigkeit und mechanische Robustheit entscheidend. Gefragt sind kompakte, modulare Lösungen, die langfristig zuverlässige Verbindungen in zunehmend vernetzten Systemen ermöglichen.

Product Marketing Manager,
Wago

DIE ROLLE DER VERBINDUNGSTECHNIK FÜR
SICHERE GEBÄUDEINFRASTRUKTUREN

Praxisnaher Brandbekämpfer

Im Falle eines Brandes in einem Gebäude trifft die Feuerwehr in der Regel zügig ein. Dennoch sind ihre Eingriffsmöglichkeiten eingeschränkt, wenn bereits beim Bau leicht entflammbare Werkstoffe verbaut wurden. Ein Aspekt, der häufig unterschätzt wird: Auch Kabel und Leitungen können Brände aktiv weitertragen.

TEXT: Jürgen Beck, Lapp BILDER: Lapp; iStock, Igor Nietkov

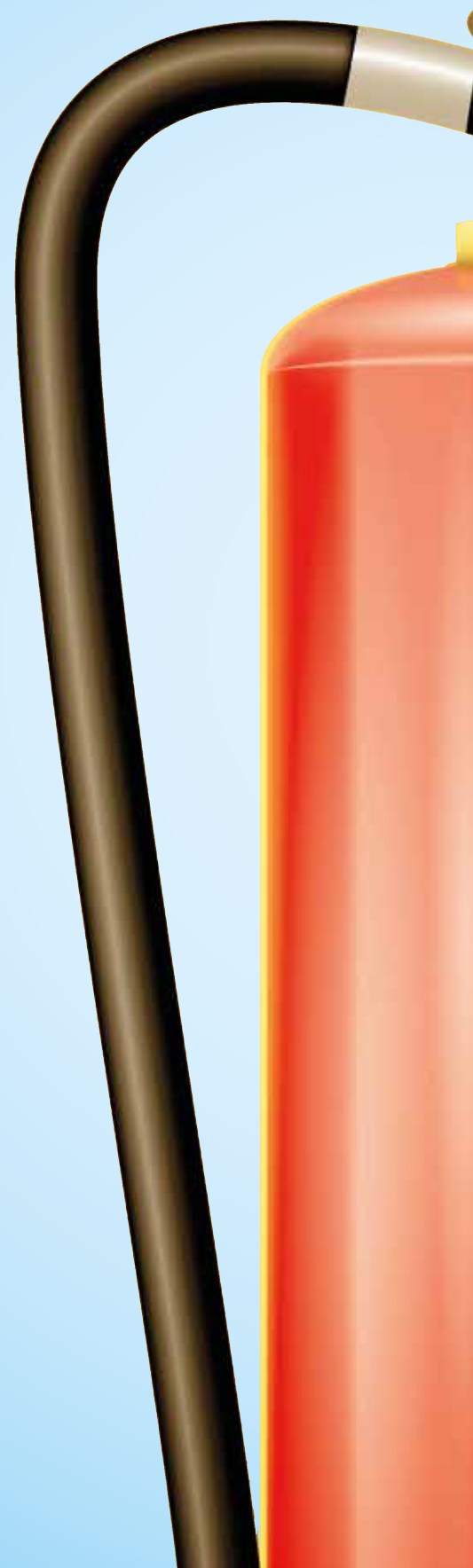
Kabel und Leitungen fungieren dabei gewissermaßen als verdeckte Zündwege und leiten Flammen durch Installations-schächte oder entlang von Decken in benachbarte Bereiche. Besonders kritisch ist dies überall dort, wo hohe Vermögenswerte gesichert werden müssen oder das Leben von Menschen gefährdet ist. Entsprechend gefragt sind Verbindungssysteme, die eine Brandausbreitung gezielt verhindern. Genau hier setzen die speziell entwickelten Materialkonzepte an, mit denen die Entwickler:innen von Lapp arbeiten.

Die dramatischen Brandereignisse am Flughafen Düsseldorf im Jahr 1996 und im Grenfell Tower in London 2017, bei denen insgesamt 89 Menschen ums Leben kamen, verdeutlichen die Konsequenzen ungeeigneter Materialien. In beiden Fällen führten die verbauten Werkstoffe zu einer schnellen Brandausbreitung, wobei auch Standardkabel eine Rolle spielten. Besonders problematisch ist diese Dynamik in geschlossenen Systemen wie Tunnelanlagen im

öffentlichen Verkehr. Dort erschweren begrenzte Fluchtmöglichkeiten, hohe Personendichte und komplexe technische Infrastruktur die Evakuierung zusätzlich. Untersuchungen unter realitätsnahen Bedingungen zeigen deutlich, dass insbesondere Kunststoffe ein erhöhtes Gefahrenpotenzial darstellen. Bei einem Brand entstehen neben Hitze vor allem Rauch und toxische Gase, die in Verbindung mit Feuchtigkeit aggressive Dämpfe bilden können. In vielen Fällen stellen diese Rauchgase die größte Bedrohung dar – nicht die Flammen selbst.

Material und Konstruktion als Schlüssel zur Brandsicherheit

Für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen entwickelt Lapp ein breit gefächertes Portfolio an Verbindungssystemen und ergänzendem Zubehör. Im Mittelpunkt steht die zentrale Frage: Welche Eigenschaften machen eine Leitung tatsächlich brandsicher? Als global agierender Anbieter im





Weltweit moderne Brandtestlabore – unter anderem in Italien, am Standort Forbach, in Asien und den USA – garantieren die Einhaltung der hohen Sicherheitsstandards.

Bereich Kabel- und Verbindungstechnologie konzentriert sich das Unternehmen dabei insbesondere auf die Auswahl und Kombination der eingesetzten Materialien. Vor allem der Außenmantel eines Kabels beeinflusst maßgeblich dessen Verhalten im Brandfall, da er als erste Schicht thermisch belastet wird. Die Herausforderung für die Entwickler:innen besteht darin, für jede spezifische Anwendung die optimale Balance zwischen Materialeigenschaften und Aufbau zu finden. „Unser Ziel ist es, das Entzünden des Kabelmantels sowie die Brandausbreitung entlang der Leitung einzudämmen und gleichzeitig die Bildung von Rauch und schädlichen Gasen zu minimieren“, sagt Jürgen Beck, Produktmanager bei Lapp.

Normen und Prüfverfahren als Grundlage der Bewertung

Die Anforderungen an Kabel im Brandschutz sind in einer Vielzahl internationaler und branchenspezifischer

Normen definiert. So gilt beispielsweise für Schienenfahrzeuge die EN 45545-2, während für Installationen in Gebäuden die Normenreihe IEC / EN 60332 maßgeblich ist. Je nach Einsatzgebiet kommen weitere Vorschriften hinzu. Das Unternehmen stellt die Einhaltung dieser Regelwerke durch intensive Prüfungen sicher. Dafür betreibt das Unternehmen unter anderem ein modernes Brandlabor in Italien sowie weitere Testeinrichtungen in Frankreich, Asien und den USA, wo die Einhaltung der UL-Vorgaben überprüft wird. „Damit unsere Leitungen höchsten Sicherheitsstandards entsprechen, erfolgt die Zertifizierung durch unabhängige, akkreditierte Prüfinstitute“, so Jürgen Beck.

Zur Bewertung des Brandverhaltens werden standardisierte Prüfmethode eingesetzt. Eine zentrale Größe ist die sogenannte Abbrandhöhe: Hierbei wird ein Kabel vertikal fixiert und für einen definierten Zeitraum beflammt. Anschließend wird analysiert, wie weit



Kabel und Leitungen können im Brandfall wie versteckte Zündschnüre wirken, weshalb spezielle Materialmischungen eingesetzt werden, um Verbindungslösungen zu entwickeln, die eine Ausbreitung des Feuers verhindern.

sich das Feuer ausbreitet, ob Material abtropft und wie schnell die Flamme erlischt. Ergänzend dazu simuliert der Bündelbrandtest reale Einbausituationen, indem mehrere Kabel gemeinsam thermisch belastet werden. Auch die Rauchentwicklung wird analysiert: Mithilfe optischer Messverfahren wird bestimmt, wie stark Rauch die Sicht beeinträchtigt – ein entscheidender Faktor für Evakuierung und Rettung.

Werkstoffe im Fokus: Halogene, Additive und Alternativen

Weitere Analysen untersuchen die chemische Zusammensetzung der entstehenden Rauchgase, insbesondere den Halogengehalt. Deutlich wird dabei: Das Verhalten im Brandfall hängt stark vom Mantelmaterial ab. Viele Standardkabel sind mit PVC isoliert, das Halogene wie Chlor enthält. Diese wirken zwar flammhemmend, setzen jedoch im Brandfall in Verbindung mit Feuchtigkeit korrosive und gesundheitsschädliche Gase frei. Daher ist ihr Einsatz auf Bereiche mit geringem Personenaufkommen beschränkt.

Halogenfreie Leitungen stellen hier eine Alternative dar. Sie enthalten hohe

Anteile an Flammschutzadditiven wie Aluminiumtrihydroxid oder Magnesiumhydroxid, die im Brandfall die Freisetzung gefährlicher Gase reduzieren. Allerdings beeinflussen diese Additive die mechanischen Eigenschaften: Die Materialien werden spröder, was die Flexibilität einschränkt. Solche Kabel eignen sich daher vor allem für feste Installationen.

Durch den Einsatz moderner Hochleistungspolymere lässt sich dieser Nachteil jedoch teilweise kompensieren. So können auch halogenfreie Kabel flexibel ausgeführt werden und in Anwendungen mit Bewegung eingesetzt werden. Parallel dazu optimieren die Entwickler:innen den Gesamtaufbau der Leitungen, um das Brandverhalten weiter zu verbessern.

Vernetzungstechnologien und thermische Belastbarkeit

Neben additiv modifizierten Materialien gewinnen vernetzte Kabel zunehmend an Bedeutung. Durch gezielte chemische oder strahlenbasierte Prozesse werden die Polymerketten miteinander verknüpft, wodurch sich sowohl thermische Beständigkeit als auch mechanische Stabilität verbessern. Besonders effektiv

ist die Strahlenvernetzung, bei der Elektronen stabile Querverbindungen im Material erzeugen. Lapp nutzt diese Technologie unter anderem in einer Anlage in Südkorea für Anwendungen mit höchsten Sicherheitsanforderungen, etwa in der Bahnindustrie.

Dabei ist eine wichtige Differenzierung zu beachten: Flammwidrigkeit bedeutet nicht automatisch Temperaturbeständigkeit. Für Einsatzbereiche mit dauerhaft hohen Temperaturen – etwa in Motorumgebungen oder industriellen Hochtemperaturprozessen – sind spezielle Materialien erforderlich. Hier kommen beispielsweise Silikonummantelungen oder Glasfaserverstärkungen zum Einsatz.

Anwendungsspezifische Lösungen statt Universalansatz

Die Entwicklung einer universell einsetzbaren Leitung, die alle Anforderungen gleichzeitig optimal erfüllt, ist in der Praxis nicht realistisch. Unterschiedliche Einsatzbedingungen, regulatorische Vorgaben und Sicherheitsanforderungen erfordern individuell abgestimmte Lösungen. Statt eines Standardprodukts entstehen daher spezialisierte Varianten

Die Entwickler:innen stehen vor der Aufgabe, für jede Anwendung die optimale Material- und Kabelkonstruktion zu finden, wie Jürgen Beck, Produktmanager Power & Control bei Lapp, erklärt.



für unterschiedliche Anwendungen. Ein Beispiel dafür ist die ÖLFLEX CLASSIC 110 H Serie. Sie kombiniert verschiedene zentrale Eigenschaften: Einsatzfähigkeit bis -30 °C, Beständigkeit gegenüber Öl sowie hohe Flexibilität. Gleichzeitig verfügt sie über einen halogenfreien, stark flammhemmenden Aufbau, der im Brandfall die Feuerweiterleitung stark begrenzt und die Rauchentwicklung reduziert. Die Klassifizierung nach

EU-Richtlinie 305/2011 (BauPVO/CPR) bestätigt diese Eigenschaften.

Entscheidend für die Sicherheit ist letztlich nicht allein die Normerfüllung, sondern die passgenaue Auslegung für den jeweiligen Einsatzzweck. Materialauswahl, Konstruktion und Einsatzumgebung stehen in engem Zusammenhang und bestimmen gemeinsam das Verhalten im Ernstfall. „Brandschutz beginnt nicht

beim Test, sondern bei der Frage, wie und wo eine Leitung eingesetzt wird und was sie dort leisten muss“, erklärt Jürgen Beck.

Ob standardisierte Lösungen oder individuelle Entwicklungen: Das Unternehmen richtet seine Verbindungstechnik auf reale Einsatzbedingungen aus – mit dem Ziel, unter kritischen Umständen zuverlässig zu funktionieren und so einen wirklichen Beitrag zur Sicherheit zu leisten.

MES THE CONNECTOR

Meisterliche Kreationen

Ein Genuss für Augen und Sinne: Hier wird nichts dem Zufall überlassen.
JETZT ENTDECKEN!

mes-electronic.de



OPTISCHE LAN-NETZWERKE ALS EFFIZIENZ-HEBEL

Das Licht am Ende des Tunnels

Unternehmen, die ihre Netzwerkinfrastrukturen modernisieren oder erneuern, legen heute besonderen Wert auf Energieeffizienz und Nachhaltigkeit – sowohl bei drahtlosen als auch bei drahtgebundenen Lösungen. Technologiemanager suchen nach Ansätzen, die nicht nur eine hohe Bandbreite bieten, sondern auch die Sicherheit und Zuverlässigkeit ihrer Netzwerke verbessern, während gleichzeitig Investitions- und Betriebskosten gesenkt werden. Welche Vorteile bieten optische lokale Netze als zukunftssichere Netzwerktopologie?

TEXT: Panduit BILDER: Panduit; iStock, quickshooting



Das 12-Faser-Kabel OptiCore mit zentraler Bündelader für Innen-/Außenbereiche ist nach OM3, LSZH und Euroklasse Eca bewertet und verfügt über 250-µm-Fasern.

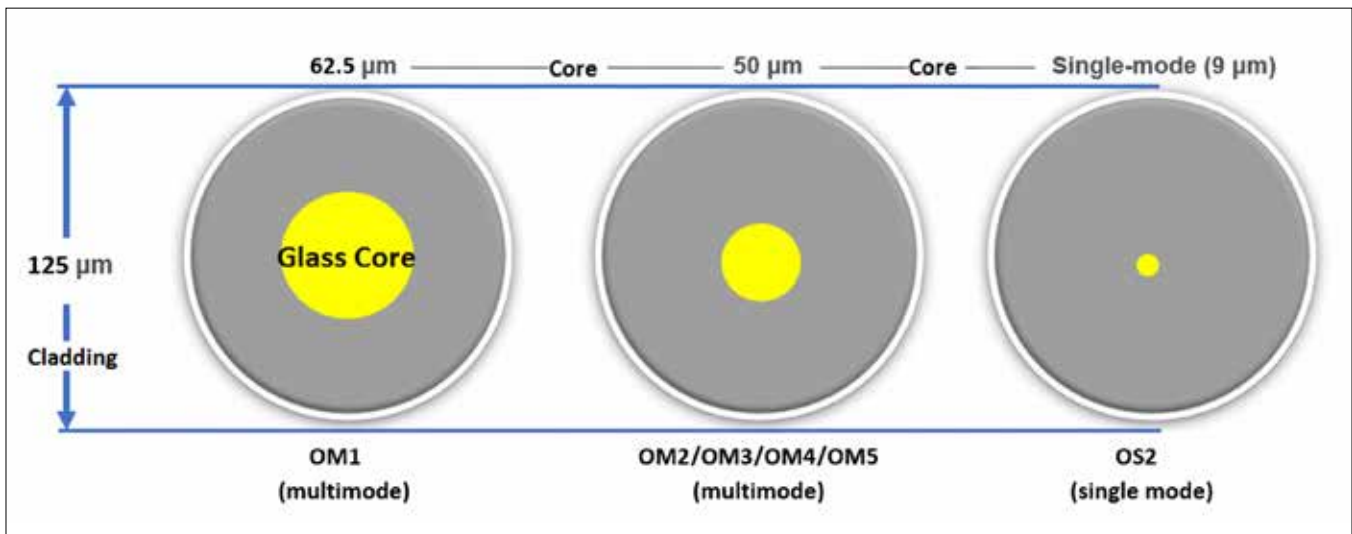
Die herkömmliche LAN-Infrastruktur, die in Unternehmen eingesetzt wird, hat sich bei der Integration der wachsenden Zahl von Ethernet-Geräten in eine einheitliche Infrastruktur als sehr effektiv erwiesen. Diese Systeme eignen sich am besten, wenn die Endnutzer eine höhere Bandbreite und mehr Flexibilität in ihren Systemen benötigen, wenn die Nutzerdichte hoch ist und wenn die Interoperabilität für künftige Änderungen von größter Bedeutung ist. Wenn der Endanwender jedoch das Ziel hat, den Platzbedarf für die Telekommunikationssysteme zu minimieren, wenn eine künftige Nachrüstung oder Umgestaltung des Bodens nicht zu erwarten ist und wenn lange Kabelwege vorhanden sind, kann man alternative Netzwerkarchitekturen und Technologien in Betracht ziehen.

Nutzen optischer LAN-Netzwerke

So soll die Verkabelungsinfrastruktur in einem Unternehmen oder Gebäude aktuelle und künftige Ethernet-Geschwindigkeiten und -Bandbreiten ermöglichen. Nur so lassen sich immer größere

Datenmengen übertragen, die die Welt für eine immer schnellere Kommunikation, Datenverarbeitung und für die Einblicke benötigt, um komplexe Entscheidungen treffen zu können. Technologien wie das Internet der Dinge, künstliche Intelligenz, Industrie 4.0 und Streaming verstärken diesen Anspruch zusätzlich. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, setzen Unternehmen auf faserbasierte optische Netztechnologien. Optische lokale Netze (Optical LANs) bieten Unternehmen einen enormen Mehrwert, ohne dass sie ihre Geschäftsabläufe ändern müssen. Es gibt zwei Haupttypen von optischen LAN-Systemen: aktive optische LANs (AONs) und passive optische LANs (PONs). In einem aktiven optischen LAN werden aktive Netzwerkkomponenten wie Switches und Router verwendet, um Daten innerhalb des Netzwerks zu verteilen. Diese Netzhardware verstärkt und routet Signale und verbraucht Strom. Der Vorteil liegt in der größeren Flexibilität, der Reichweite und der Kontrolle über das Netzwerk; es erfordert jedoch zusätzliche Hardware und Stromversorgung.

Bei einem passiven optischen LAN verwendet man hauptsächlich passives



Übertragungsarten bei optischen LAN-Systemen: Singlemode, Multimode

Equipment wie passive optische Splitter und WDM (Wavelength Division Multiplexing). Die PONs haben keine aktiven Komponenten wie Switches oder Router in der Netzwerkmittle. Stattdessen werden Daten über passive optische Verteiler gesendet, die das Lichtsignal passiv teilen und übermitteln. Insgesamt sind solche Netzwerke energieeffizienter und reduzieren die Betriebskosten. Die PONs spielen ihre Vorteile besonders in Umgebungen mit hoher Endgerätedichte aus, etwa in Bürogebäuden oder großen Einrichtungen mit weiten Entfernungen bis zu 20 km. Insgesamt bieten sowohl aktive als auch passive optische LANs Vorteile je nach den Anforderungen und dem Einsatzszenario des Netzwerks. Während aktive Systeme mehr Kontrolle und Flexibilität bieten, können passive Systeme kostengünstiger und energieeffizienter sein.

Ein Vorteil von optischen lokalen Netzen ist, dass die bestehenden Dienste unverändert bleiben, ohne dass sich die angeschlossenen Kern- und Endgeräte ändern. Man kann Lichtwellenleiter (LWL) also als technologieunabhängig bezeichnen. Darüber hinaus erreicht man mit einer Faserverkabelung eine größere Reichweite. In der EN 50173-1 und ISO/IEC 11801-1 findet man zwar keinen Hinweis auf das Leistungsvermögen von Übertragungs- und Installationsstrecken (englisch: Permanent Link) bei Fasertechnik. Vielmehr wird auf die gewählte Länge der entsprechenden Anwendung sowie auf die ausgewählten LWL eingegangen, um konform mit der Norm zu sein.

Die DIN VDE 0800-173-100:2019-06 schließt die Lücke zwischen dieser anwendungsspezifischen und einer anwendungsneutralen Verkabelungsnorm. So wird in dieser Norm das Leistungsvermögen der LWL-Übertragungsstrecken in Klassen eingeteilt, deren Einteilung auf einer maximal

zulässigen Einfügedämpfung (englisch: insertion loss) in Dezibel (dB) für maximale Übertragungsstreckenlängen basiert. Die Einfügedämpfung ergibt sich aus der Dämpfung des LWL sowie des optischen Steckverbinders. Dabei wird die Einfügedämpfung der Steckverbindungen vereinfacht mit jeweils 0,75 dB bei 100 Prozent der Steckungen angenommen. Die Einfügedämpfung ist für die Wellenlängen des Übertragungsfensters üblicherweise angegeben. Während die DIN EN 50173-1 die minimale Reflexionsdämpfung des Steckverbinders bei Single- und Multimode-LWL mit Verweis auf die EN 61300-3-6 definiert, formulieren die IEC 61754-1 und EN 186000 allgemeine Aussagen zum Aufbau der Steckverbinder.

Es gibt verschiedene Klassen von Lichtwellenleitern (LWL) und LWL-Steckverbindern, die auf unterschiedlichen Kriterien basieren:

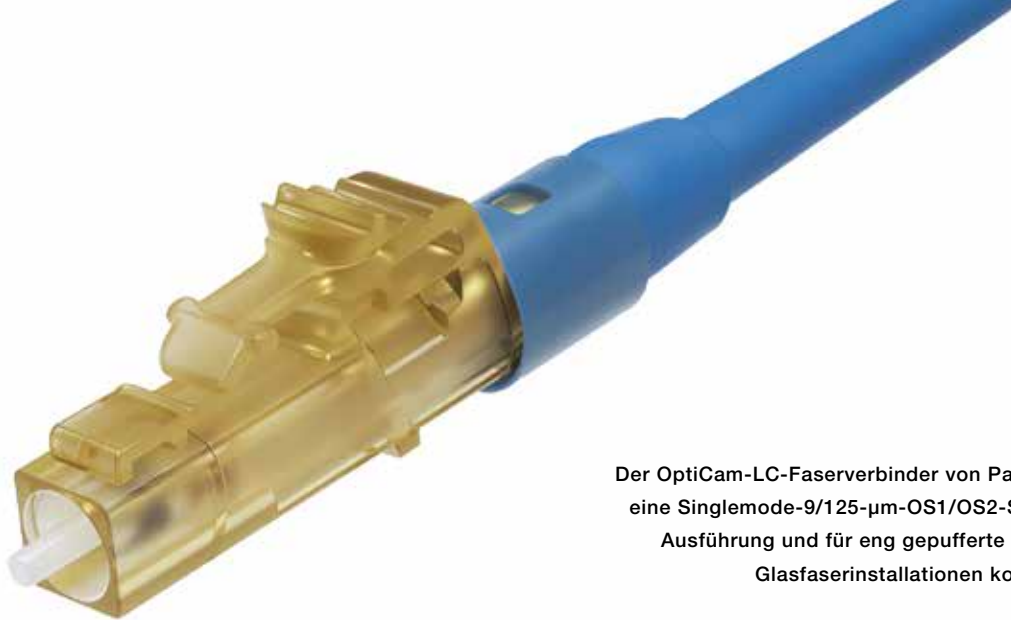
Nach der Anzahl der Fasern:

- Simplex-Stecker: Einzelne Faser
- Duplex-Stecker: Zwei Fasern für Hin- und Rückweg
- Multifaser-Stecker: Mehrere Fasern in einem Stecker

Nach dem LWL-Typ und Faserdurchmesser:

- Glas-LWL: Verwendet Glasfasern
- PCF-LWL (Plastic Clad Fiber): Kunststoffummantelte Fasern
- Kunststoff-LWL: Ganz aus Kunststoff bestehende Fasern

Die Wahl der Klasse hängt von den Anforderungen und der Art der Verbindung ab. Jede Klasse hat ihre eigenen Eigenschaften und Einsatzgebiete. Deswegen ist es wichtig, die richtige Klasse für den jeweiligen Anwendungsfall auszuwählen.



Der OptiCam-LC-Faserverbinder von Panduit ist eine Singlemode-9/125- μ m-OS1/OS2-Simplex-Ausführung und für eng gepufferte 900- μ m-Glasfaserinstallationen konzipiert.

Die Zukunft ist raucharm und halogenfrei

Das raucharme, halogenfreie (LSZH = Low Smoke Zero Halogen) Kabel OptiCore ist wasserabweisend und bietet eine hohe Dichte. Es lässt sich einfach in Gebäudekanälen installieren. OptiCore-10-GbE-Faserkabel von Panduit für den Innen- und Außenbereich sind mit den hochwertigen, laseroptimierten OM3- und OM4-Fasern ausgestattet und eignen sich für Anwendungen mit Bandbreiten bis 10 Gb/s. Die Panduit-LWL sind mit bestehenden 50- μ m-Multimode-Systemen kompatibel. Standard-Multimode- und Singlemode-Kabel für den Innen-/Außenbereich sind mit einer Faserzahl von bis zu 24 Fasern als zentrale Rohrkonstruktion (Central Tube Design) und bis zu 72 Fasern als verseilte Rohrkonstruktion (Stranded Tube Design) verfügbar.

Bei Letzterem sind mehrere einzelne Lichtwellenleiter in einer gemeinsamen Schutzhülle (Tube) zusammengefasst (Stranded). Dadurch lässt sich das LWL-Kabel einfacher installieren und handhaben. Die Schutzhülle dient dazu, die Fasern vor äußeren Einflüssen wie Feuchtigkeit, Druck und mechanischen Beschädigungen zu schützen. Insgesamt bleiben Netzwerktechniker mit den zuverlässigen LWL-Kabeln flexibel und sparen zudem noch Platz. Die LWL-Kabel von Panduit erfüllen die einschlägigen Kriterien der EN 60794-2-20, IEC 60794-2-20 sowie EN 50173. Da die OptiCore-Linie LSZH-klassifiziert ist, werden die Anforderungen der Bauprodukte-Verordnung Nr. 305/2011 (EU-BauPVO, englisch CPR, Construction Products Regulation) erfüllt. So können Anwender nahtlos auf halogenfreie Infrastrukturen übergehen – bei Panduit ebenfalls mit den Kupfer-Netzwerkkabeln. Passend zu den LWL-Kabeln bietet Panduit die optimierten

Steckverbinder. Der OptiCam-LC-Faserverbinder beispielsweise ist eine Singlemode 9/125 μ m OS1/OS2 Simplex-Ausführung und für eng gepufferte 900- μ m-Glasfaserinstallationen konzipiert. Der LC-Anschluss verfügt über ein naturfarbenes Gehäuse, einen blauen Backbone sowie einen 900- μ m-Knickschutz. Die LC-OptiCam-Steckverbinder mit rückseitiger Schwenkverriegelung sind ANSI/TIA-604-FOCIS-10-kompatibel und enthalten eine werkseitig konfektionierte Faser, wodurch Polieren und Kleben vor Ort überflüssig werden. LC-vorpolierte Steckverbinder besitzen einen durchschnittlichen Einfügungsdämpfungswert von 0,3 dB pro gestecktem Paar für Multimode- und Singlemode-Fasern. Man kann die Steckverbindung vor Ort effizient in zwei Minuten mit dem OptiCam-2-Termination-Werkzeug professionell terminieren. Die Steckverbinder von Panduit fangen die Faser und den Puffer in einem Arbeitsgang ein, was bis zu zwei Wiederanschlüsse ohne Leistungseinbußen ermöglicht.

Fazit

Ein optisches LAN für Unternehmen ist eine moderne, zukunftsweisende Möglichkeit, Netzwerke aufzubauen und zu betreiben. Es steigert die IT-Produktivität durch die Vereinfachung von MAC-Prozessen, also Umzügen (Move), Hinzufügungen (Add) und Änderungen (Changes). Gleichzeitig eliminiert das optische LAN zahlreiche bekannte IT-Schwachstellen, verkleinert die Angriffsfläche des Netzwerks und ist ideal für eine Zero-Trust-Architektur. Zudem ist es vollkommen EMV-konform. Es bietet flexible Designoptionen zur Anpassung der Kapazität (zum Beispiel 1 bis 10 Gbit/s) und Dichte (zum Beispiel zehn bis mehrere Tausend angeschlossene Benutzer und Geräte). Nicht zuletzt bieten Lichtwellenleiter eine reibungslose Migration von 1 auf 100 Gbit/s.

WIE KUNDENSPEZIFISCHE STECKVERBINDER PRODUKTE WETTBEWERBSFÄHIGER MACHEN

Von der Idee zur Serie

Steigende Leistungsanforderungen, knapper Bauraum und hohe Regulatorik treiben viele Elektronikentwicklungen an die Grenzen des Machbaren. Standardkomponenten decken die Gesamtheit der Anforderungen oft nicht mehr ab. Gefragt sind Verbindungslösungen, die exakt auf Anwendung, Umgebung und Prozesskette zugeschnitten sind – von der ersten Idee über Simulation und Prototyping bis zur freigegebenen Serie. Der Schlüssel dazu sind strukturierte Design-In-Prozesse, die Technik, Wirtschaftlichkeit und Time-to-Market zusammenführen, ohne Kompromisse bei Qualität und Zuverlässigkeit einzugehen.

TEXT: Patrick Schulze, Journalist für Wordfinder BILDER: Suyin; iStock, Ukususha

Eine gute Design-In-Prozedur verzahnt technische Anforderungen (elektrische Parameter, EMV, Mechanik, Dichtung) früh mit Fertigungs- und Qualitätskriterien und sichert zugleich Kosten- und Terminziele ab. Doch was bedeutet „Design-In-Prozess“ konkret?

„Unter einem Design-In-Prozess versteht man das gezielte Hineinkonstruieren einer Komponente – etwa eines Steckverbinders – in die Gesamtkonstruktion des Kundenprodukts“, erläutert Tibor Kovacs, Managing Director bei Suyin, Spezialist für Entwicklung und Fertigung anwendungsspezifischer Steckverbinderlösungen. Er fügt hinzu: „Während Standardkomponenten meist nur angepasst werden, entsteht beim Design-In ein Bauteil, das von Beginn an auf die spezifische Anwendung hin entwickelt wird. Das betrifft Geometrie, Material, elektrische Eigenschaften, Verriegelungsmechanismen und Montageaspekte gleichermaßen.“ So lassen sich Funktionen, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit optimal aufeinander abstimmen. Ein gutes Design-In-Vorgehen ist daher kein rein technischer Schritt, sondern ein partnerschaftlicher Entwicklungsprozess zwischen Hersteller und Kunde – von der Idee über das Prototyping bis zur Serienintegration.

Bereits in der Konzeptphase werden dafür unter anderem Einbauraum, Materialien, Kontaktgeometrien, Toleranzen, Prüfpfade und Freigabestufen definiert. So entstehen belastbare Entwürfe, die sich zügig in Prototypen, Werkzeug-Pilotstufen und schließlich die Serie überführen lassen, und das mit klaren Verantwortlichkeiten und transparenten Meilensteinen für alle Beteiligten.

Warum individuelle Steckverbinder?

„Standard ist hervorragend, aber nur solange der Standard zum Problem passt. Doch sobald besondere Anforderungen

an Geometrie, EMV, höhere Ströme oder Spannungen und gegebenenfalls spezielle Dichtigkeitsanforderungen zum Teil kombiniert ins Spiel kommen, braucht es einen kundenspezifischen Ansatz“, sagt Kovacs. „Ziel muss es sein, die physikalischen Grenzen nicht nur zu erkennen, sondern sie im Sinne der Anwendung zu verschieben – technisch, wirtschaftlich und logistisch.“ Individuelle Steckverbinder entstehen dort, wo Katalogware die geforderten Parameter nur teilweise erfüllt, zusätzliche Funktionen nicht abdeckt oder die Verarbeitung im Kundenprozess unverhältnismäßig aufwendig wäre. Hinzu kommen strategische Aspekte wie Total Cost of Ownership und Versorgungssicherheit über lange Produktlebenszyklen: Wer Variantenvielfalt reduziert, Montage vereinfacht und Lieferketten stabil plant, erzielt messbare Vorteile.

Der Design-In-Prozess – strukturiert in drei Phasen

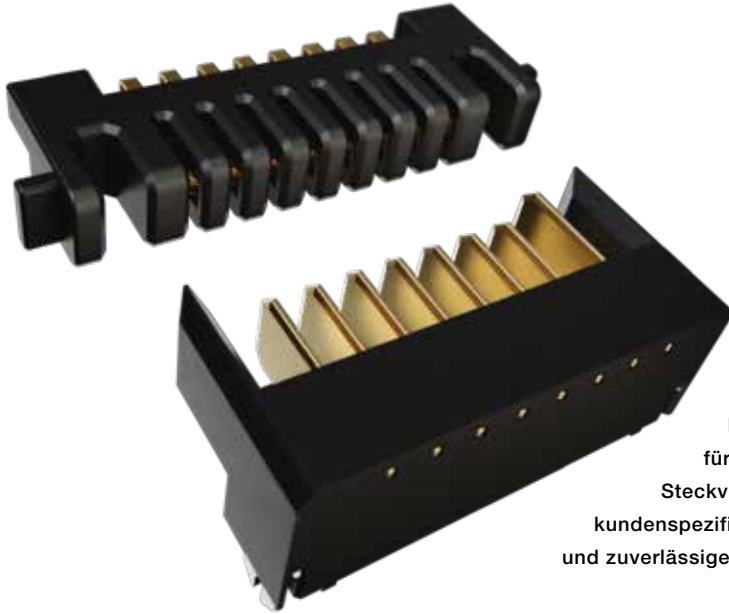
Im Kern gliedert sich der Weg zur Serienlösung in drei konsistente Phasen:

1. Front-End-Ideenfindung und Konzepterstellung
2. Technische und kaufmännische Machbarkeitsprüfung
3. Produktentwicklung bis zur Serienfreigabe

Der Einstieg erfolgt typischerweise als Request for Solution (RFS) mit einer Problemstellung oder als Request for Quotation (RFQ) mit konkreter Lösungsvorstellung. Auf Basis erster Skizzen, 2D-/3D-Entwürfe und – falls erforderlich – funktionsnaher Prototypen wird ein initialer Designvorschlag erstellt. Prototypen dienen dann zum Beispiel zur Validierung von Maßhaltigkeit, Kontaktkräften, Toleranzkonzepten, Luft- und Kriechstrecken, Verriegelungsmechanismen und in Folge in die Materialauswahl.







Messerkontakt-Steckverbindersystem: Ursprünglich für Akkus in Laptops entwickelt, wird dieser bewährte Steckverbindertyp heute auch für viele andere Anwendungen kundenspezifisch angepasst, die flexible Steckwinkel, hohe Robustheit und zuverlässige Kontakte selbst unter Vibration und Schock erfordern.

„In dieser frühen Phase legen TFC (Technical Feasibility Confirmation) und DFM-Analysen (Design for Manufacture) die Grundlage für die spätere Fertigung. Und zwar so, dass Qualität, Kosten und Termine zusammenpassen“, erklärt Kovacs.

Nach gemeinsamem Design-Freeze startet die erweiterte Produkt-Qualitätsplanung nach jeweiligem Industriestandard, noch bevor der Werkzeugbau beginnt. Erste Teile aus dem Serienwerkzeug nennt man FOT- oder auch C0-Muster, an denen geprüft wird, wie nah die Werkzeuge an der Produktionsreife sind. Im besten Fall entspricht der „erste Schuss“ zu 100 Prozent den Serienanforderungen, was aber nicht die Erwartungshaltung sein darf. Kovacs: „Oft kommt der Kunde auch noch mit Änderungswünschen, die wir in einer nächsten Iteration zügig umsetzen. Für die Serienfreigabe legen wir dem Kunden Serienmuster und die Validierungsdokumente mit den Testergebnissen aus unserem hausinternen, aber unabhängigen ISO-17025-zertifizierten Prüflabor vor, immer entsprechend der Industrienorm und den Anforderungen des Kunden. Wichtiger Bestandteil ist vor allem die lückenlose Dokumentation von Spezifikation über Prüfpläne bis zur Traceability. Transparenz ist die Basis für Vertrauen und beschleunigt Freigaben.“

Mit Serienstart beginnt schließlich die Nachbetreuung: Change-Requests, Normupdates, Feldrückmeldungen und End-of-Life-Planung (inkl. Bevorratung von Werkzeugen für mögliche Nachlieferungen) werden proaktiv begleitet.

Werkzeuge und Methoden: CAD, Simulation, Rapid Prototyping

Moderne Entwicklungswerkzeuge verkürzen die Entwicklungsphasen und senken Fehlerrisiken. CAD-Modelle bilden

Geometrie und Toleranzen präzise ab, einschließlich der Wechselwirkung zwischen Kontakt, Isolierkörper und Gegenstecker. FEM-Simulationen prognostizieren Kontaktkräfte, thermisches Verhalten unter Last sowie das Materialverhalten; andere Simulationen zeigen wiederum mögliche Risiken in der Produktion auf, wie etwa die Mold-Flow-Analysis für die Spritzgussqualität.

„Simulation ersetzt zwar Tests nicht, aber sie macht Prototypen zielgenauer“, betont Kovacs. Rapid Prototyping sowie früh eingesetzte Werkzeug-Pilotstufen ermöglichen greifbare Muster oft innerhalb weniger Wochen. So lassen sich Ergonomie, Steckkräfte, Codierungen und Abdichtungskonzepte iterativ optimieren, bevor Serienstahl geschnitten wird.

Wirtschaftlichkeit auch bei kleineren und mittleren Serien

Kundenspezifisch bedeutet nicht zwangsläufig Großserie. Abhängig vom erwarteten Jahresbedarf, wie etwa 50.000 Stück für kleinere Serien oder 250.000 Stück für mittlere Serienvolumina wird die Fertigung jeweils wirtschaftlich optimal geplant. „Nicht jede Lösung braucht sofort eine Vollautomatisierung“, sagt Kovacs. Um Linienkapazitäten wirtschaftlich optimal auszuliegen, werden die Losgrößen für die Serienlieferungen mit dem Kunden vor der Planung der Produktionslinie abgestimmt.

Fertigung kann – wo sinnvoll – in Quartalsclustern erfolgen. Je nach Komplexität kommen dabei halb- oder vollautomatisierte Assemblierstationen, Robotik oder selektive Handarbeitsplätze zum Einsatz. Entscheidend ist der Mehrwert: Wenn die kundenspezifische Komponente das Endprodukt erst möglich macht oder die TCO klar verbessert, rechnet sich der Ansatz, selbst bei moderaten Volumina.

Technische Herausforderungen systematisch adressieren

Je nach Anwendung stehen sehr unterschiedliche Zielgrößen im Vordergrund: hohe Stromtragfähigkeit und EMV-Robustheit auf engem Raum, Vibration und Schock, hohe Steckzyklen oder besondere Umweltbeständigkeit. „Bei uns sehen wir oft physikalisch durchaus widersprüchliche Anforderungen: maximale Packungsdichte trotz hoher Anforderungen an die Isolationsfestigkeit, hohe Kontaktrückhaltekräfte bei dünnwandigem Gehäuse oder Wasserdichtigkeit bei sehr niedrigen Steckkräften. Genau dann aber wird es herausfordernd und spannend“, sagt Kovacs.

Maßnahmen reichen dann zum Beispiel von geschickter Kontaktgeometrie über Schirmungs- und Erdungskonzepte bis zu CTI-optimierten Kunststoffen, Insert Molding für dünnwandige Stabilität, integrierte Dichtungskonzepte für höhere IP-Stufen, und Poka-Yoke-Kodierungen für Fehlstecksicherheit. Wo notwendig, sichern Hermetisierungen die Langzeitzuverlässigkeit und sekundäre Verriegelungen die Verbindungssicherheit.

Zusammenarbeit auf Augenhöhe – Information schlägt Iterationsschleife

Design-In lebt von Transparenz und Nähe. Regelmäßige Update-Meetings, gemeinsame Projektpläne und Vor-Ort-Workshops für kritische Meilensteine halten alle Beteiligten synchron. Besonders wertvoll ist Feedback aus realitätsnahen Musterprüfungen beim Kunden: Nur so werden Einflussgrößen sichtbar, die unter Laborbedingungen verborgen bleiben. „Erreichbarkeit, schnelle Reaktion und präzise Information sind kein ‚Nice-to-have‘, sondern Erfolgsfaktoren“, unterstreicht Kovacs. „In unserem Fall lautet das Leitmotiv ‚make it possible‘ – und das beginnt mit dem ernsthaften Verstehen der Anwendung beim Kunden, nicht mit einem Produktkatalog.“

Praxisbeispiel: Bahnindustrie – vom Erstkontakt zur Serie in drei Monaten

Ein Entwicklungsprojekt aus der Bahnindustrie verdeutlicht den Nutzen solch strukturierter Design-In-Arbeit. Die Aufgabe: Ein steckbares Zusatzmodul sollte in verwinkelten Einbauräumen schnell tauschbar sein und trotz Vibration dauerhaft sicher kontaktieren. Kataloglösungen scheiterten an Geometrie und Kontaktsicherheit.

Bereits zwei Tage nach der Anfrage bei Suyin fand ein Online-Workshop statt, in dem bestehende Lösungsbausteine gezeigt und Varianten diskutiert wurden. Kurz darauf legten das Unternehmen und der Kunde Einbauraum, Steckwinkel und

Verriegelung vor Ort gemeinsam fest; Simulationen auf Basis der Vibrationsparameter führten zum Konzept mit zwei Federkontaktpunkten je Kontakt.

Die ersten 300 Prototypen entstanden direkt auf harten Stanz- und Spritzgusswerkzeugen, die später in die Serienwerkzeuge überführt wurden; Toleranzen und Passungen entsprachen bereits mit dem ersten FOT-Muster den Anforderungen. Nach erfolgreichen Anwendungstests war das Produkt innerhalb von drei Monaten bereit für die Serie.

Qualität, Freigabe und Langzeitverfügbarkeit

Je nach Zielbranche werden Anforderungen aus unterschiedlichen Normenwerken berücksichtigt; zudem erfolgen Prüfungen nach kundenspezifischen Plänen und Standards. In die Serienfreigabe fließen alle relevanten Parameter ein. „Aber mindestens so wichtig wie der Serienstart ist die Planbarkeit danach“, betont Kovacs. Dazu gehören Änderungen, Dokumentation aller relevanten Parameter und – falls gewünscht – das Vorhalten von Werkzeugen nach der Produkteinstellung durch den Kunden, um Nachlieferungen über viele Jahre zu sichern.

TCO im Blick: Funktionen bündeln, Prozesse vereinfachen

Ein großer Hebel für die Wirtschaftlichkeit liegt zudem in der Funktionsintegration: So reduzieren beispielsweise mehrere in einem Steckverbinder integrierte Schnittstellen den Bedarf an Bauraum und vereinfachen Montage, Abdichtung, aber auch Logistikaufwand. Ein weiteres Beispiel: Kombinierte Signal-/Leistungsschnittstellen oder in das Gehäuse integrierte EMV-Bauteile senken Teilezahl und Fehlerquellen. Ebenso zählt eine logistik- und produktionsgerechte Verpackung auf die Effizienz beim Kunden ein.

Fazit: Design-In schafft den Unterschied

Kundenspezifische Steckverbinder entstehen dort, wo Standards an Grenzen stoßen – und wo Technik, Ergonomie, EMV und Prozesskette zusammengedacht werden müssen. Strukturierte Design-In-Prozesse führen von der Idee über Simulation, Prototyping und Qualifizierung in eine verlässliche Serie, inklusive geplanter Änderungen und gesicherter Versorgung. Wer dabei konsequent auf Funktionsintegration, Fertigungsgerechtigkeit und transparente Zusammenarbeit mit spezialisierten Partnern setzt, senkt TCO, erhöht die Zuverlässigkeit sowie die Umweltverträglichkeit und beschleunigt die Time-to-Market. Genauso werden aus steigenden Anforderungen wachsende Wettbewerbsvorteile.

FLEXIBLE ALUMINIUMGEHÄUSE ALS
SCHLÜSSELKOMPONENTEN MODERNER ELEKTRONIK

Sichere und zuverlässige Kühlbox

Wenn Elektronik zuverlässig arbeiten soll, kommt es auf mehr an als auf die Technik im Inneren. Das richtige Gehäuse schützt, integriert und sorgt dafür, dass Wärme sicher abgeführt wird. Besonders profilbasierte Aluminiumgehäuse verbinden Stabilität, EMV-Schutz und thermische Effizienz auf clevere Weise. Warum sie gerade für moderne Embedded-Systeme immer wichtiger werden, erfahren Sie hier.

TEXT: Bettina Lochen, Fischer Elektronik BILDER: B.Lochen; iStock, Watcharapol_Kun

Moderne elektronische Systeme stellen hohe Anforderungen an die Gehäusestechnik. Ein Gehäuse muss funktional, robust und an den spezifischen Einsatzort angepasst sein. Typische Kriterien bei der Wahl eines Gehäuses betreffen die Größe, Integrationsmöglichkeiten für elektronische Komponenten sowie ein EMV-Schutz. Darüber hinaus spielen auch die thermischen Eigenschaften eine zentrale Rolle, denn selbst Systeme, die aus kleinen Recheneinheiten bestehen, wie Embedded-Systeme, erzeugen während des Betriebs kontinuierlich Verlustwärme, die bei unzureichender Abfuhr zur Überhitzung der Elektronik führt. Vor diesem Hintergrund gewinnen profilbasierte Aluminiumgehäuse immer stärker an Bedeutung. Sie vereinen mechanische Robustheit, hohe Integrationsfähigkeit und ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit in einer einzigen Bauform. Damit bieten sie eine Lösung, die Schutz, Funktionalität und thermische Effizienz gleichermaßen sicherstellt.

Flexible Profilarchitektur, thermische Performance

Der Einsatz stranggepresster Aluminiumprofile zur Realisierung des Gehäusekörpers bietet in

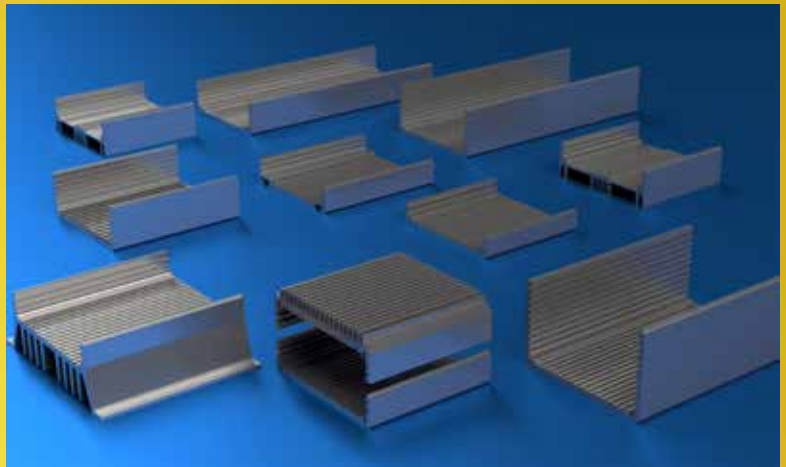
der Gehäusekonzeption viele Vorteile. Sie lassen sich durch das Strangpressverfahren mit komplexen Geometrien, geringen Toleranzen sowie einer hohen Reproduzierbarkeit kostengünstig herstellen. Zudem werden sie bei Gehäuseherstellern als Meterware bevorratet und erst bei Bedarf zugeschnitten, was Anwendern die Gelegenheit bietet, die Gehäuse, neben den Standardlängen, auch in kundenspezifischen Längen zu bestellen.

Erfahrene Gehäusehersteller wie die Firma Fischer Elektronik offerieren ein umfangreiches Sortiment von profilbasierten Aluminiumgehäusen in diversen

Ausführungen und Größen. Darunter befinden sich sogenannte Kombinationsgehäuse zur Aufnahme von 100-mm-Europakarten (KO H) und 160-mm-Europakarten (KO HL), deren besonderes Merkmal in ihrer flexiblen Konfigurierbarkeit besteht. Die Architektur dieser Gehäuse beruht auf zwei stranggepressten Aluminium-Profilschalen (EN AW 6060 T66), die über eine formschlüssige Nut-und-Feder-Verbindung gegeneinander gesteckt und



Durch die flexible Kombination zweier Profilschalen entstehen Gehäuse, die auf die spezifischen Anwendungsanforderungen zugeschnitten sind.



anschließend mittels front- und rückseitig anschraubbarer Deckelplatten fixiert werden. Kunden haben die Gelegenheit, aus einem umfangreichen Portfolio diverser Halbschalenprofile, zwei identische oder zwei verschiedenartige Halbschalenprofile miteinander zu „kombinieren“, um eine Gehäuselösung zu realisieren, die gezielt auf die spezifische Anwendungsanforderung abgestimmt ist. Die

zur Auswahl stehenden Halbschalenprofile zeichnen sich nicht nur in variierenden Höhenmaßen aus, sondern auch durch verschiedene Konturelemente, welche die Funktionalität des Gehäuses optimieren. Stets vorhanden sind speziell geformten Schraubkanäle, die der Befestigung der Deckelplatten dienen. Innen liegende Führungsnuten ermöglichen das einfache Einschieben von Komponenten wie Leiterkarten oder Montageplatten. Die Anzahl der Führungsnuten hängt dabei von der Höhe der Halbschalen ab. Dies gibt Anwendern die Möglichkeit, Bauelemente auf unterschiedlichen Ebenen zu platzieren.

Gehäusehalbschalen mit zusätzlich integrierten T-Nuten bieten eine weitere Lösung zur Aufnahme elektronischer Komponenten. Durch das Einschieben von Gewindestreifen oder verschiebbaren Muttern entlang des Profils lassen sich Befestigungselemente wie Abstandsbolzen fixieren, über die sich Elektronikkomponenten befestigen lassen.

Die Funktion typischer Embedded-Systeme besteht meist nur in einer Aufgabe, wie beispielsweise das Verarbeiten von Signalen oder das Auslesen von Sensoren, daher können sie in der Regel lüfterlos betrieben werden. Die Entwärmung erfolgt über eine Wärmesenke. Die zur Fertigung der Profilschalen verwendete Aluminium-Knetlegierung EN AW 6060 T66 zeichnet sich durch eine Wärmeleitfähigkeit von bis zu 210 W/(mK) aus und bietet damit hervorragende Voraussetzungen für eine effiziente thermische Performance.

Aufgrund der hervorragenden Materialeigenschaften des Aluminiums übernehmen die Gehäuseschalen eine zentrale Aufgabe im thermischen Management. Insbesondere wenn sie mit einer gerippten Außengeometrie versehen sind, dienen





Führungsschienen und T-Nuten ermöglichen die Aufnahme von Elektronikkomponenten.



Schalenprofile mit integrierten Kühlrippen fördern die Wärmeableitung.

sie neben ihrer Funktion als schützende Umhausung als Wärmesenke. Mittels einer thermisch optimierten Anbindung der wärmeproduzierenden Bauteile an die gerippte Halbschale erfolgt eine gezielte Entwärmung der Bauteile. Dabei wird die Wärme zunächst in die Halbschale übertragen und innerhalb der Halbschalenstruktur verteilt. Anschließend gelangt die Wärme über die Schalenoberfläche an die Umgebungsluft, die sie durch die natürliche Konvektion abführt. Die durch Kühlrippen vergrößerte Schalenoberfläche steigert die Effizienz dieses Prozesses deutlich, da sie mehr Austauschfläche zur Umgebungsluft bereitstellt.

Embedded-Systeme enthalten üblicherweise keine Leistungstransistoren. Um jedoch das Einsatzspektrum der Kombinationsgehäuse zu erhöhen, hat die Firma Fischer Elektronik eine Profilschale entwickelt, die innen beidseitig mit einer speziellen Kontur versehen wurde, über die mittels universeller Einrast-Transistorhaltefedern (THFU 2, THFU 3, THFU 4 und THFU 6) aus korrosionsgeschütztem Federstahl verschiedenartige Transistorgehäusetypen (TO 218, TO 247) schnell und zuverlässig angebracht werden können. Das Zusammenspiel aus Kontur und Transistorhaltefedern ermöglicht ein einfaches und schnelles

Einclippen von Transistoren, ohne die mechanische Sicherheit und thermische Kontaktierung zu vernachlässigen. Die durch die Geometrie der Haltefeder erzeugte Klemmkraft gewährleistet eine vibrationssichere Fixierung der Transistoren. Durch diese präzise und flächige Anbindung lassen sich minimale Wärmeübergangswiderstände realisieren, sodass ein besonders effizienter thermischer Pfad entsteht. Kühlrippen, die sich außen auf Höhe der inneren Befestigungskontur befinden, gewährleisten zudem eine effiziente Entwärmung der Transistoren, wie die Skizze der Profilschale oben zeigt.

Viele Anwendungen erfordern Gehäuse, die eine stabile und sichere Integration in unterschiedliche Einbausituationen gewährleisten. Profilschalen mit außenliegenden Befestigungslaschen ermöglichen eine unkomplizierte Montage an Tischflächen, Wänden oder Decken, ohne den Innenraum der Gehäuse einzuschränken.

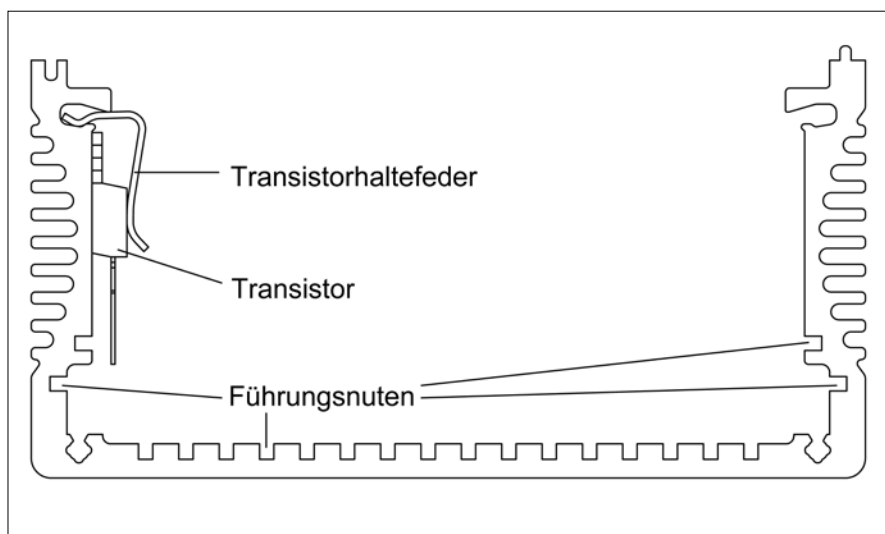
Die Basis von Kombinationsgehäusen, die für die Befestigung auf einer Standard-Tragschiene TS 35 nach EN 60715 vorgesehen sind, bildet ein entsprechendes Adapterprofil. Die Gehäuse können leicht von vorne auf Tragschienen mit Materialstärken von 1 – 2,3 mm

aufgesteckt und arretiert werden. Eine weitere Befestigung ist nicht mehr erforderlich. Alternativ kann die Installation der Gehäuse an Tragschienen auch über Adapterrückwände erfolgen. Diese eigens dazu entwickelten Rückwände nutzen dasselbe Befestigungssystem wie das des Adapterprofils. Die Rückwände werden ebenfalls aus einem Strangpressprofil gefertigt, das wie das Adapterprofil über eine spezielle Befestigungskontur verfügt, und in die eine Drahtformfeder aus rostfreiem Stahl fest eingepresst wurde. Der aus Kontur und Drahtformfeder resultierende Aufrast-Mechanismus bewirkt eine schnelle, werkzeuglose Montage auf die Tragschiene und garantiert selbst bei Stoßeinwirkungen einen sicheren Halt.

Während sich bei Verwendung des Halbschalenprofils die Gehäuselänge parallel zur Tragschiene erstreckt, orientiert sie sich bei Nutzung der Adapterrückwände senkrecht zur Tragschiene, sodass die Frontplatte des Gehäuses zugänglich bleibt.

Oberfläche und EMV-Abschirmung

Aluminiumgehäuse wie die Kombinationsgehäuse werden standardmäßig



Zur Befestigung und effizienten Entwärmung von Leistungstransistoren hat die Firma Fischer Elektronik eine spezielle Profilschale entwickelt.

in den Oberflächenausführungen naturfarben eloxiert, schwarz eloxiert oder einer Kombination aus beiden angeboten. Damit Kunden die Möglichkeit haben, ihren Gehäusen eine individuelle Note zu geben oder harmonisch in das Corporate Design einzubinden, sind viele andere Eloxalfarben auf Anfrage realisierbar.

Je nach Einsatzort ist ein elektrisch nicht leitendes Eloxal allerdings hinderlich. Arbeitet ein elektronisches System in einem elektromagnetischen Umfeld, stellt sich die Frage nach der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Um elektromagnetische Interferenzen wirksam abzuschirmen, müssen alle Gehäusekomponenten miteinander elektrisch leitend verbunden sein. Dies wird mit der elektrisch leitenden Oberflächen-Passivierung „TP“ (TP = transparent passiviert) aller Komponenten erreicht. Vorteil dieser Passivierung ist, dass sie Titanfluoride enthält, anstelle von Chrom (VI)-haltigen Stoffen und damit den RoHS-Richtlinien entspricht.

Um die empfindliche Passivierung vor Berührung und Kratzern zu schützen, wird das Gehäuse später im zusammengebauten Zustand lackiert oder pulverbeschichtet. Die Kontaktflächen bleiben auf

diese Weise elektrisch leitend. Dennoch bleiben die Fugen zwischen den Deckplatten und den Profilen sowie die Nut-Feder-Verbindung kritische Stellen. Für eine komplett lückenlose Kontaktierung der Komponenten sorgen elektrisch leitende EMV-Dichtungen (EDKO) und Dichtschnüre (LSS10). Diese speziellen Dichtungen schmiegen sich präzise an die Zwischenräume an und gewährleisten so, dass die Schirmwirkung nicht unterbrochen wird.

Fazit

Moderne elektronische Anwendungen erfordern Gehäuselösungen, die weit mehr leisten als reine mechanische Schutzfunktionen. Aluminiumgehäuse wie die Kombinationsgehäuse-Serie vereinen thermische Effizienz und konstruktive Flexibilität in einem einzigen System. Sie dienen als Plattform für die sichere Befestigung elektronischer Baugruppen und übernehmen zunehmend eine zentrale Rolle im thermischen Management. Die Firma Fischer Elektronik bietet nicht nur ein breites Produktsortiment von verschiedenen Gehäusetypen sowie deren Zubehör an, sondern unterstützt und berät Kunden auch kompetent bei der richtigen Wahl und Gestaltung eines Gehäuses.



Individuelle Elektronikgehäuse

Unsere hochwertigen Aluminiumgehäuse mit vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten bieten maximale Flexibilität. Innenliegende Führungsnuten ermöglichen die sichere Aufnahme von Leiterkarten, Bauteilen und Komponenten. Mit EMV- und IP-Schutz sind Ihre Anwendungen bestens geschützt.

Kundenspezifische Gehäuselösungen realisieren wir bereits ab einem Stück.

Mehr erfahren Sie unter:
www.fischerelektronik.de/eg

fischer
elektronik ➡
kühlen schützen verbinden





ENERGIEEFFIZIENTE DISPLAYS FÜR SMARTE GERÄTE UND OUTDOOR-SYSTEME

Lesbarkeit bei minimalem Energiebedarf

13,3-Zoll-E-Paper-Displays mit integriertem Frontlicht verbinden reflektive, stromsparende Anzeigeprinzipien mit robuster Outdoor-Tauglichkeit. Für Entwicklungsingenieure entstehen damit neue Optionen für autarke Informationssysteme, die bei Tageslicht, Dunkelheit und wechselnden Umgebungsbedingungen zuverlässig lesbar bleiben – mit wenig Energie.

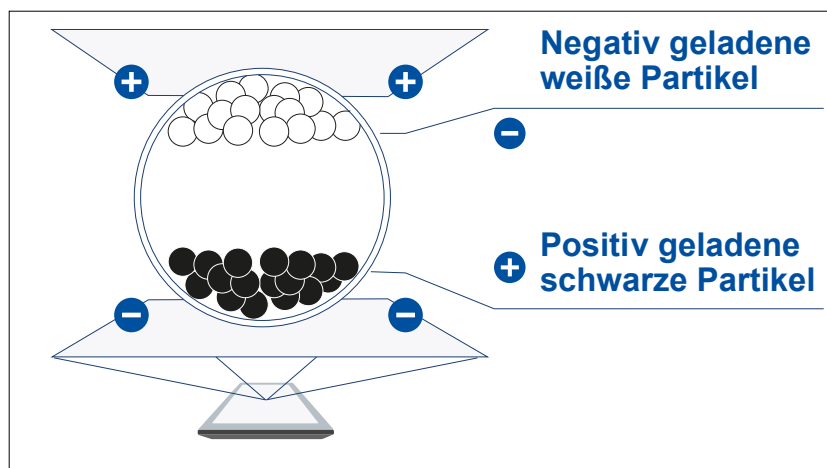
TEXT: Bernhard Haluschak, E&E, mit Material von Data Modul **BILDER:** Data Modul; iStock, Michael Lutz

Displays für Infrastruktur-, Retail- und Signage-Anwendungen werden nicht mehr nur nach Auflösung, Schnittstelle und Formfaktor bewertet. Für Entwicklungsingenieure zählen Energieprofil, Ablesbarkeit, Schutzkonzept und Wartungsaufwand. Data Modul adressiert diese Anforderungen mit einer 13,3-Zoll-E-Paper-Displaylösung mit integriertem Frontlicht. Sie kombiniert reflektive Anzeigeeigenschaften mit einer Lichtführung für dunkle Umgebungen und eignet sich für Systeme, bei denen Informationen dauerhaft sichtbar sein müssen, ohne permanent Energie für ein Backlight aufzuwenden.

Reflektive Anzeige für Low-Power-Systeme

Im Unterschied zu transmissiven LCDs nutzt E-Paper Umgebungslicht zur Darstellung. Energie wird vor allem beim Aktualisieren der Inhalte benötigt, nicht für den dauerhaften Betrieb der Anzeige. Für statische oder periodisch wechselnde Informationen wie Abfahrtszeiten, Preise, Warnhinweise oder Zustandsmeldungen ergibt sich dadurch ein günstiges Leistungsbudget. In Batterie- oder Solararchitekturen kann diese Eigenschaft längere Wartungsintervalle und Installationen ohne Netzanschluss

E-Paper nutzt ein reflektives Darstellungsprinzip und benötigt daher nur sehr wenig Energie.



ermöglichen. Das integrierte Frontlicht erweitert den Betriebsbereich. Reflektive Displays sind bei hoher Umgebungshelligkeit gut lesbar, benötigen bei Dunkelheit jedoch Zusatzbeleuchtung. Die Frontlicht-Einheit koppelt Licht von der Vorderseite ein und sorgt für Lesbarkeit bei Nacht, an Haltestellen oder in industriellen Umgebungen. Für Entwickler sind Homogenität, Farbtemperatur und Ansteuerung relevant. Über einen Ambient-Light-Sensor lässt sich der Energiebedarf an die Umgebung anpassen.

Robuster Aufbau für Outdoor-Integration

Für den Einsatz im Außenbereich ist der komplette optische Stack entscheidend. Das optisch gebondete Coverglas reduziert Luftspalte, verbessert die Kontrastwirkung und kann Reflexionen sowie Feuchtigkeitseinflüsse verringern. Integrierte UV- und IR-Filter schützen zusätzlich vor Strahlungseinflüssen und thermischer Belastung. Für Geräteentwickler vereinfacht dieser Integrationsgrad die Systemauslegung, weil zentrale Schutzfunktionen bereits in der Displaybaugruppe berücksichtigt sind. Die 13,3-Zoll-Klasse bietet für Informationsanwendungen einen praxisgerechten Kompromiss aus Fläche und Integrationsaufwand. Sie ist größer als typische elektronische Regaletiketten, bleibt aber kompakt genug für dezentrale Knoten in Smart-City-, Transportation- oder Industrieumgebungen. E-Paper spielt seine Stärken bei kontrastreichen, klar strukturierten und selten animierten Inhalten aus. GUI, Schriftgrößen, Updatefrequenzen und Datenpfade sollten daher auf Lesbarkeit und sparsames Refresh-Verhalten ausgelegt werden. Typische Anwendungen liegen im öffentlichen Verkehr, im Einzelhandel und in Digital-Signage.

An Bus-, Bahn- und Tramhaltestellen lassen sich Fahrgastinformationen dauerhaft anzeigen und bei Bedarf aktualisieren. Im Retail-Umfeld eignen sich die Displays für elektronische Informations- und Preisanzeigen. In industrieller Infrastruktur bleiben Wartungshinweise oder Anlagenzustände sichtbar, selbst wenn

Controller, Funkmodul und Sensorik stromsparend arbeiten. Data Modul positioniert die Lösung als Basis für kundenspezifische Systeme. Anpassungen bei Coverglas-Design, Farbtemperatur, mechanischer Integration und Sensorik erleichtern die Einbindung in Gerätegehäuse und Plattformen. Damit entsteht ein Modulansatz für langlebige, wartungsarme Informationssysteme. Für Entwicklungsingenieure liegt der zentrale Vorteil in der Kombination aus permanenter Sichtbarkeit, geringer Leistungsaufnahme und vorbereitetem Outdoor-Schutz.

Displays, die bleiben... Partnerschaften, die sich vertiefen!

Von der Idee bis zur Serie – über 40 Jahre Erfahrung



Automatisierung, Messtechnik und moderne Bedienkonzepte stellen hohe Anforderungen an Displays und Tastaturen.

Display Elektronik begleitet anspruchsvolle Projekte, von der Auswahl über die Entwicklung bis zur Serienversorgung – **persönlich, kompetent und partnerschaftlich** ...

Display Elektronik GmbH
www.display-elektronik.de
 T. +49 (0) 6043 / 98888-0



LCD · TFT · LED · OLED · TOUCH PANELS · TASTATUREN

AUDIOTECHNOLOGIE AUS DER CLOUD

Der Turbo für Entwickler

Mit zukunftsweisender Schallwandler-Technologie und einer Cloud-basierten Entwicklungsplattform treibt Sonos die nächste Generation seiner Audiolösungen voran. Wie das geht – hier erfahren Sie es.

TEXT: Michael Falkensteiner, PTC BILDER: PTC; iStock, ALLVISIONN



Die Sonos Arc Ultra verbindet kompaktes Design mit leistungsstarker Audiotechnologie – entwickelt, um hochwertigen Klang in modernen Wohn- und Anwendungsszenarien erlebbar zu machen.



Es ist ein zentraler Bestandteil der Strategie von Sonos, innovative Unternehmen im Bereich der Audiotechnologie zu übernehmen. 2022 erwarb das Unternehmen die niederländische Mayht Holding. Sie verfolgt einen revolutionären Ansatz bei der Entwicklung von Schallwandlern und konnte deren Größe um das Vier- bis Fünffache reduzieren.

Die Integration dieser Technologie und der wichtigsten Ingenieurstalente eröffnete Sonos die Gelegenheit, sein Produktportfolio mit höherer Klangqualität weiterzuentwickeln und Lautsprecherlösungen in neuartigen Formfaktoren auf den Markt zu bringen. Hierfür galt es jedoch, die frühen Produkte und Proof-of-Concepts von Mayht zu einer Produktlinie zu skalieren, die sich kostengünstig in Serie produzieren lässt.

Flexible Entwicklungsprozesse statt starrer CAD-Workflows

Hierfür benötigte das Engineering-Team eine Entwicklungsplattform, die Zusammenarbeit fördert und unzählige Iterationszyklen unterstützt. Die herkömmlichen, lokal installierten und Datei-basierten CAD-Systeme boten nicht die nötige Agilität und Flexibilität. „Technologien wie Rapid Prototyping, CNC-Fräsen und 3D-Druck beschleunigten die Zyklen im Maschinenbau, aber die Softwaretools, die die meisten Ingenieure nutzten, waren veraltet“, erklärt Naphur van Apeldoorn, Senior Manager Hardware Development Engineering. „Onshape war deshalb ein äußerst willkommenes Werkzeug, um Hardware-Innovationen zu beschleunigen.“ Onshape ist die Cloud-native Produktentwicklungsplattform von PTC, die CAD-

Funktionen mit integriertem Product Data Management (PDM) verbindet.

Van Apeldoorn war bei Mayht dafür verantwortlich, das Schallwandler-Portfolio auszubauen und die Technologie massenmarktauglich zu machen. Bei Sonos spielte er dann eine entscheidende Rolle dabei, diese Technologie (heute Sound Motion™) in Sonos' neueste und hochwertigste Soundbar, die Arc Ultra, zu integrieren. Obwohl die Entwicklungsorganisation von Sonos hauptsächlich auf Siemens-NX-CAD-Software standardisiert ist, bleibt das Transducer-Team Onshape treu.

Schneller experimentieren, schneller innovieren

Bei der Anpassung des Schallwandler-Designs an die Sonos-Produkte war das schnelle Durchführen von Experimenten entscheidend. „Es gab keine standardisierten Vorgehensweisen oder Einigkeit über die Form verschiedener Komponenten“, schildert van Apeldoorn. So waren klassische Schallwandler beispielsweise meist konisch oder dreieckig, für die Arc-Ultra-Serie wählte das Team ein rechteckiges Design, das zur Bauform der Soundbar passte. „Wir mussten flexibel bleiben und iterativ arbeiten.“

Eine weitere Herausforderung bestand darin, ein Produktkonzept zu entwickeln, das sich erfolgreich auf die Serienfertigung übertragen ließ und gleichzeitig die branchenüblichen Anforderungen an die Fertigungsausbeute erfüllte. Weil ein typischer Schallwandler aus fast einem Dutzend Teilen besteht, war eine einfache Assemblierung entscheidend. „Wir mussten die Verbindungen zwischen allen Komponenten so konstruieren, dass auch die jeweiligen Toleranzen berücksichtigt werden konnten“, erläutert Lars Wouterse, Senior Hardware Development Engineer bei Sonos.





Ein Blick ins Innere zeigt die komplexe Konstruktion der Sonos-Lautsprecherlösung: Schallwandler, Baugruppen und Komponenten wurden iterativ entwickelt und auf Serienfertigung optimiert.

Dazu hat Onshape entscheidend beigetragen. Den größten Einfluss auf die Design-Workflows hatten die Branching- und Merging-Funktionen: Sie verkürzten die Zeit bis zur Entwicklung einer optimierten Lösung um bis zu 30 Prozent. Denn mehrere Personen konnten zeitgleich an verschiedenen Teilen des Wandler-Designs – und sogar an unterschiedlichen Designvarianten – arbeiten. „Das Ausprobieren neuer Ideen hat den Haupt-Branch nicht beeinträchtigt. Das hat uns richtig motiviert, alle Ideen auszuprobieren, die uns einfielen“, ergänzt van Apeldoorn. Waren sich die Entwickler einig, wurden die entsprechenden Branches zusammengeführt. So konnte das Team die Entwicklung parallel vorantreiben und gleichzeitig die Beziehungen und Ausrichtung der Teile im Blick behalten.

Dieser agile Ansatz unterstützte nicht nur die fertigungsgerechte Konstruktion. Er vereinfachte auch die Versionskontrolle, weil Konflikte durch Check-in- und Check-out-Prozesse entfielen. „Wir entwarfen nachmittags und ließen die 3D-Drucker über Nacht laufen“, berichtet Wouterse. „Am nächsten Morgen bauten wir die Prototypen, führten Messungen durch und setzten die Erkenntnisse daraus gleich im nächsten Designzyklus um.“ Das heißt: Die Designiterationen fanden über Nacht statt, anstatt Tage oder Wochen zu benötigen, wie das früher der Fall war.

Cloud-basierte Zusammenarbeit über Zeitzonen hinweg

Die Konstruktionsteams und Fertigungslinien befanden sich in unterschiedlichen Zeitzonen. Da war es ein weiterer Vorteil, dass Onshape als Cloud-basierte Plattform alle Entwürfe und Konstruktionsfunktionen an jedem Standort und auch auf mobilen Geräten verfügbar macht. So konnten

Freigabeprüfungen von Bauteilen oder Baugruppen schnell durchgeführt werden, bevor die Serienproduktion startete. Weil die Entwicklungsplattform für einen größeren Personenkreis leicht zugänglich und nutzbar war, konnten mehr Beteiligte die Designs prüfen, was die Problemlösung und Optimierung zusätzlich unterstützte. Durch die integrierten Simulationsfunktionen konnten die Teams mehrere Analysen durchführen, ohne durch Softwarewechsel oder Übergaben Zeit zu verlieren. So konnte das Team seine Entwicklungskapazität verdreifachen: Bis vor zwei Jahren waren drei Ingenieure erforderlich, um einen Schallwandler zu entwickeln, heute kann dank der Top-Down-Assembly-Methode und der nativen Simulationsfunktionen, vor allem der Modalanalyse, ein einzelner Ingenieur das Design und die Simulation allein durchführen und gleichzeitig die Iterationszyklen halbieren.

Auch die optimierten Funktionen zur Versionskontrolle haben zu schnelleren Design-Workflows geführt: Mit den Release-Management-Funktionen kann ein Ingenieur selbst bei der Freigabe von 15 Teilen und mehr stets den Überblick über jedes Teil und jede Baugruppe behalten.

Mit Automatisierung zu noch mehr Innovationskraft

Mit Blick auf die Zukunft freut sich Wouterse vor allem auf weitere Automatisierungs- und Feature-Scripting-Möglichkeiten. Ziel ist es, mit Onshape Routineaufgaben zu automatisieren. „Wenn wir das alles zum Laufen bringen, müssen wir weniger Zeit für sich wiederholende Aufgaben aufwenden und haben mehr Zeit für Problemlösung und Innovation“, so Wouterse. „Mit Onshape kann man all das genießen, was das Engineering ausmacht – die Entwicklung innovativer Bauteile, iterative Konstruktionszyklen und die Umsetzung von Ideen.“

„UNSERE KERNKOMPETENZ IST INNOVATION UND QUALITÄT! WIR LIEFERN LÖSUNGEN, NICHT NUR PRODUKTE.“



WOLFGANG REITBERGER-KUNZE – Geschäftsführer u. Inhaber, ICT SÜEDWERK GmbH



Gründungsjahr: 2017

Mitarbeiter: 12

Angebot-Leistungsumfang

- Eigene Fertigung vor Ort
- Staubarme Plotter u. CO₂ Lasercutfertigung
- Just-in-time-Produktion
- Lohnfertigung (auch Lasergravur und Zuschnitt von Acrylglas/Plexiglas)

Produktportfolio

- Wärmeleitende und elektr. isolierende Materialien
- Hochwärmeleitende Silikon(freie)-Folien und Gapfiller-pads (verstärkt)
 - Wärmeleitwachsbeschichtete Polyimidfolien
 - Wärmeleitende Silikonkappen und Schläuche
 - Wärmeleitende techn. Keramiken

Wärmeleitende elektr. nicht isolierende Materialien

- Wärmeleitwachsbeschichtete Aluminiumfolien und PCM-Freestanding-Dünnschichtfilme
- Graphit/Graphenfolien (Pyrolytische)
- Abschirmfolien sowie weitere Metall- und weitere Kunststofffolien
- Alle Produkte RoHS Konform

Kontakt

ICT SÜEDWERK GmbH
Bajuwarenring 12 a
82041 Oberhaching
Deutschland
T +49/892123102-0
F +49/892123102-10
info@ict-suedwerk.de
www.ict-suedwerk.de

Sind Sie auf der Suche nach Entwärmungslösungen und Wärmeleitmaterialien für Ihre Anwendung? Dann sind Sie bei uns genau richtig; die ICT SÜEDWERK GmbH ist Ihr zuverlässiger Lieferant aus Oberhaching bei München. Von der Vorentwicklung bis hin zur Serienproduktion bieten wir unseren Kunden thermische Wärmemanagementlösungen, insbesondere für Leistungshalbleiter und aktive elektronische Bauelemente in der Leistungselektronik. Wir erarbeiten für unsere Kunden individuelle, hochwertige Lösungen mit **Thermal-Interface-Materialien**. Immer mit dem Anspruch an höchste Präzision und Qualität, alles unter einem Dach. Technische und institutionelle Beratung sowie modernste In-house-Fertigung vervollständigen unser Produktportfolio.

Wir realisieren die Verarbeitung unserer Produkte am Standort in Oberhaching „Made in Germany“

Zielfmärkte

Elektronikindustrie – insbesondere Leistungselektronik und Mikroelektronik, Maschinenbau sowie Unternehmen welche einen Lösungsansatz zur optimalen Wärmeableitung aus Verlustleistung benötigen. Deutschsprachiger Raum (D-A-CH) und EU. Wir beliefern namhafte Kunden aus den Bereichen Automotive, Luft- und Raumfahrt, IT- und Steuerungstechnik, Medizintechnik, Leuchtmittelindustrie sowie Bereiche der nachhaltigen Energieerzeugung mit integrierten Anwendungen.

Produktion

Unsere Produktion fertigt mit modernsten Methoden am Firmenstandort in Oberhaching bedarfssynchron, mit dem Ergebnis, das auch bei knappen Entwicklungsphasen auf den Punkt geliefert werden kann. Wir bieten einen ökonomischen und nachhaltigen Prozess für die individuelle Serienproduktion unserer Kunden und runden unser breit gefächertes Leistungsspektrum durch Lohnfertigung ab.

Zertifizierungen

Die ICT SÜEDWERK GmbH sichert mit innovativer Technologie die Qualität und Zuverlässigkeit seiner Produkte und Prozesse in allen Unternehmensbereichen mit den Zertifizierungen DIN EN ISO 9001:2015 I 14001:2015 ab.

Technischer Support

TKB (technische Kundenberatung direkt vor Ort), Sonderbeschaffung (Lohnfertigung), zeitnaher Angebotsservice und bei Bedarf Design-In-Support.

Logistikleistung

Kundenspezifische Etikettierung (nach Absprache), EDI Anbindung möglich, Sicherheitslager (bei Bedarf u. nach Absprache und (Just-In-Time-Lieferungen, Lieferwunschtage) sowie umweltbewusste Verpackungen.

Dauerhafte Signalintegrität bitte!

In intelligenten Gebäuden und vernetzter Infrastruktur entscheidet die Zuverlässigkeit auf Komponentenebene, wie gut das gesamte System funktioniert. Hinter jedem intelligenten Thermostat, Energiezähler und Zugangskontrollterminal verbirgt sich eine Reihe von Schaltern für Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI), die Nutzeraktivitäten in elektrische Signale umsetzen. Diese taktilen Schalter – oft verborgen in kompakten, versiegelten Gehäusen – müssen ihre elektrische und mechanische Leistungsfähigkeit über Jahre hinweg im Dauerbetrieb unter wechselnden Umgebungsbedingungen beibehalten.

TEXT: Michaela Schnelle, Littelfuse BILDER: Littelfuse; iStock, FlashMovie

Für Entwicklungsingenieure in der Haus- und Gebäudeautomation ist die Wahl des richtigen Schaltkontaktmaterials von entscheidender Bedeutung. Eine Vergoldung bietet dabei zahlreiche Vorteile, die sich direkt auf die Signalstabilität, Korrosionsbeständigkeit und langfristige Zuverlässigkeit auswirken. Während Zinn- oder Silberbeschichtungen für kostengünstige Verbrauchergeräte oft ausreichen, gewährleisten vergoldete taktile Schalter Präzision, Langlebigkeit und konsistente Signalintegrität. Dies ist in Anwendungen wichtig, die hohe Systemverfügbarkeit und Sicherheit erfordern.

Warum Vergoldung in modernen Gebäudesystemen wichtig ist

Jeder taktile Schalter funktioniert durch einen kurzzeitigen Metall-auf-Metall-Kontakt. Im Laufe der Zeit können Umwelteinflüsse – wie Feuchtigkeit, Schadstoffe oder Chemikalien in der Luft – Oxidschichten bilden, die den Kontaktwiderstand erhöhen oder zu unregelmäßiger Schaltung führen. Das Beschichtungsmaterial bestimmt, wie widerstandsfähig die Kontakte gegenüber diesen Einflüssen sind:

- Zinn ist kostengünstig, oxidiert jedoch schnell, insbesondere unter feuchten Bedingungen. Das führt zu steigendem Widerstand und unzuverlässiger Betätigung.
- Silber bietet eine hervorragende Leitfähigkeit, läuft jedoch in Gegenwart von Schwefel an und bildet dann isolierende Sulfide, die schwache Stromsignale stören.
- Gold hingegen ist chemisch inert – es oxidiert nicht und läuft nicht an. So behält der Schalter während der gesamten Lebensdauer einen gleichbleibend niedrigen Kontaktwiderstand.

Für intelligente Gebäude- und Messsysteme, die mit niedrigen Signalströmen betrieben werden und lange Lebensdauer erfordern, gewährleisten vergoldete Kontakte hohen Schutz und Verlässlichkeit. Die Vergoldung bietet damit den größten Nutzen in der Gebäudeautomation und Steuerungssystemen, wo Umgebungseinflüsse, lange Betriebszyklen und niedrige Betriebsströme zusammenkommen.

Technische Vorteile vergoldeter Kontakte

Zu den Vorteilen vergoldeter Kontakte gehören:

- 1. Stabiles elektrisches Verhalten in Schwachstromkreisen:** In modernen IoT-basierten Steuerungssystemen können die Schaltströme unter 10 mA liegen. Unter diesen Bedingungen wirken Oxidschichten auf Nichtedelmetallen als Isolatoren und verursachen Kontaktwiderstand oder Rauschen. Vergoldung verhindert die Bildung dieser Schichten und gewährleistet eine saubere, wiederholbare Signalübertragung über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg.
- 2. Geringeres Kontaktprellen und Rauschen:** Mechanisches Kontaktprellen kann zu instabilen Signalen und Fehlauslösungen führen. Die glatte, gleichmäßige Oberfläche von Gold minimiert Unebenheiten, die zum Prellen beitragen. Dies ermöglicht schnellere, saubere Übergänge und ein einfacheres Schaltungsdesign, da keine Entprellschaltungen oder Softwarefilter mehr erforderlich sind.
- 3. Beständigkeit gegen Temperatur und Umgebung:** Produkte für die Haus- und Gebäudeautomation können großen

Temperaturschwankungen ausgesetzt sein, von unbeheizten Zählerschränken bis hin zu sonnenbeschienenen Außengehäusen. Die Beständigkeit von Gold gegen thermische Ausdehnung und Kontraktion behält die Kontaktausrichtung und mechanische Integrität auch bei wiederholten Temperaturwechseln.

4. Resistenz gegen Reibkorrosion und Metallwhisker: In Umgebungen mit starken Vibrationen – wie bei wandmontierten HLK-Steuerungen oder industriellen Verbrauchszählern – können winzige Kontaktbewegungen bei herkömmlichen Materialien zu Reibkorrosion führen. Die gleitfähige, oxidationsfreie Oberfläche von Gold verhindert diese Verschleißerscheinung. Außerdem wird das Risiko von Metallwhiskern beseitigt, die sich bei anderen Beschichtungsarten bilden und mit der Zeit Kurzschlüsse verursachen können.

Geringere Gesamtkosten

Die Vergoldung verursacht im Vergleich zu Zinn oder Silber zwar geringfügig höhere Kosten, bietet jedoch einen erheblichen Mehrwert in Anwendungen, in denen Ausfallkosten hoch sind oder der Wartungszugang schwierig ist. Bei intelligenten Stromzählern beispielsweise erfordert jeder Austausch einen Vor-Ort-Einsatz und eine Neukalibrierung. Dies kostet weitaus mehr als der Schalter selbst. Ebenso können Ausfallzeiten in Gebäudeautomationssystemen die Funktionen von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage oder Sicherheitssystemen beeinträchtigen und damit den Komfort oder die Sicherheit der Nutzer senken.

Durch die frühzeitige Spezifizierung vergoldeter taktile Schalter im Konstruktionsstadium können Ingenieure:

- Ausfälle im Feld aufgrund von Korrosion oder Oxidation vermeiden.
- Die Signalzuverlässigkeit in Mikrocontroller- und Sensorschaltungen sicherstellen.
- Ein gleichbleibendes taktiles Gefühl und eine konstante Betätigungskraft über Millionen von Zyklen hinweg gewährleisten.
- Die Wartungskosten über die gesamte Lebensdauer des Produkts reduzieren.

Konstrukteure können zudem die Schichtung – typischerweise eine Goldschicht über einer Nickelsperrschicht – individuell anpassen, um Kupferdiffusion zu verhindern und eine gleichmäßige Beschichtungsdicke zu gewährleisten.

Anwendungsbereiche für vergoldete Schalter

Häufige Einsatzbereiche sind:

1. Intelligente Strom-, Gas- und Wasserzähler: Zähler werden in der Regel im Freien oder an halbgeschützten Standorten installiert. Dort können Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen und Luftschadstoffe Standardmaterialien beeinträchtigen. Im Inneren der Gehäuse werden taktile Schalter für Konfigurations-, Kalibrierungs- und Wartungsschnittstellen verwendet.

Vergoldete Kontakte gewährleisten über Jahrzehnte hinweg eine stabile elektrische Leistung und widerstehen Korrosion, welche die Kalibrierung beeinträchtigen oder die Kommunikation unterbrechen könnte. Beispielsweise bietet der taktile Schalter KMR623NG ULC LFG von C&K mit vergoldeten Kontakten und einer versiegelten Bauweise der Schutzklasse IP67 die



Vergoldete Tastschalter bieten einen stabilen Betrieb für HLK-Steuerungssysteme, die in Technikräumen und Wartungsschränken Hitze, Feuchtigkeit und Temperaturwechseln ausgesetzt sind.

Kombination aus Zuverlässigkeit und langer Lebensdauer, die Messsysteme im Versorgungsbereich erfordern.

2. Geräte für Zugangskontrolle und Sicherheit: Von intelligenten Schlössern und Tastenfeldern bis hin zu Ausweislesern und Alarmsystemen – Elektronik für die Zugangskontrolle wird unter wechselnden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen betrieben, oft in der Nähe von Türen oder Außenwänden. Die Vergoldung sorgt dafür, dass die Signalwege sauber und störungsfrei bleiben, selbst nach jahrelanger Einwirkung von Feuchtigkeit und Verunreinigungen.

Der Schalter KSC223J LFG behält bei mehr als einer Million Schaltzyklen mit vergoldeten Kontakten, einer kompakten Bauform und robuster mechanischer Belastbarkeit eine stabile Betätigungskraft und hohen Widerstand bei. Damit eignet er sich für Tastaturen, Sicherheitsterminals und Schnittstellen zur Gebäudesteuerung, die jederzeit einwandfrei funktionieren müssen.

3. Intelligente HLK- und Umgebungssteuerungen: Thermostate, Luftqualitätsmonitore und Beleuchtungssteuerungen werden zunehmend an Gebäudemanagementsysteme angebunden. Diese Geräte sind bei ihren Benutzeroberflächen und Sensorschaltungen oft auf Schaltvorgänge im Mikroamperebereich angewiesen. Die oxidfreie Oberfläche von Gold gewährleistet eine gleichbleibende Leitfähigkeit selbst bei sehr geringen Strömen. Sie verhindert somit Fehlauflösungen und unregelmäßige Messwerte, die bei oxidierten oder angelaufenen Kontakten auftreten können.

Praxisbeispiel: Vergoldung bei Geräten für hohe Temperaturen

Ein konkretes Beispiel verdeutlicht, wie Vergoldung messbare Vorteile hinsichtlich Leistung und Zuverlässigkeit bieten kann –

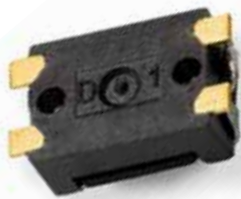
selbst in kostenbewussten Produktsegmenten. Ein Hersteller von Steuermodulen für Haushaltsherde hatte bei erhöhten Betriebstemperaturen Probleme mit der Zuverlässigkeit der Schalter, da die Kontakte oxidierten oder sich zersetzten. Daher wechselte das Ingenieurteam zu einer Lösung mit vergoldeten taktilen Schaltern. Diese behielten auch bei wiederholten Hochtemperaturzyklen eine stabile Leitfähigkeit und ein taktiler Feedback bei. Das Ergebnis: verbesserte Betriebssicherheit, weniger Garantiesprüche und längere Produktlebensdauer. Dieser Fall zeigt, dass unter bestimmten Bedingungen – insbesondere bei Einwirkung von Hitze, Feuchtigkeit oder langen Betriebszyklen – vergoldete Schalter über den gesamten Lebenszyklus des Produkts hinweg die kostengünstigste Wahl sein können.

Kosten, Leistung und Anforderungen abwägen

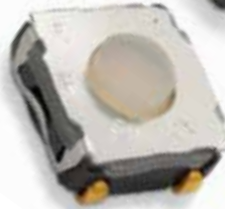
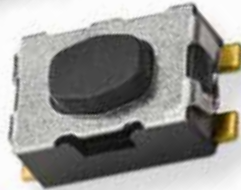
Zwar ist eine Vergoldung nicht bei jedem Produkt gerechtfertigt, doch wird sie unverzichtbar, wenn Zuverlässigkeit, Umweltbeständigkeit oder ein langer Lebenszyklus erforderlich sind. Ingenieure sollten Folgendes prüfen:

- Stromstärke: Für Schaltungen mit geringer Stromstärke (<100 mA) empfiehlt sich eine Vergoldung.
- Betriebsumgebung: Hohe Luftfeuchtigkeit, extreme Temperaturen oder die Einwirkung von Schadstoffen sprechen für eine Vergoldung.
- Erwartete Lebensdauer: Langlebige Messgeräte oder Zugangskontrollsysteme mit minimalem Wartungsaufwand rechtfertigen den Aufpreis.
- Haptik und Konsistenz: Die glatten Kontaktflächen von Gold gewährleisten die von Anwendern erwartete präzise Betätigungsreaktion.

Schalterfamilien wie KMR623NG ULC LFG (abgedichtet, extrem niedriger Strom) und KSC223J LFG (kompakt, lange



Die vergoldeten taktilen Schalter der KMR-Serie von C&K sind kompakt und für anspruchsvolle Umgebungen abgedichtet. Sie bieten eine lange Lebensdauer und eine niedrige Stromaufnahme etwa für Messsysteme oder Gebäudeautomation.



Taktile Schalter mit vergoldeten Kontakten, wie die KSC2-Serie von C&K, kombinieren eine lange elektrische Lebensdauer und eine stabile Betätigung bei kompakter Bauweise für Anwendungen im Bereich Haustechnik.

Lebensdauer) von C&K bieten flexible Lösungen für Ingenieure, die Leistung und Kostenbeschränkungen in Einklang bringen möchten. Gleichzeitig gewährleisten sie kompatible Einbaumaße über mehrere Produktplattformen hinweg.

Langfristig zuverlässig

Moderne Haus- und Gebäudeautomation erfordert intelligente, vernetzte und energieeffiziente Systeme. Dabei werden die Geräte zu einem integralen Bestandteil kritischer Infrastrukturen, von der Überwachung des Energieverbrauchs über Zugangskontrollen bis zur Komfort-Automatisierung. Entsprechend wird die langfristige Zuverlässigkeit

der Schalter zu einer grundlegenden Anforderung an die Konstruktion.

Vergoldete taktile Schalter erfüllen diese Anforderungen, indem sie elektrische Präzision mit mechanischer Belastbarkeit kombinieren. Ihre Beständigkeit gegen Oxidation, Korrosion und Verschleiß führt direkt zu reduzierten Ausfallzeiten, weniger Serviceeinsätzen und einer erhöhten Produktzuverlässigkeit über Jahre hinweg. Für Ingenieure, die Smart Meter der nächsten Generation, HLK-Regler oder Gebäudemanagement-Schnittstellen entwickeln, stellt Gold sicher, dass die Verbindung zwischen Nutzer und System vom ersten bis zum millionsten Tastendruck einwandfrei bleibt.

Kingbright

■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

Kingbright's new KPG-0402 series 01005 SMD CHIP LED



0805



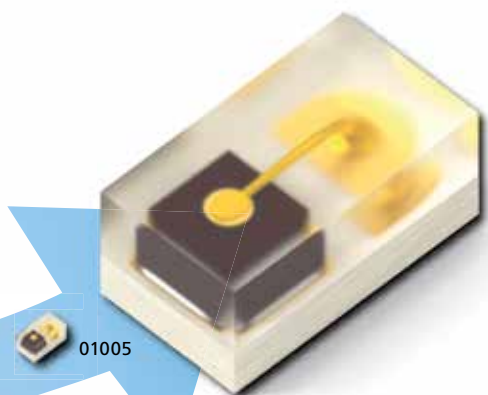
0603



0402



0201



01005

Product Features:

- 0.45 mm X 0.25 mm SMD LED, 0.2 mm thickness • Low power consumption • Wide viewing angle
- Compatible with automatic placement equipment • Moisture sensitivity level: level 2 • Halogen-free • RoHS compliant

ENERGIEVERSORGUNG VON LASERDIODEN ALS SCHLÜSSELFAKTOR MODERNER LASERANLAGEN

Stromversorgung als Systemarchitektur

Moderne Laseranwendungen in Industrie, Medizintechnik, Forschung und Defence stellen immer höhere Anforderungen an ihre Stromversorgung. Steigende Spannungen und Ströme, hochdynamische Pulsregime sowie normativ abgesicherte Sicherheitskonzepte führen dazu, dass klassische Standard-Netzteile oder isoliert betrachtete Einzelkomponenten häufig nicht mehr ausreichen. Stattdessen wird die Stromversorgung zunehmend zu einer zentralen Systemkomponente innerhalb komplexer Laserarchitekturen.

TEXT: Patrick Schulze, Journalist BILDER: Schulz-Electronic; iStock, SireAnko

Die Lasertechnologie hat sich in den vergangenen Jahren in zahlreichen Industriezweigen rasant weiterentwickelt. Von der industriellen Materialbearbeitung über medizinische Anwendungen bis hin zu diversen Forschungsprojekten entstehen immer leistungsfähigere und zugleich stärker spezialisierte Lasersysteme. Mit dieser Entwicklung steigen auch die Anforderungen an die elektrische Versorgung der Laserdioden. Während früher häufig universelle Netzteile eingesetzt wurden, rückt heute eine anwendungsspezifische Auslegung der Stromversorgung immer stärker in den Fokus. „Lasersysteme werden zunehmend individuell auf eine konkrete Anwendung hin entwickelt. Entsprechend müssen auch die Stromversorgungslösungen genau auf diese Systeme abgestimmt sein“, erklärt Heiko Seel, Product Manager bei der Schulz-Electronic GmbH, einem Anbieter von Stromversorgungslösungen und Entwicklungspartner für anspruchsvolle Test-, Forschungs- und Industrieanwendungen. Das Unternehmen hat sich auf präzise AC- und DC-Stromversorgungslösungen für industrielle und wissenschaftliche Anwendungen spezialisiert, u.a. auch im Bereich der Lasertechnologie.

Steigende Leistungen und neue Laserarchitekturen

Ein wesentlicher Treiber dieser Entwicklung sei Seel zufolge der starke technologische Wandel bei den Laserdioden selbst. So arbeiten moderne Anwendungen häufig mit Dioden-Stacks oder seriell

verschalteten Single-Emittern, um höhere optische Leistungen und bessere Strahlqualitäten zu erreichen. Dadurch steigen sowohl die benötigten Ströme als auch die Versorgungsspannungen.

Während klassische Laserdioden-Barren vor allem hohe Ströme erforderten, verschiebt sich der Fokus bei vielen neuen Anwendungen in Richtung höherer Spannungen. Solche Architekturen finden sich beispielsweise beim Pumpen leistungsstarker Faserlaser, in hochpräzisen Schneidprozessen oder in wissenschaftlichen Hochleistungsanwendungen.

Hohe Dynamik und Treiberdesigns

Neben Leistung und Spannung spielt zudem die Dynamik vieler Laseranwendungen eine entscheidende Rolle. Während im klassischen Continuous-Wave-Betrieb ein besonders geringer Ripple im Vordergrund stehen kann, verlangen gepulste Anwendungen extrem schnelle Stromanstiegszeiten und eine sehr präzise Regelung.

Gerade bei kurzen oder ultrakurzen Pulsen wird deutlich, dass Stromversorgung und Laserdiode nicht getrennt voneinander betrachtet werden können. Leitungsinduktivitäten, geometrische Nähe zwischen Treiber und Diode sowie das gesamte Systemlayout beeinflussen direkt die erreichbare Pulsdynamik. „In vielen Fällen reicht es dann nicht aus, einfach ein

Netzteil auszuwählen. Treiber, Anschlussgeometrie und Laserdioden müssen in solchen Fällen als Gesamtsystem betrachtet und gemeinsam optimiert werden“, erläutert Seel.

Elektronische Sicherheit und mechanischer Schutz

Ein weiterer zentraler Aspekt moderner Lasersysteme stellt die Gewährung derer Sicherheit dar. Hochleistungs-Laseranlagen müssen häufig die Anforderungen der DIN EN ISO 13849-1 erfüllen, insbesondere das Performance Level e. Dieses stellt die höchste Sicherheitskategorie für Maschinen dar. Klassische mechanische Schutzkonzepte erweisen sich in diesem Kontext allerdings ebenfalls häufig als nicht mehr ausreichend. In vielen modernen Laserarchitekturen existiert etwa kein zugänglicher Resonatorbereich mehr, in dem ein mechanischer Shutter den Strahl unterbrechen könnte.

Eine Alternative bieten elektronische Sicherheitsschalter, die den Laser direkt zwischen Treiber und Diode deaktivieren. Dadurch kann der Laser zuverlässig abgeschaltet werden, ohne dass die gesamte Stromversorgung heruntergefahren werden muss.

Von der Komponente zum integrierten System

Es wird deutlich, dass die hohe Komplexität von modernen Laseranwendungen



Der Halbleiter-Sicherheitsswitch SES ermöglicht Laseranlagen, mit Taktzyklen bis Cat. 4/Performance Level e zu betreiben.

dazu führt, dass die Stromversorgung zunehmend als integraler Bestandteil der Systemarchitektur verstanden werden muss. Treiber, Sicherheitseinrichtungen, Steuerung und mechanische Integration müssen aufeinander abgestimmt sein.

„Die Projekte zur Lösungsimplementierung beginnen meist mit einer detaillierten Analyse der Anwendung“, erläutert Seel. „Dabei betrachten wir nicht nur Strom und Spannung, sondern auch Faktoren wie Pulsdynamik, Leitungswege, Integration, Sicherheit und Systemarchitektur.“ Auf dieser Basis entstehen durch Schulz-Electronic applikationsspezifisch konzipierte Lösungen, die von einzelnen Treibern bis hin zu integrierten Stromversorgungssystemen reichen können.

Fazit

Die Stromversorgung moderner Laserdioden ist mehr als eine reine Energiequelle. Steigende Leistungen, hochdynamische Pulsregime und strenge Sicherheitsanforderungen machen sie zu einem zentralen Baustein moderner Laserarchitekturen. Entscheidend ist dabei die systemische Betrachtung: Treiber, Laserdiode, Sicherheitskonzept und Integration müssen als zusammenhängendes Gesamtsystem ausgelegt werden. Anbieter wie Schulz-Electronic zeigen, wie sich aus einzelnen Komponenten integrierte Stromversorgungslösungen entwickeln lassen, die den wachsenden Anforderungen moderner Laseranwendungen gerecht werden.



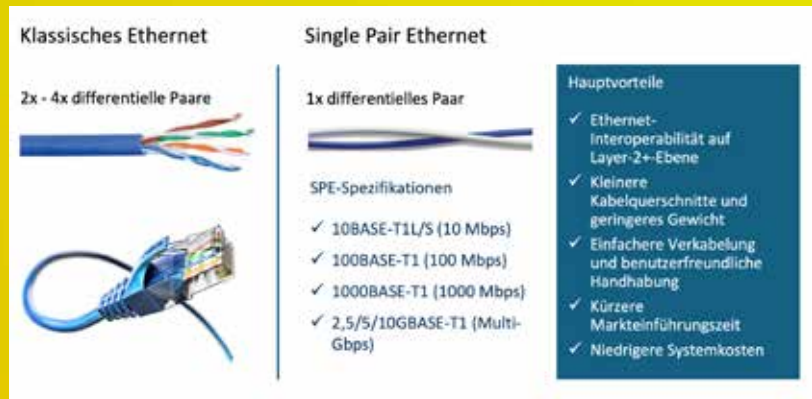
SINGLE PAIR ETHERNET

Von Technologietrends zu praktischen Designüberlegungen

Dieser Beitrag beleuchtet detailliert die Entwicklung von Ethernet und erklärt, warum Single Pair Ethernet (SPE) für die moderne Edge-Konnektivität zunehmend an Bedeutung gewinnt. Mit einem Schwerpunkt auf 10BASE-T1S werden die wesentlichen Vorteile von SPE in rauen Umgebungen sowie in Edge-Geräten erläutert und wichtige Tipps gegeben, um eine maximale Signalintegrität zu gewährleisten. Zudem wird ein Referenzdesign für 10BASE-T1S auf Systemebene vorgestellt – entwickelt in Zusammenarbeit mit Arrow Electronics, Bourns, Microchip Technology und Amphenol. Es bietet Ingenieuren praxisnahe Einblicke in die Optimierung von Signalintegrität und Netzwerkrobustheit.

TEXT: Alexander Guba & Janus Piwek, Arrow; Carmelo De Mola, Microchip; Kerstin Velda, Bourns; Stefan Bouwmans, Amphenol

BILDER: Arrow; iStock, Diamond Dogs



Klassisches Ethernet vs. Single Pair Ethernet

Der Begriff Ethernet wurde erstmals von Robert Metcalfe am Xerox PARC in einem

Memo vom 22. Mai 1973 verwendet.

Er beschrieb damit ein experimentelles lokales Netzwerk (LAN), das auf der Kommunikation über Koaxialkabel basierte. Die Idee hierzu wurde durch das Funknetzwerk ALOHAnet aus den späten 1960er Jahren inspiriert. Wie das ALOHAnet nutzte auch Ethernet die erneute Übertragung von Daten nach Kollisionen. Ethernet führte jedoch eine entscheidende Verbesserung ein: Vor dem Senden von Daten prüfte ein Gerät zunächst, ob der Kommunikationskanal frei war. Dieses Verfahren wurde als „Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection“ (CSMA/CD) bekannt.

Mehr als 50 Jahre später hat sich Ethernet von einem experimentellen Netzwerk mit 2,94 Mbit/s zu einer der Schlüsseltechnologien der modernen digitalen Infrastruktur entwickelt. Heute ermöglichen die Ethernet-Standards der IEEE-802.3-Familie eine Vollduplex-fähige, geschaltete Kommunikation über diverse Twisted-Pair-Kupferkabel oder Glasfaserverbindungen. Die Übertragungsgeschwindigkeiten bei Ethernet haben mittlerweile 800 Gbit/s erreicht, wobei Technologien für 1,6 Tbit/s bereits in Entwicklung sind. Dieser langfristige Erfolg beruht auf Standardisierung, Skalierbarkeit, Zuverlässigkeit, Interoperabilität und einer kontinuierlichen Weiterentwicklung.

Herausforderungen der modernen Konnektivität

Während das klassische Ethernet in Heim- und Unternehmensnetzwerken, Rechenzentren sowie in der Telekommunikation weit verbreitet ist, eignet es sich nicht immer ideal für kompakte und kostensensible Anwendungen. Es erfordert häufig mehrere verdrehte Aderpaare, größere Steckverbinder, Switches und eine komplexere Implementierung.

Bei kleinen Sensoren, Aktuatoren und verteilten Edge-Geräten kann dies zu einem erhöhten Kabelgewicht, einem höheren Platzbedarf, einem gesteigerten Stromverbrauch und insgesamt höheren Systemkosten führen. Diese Herausforderungen sind insbesondere in der Automobil- und Verkehrstechnik, der Industrie- und Gebäudeautomatisierung, im IoT, in der Robotik, bei intelligenten Energiesystemen sowie in vielen anderen Bereichen von Bedeutung. Gleichzeitig weisen auch bestehende Schnittstellen wie RS-485, CAN, LIN und andere Feldbust Technologien gewisse Limitierungen auf. Sie sind in der Regel auf spezifische Anwendungen, Datenraten oder Netzwerkarchitekturen ausgelegt, was ihre Skalierung oder Integration erschweren kann.

In vielen Fällen erfordert die Anbindung dieser Systeme an standardmäßige Ethernet-basierte IT- oder Cloud-Infrastrukturen den Einsatz von Gateways, eine Protokollkonvertierung oder zusätzliche Software. Folglich müssen Ingenieure häufig einen Ausgleich finden zwischen kostengünstiger Konnektivität auf Geräteebene, höherer Bandbreite, einfacherer Integration und einer stärker vereinheitlichten Netzwerkarchitektur.

Single Pair Ethernet

Eine gute Lösung für diese Anforderungen war die Einführung der SPE-Technologie im Jahr 2015. Die Spezifikation

Standard	10BASE-T1L	10BASE-T1S	10BASE-T1M	100BASE-T1	100BASE-T1L (Erweiterung)	1000BASE-T1	MultiGBASE-T1	MultiGBASE-T1 (Erweiterung)
	IEEE802.3cg		IEEE 802.3da	IEEE802.3bw	IEEE802.3dg	IEEE802.3bp	IEEE802.3ch	IEEE802.3cy
Datenübertragungsraten	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	1000 Mbps	2,5/5/10 Gbps	>25 Gbps
Entfernung Geschirmt / Ungeschirmt	- 1000 m	>25 m nicht festgelegt	noch festzulegen >50 m	15 m 40 m	- 500 m	15 m 40 m	- 15 m	- ~10-11 m
Topologie	Punkt-zu-Punkt	Multidrop 8+ Knoten	Multidrop 16+ Knoten	Punkt-zu-Punkt	Punkt-zu-Punkt	Punkt-zu-Punkt	Punkt-zu-Punkt	Punkt-zu-Punkt
Status	eingeführt	eingeführt	eingeführt	eingeführt	ausstehend	eingeführt	eingeführt	ausstehend

Übersicht: SPE-Spezifikationen

IEEE 802.3bw (100BASE-T1) ermöglichte die Übertragung von 100 Mbit/s über ein einzelnes verdrehtes Adernpaar und zielte dabei vornehmlich auf Netzwerke innerhalb von Kraftfahrzeugen ab. Sie behielt den standardmäßigen Ethernet-Protokoll-Stack bei, vereinfachte jedoch die physikalische Verbindung auf ein einzelnes Adernpaar. Dies ermöglichte kleinere Kabel und Steckverbinder, ein geringeres Gewicht, eine einfachere Verkabelung sowie niedrigere Systemkosten.

Heute umfasst die IEEE-802.3-Familie mehrere SPE-Spezifikationen für unterschiedliche Anwendungen, Datenraten und Kabellängen. Im Gegensatz zu vielen traditionellen Feldbustechnologien bringt SPE die standardmäßige Ethernet-Konnektivität direkt bis hin zu Sensoren und Aktuatoren – ganz ohne komplexe Protokollkonvertierung. Je nach Spezifikation unterstützt SPE Multidrop-Kommunikation, deterministische Vernetzung, große Kabellängen sowie die gleichzeitige Übertragung von Daten und Energie über ein einziges Kabel. Bereits heute werden über ein einzelnes Adernpaar Datenraten von bis zu 10 Gbit/s erreicht; für die Zukunft werden Geschwindigkeiten von 25 Gbit/s und mehr erwartet.

Die Datenrate ist jedoch nicht der einzige wichtige Faktor. Ein weiterer zentraler Trend ist die wachsende Nachfrage nach einfacheren, kostengünstigeren Ethernet-Lösungen, die für Multidrop-Netzwerke über kurze Distanzen mit einer Vielzahl von Sensoren und Aktuatoren optimiert sind.

Die 10BASE-T1S-Spezifikation

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, führte das IEEE im Jahr 2019 die 10BASE-T1S-Spezifikation ein.

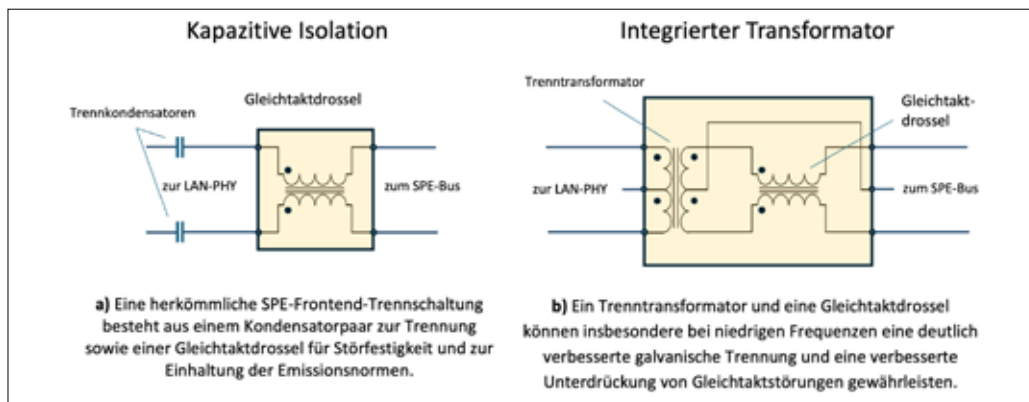
Sie ermöglicht eine Ethernet-Kommunikation mit 10 Mbit/s über ein einzelnes verdrehtes Adernpaar (Twisted Pair) und unterstützt sowohl Punkt-zu-Punkt- als auch Multidrop-Topologien.

In einem Multidrop-Netzwerk können sich mehrere Geräte dasselbe Kommunikationskabel teilen. Dies trägt dazu bei, die Komplexität der Verkabelung sowie die Systemkosten zu reduzieren; zudem sind in vielen einfachen Anwendungen keine dedizierten Ethernet-Switches mehr erforderlich.

Ein zentraler Mechanismus, der 10BASE-T1S zugrunde liegt, ist die „Physical Layer Collision Avoidance“ (PLCA). PLCA verbessert den Determinismus und die Netzwerkeffizienz, wodurch die Kommunikation besser vorhersehbar wird. Anstatt den Geräten – wie beim seit 1973 im Ethernet verwendeten CSMA/CD-Verfahren – eine zufällige Übertragung zu gestatten, weist PLCA jedem Knoten ein definiertes Zeitfenster für die Übertragung zu. Dies hilft, zufällige Kollisionen zu vermeiden, und macht Ethernet auch für kostengünstige Sensor- und Aktuatornetzwerke praktikabel.

Infolgedessen ist 10BASE-T1S äußerst attraktiv für die Ethernet-Konnektivität auf Edge-Ebene in zonalen Architekturen im Automobilbereich, bei industriellen Sensoren und Aktuatoren, in der Robotik, bei intelligenter Beleuchtung, in der Gebäudeautomatisierung sowie in vielen anderen verteilten Embedded-Systemen geworden.

Heute ermöglicht das Spektrum der SPE-Spezifikationen – gemeinsam mit den klassischen Ethernet-Standards – ein vollständig vereinheitlichtes Ökosystem, das von der Cloud-



Trenntransformator mit integrierter Gleichtakt-drossel (CMC) im Vergleich zur kapazitiven Trennmethode

Ebene bis hin zu Endgeräten wie Sensoren und Aktuatoren reicht und dort eine direkte Kommunikation unterstützt.

Wichtige Aspekte beim Hardware-Design

Die Signalintegrität auf der physikalischen Schicht ist ebenfalls ein wesentlicher Bestandteil des SPE-Systemdesigns. Da Ethernet immer näher an die Sensoren und Aktuatoren heranrückt, gewinnt eine zuverlässige Konnektivität noch stärker an Bedeutung.

Ein zentraler Punkt ist dabei die Art und Weise, wie das Signal vom PHY-Baustein zur SPE-Leitung und zurück übertragen wird. Dies umfasst eine ordnungsgemäße Kopplung, die Unterdrückung von Gleichtaktstörungen sowie die galvanische Trennung.

Eine kapazitive Trennung kann eine einfache Lösung darstellen – insbesondere bei kurzen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. In realen Anwendungen, die durch raue Umgebungsbedingungen, eine Vielzahl von Knotenpunkten oder größere Kabellängen gekennzeichnet sind, ist jedoch häufig eine höhere Signalrobustheit erforderlich, um die Stabilität des Netzwerks zu gewährleisten.

Im Vergleich zu einer rein kapazitiven Trennung bietet ein Design, das einen integrierten Übertrager und eine Gleichtakt-drossel (CM-Drossel) kombiniert, eine echte galvanische Trennung; zudem verbessert es die Signalqualität und erhöht die Immunität gegenüber niederfrequenten Störungen sowie leitungsgebundenen und abgestrahlten Interferenzen.

Ein neues Referenzdesign zur Beschleunigung der SPE-Einführung

Um Entwicklungsingenieure bei der Evaluierung dieses Ansatzes zu unterstützen, haben Arrow, Microchip Technology, Bourns und Amphenol gemeinsam eine Referenzplattform auf Systemebene vorgestellt: REF_SPE_T1S. Dieses Design umfasst die Trennübertrager-Technologie von Bourns, eine USB-2.0-zu-10/100-Ethernet-Bridge (LAN9500A) sowie einen 10BASE-T1S-SPE-PHY (LAN8670) von Microchip – ergänzt durch eine vollständig IEC 63171-6-konforme SPE-Buchse von Amphenol (MSPE-J2L0-B01).

Das Design demonstriert in der Praxis, wie die Wahl des passenden Trennübertragers und das entsprechende Design der Gleichtakt-drossel die Robustheit von SPE-Netzwerken steigern können. Durch die Verbesserung der Gleichtaktunterdrückung und der galvanischen Trennung – insbesondere im Niederfrequenzbereich – trägt die Lösung dazu bei, die Signalintegrität und Verbindungsstabilität in elektrisch gestörten Umgebungen der Industrie- und Gebäudeautomatisierung zu gewährleisten.

Ob für die Fabrikautomatisierung, HLK-Systeme oder die Gebäudeleittechnik konzipiert: Diese Plattform liefert eine praxisnahe Demonstration der Netzwerkrobustheit. Ingenieure können die transformatorbasierte Trennung direkt mit der kapazitiven Trennung vergleichen, das Verhalten bei der Unterdrückung von Gleichtaktstörungen beobachten sowie die EMV- und Emissionsleistung bewerten – mit dem Ziel, bei neuen Designs bessere Ergebnisse zu erzielen, die Kosten zu senken und die Markteinführungszeit zu verkürzen.



DATEN ALS LEBENSADER DER SCHIENENFAHRZEUGE IN DER ALL ELECTRIC SOCIETY

Die All Electric Society kommt

Indian Railways ist bestrebt, den CO₂-neutralen Status bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Ein entscheidender Aspekt dieser Initiative ist die Verbesserung der Energieeffizienz durch modernste Technologien wie regenerative Bremssysteme, intelligente Züge mit Echtzeitüberwachung und die Integration künstlicher Intelligenz für vorausschauende Wartung. Daten sind die Lebensader, die Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit in allen Bereichen des Schienenverkehrs gewährleisten.

TEXT: Sethubalaji Karthikeyan, Harting BILD: iStock, murat4art

Traditionell waren Energiesysteme entscheidend bei der Konstruktion von Schienenfahrzeugen. Mit dem Aufkommen von integrierter Elektronik, Sensoren, Automatisierungssteuerungen und vorausschauender Diagnose hat sich der Schwerpunkt auf robuste und modulare Dateninfrastrukturen verlagert. Moderne elektrische Züge nutzen heute Steuerungsdaten für die Traktionssteuerung, Bremssysteme und Zugautomatisierung sowie Betriebsdaten für die Überwachung der Bordsysteme. Fahrgastinformationssysteme werden für Echtzeit-Updates genutzt und vorausschauende Wartungsdaten ermöglichen die Reduzierung von Ausfallzeiten.

Herausforderungen bei der Datenerfassung, -verarbeitung und -nutzung

Trotz der Vorteile einer datengestützten Entscheidungsfindung steht der Eisenbahnsektor heute vor einigen Herausforderungen: physische Herausforderungen wie raue Umgebungsbedingungen, Herausforderungen bei der Datenerfassung, bedingt durch veraltete Systeme und mangelnde Standardisierung sowie Herausforderungen bei der Datenverarbeitung aufgrund hoher Datenmengen und Cybersicherheitsbedrohungen. Hinzu kommen Herausforderungen bei der Datennutzung, bedingt durch

fragmentierte Datensilos, regulatorische Anforderungen und komplexe Sachverhalte in Betrieb, Wartung und Infrastruktur.

Daten sammeln und analysieren

Indian Railways sammelt Daten über modernste IoT-Sensoren und digitale Ticketingsysteme sowie mit Hilfe von Plattformen wie UTS und IRCTC. Die Datenverarbeitung umfasst Big-Data- und CRIS-KI-Plattformen, vorausschauende Wartungssysteme sowie Sicherheits- und Betriebsmanagement.

Standardisierte Datenformate und Schnittstellen

Standardisierte Datenformate und Schnittstellen sind entscheidend für eine nahtlose Kommunikation, Effizienz, Kostensenkungen sowie erhöhte Sicherheit.

Eingesetzte Schnittstellentechnologien

Indian Railways verwendet eine Kombination aus Ethernet, seriellen Protokollen wie RS-232 und RS-485 sowie drahtlosen Kommunikationssystemen wie GSM-R und Wi-Fi.

Standards bei Verkabelung und Steckverbinden

Indian Railways setzt auf internationale Standards für Steckverbinder und Verkabelung, darunter RJ-45/M12-Steckverbinder für Twisted-Pair-Kabel und Standardsteckverbinder wie SC, LC oder ST für Glasfaserinstallationen.

Fazit

Im Zuge der Umstellung von Indian Railways auf ein vollständig elektrisches und digitales Ökosystem sind Daten zur Lebensader geworden,

denn sie gewährleisten Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit. Durch den Einsatz fortschrittlicher Technologien und standardisierter Datenformate und Schnittstellen kann Indian Railways die betriebliche Effizienz verbessern, das Fahrgasterlebnis optimieren und seinen CO₂-Fußabdruck verringern. Die modularen Schnittstellenlösungen von Harting für MegaBit/GigaBit bis Cat. 7, wie Han-Modular und für Single Pair Ethernet (SPE) die T1 Industrial Ethernet-Steckverbinder, können eine entscheidende Rolle bei der Ermöglichung einer skalierbaren und zuverlässigen Datenübertragung in Schienenfahrzeugsystemen spielen.

Driving the world

SEW
EURODRIVE

EIN Umrichter. Viele Förderlösungen.



NEU: MOVIONE® – DER Umrichter für Ihre Förderanwendungen

Mit MOVIONE® erweitern wir unser dezentrales Umrichter-Portfolio des modularen Automatisierungsbaukastens MOVI-C®. Die intelligente Antriebseinheit, die den Takt vorgibt – einfach, optimiert, standardisiert.

Was macht MOVIONE® einzigartig?

- vielfältig einsetzbar mit IE3- und IE5-Motoren
- als integrierte Einheit oder wandmontiert
- kosteneffizient und einfach integrierbar

Ob Retrofit oder Neuanlage – MOVIONE® lässt sich nahtlos in bestehende Systeme einbinden.

www.sew-eurodrive.de

Wertschöpfung jenseits der Logistik:
Mehr Nähe. Mehr Orientierung. Mehr Zukunft.

DIE UNTERSCHÄTZTE FLEXIBILITÄT DER DISTRIBUTION

Distribution wird häufig über Verfügbarkeit, Preis und Lieferung definiert. Doch die Erwartungen an Marktteilnehmer verändern sich: Prozesse werden komplexer, Entscheidungen anspruchsvoller, Anforderungen vielfältiger. Damit stellt sich zunehmend die Frage, welchen Beitrag die Distribution darüber hinaus leisten kann – für Kunden, Partner und stabile Geschäftsbeziehungen.

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, E&E **BILDER:** iStock, JuSun; teilnehmende Unternehmen





BORIS BARDOUKAS

Distribution ist weiterhin absolut zeitgemäß und heute wichtiger denn je. Physische Lager, über Kontinente hinweg verwaltet, sind ein großes Plus. Ebenso wichtig ist die lösungsoffene Ausrichtung, durch die Kunden Alternativen erhalten. Eine große Datenbasis ermöglicht eine frühe Erkennung von Markttrends und proaktives Handeln. Hinzu kommt umfassender technischer Support, da viele Kunden keine eigenen Expertinnen und Experten für ihre gesamte BOM, insbesondere im Software-Bereich, vorhalten können. Weitere Vorteile sind die Konsolidierung vieler Hersteller über einen Lieferanten, geringerer Aufwand für Kunden, Preisvorteile durch Mengenbündelung sowie zusätzliche Services wie Programmierung und Traceability, etwa kundenspezifische Labels.

Vice President Sales Components,
EMEA Central, Arrow Electronics



RALF BÜHLER

Laut BME-Benchmark 2025 kostet jede einzelne Bestellung im Schnitt 121,75 Euro an Transaktionskosten. Wer hier ansetzt, schafft echten Nutzen: Digitale Beschaffung via E-Procurement senkt die Prozesskosten in der indirekten Beschaffung nachhaltig. Und zwar maßgeschneidert für jede Unternehmensgröße, weil „One size fits all“ hier nicht funktioniert. Ein zweiter zentraler Punkt: Nicht jeder Bedarf steht im Katalog. Genau dann zählt ein Partner, der auch außerhalb des Standards liefert. Stichwort Sonderbeschaffung. Drittens: B2B ist und bleibt ein Vertrauensgeschäft. Technologie unterstützt, aber Menschen lösen Probleme – ein weiteres Differenzierungsmerkmal echter High-Service-Distributoren.

CEO, Conrad Electronic



DAN FORD

Bei Farnell geht Distribution über Verfügbarkeit, Preis und Logistik hinaus: Als Distributor unterstützen wir Kunden dabei, Innovationen zu beschleunigen und die Komplexität über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg zu reduzieren. Wir unterstützen Ingenieure mit technischem Fachwissen, Design-Tools und Komponenten-Auswahl, die Risiken senken und die Markteinführungszeit verkürzen. Unsere globale Reichweite und unser Support in der jeweiligen Landessprache liefern wertvolle Markteinblicke und helfen Kunden, fundierte Geschäftsentscheidungen zu treffen. In Verbindung mit resilienten Lieferketten, Obsoleszenzmanagement, Compliance, Nachhaltigkeitsdaten und Rückverfolgbarkeit wird Distribution zu einem strategischen Partner, der Engineering-, Einkaufs- und Supply-Chain-Teams effektiver miteinander verbindet.

VP Sales and Services EMEA, Farnell



MARIE-PIERRE DUCHARME

Unsere Kunden verlassen sich auf uns, wenn es darum geht, die Komplexität von Entwicklung und Beschaffung zu reduzieren. Mouser bietet Ingenieuren schnellen Zugang zu den neuesten Bauteilen sowie zu technischen Ressourcen, parametrischen Suchfunktionen, Vergleichstools und Designinhalten, die dabei helfen, Technologien effizienter zu bewerten und zu integrieren. Durch die enge Zusammenarbeit mit führenden Herstellern stehen neue Produkte und Referenzdesigns bereits früh im Entwicklungsprozess zur Verfügung. So können Entwicklungsteams fundierte Entscheidungen treffen und den Übergang von der Evaluierung über das Prototyping bis hin zur Serienproduktion reibungsloser gestalten.

Vice President of Marketing and
Business Development EMEA,



**OLIVER
EDELMAANN**

Eine zentrale Aufgabe der Distribution wird es künftig sein, Endkunden als beratender Partner durch den Bauelemente-Dschungel zu führen und gemeinsam optimale Lösungen für ihre Applikationen zu entwickeln. Darüber hinaus tragen Distributoren wesentlich zur Verkürzung der Time-to-Market bei, indem sie mit technischer Expertise und Technology-Centern Entwicklungsprozesse beschleunigen – insbesondere da nicht jeder Endkunde über ausreichende Entwicklungsressourcen verfügt. Zudem agieren sie als Vernetzer, fördern Kooperationen und ermöglichen so, komplexe Anwendungen effizient und erfolgreich am Markt zu realisieren.

Director Distribution Sales,
Rohm Semiconductor



**FABIAN
PLENTZ**

Die Distribution hat sich in den vergangenen Jahren deutlich weiterentwickelt – weg von der reinen Bereitstellung von Produkten hin zu einem echten Solution-Provider. Der Mehrwert entsteht heute vor allem dort, wo wir unsere Kunden in ihren Applikationen und Systemlösungen aktiv unterstützen. Bei Rutronik geht das so weit, dass wir komplette Applikationen entwickeln, die optimal auf marktgerechte Anforderungen zugeschnitten sind. Neu hinzugekommen ist dabei in den letzten Jahren verstärkt auch die Softwareentwicklung, die unsere klassische Hardwarekompetenz sinnvoll ergänzt und den Kundennutzen erheblich erweitert. Auch Themen wie Transparenz entlang der gesamten Supply Chain, der Zugriff auf Echtzeitdaten sowie eine höhere Geschwindigkeit in Prozessen gewinnen an Bedeutung. Kunden erwarten heute nicht nur Verfügbarkeit, sondern vor allem Planbarkeit, Sicherheit und Reaktionsfähigkeit.

Unternehmenssprecher und COO,
Rutronik Elektronische Bauelemente



**MARCUS
WARMBIER**

Mehrwert in der Distribution entsteht heute nicht allein über Verfügbarkeit, Preis und Logistik. Schukat versteht diese Leistungen als Basis und schafft zusätzlichen Nutzen durch technische Beratung, enge Lieferantenbeziehungen, Design-in-Support und Projektgeschäft. Letzteres ist wesentlicher Bestandteil unseres Angebots. Gemeinsam mit Kunden und Herstellern realisieren wir teils kundenspezifische Produkte, von Modifikationen bis Neuentwicklungen. Digitale Services wie API-/EDI-Anbindungen, ECAD-Daten und BOM-Funktionen vereinfachen Abläufe und erweitern die Möglichkeiten, Bedarfe über Schukat abzudecken. Technologien unter anderem zur Prozessanalyse helfen uns, immer schneller und präziser zu werden.

Head of Marketing,
Schukat Electronic



**MARIUS
WÜSTEFELD**

Distribution schafft heute vor allem Orientierung, Planungssicherheit und Zugang zu Know-how. Gerade in Zeiten steigender Lieferzeiten, drohender Allokationen und zunehmender Preisvolatilität wird die enge Partnerschaft zwischen Kunden, Herstellern und Distributoren zum Erfolgsfaktor. Moderne Distribution verbindet Markttransparenz, Engineering-Kompetenz und Supply-Chain-Management. Sie erkennt Risiken früh, entwickelt Alternativen und bringt Hersteller-Know-how direkt in Kundenprojekte ein. So entstehen robuste Lieferketten, schnellere Entwicklungsprozesse und nachhaltige Wettbewerbsvorteile. Sie ist damit Partner, Lösungsentwickler und Brücke zwischen Technologie und Markterfolg zugleich.

Chief Operating Officer,
SE Spezial-Electronic



ARROW ELECTRONICS

Anschrift

Arrow Central Europe GmbH
Frankfurter Straße 211
63263 Neu-Isenburg
Germany
T +49/6102/5030-0
F +49/6102/5030-8455
www.arrow.com

Arrow Electronics mit Hauptsitz in Centennial, Colorado/USA, ist ein globaler Anbieter von Elektronikkomponenten, Services und Technologielösungen. Die Geschäftsbereiche teilen sich unter anderem auf in Components, Enterprise Computing Solutions und Arrow Intelligent Solutions. Das Unternehmen ist aktuell in der Fortune500-Liste auf Platz 148 aufgeführt und wurde zum 26. Mal in Folge in die Fortune Liste der „World's Most Admired Companies“ aufgenommen.

Neben dem Komponentengeschäft zählen zum Angebot individuelle, auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene Entwicklungs- und Logistikdienstleistungen, die den gesamten Lebenszyklus eines Produkts unterstützen. Im Geschäftsbereich Components adressiert

Arrow Unternehmen jeder Größe, darunter große Original Equipment Manufacturer (OEM) und EMS-Anbieter (Electronic Manufacturer Services) ebenso wie Ingenieur- und Entwicklungsbüros. Im Geschäftsjahr 2025 hat Arrow einen Umsatz von 31 Milliarden US-Dollar erzielt.

Vom ersten Entwurf bis zur Fertigstellung neuer Produkte ist arrow.com die Plattform, wenn es um Unterstützung für Entwicklungsingenieure und Einkäufer geht. arrow.com ist eine umfassende Quelle für elektronische Komponenten, mit Millionen von Datenblättern, informativen Artikeln und Videos über die neuesten Technologien, Referenzdesigns und vielem mehr.

Supply Chain Management

Unter Tausenden OEM und EMS Kunden ist Arrow als weltweites „Logistik-Kompetenzzentrum“ bekannt und gilt als erste Wahl in der Absicherung von Lieferketten für elektronische Bauteile. Das Serviceportfolio von Arrow bietet bestmögliche Transparenz in der Wertschöpfungskette, bei immer schnelleren Veränderungen in den globalen Lieferketten neben geopolitischen Effekten. Auch die Tochtergesellschaft SiliconExpert ist der

bevorzugte Partner, wenn es um Riskomanagement und proaktive Data Intelligence bei Komponenten geht.

Engineering Services

Die Entwicklungsabteilungen seiner Kunden unterstützt Arrow sowohl mit spezialisierten Applikationsingenieuren, die eine technische Betreuung von der Produktidee bis zur Serienproduktion über den gesamten Lebenszyklus einer Anwendung leisten, als auch über die Firma eInfochips, weltweit führender Anbieter für Produktentwicklung und Halbleiterdesign-Dienstleistungen. Der Design Support geht weit über die reine Produktauswahl hinaus. Evaluierungsprogramme wie Testdrive und neuerdings Digital Test Drive sind in der Industrie einzigartig etwa für das kostenlose Testen von Evalboards.

FIRMENPROFIL

GRÜNDUNGSJAHR

1935

PRODUKTPORTFOLIO

- Halbleiter
- Passiv/Elektromechanik/Steckverbinder
- Embedded



Das Referenzdesign 10BASE-T1S REF_SPE_T1S in Zusammenarbeit mit Microchip Technology, Bourns und Amphenol unterstützt Ingenieure bei der Implementierung von Single Pair Ethernet.

OBsoleszenz-MANAGEMENT ALS STRATEGISCHER
ERFOLGSFAKTOR DER ELEKTRONIKINDUSTRIE

Immer lieferfähig bleiben

Die Innovationsgeschwindigkeit in der Elektronikbranche steigt seit Jahren kontinuierlich. Neue Prozessoren, Speichertechnologien, Kommunikationsstandards und Leistungshalbleiter kommen in immer kürzeren Abständen auf den Markt. Gleichzeitig werden bestehende Komponenten häufig bereits nach wenigen Jahren durch Nachfolgenerationen ersetzt oder vollständig vom Markt genommen. Für Hersteller elektronischer Systeme entsteht daraus ein grundlegendes Problem: Die Lebensdauer vieler Produkte übersteigt die Verfügbarkeit ihrer verbauten Komponenten um ein Vielfaches.

TEXT: Stefanie Kölbl, TQ-Embedded BILDER: iStock: Marcus Lindstrom, AlessandroZocc

Während Halbleiterhersteller ihre Produktportfolios zunehmend an den Anforderungen großer Consumer-, IT- und Telekommunikationsmärkte ausrichten, müssen Industrieanlagen, Medizintechniksysteme, Bahnanwendungen, Energieinfrastrukturen oder Kommunikationssysteme oftmals über Jahrzehnte zuverlässig betrieben und gewartet werden. Die Folgen dieser unterschiedlichen Zeithorizonte reichen von steigenden Beschaffungsrisiken über kostspielige Redesigns bis hin zu Einschränkungen bei Wartung und Service.

Damit entwickelt sich die langfristige Verfügbarkeit von Komponenten zu einer strategischen Herausforderung entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Ein professionelles Obsoleszenz-Management (OM) ist deshalb längst nicht mehr ausschließlich ein Thema für Luft- und Raumfahrt oder Verteidigung, sondern gewinnt in nahezu allen Bereichen der Elektronikindustrie an Bedeutung. Was früher vor allem als Maßnahme zur Bewältigung von Bauteilabkündigungen verstanden wurde, entwickelt sich zunehmend zu einem ganzheitlichen Ansatz zur Sicherstellung von Produktverfügbarkeit, Versorgungssicherheit und Resilienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Wenn Lieferketten zum Risikofaktor werden

Die vergangenen Jahre haben eindrucksvoll gezeigt, wie verwundbar globale Lieferketten sein können. Die weltweiten Engpässe bei elektronischen Bauteilen führten zeitweise zu

Lieferzeiten von weit über 100 Wochen. Viele Unternehmen mussten Projekte verschieben, Produktionspläne anpassen oder kurzfristig nach alternativen Komponenten suchen. Gleichzeitig verschwanden zahlreiche Produktfamilien dauerhaft vom Markt.

Nachdem sich die Versorgungslage in vielen Bereichen zwischenzeitlich entspannt hatte, zeichnet sich inzwischen erneut eine Verschärfung in einzelnen Segmenten des Elektronikmarktes ab. Insbesondere bei leistungsfähigen Prozessoren, Speicherbausteinen, Leistungselektronik sowie ausgewählten passiven Komponenten steigen die Lieferzeiten wieder deutlich an. Ursachen sind unter anderem die hohe Nachfrage durch KI-Anwendungen und Rechenzentren, die fortschreitende Elektrifizierung in Industrie und Mobilität, geopolitische Unsicherheiten sowie Kapazitätsverschiebungen innerhalb der globalen Halbleiterfertigung.

Auch wenn solche Entwicklungen nicht zwangsläufig zu einer dauerhaften Nichtverfügbarkeit führen, können sie erhebliche Auswirkungen auf die Lieferfähigkeit von Unternehmen haben. Lange Beschaffungszeiten erschweren die Produktionsplanung, erhöhen Kapitalbindungen und führen zu Unsicherheiten bei der Erfüllung von Kundenaufträgen. In ihren Auswirkungen ähneln solche Situationen häufig einer klassischen Obsoleszenz: Die benötigte Komponente existiert zwar weiterhin, steht jedoch nicht innerhalb des benötigten Zeitfensters zur Verfügung.



Diese Entwicklungen haben deutlich gemacht, dass Obsoleszenz nicht ausschließlich durch technologische Weiterentwicklung entsteht. Auch wirtschaftliche Entscheidungen der Hersteller, Produktionsverlagerungen, Rohstoffengpässe oder geopolitische Einflüsse können dazu führen, dass Komponenten plötzlich nicht mehr oder nur eingeschränkt verfügbar sind.

In der Fachwelt wird deshalb zwischen verschiedenen Formen der Obsoleszenz unterschieden. Neben der technologischen Obsoleszenz, bei der neue Technologien bestehende Lösungen verdrängen, spielt insbesondere die logistische Obsoleszenz eine wichtige Rolle. Hierbei bleibt ein Produkt grundsätzlich verfügbar, kann jedoch aufgrund von Lieferengpässen, Kapazitätsproblemen oder Marktallokationen zeitweise nicht beschafft werden. Hinzu kommen funktionale Obsoleszenz, wenn bestehende Produkte neue technische oder regulatorische Anforderungen nicht mehr erfüllen, sowie Bestands-Obsoleszenz, bei der vorhandene Lagerbestände durch Produktänderungen ihren Nutzen verlieren.

Dabei beschränkt sich Obsoleszenz längst nicht mehr auf elektronische Bauteile. Auch Softwareplattformen, Entwicklungswerkzeuge, Fertigungsprozesse, Materialien, Normen oder spezifisches Fachwissen können von vergleichbaren Entwicklungen betroffen sein. Die Herausforderung besteht darin, diese Risiken frühzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Auswirkungen auf Kosten, Qualität und Produktverfügbarkeit

Die wirtschaftlichen Folgen werden häufig unterschätzt. Viele Unternehmen betrachten eine Bauteilabkündigung zunächst als reines Beschaffungsproblem. Tatsächlich kann sie jedoch erhebliche Auswirkungen auf Entwicklung, Produktion und Service haben.

Wird eine kritische Komponente abgekündigt, müssen häufig Ersatzlösungen qualifiziert, Schaltungen angepasst oder ganze Baugruppen neu entwickelt werden. In regulierten Märkten kommen zusätzliche Zertifizierungs- und Zulassungsprozesse hinzu. Gerade bei komplexen elektronischen Systemen kann eine einzelne Abkündigung weitreichende Konsequenzen für das Gesamtsystem nach sich ziehen.

Hinzu kommt, dass Versorgungsengpässe heute oft ebenso kritisch sind wie klassische End-of-Life-Meldungen. Fehlende Bauteile können Produktionsstillstände verursachen, Lieferzusagen gefährden und Unternehmen dazu zwingen, kurzfristig alternative Komponenten zu beschaffen oder Designs anzupassen. Die Grenzen zwischen Obsoleszenz-Management und Lieferkettenmanagement werden dadurch zunehmend fließend.

Besonders problematisch ist dabei, dass ein Großteil der späteren Lebenszykluskosten bereits während der Entwicklung



Ein systematisch implementiertes Obsoleszenz-Management ermöglicht es, Risiken frühzeitig zu erkennen, Handlungsoptionen rechtzeitig zu entwickeln und Kosten über den gesamten Lebenszyklus zu optimieren.

festgelegt wird. Studien zeigen, dass etwa 70 bis 80 Prozent der Gesamtkosten eines Produkts durch Entscheidungen in frühen Entwicklungsphasen bestimmt werden. Die Auswahl geeigneter Komponenten, die Gestaltung der Systemarchitektur und die Definition von Beschaffungsstrategien beeinflussen deshalb die langfristige Wirtschaftlichkeit eines Produkts maßgeblich.

Neben den wirtschaftlichen Auswirkungen gewinnen zunehmend auch Nachhaltigkeitsaspekte an Bedeutung. Vorzeitige Redesigns, unnötige Produktablösungen oder die Entsorgung funktionsfähiger Systeme erhöhen den Ressourcenverbrauch und tragen zur wachsenden Menge elektronischer Abfälle bei. Ein vorausschauendes Obsolescence-Management kann daher nicht nur Kosten reduzieren, sondern auch einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten.

Vom Reagieren zum Agieren

In vielen Unternehmen wird Obsoleszenz noch immer überwiegend reaktiv behandelt. Maßnahmen werden erst eingeleitet, wenn eine Abkündigung bereits erfolgt ist oder Lieferprobleme auftreten. Dieses Vorgehen führt häufig zu Zeitdruck, ungeplanten Kosten und erhöhtem Risiko.

Deutlich erfolgreicher sind proaktive Strategien. Ziel ist es, potenzielle Risiken bereits während der Entwicklung zu identifizieren und geeignete Maßnahmen über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg zu planen. Dazu gehören unter anderem die Analyse von Komponentenlebenszyklen, die Bewertung von Lieferantenstrukturen sowie die kontinuierliche Überwachung von Markt- und Herstellerinformationen. Eine wichtige Rolle spielen dabei Prognosemodelle. Sie nutzen historische Daten, technische Parameter und Informationen über Herstellerstrategien, um die voraussichtliche Lebensdauer von Komponenten abzuschätzen. Dadurch lassen sich kritische Bauteile bereits in

frühen Entwicklungsphasen identifizieren und geeignete Ersatzstrategien vorbereiten. Moderne OM-Systeme gehen jedoch deutlich weiter. Neben klassischen Lebenszyklusdaten werden zunehmend Marktinformationen, Lieferzeiten, Lagerbestände, Herstellerankündigungen und geopolitische Risiken in die Bewertung einbezogen. Dadurch entsteht ein umfassender Überblick über die Verfügbarkeit kritischer Komponenten.

Gerade bei wieder ansteigenden Lieferzeiten können Unternehmen auf diese Weise gefährdete Bauteile frühzeitig identifizieren. Dies ermöglicht rechtzeitige Nachbeschaffungen, die Qualifizierung alternativer Lieferanten oder die Vorbereitung technischer Alternativen, bevor Versorgungsengpässe die Produktion beeinträchtigen. Obsoleszenz-Management wird damit ein Instrument zur Erhöhung der Resilienz von Lieferketten.

Ergänzend dazu werden Risikobewertungen durchgeführt, die einzelne Komponenten hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Gesamtsystem analysieren. Berücksichtigt werden unter anderem die erwartete Restverfügbarkeit, die Anzahl alternativer Lieferanten, die Austauschbarkeit sowie die Auswirkungen auf Sicherheit und Funktionalität. Die Ergebnisse fließen häufig in Risikomatrizen ein, die eine Priorisierung der erforderlichen Maßnahmen ermöglichen.

Besonders wichtig ist dabei die kontinuierliche Aktualisierung der Bewertungen. Märkte, Lieferketten und Technologien verändern sich permanent. Ein einmal erstelltes Risikoprofil verliert daher schnell an Aussagekraft, wenn es nicht regelmäßig überprüft wird.



Den vollständigen Beitrag finden Sie über den Link im QR-Code oder unter: [industr.com/2913647](https://www.industr.com/2913647)



CONRAD ELECTRONIC SE

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

Wer bei der Deckung seines technischen Bedarfs optimal versorgt und dabei auch ungeplante Herausforderungen professionell meistern will, dem steht Conrad als verlässlicher Beschaffungspartner zur Seite: Das Familienunternehmen steht seit 1923 für Technik und Elektronik, hat seinen Hauptsitz im ober-

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)
- Termin- und Abrufaufträge



QUELLE: KRISTOF LEMP

Die Conrad Sourcing Platform bietet alle Teile für die erfolgreiche Beschaffung von technischem Bedarf.

pfälzischen Hirschau (Ostbayern) und ist in 17 Ländern Europas am Markt vertreten. Über die Conrad Sourcing Platform bekommen Geschäftskunden genau das, was ihr Business zum Erfolg führt: Ein breites und tiefes Sortiment mit Millionen Produkten, kundenzentrierte Lösungen und Services sowie fachkompetente Betreuung von Mensch zu Mensch.

Produktportfolio

Profis in den Bereichen Elektronik, Entwicklung und MRO profitieren von der umfassenden Sortimentsbreite und -tiefe in den Bereichen Automation, Messtechnik, Bauelemente, Werkzeug, Gebäudetechnik, Stromversorgung oder Computer & Büro. Insgesamt hält die Conrad Sourcing Platform zehn Millionen Produktangebote von über 6.000 Marken bereit, darunter bekannte Namen wie Harting, Lapp, Mean Well, Molex, Schneider Electric, Siemens oder TE-Connectivity.

Elektronische Bauteile

Ziel der Conrad Sourcing Platform ist es, insbesondere die Beschaffung elektronischer Komponenten so reibungslos wie möglich zu machen. Dazu gehören ein eigenes Lagerportfolio, das breite Angebot des Conrad Marktplatzes und umfangreiche Leistungen im Bereich der Sonderbeschaffung. Seit einiger Zeit gehört deshalb auch Electronic Direct zur Conrad Gruppe: Das Unternehmen ist auf elektronischer Bauteile spezialisiert und unterstützt sowohl bei der Beschaffung schwer lieferbarer

Komponenten als auch bei der Vermarktung von Lagerüberbeständen.

E-Procurement

Die Komplexität im Einkauf nimmt immer weiter zu. Conrad unterstützt seine Geschäftskunden deshalb auch mit maßgeschneiderten E-Procurement-Lösungen 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 den Einkauf technischen Bedarfs noch effizienter zu machen, wird jedem die passende elektronische Anbindung an die Conrad Sourcing Platform ermöglicht.

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 Conrad Logistik mit vollautomatischem Shuttlelager 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 Bauteilehandhabung nach höchsten Qualitätsstandards und eine sachgemäße Lagerung.



WAS STECKT HINTER DEN BEGRIFFEN?

LTB, NCNR oder RFQ

Drei Kürzel, die in der Elektronik-Distribution schnell über Projekterfolg, Marge und Risiko entscheiden: RFQ, LTB und NCNR. Was zunächst nach Routine klingt, kann in der Leistungselektronik massive Auswirkungen haben: ein Angebot unter Zeitdruck, ein abgekündigtes Schlüsselbauteil oder eine Bestellung, die weder stornierbar noch rückgabefähig ist. Hinter diesen Begriffen stehen Preishebel, Lieferfähigkeit, technische Freigaben und verbindliche Kundenentscheidungen. Wer sie versteht, erkennt früher, wo Chancen entstehen – und wo Projekte teuer kippen können.

TEXT: Bernhard Haluschak; E&E

LTB

LTB steht für Last Time Buy, also die letzte Möglichkeit, ein abgekündigtes Bauteil verbindlich zu bestellen, bevor Produktion oder Lieferung endgültig eingestellt werden. In der Leistungselektronik betrifft dies häufig IGBT-Module, SiC-Module, MOSFETs, Treiber-ICs, DC-Link-Kondensatoren oder kundenspezifische Power-Stacks. LTB ist besonders relevant, weil ein Redesign in leistungsführenden Pfaden technisch aufwendig ist. Parameter wie Gehäuse, Pinout, thermische Impedanz, Isolation, EMV-Verhalten, Lebensdauer und Qualifikation müssen erneut bewertet werden. Zudem muss der Restbedarf über die gesamte Produktlebensdauer belastbar abgesichert werden.

NCNR

NCNR steht für Non-Cancellable, Non-Returnable, also nicht stornierbar und nicht rückgabefähig. Im Leistungselektronikbereich gilt NCNR häufig bei kundenspezifischen Modulen, Allokationsware, langen Lieferzeiten, Forecast-basierten Beschaffungen oder reservierten Produktionskapazitäten. Für Distributoren und Kunden ist NCNR ein zentrales Risikothema, da Projektverschiebungen, Redesigns, Qualifikationsprobleme oder Nachfragerückgänge zu nicht verwertbarem Bestand führen können. Deshalb müssen MPN, technische Freigabe, Menge, Liefertermin, Preisbindung und Verantwortlichkeit eindeutig dokumentiert sein – inklusive Eskalationsweg.

RFQ

RFQ steht für Request for Quotation, also eine formale Anfrage zur Angebotserstellung. Im Leistungselektronikbereich betrifft dies zum Beispiel SiC-MOSFETs, IGBT-Module, Gate-Treiber, DC-Link-Kondensatoren, Stromsensoren oder Kühlkörper. Eine RFQ enthält typischerweise MPN, Zielpreis, Jahresbedarf, Projektlaufzeit, Qualifikationsstatus, Lieferplan, technische Anforderungen und Compliance-Vorgaben. Besonders kritisch ist sie, weil elektrische Belastbarkeit, thermisches Design, Isolation, Deraating, Lebensdauer und Applikationsrisiko direkten Einfluss auf Preis, Verfügbarkeit und Lieferfähigkeit haben – oft unter hohem Zeitdruck.

MEMPHIS ELECTRONIC GMBH



Anschrift

MEMPHIS Electronic GmbH
Basler Str. 5, 61352 Bad Homburg
Telefon: +49 6172 90350
info@memphis.de
www.memphis.de

Gründung: 1991

Mitarbeiter: 67

35 Jahre MEMPHIS: Vom Spezialdistributor zum Memory Competence Center

Speicher sind zum Engpass geworden, sowohl technologisch als auch logistisch. An dieser Schnittstelle positioniert sich MEMPHIS Electronic seit 35 Jahren. Was 1991 als Spezialdistributor begann, ist heute ein international etabliertes Memory Competence Center für Industrie- und Embedded-Anwendungen. Dabei ist der Ansatz immer derselbe geblieben: maximale Unabhängigkeit bei der Auswahl der passenden Speicherlösung. Heute profitieren Kunden von einer Kombination aus technologischem Know-how, Marktverständnis und einem Portfolio, das in dieser Breite einzigartig ist.

Einzigartiges Portfolio

MEMPHIS arbeitet mit über 18 Herstellern zusammen und bietet damit ein Portfolio, das das gesamte Spektrum moderner Speichertechnologien abdeckt: von klassischen DRAM-Generationen über NAND- und NOR-Flash bis hin zu Managed-Flash-Produkten und neuen Technologien wie MRAM oder FeRAM. Diese Breite ermöglicht es, Anwendungen langfristig abzusichern. Ein entscheidender Vorteil in einem von Zyklen und Verfügbarkeitsrisiken geprägten Markt.

Engineering-getriebene Distribution

MEMPHIS versteht Distribution nicht als reine Logistikleistung, sondern als **technische Beratung**.



MEMPHIS Electronic: Seit 35 Jahren Kompromissloser Fokus auf Speichertechnologien

Leistungsleistung auf Augenhöhe. Das Team unterstützt beim Design-In, stellt Muster und Simulationsdaten bereit und begleitet Projekte bis zur Serienreife. Auch die Qualifizierung alternativer Komponenten sowie der Umgang mit Abkündigungen gehören zum Kerngeschäft, denn das Team hat Einblicke in Roadmaps und Verfügbarkeiten und kennt den Markt wie kein anderer.

Service: ein Produktleben lang

Die Anforderungen moderner Embedded-Systeme steigen kontinuierlich: höhere Performance, geringerer Energieverbrauch, kompaktere Bauformen – bei gleichzeitig wachsendem Kostendruck und kürzeren Entwicklungszyklen. Hier zeigt sich die Stärke von MEMPHIS als langfristiger Partner mit einem umfassenden Serviceansatz. MEMPHIS unterstützt bei Designentscheidungen, entwickelt Alternativstrategien und sorgt mit globaler Präsenz und eigener Lagerhaltung für zusätzliche Versorgungssicherheit. Gerade in angespannten

Marktphasen reduziert das Risiken und wirkt Produktionsausfällen entgegen.

Globale Präsenz, lokale Expertise

Mit 15 Standorten weltweit unterstützt MEMPHIS seine Kunden nicht nur technisch, sondern auch operativ mit globalen Lieferkettenlösungen, Lagerhaltung an mehreren Standorten, Bestandsmanagement sowie Absicherung gegen Allokationen.

Im 35 jährigen Jubiläum zeigt sich der Wert der kompromisslosen Fokussierung auf Speicher: Dank tiefer Produkt- und Marktexpertise hilft MEMPHIS, gerade in angespannten Marktphasen, Risiken zu minimieren und selbst Technologiewechseln und geopolitischen Faktoren gelassen entgegenzublicken.

MEMPHIS bleibt auch in Zukunft das, was es seit 35 Jahren ist: Der Partner, wenn es um Speicher geht.

WE KNOW MEMORY.



MEMPHIS vertreibt Produkte von mehr als 18 Speicherherstellern. Das ist einzigartig im Markt

KOMMENTAR VON JAN WENDENBURG, CEO VON ONEKEY, ZUM CYBER RESILIENCE ACT

„CRA 2026: Jetzt wird es ernst!“

Ab 11. September 2026 gelten neue, rechtlich verbindliche Anforderungen für Hersteller von smarten Produkten. Mit dem Cyber Resilience Act (CRA) hat die Europäische Union einen regulatorischen Rahmen geschaffen, der erstmals umfassende Cybersicherheitsanforderungen für Produkte mit digitalen Elementen festlegt. Jetzt muss die Industrie diese Rahmenbedingungen umsetzen.

TEXT: Jan Wendenburg, CEO von Onekey BILDER: Onekey

Ziel des CRAs ist es, die Sicherheit vernetzter Geräte, Maschinen und Softwareprodukte über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg zu verbessern. Der CRA betrifft fast alle vernetzten digitalen Produkte – Schätzungen gehen davon aus, dass Hunderte Millionen, möglicherweise sogar Milliarden Geräte innerhalb der EU unter die neuen Vorschriften fallen.

Der Hintergrund der Regulierung liegt in der zunehmenden Bedeutung digitaler Produkte im Alltag und in der Industrie.

Vernetzte Geräte bilden heute zentrale Bestandteile von Produktionsanlagen, kritischer Infrastruktur, Konsumgütern oder Fahrzeugen. Gleichzeitig haben zahlreiche Sicherheitsvorfälle gezeigt, dass Schwachstellen in Softwarekomponenten häufig erst spät erkannt werden oder über längere Zeit ungepatcht bleiben. Der CRA stellt eine Reaktion auf diese Situation dar, indem er Hersteller verpflichtet, Sicherheitsanforderungen bereits während der Entwicklung zu berücksichtigen und kontinuierlich zu überwachen.

**Der Product Security Lifecycle – Sicherheitsaspekte
über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg, von
der Konzeptphase bis zum Support.**



Zeitplan der Umsetzung

Der Cyber Resilience Act trat offiziell am 10. Dezember 2024 in Kraft und wird schrittweise umgesetzt. Die erste operative Phase beginnt 2026. Ein zentraler Termin ist der 11. September 2026: Ab diesem Zeitpunkt sind Hersteller verpflichtet, aktiv ausgenutzte Schwachstellen und schwere Sicherheitsvorfälle innerhalb kurzer Fristen an die zuständigen Behörden zu melden. Dafür wird derzeit eine zentrale europäische Meldeplattform aufgebaut.

Die vollständigen Sicherheitsanforderungen des CRA werden ab dem 11. Dezember 2027 verbindlich. Ab diesem Zeitpunkt dürfen Produkte mit digitalen Elementen nur noch in Verkehr gebracht werden, wenn sie die geforderten Sicherheitsmaßnahmen erfüllen und entsprechend dokumentiert sind. Dazu gehören unter anderem Security-by-Design-Prinzipien, durchgängige Sicherheitsupdates über definierte Produktlebenszyklen sowie nachvollziehbare Nachweise über das Management von Sicherheitsrisiken.

Zudem sind die Hersteller verpflichtet, eine Konformitätsbewertung durchzuführen. Für Produkte mit besonders hohem Sicherheitsrisiko, etwa in kritischen Infrastrukturen oder industriellen Steuerungssystemen, ist eine externe Prüfung durch zugelassene Konformitätsbewertungsstellen erforderlich. Für den Großteil der Produkte genügt eine Selbsterklärung des Herstellers, die jedoch eine detaillierte technische Dokumentation voraussetzt.

Anforderungen an Hersteller

Der CRA verpflichtet Hersteller zu einer Reihe technischer und organisatorischer Maßnahmen. Dazu gehört insbesondere die systematische Identifikation, Bewertung und Behebung von Schwachstellen während des gesamten Produktlebenszyklus. Sicherheitsanforderungen müssen bereits während der

Konzeptions- und Entwicklungsphase berücksichtigt werden. Darüber hinaus müssen Hersteller klare Prozesse zur Behandlung von Sicherheitslücken etablieren und dokumentieren.

Ein zentrales Element der Regulierung ist die Transparenz über Softwarekomponenten. Hersteller müssen für ihre Produkte eine sogenannte Software Bill of Materials (SBOM) erstellen. Diese enthält eine detaillierte Auflistung aller verwendeten Programme, Bibliotheken, Frameworks und Abhängigkeiten sowie deren Versionsnummern, Lizenzinformationen und bekannte Sicherheitslücken. Ziel ist es, potenzielle Schwachstellen schneller identifizieren und beheben zu können.

In der Praxis erweist sich die Erstellung solcher Software-Stücklisten jedoch häufig als anspruchsvoll. Viele Produkte bestehen aus einer Vielzahl von Softwarekomponenten unterschiedlicher Herkunft, darunter auch Open-Source-Elemente oder zugekaufte Module von Zulieferern. Oft liegen die erforderlichen Informationen über diese Komponenten nicht vollständig vor oder sind über verschiedene Systeme verteilt. Dadurch entsteht zusätzlicher Aufwand bei der Zusammenstellung und Pflege der erforderlichen Dokumentation.

Kontinuierliches Schwachstellenmanagement

Neben der Dokumentation verlangt der CRA ein systematisches Management von Sicherheitslücken. Hersteller müssen Mechanismen etablieren, um bekannte Schwachstellen zu erkennen, zu bewerten und zeitnah zu beheben. Gleichzeitig müssen sie ihre Produkte während des gesamten Lebenszyklus überwachen, um neue Risiken frühzeitig zu identifizieren.

Dazu gehört auch die Analyse der Softwarelieferkette. Sicherheitslücken entstehen oftmals nicht im eigenen Code eines Herstellers, sondern in Drittkomponenten, Bibliotheken oder Frameworks. Ohne geeignete Analyseverfahren bleibt häufig

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Arrow Electronics	44, 51, 53	OneKey	60
binder	14	Panduit	15, 20
Conrad Electronic	13, 51, 57, U4	PTC - Parametric Technology.....	34
Data Modul.....	32	publish-industry Verlag	U2, U3
dataTec.....	5	reichelt elektronik.....	64
Display Elektronik.....	33	Rohm Semiconductor.....	52
Farnell	51	Rosenberger Hochfrequenztechnik	15
Fischer Elektronik.....	28, 31	Rutronik Elektronische Bauelemente	52
Fraunhofer IZM	6	Schaeffler Technologies	13
HARTING	3, 14, 48	SCHLEGEL.....	13
ICT SÜDWERK.....	37	Schukat electronic.....	52
ifm electronic	13	Schulz-Electronic.....	42
Institute of Science Tokyo	13	SE Spezial-Electronic.....	52
Kingbright Electronic.....	41	SEW Eurodrive.....	49
LAPP	14, 16	SIGLENT TECHNOLOGIES.....	13
Littelfuse.....	38	Spire Global.....	13
MEMPHIS Electronic	59	TDK-Lambda	13
MES Electronic Connect.....	19, 63	TQ-Systems	54
Messe Stuttgart.....	65	WAGO	15
Mouser Electronics	51	Weidmüller.....	Titel, 8, 10

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Head of Content Manufacturing Christian Fischbach

Redaktion Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Carolina Bachmeier (-898), Emily Domingues Braga (-927), Katharina Huber (-938), Leander Jank (-937), Dana Neitzke (-930), Michaela Sandner (-916), Rieke Heine (freie Mitarbeiterin)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Head of Sales Kilian Müller

Media Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Ilka Gärtner (-921), Alexandra Klasen (-917);
Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2026

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

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Claudius-Keller-Str. 3A, 81669 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)40.23714-240; leserservice-pi@dvvmmedia.com

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 5 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte) sowie als Gratiszugabe das jährlich erscheinende Jahrbuch der Industrie, INDUSTRY forward HAKAHAKA.

Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 67 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland zzgl. 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.

Versandspesen und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@dvvmmedia.com

Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing)

Herstellung Veronika Blank-Kuen

Gestaltung & Layout Layoutstudio Daniela Haberlandt,
Beethovenstraße 2a, 85435 Erding

Druck F&W Druck- und Mediencenter 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 CO₂-neutral.



GOGREEN

Der CO₂-neutrale Versand
mit der Deutschen Post

„Der Cyber Resilience Act gilt zu Recht als ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der digitalen Sicherheit in Europa!“

unklar, welche Komponenten tatsächlich in einem Produkt enthalten sind und ob bekannte Schwachstellen vorliegen. Der CRA verlangt daher nicht nur technische Sicherheitsmaßnahmen, sondern auch organisatorische Strukturen für Risikomanagement, Dokumentation und Meldeprozesse. Alle Maßnahmen müssen nachvollziehbar dokumentiert werden, um regulatorische Nachweispflichten zu erfüllen.

Herausforderungen bei der Umsetzung

Die Umsetzung der CRA-Anforderungen stellt viele Hersteller vor organisatorische und technische Herausforderungen. Insbesondere Unternehmen mit komplexen Produktportfolios oder langen Softwarelieferketten müssen ihre Entwicklungsprozesse anpassen. Häufig fehlen zunächst klare Informationen darüber, welche Produkte tatsächlich unter den CRA fallen und welche Anforderungen konkret erfüllt werden müssen.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass viele bestehende Systeme nicht für eine kontinuierliche Überwachung von Softwarekomponenten ausgelegt sind. Ohne automatisierte Analyseverfahren wäre der Aufwand für die manuelle Prüfung aller Komponenten erheblich. Zudem müssen Unternehmen sicherstellen, dass sie ihre Sicherheitsmaßnahmen über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg aufrechterhalten können. Dies umfasst nicht nur die Entwicklungsphase, sondern auch Wartung, Updates und Support über mehrere Jahre hinweg.

Strukturierter Einstieg in die CRA-Compliance

Um Unternehmen bei der Vorbereitung auf den CRA zu unterstützen, wurden in der Praxis strukturierte Vorgehensmodelle entwickelt. Ein Beispiel ist der Ansatz „CRA Fast Start“ des Cybersecurity Unternehmens Onekey, der auf mehreren zentralen Bausteinen basiert. Ziel ist es, Herstellern einen schnellen, vereinfachten und systematischen Einstieg in die CRA-Compliance zu ermöglichen und gleichzeitig technische Grundlagen für eine langfristige Einhaltung der Anforderungen zu schaffen.



Das vollständige Interview finden Sie über den Link im QR-Code oder unter: industr.com/2914440



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 DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert.

Standorte

Hauptsitz in D-78056 VS-Schwenningen,
weiteres 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 Marktkennntnis 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 und Kabelkonfektionen.

KOMMENTAR: KI-INFRASTRUKTUR ALS BASIS FÜR DEN ERFOLG

„Warum selbst die beste KI ohne die richtige Hardware nur Theorie bleibt“

Künstliche Intelligenz (KI) ist für Unternehmen längst ein wichtiger Treiber für Innovation, Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit. Wer Prozesse automatisieren, Daten schneller nutzen oder neue Geschäftsideen entwickeln will, kommt an KI kaum vorbei. Oft unterschätzt wird dabei jedoch die passende Hardware. Spezialisierte KI-Boards rücken deshalb zunehmend in den Fokus der Industrie. Warum die Nachfrage aktuell stark steigt und weshalb sie eine wichtige Grundlage für erfolgreiche KI-Projekte sind, erläutert Sven Pannewitz, Produktmanager Development Boards & Vehicle Accessories bei Reichelt Elektronik.

TEXT: Sven Pannewitz, Reichelt Elektronik BILDER: Reichelt Elektronik; iStock, tatianazaets

KI-Anwendungen benötigen enorme Rechenleistung, ausreichend Speicher sowie eine Infrastruktur, die energieeffizient und zuverlässig arbeitet. Das gilt umso mehr, wenn Anwendungen nicht nur im Rechenzentrum, sondern direkt vor Ort im Edge wie etwa in Maschinen, Fahrzeugen oder industriellen Anlagen laufen sollen. Deshalb braucht es leistungsfähige und für KI-geeignete Hardware.

Eine Schlüsselrolle spielen dabei sogenannte KI-Boards. Gemeint sind spezialisierte Prozessor- oder Edge-AI-Boards, die für die Verarbeitung KI-basierter Anwendungen optimiert sind. Sie bündeln hohe Rechenleistung, kompakte Bauweise und effizienten Energieeinsatz in einer Form, die sich für unterschiedlichste Einsatzszenarien eignet. Ob in der Industrieautomation, im Automotive-Bereich, in der Robotik oder im Internet der Dinge: Überall dort, wo Daten in Echtzeit verarbeitet und Entscheidungen direkt vor Ort getroffen werden müssen, gewinnen KI-Boards stark an Bedeutung.

Nachfrage und Einstiegshürden bei KI-Boards

Aus Sicht des Distributionsmarktes ist das Wachstum in diesem Segment konsequent. Die Nachfrage steigt, weil immer mehr Unternehmen KI nicht mehr nur testen, sondern in konkrete Anwendungen überführen wollen. Gleichzeitig sinken die Einstiegshürden: Die Kosten für KI-fähige Boards sind in vielen Bereichen gesunken, während ihre Leistungsfähigkeit stetig wächst. Das macht die Technologie nicht nur für Großunternehmen, sondern auch für mittelständische Betriebe zunehmend attraktiv.

Neue Trends: Leistung, Flexibilität und Effizienz

Hinzu kommen technologische Fortschritte, die den Einsatz von KI-Boards weiter beschleunigen. Neue Architekturen

sind leistungsfähiger und flexibler als frühere Generationen. Sie unterstützen eine Vielzahl von KI-Workloads und lassen sich besser an individuelle Anforderungen anpassen. Parallel dazu verbessert sich auch die Softwareunterstützung: Entwicklungsumgebungen, Frameworks und vorgefertigte Tools erleichtern die Integration in bestehende Systeme.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Effizienz: Angesichts steigender Energiekosten und wachsender Nachhaltigkeitsanforderungen achten Unternehmen heute stärker denn je darauf, dass Rechenleistung nicht zulasten von Stromverbrauch sowie dem Einsatz von Materialien und der Abnutzung von Hardware geht. Moderne KI-Boards bieten hier einen wichtigen Vorteil, weil sie eine hohe Performance mit vergleichsweise geringem Energiebedarf verbinden.

Distributoren - Enabler erfolgreicher KI-Projekte

Damit KI-Projekte in der Praxis erfolgreich werden, braucht es jedoch nicht nur geeignete Produkte, sondern auch verlässliche Partner. Distributoren übernehmen hier eine zentrale Rolle als Enabler. Sie stellen Unternehmen ein breites Portfolio an KI-Boards für unterschiedlichste Anwendungsfälle zur Verfügung und helfen dabei, passende Lösungen auszuwählen. Gerade vor dem Hintergrund anhaltender Herausforderungen in den Lieferketten und zeitweiser Chip-Knappheit ist dies besonders wichtig. Wer KI-Projekte plant, braucht nicht nur die technologisch richtige, sondern auch die tatsächlich verfügbare Hardware. Darüber hinaus erleichtern Distributoren den Einstieg durch Bundles und Starter-Kits, die speziell auf industrielle Anwendungen zugeschnitten sind. Solche vorkonfigurierten Lösungen verkürzen Entwicklungszeiten, reduzieren Integrationsrisiken und helfen Unternehmen, schneller von der Idee in die Umsetzung zu kommen. Das ist insbesondere dort relevant,

„Damit KI-Projekte in der Praxis erfolgreich werden, braucht es geeignete Produkte und verlässliche Partner.“

Sven Pannewitz, Produktmanager Development Boards & Vehicle Accessories bei Reichelt Elektronik



wo Fachkräfte knapp sind und die zur Verfügung stehenden Entwicklungsressourcen effizient eingesetzt werden müssen.

KI-Boards sind kein Nice-to-have

Klar ist aber auch: Der Einsatz von KI-fähiger Hardware bringt Herausforderungen mit sich. Die Komplexität im Betrieb steigt, und nicht jede Lösung passt zu jedem Anwendungsfall. Zudem bleiben Lieferschwierigkeiten bei einzelnen Chips oder Komponenten ein Faktor, den Unternehmen in

ihrer Planung berücksichtigen müssen. Umso wichtiger ist es, die Hardware-Frage frühzeitig strategisch mitzudenken.

Am Ende steht deshalb eine klare Erkenntnis: KI-fähige Hardware ist kein optionales Extra, sondern eine Grundvoraussetzung für erfolgreiche KI-Projekte und langfristige strategische Weiterentwicklung. Wer künstliche Intelligenz nachhaltig, skalierbar und wirtschaftlich einsetzen will, muss nicht nur in Daten, Software und Know-how investieren, sondern ebenso in die technologische Basis.

DAS NEUE BRANCHENEVENT FÜR DIE ZUKUNFT DER ELEKTRONIKFERTIGUNG



EFX

EXPO FOR ELECTRONICS MANUFACTURING

**06. - 08.10.2026
MESSE STUTTGART**

Mitten im Markt

Messe Stuttgart



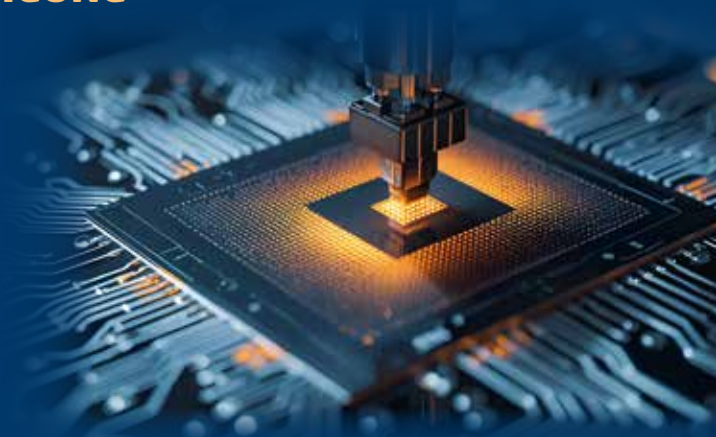
MEET.INSPIRE.NETWORK.

Die EFX vereint Ausstellung, Networking und ein umfassendes Rahmenprogramm

Für wen: Alle, die **Elektronikfertigung** gestalten: C-Level, Entwicklung/Design, Fertigung/Prozess/Technik, Einkauf und Qualität (QM/QS), Young Professionals

Was Sie bekommen: Trends und Lösungen entlang der Prozesskette + praxisnahe Impulse + direkter Austausch

Was besonders ist: Innovatives, dialogorientiertes Event-Format mit Networking bis in den Abend



Jetzt Tickets sichern.
efx-expo.de/ticket



2,4

Quelle: ZVEI (Stand: 21.05.2026)

-mal so hoch wird der Halbleiterbedarf der in Europa produzierenden Industrie laut Branchenstudien bis zum Jahr 2040 sein. Diese massive Wachstumsdynamik unterstreicht die enorme Abhängigkeit von asiatischen und US-amerikanischen Halbleiterlieferanten.

Damit gewinnt die Elektronik-Distribution weiter an Bedeutung
Sie übernimmt eine zentrale Schnittstellenfunktion zwischen Herstellern
und europäischen Anwenderbranchen. Durch Verfügbarkeit, Marktkennntnis und
logistische Leistungsfähigkeit trägt sie zur Versorgungssicherheit der Industrie bei.
Weitere Informationen rund um die Distribution finden Sie ab Seite 50.

Explore Next Tech ELECTRONICS



Elektronik ist die Grundlage fast aller technologischen Fortschritte. **E&E** versorgt Entwicklungsverantwortliche mit allem Wichtigen über Technologien, Komponenten, Entwicklungsstrategien und spannenden Anwendungen. **E&E** ist zusammen mit **INDUSTR.com** Teil des **INDUSTRY.FORWARD**-Ecosystems.

INDUSTR.com

INDUSTR.com

INDUSTRY.ZERO & TRANSFORMATION

NEXT TECHNOLOGY

INDUSTRIAL SOLUTIONS

A&D

E&E

energy

P&A

part of **INDUSTRY.FORWARD**

Ihr
B2B
Partner

Ja! Technische Instandhaltung gesichert. Mit Conrad.

Passende Ersatzteile immer verfügbar



conrad.de/ja-momente

Alle Teile des Erfolgs

CONRAD