

E&E EXPLORE

NEXT TECH ELECTRONICS

Prototyping & Co-Creation:

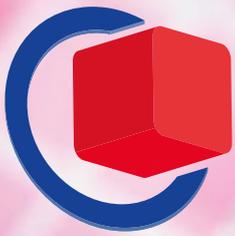
NEUE RÄUME FÜR INNOVATIONEN SCHAFFEN...

Bitte wenden!

PRODUCTRONICA & SPS
Trends und Technologien
rund um die Elektronik ab S. 14

ELECTRONICS SOLUTIONS
Bauteilverfügbarkeit
langfristig sichern S. 36

SPEZIAL: MEDICAL
Anforderungen an HMIs
und KI in der Medizin ab S. 56



embeddedworld

Exhibition&Conference

CONNECTING THE
EMBEDDED COMMUNITY

10. – 12.3.2026

NÜRNBERG, GERMANY



Redeem your
ticket voucher
GG4ew26 now!



embedded-world.de/code

Medienpartner

elektroniknet.de

Markt&Technik
DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK

Elektronik

Elektronik
automotive

Elektronik
•medical

 **NÜRNBERG
MESSE**



Bernhard Haluschak, Chefredakteur, E&E: Elektronik wird smarter, vernetzter – und ressourcenhungriger. Milliarden Geräte treiben den Energieverbrauch, fordern Rohstoffe und erzeugen Elektronikschrott in nie gekanntem Ausmaß. Gleichzeitig wächst der Druck, nachhaltiger zu werden. Doch kann Elektronik überhaupt „grün“ sein – oder ist das ein Widerspruch in sich? Zwischen Effizienzgewinnen und Rohstoffverbrauch liegt ein Spannungsfeld, das die Branche nicht länger ignorieren kann. Deshalb heute meine Frage:

GIBT ES SO ETWAS WIE „GRÜNE“ ELEKTRONIK?

Effizienzgewinne bei Chips und Netzteilen, modulare Designs und Recycling-initiativen sind wichtige Schritte – aber sie ändern wenig am eigentlichen Grundproblem: Jede Innovation erzeugt neue Nachfrage, jede Generation mehr Daten, mehr Geräte, mehr Energiebedarf. Die Produktion von Halbleiter ist extrem ressourcenintensiv, verschlingt Unmengen an Wasser und Chemikalien, während seltene Erden unter zweifelhaften Bedingungen gewonnen werden. Von echter Kreislaufwirtschaft ist die Branche noch weit entfernt. Reparierbarkeit bleibt die Ausnahme, Ersatzteile sind häufig sehr teuer und Softwareupdates enden bereits nach wenigen Jahren – geplante Obsoleszenz im grünen Gewand.

Auch die „grünen“ Alternativen verdienen einen genaueren Blick. Recycelte Kunststoffe, Ökostrom und Bleifrei-Lote sind Fortschritte, aber sie überdecken die systemische Schieflage. Eine Branche, die auf ständigen Produktwechsel setzt, kann kaum nachhaltig sein. Wenn das neueste Smartphone nach zwei Jahren veraltet ist, helfen auch 5 Prozent mehr Energieeffizienz nicht viel.

Politik und Industrie schieben sich gegenseitig die Verantwortung zu. Sinnvolle Regulierungen kommen spät oder bleiben freiwillig, während Marketingabteilungen Nachhaltigkeit als Wettbewerbsvorteil inszenieren. Zertifikate ersetzen häufig klare Nachweise, und Transparenz entlang globaler Lieferketten bleibt Wunschdenken. Selbst der Begriff „grün“ ist nicht geschützt – ein gefundenes Fressen für Greenwashing, dem auch ich oft unterliege.

Die unbequeme Wahrheit ist: Wirklich grüne Elektronik existiert bislang kaum. Zwischen Effizienz und Verantwortung klafft eine tiefe Lücke. Solange Nachhaltigkeit nicht als verbindliche Entwicklungsgröße und wirtschaftlicher Maßstab gilt, bleibt sie ein Randthema – moralisch aufgeladen, aber technisch zu wenig verankert.

High-End IPC für KI-Anwendungen



- ▶ Leistungsstarker Industrie PC für maschinelles Lernen, KI-Workflows und grafikintensive Anwendungen
- ▶ Kontron µATX-Motherboard aus Deutschland mit leistungsstarken Intel® Core™ i3/i5/i7/i9-Prozessoren der 14. Generation
- ▶ Systems Engineering und Fertigung in Deutschland für stabile Lieferketten, hohe Produktqualität und schnelle Reaktionszeiten
- ▶ Industrietauglich: Schock- und vibrationsfest, 24/7-Betrieb, langfristige Verfügbarkeit

Meet us at

sps

smart production solutions

November 25-27, 2025
Hall 7, Booth 193
Nuremberg



www.kontron.com

INHALT

AUFTAKT

- 06 Im Rampenlicht
- 12 Highlights der Branche
- 14 productronica 2025 / SEMICON 2025: Vorschau
- 16 SPS 2025: Vorschau

TITELREPORTAGE

- 08 Titelstory: Blaupause für moderne Entwicklungsumgebungen

FOKUS: INDUSTRIELEKTRONIK

- 18 Intelligenz auf Bauteilebene:
Wenn Industrieelektronik und KI verschmelzen
- 20 Umfrage: Neue Impulse für die
Elektronikfertigung auf der productronica 2025
- 22 Mehr als nur eine Hülle für die Elektronik:
Moderne Designgehäuse aus Aluminium
- 26 Den richtigen Weg wählen: Netzteile gemäß
Schutzklasse I und II entwickeln und installieren

NEXT ELECTRONICS

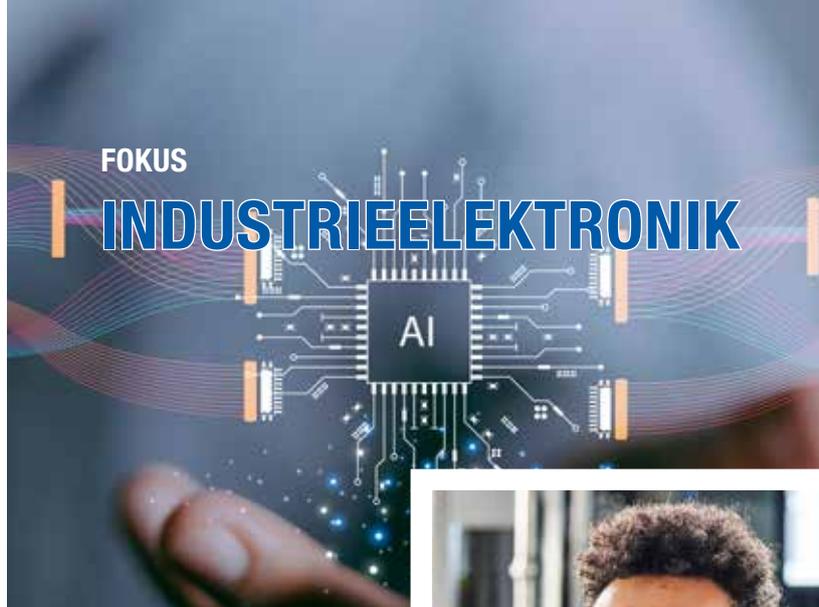
- 30 Verbindung im Fokus: Mit RJ45-Keystone
zuverlässige Netzverbindungen schaffen

RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 45 Business Profil: wts // electronic components
- 53 FREDDIE: Die KI-Champions der Industrie
- 65 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl

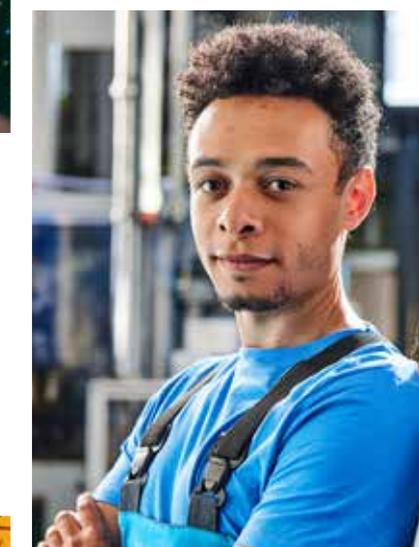


*Jetzt scannen
und die E&E als
E-Paper erhalten!*



FOKUS

INDUSTRIELEKTRONIK



08

TITELSTORY

Neue Räume für
Innovationen schaffen



AB SEITE

56

SPEZIAL: MEDICAL

KI-Anwendungen im
Gesundheitswesen

AB SEITE 18

FOKUSTHEMA

Themen, Trends und Lösungen
in der Industrieelektronik



36

BAUTEILVERFÜGBARKEIT

Keine Angst vor
Bauteileknappheit



ELECTRONICS SOLUTIONS

- 34 Stromversorgungsdesigns effizient entwickeln
- 36 Der Schlüssel für langfristige Bauteilverfügbarkeit
- 40 Was steckt hinter den Begriffen: OVP, SCP und EMC
- 41 Interview mit Schukat: Wie industrielle HMI-Lösungen neu gedacht werden
- 46 Intelligent Product Lifecycle: Basis für Zukunftsfähigkeit in der Elektroindustrie
- 50 PSOC Edge: KI dort, wo sie gebraucht wird

SPEZIAL: MEDICAL

- 56 Dienstleister der Gesundheit: Die Rolle der KI in der medizinischen Bildung
- 59 Mehr als nur sauber: Eingabesysteme mit antimikrobieller Oberfläche

NET ZERO ELECTRONICS

- 62 Neues im Chipdesign: Die „Shift Left“-Entwicklung im analogen Mixed-Signal-Design



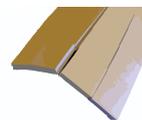
Wärmeleitfolien

-60 bis +200°C



Silikon Soft Pads
SBC Serie 1,5 / 3 / 5 / 7 / 12 W/mK
Weiche gelartige Pads: 2 - 10° ShA,
beidseitig haftend. Stärke: 0,5 bis 5,0 mm

Silikon Soft Pads mit Gewebe
SB-V0 Serie 0,9 / 1,3 / 3 / 7 W/mK
Glasgewebe Deckfolie und weiche gelartige
Unterseite. 2 - 20° ShA., einseitig haftend.
Stärke: 0,5 bis 5,0 mm



Silikon Glasgewebe Folie
SB-HIS Serie 1 / 2 / 3 / 4 / 5 W/mK
Optional: einseitig haftend oder klebend
ca. 80° ShA., Stärke: 0,15 bis 0,8 mm

Verarbeitungsmethoden: Plotten, Stanzen, Wasserstrahlschnitt

DETAKTA

Isolier- und Messtechnik GmbH & Co. KG
Hans-Böckler-Ring 19
22851 Norderstedt

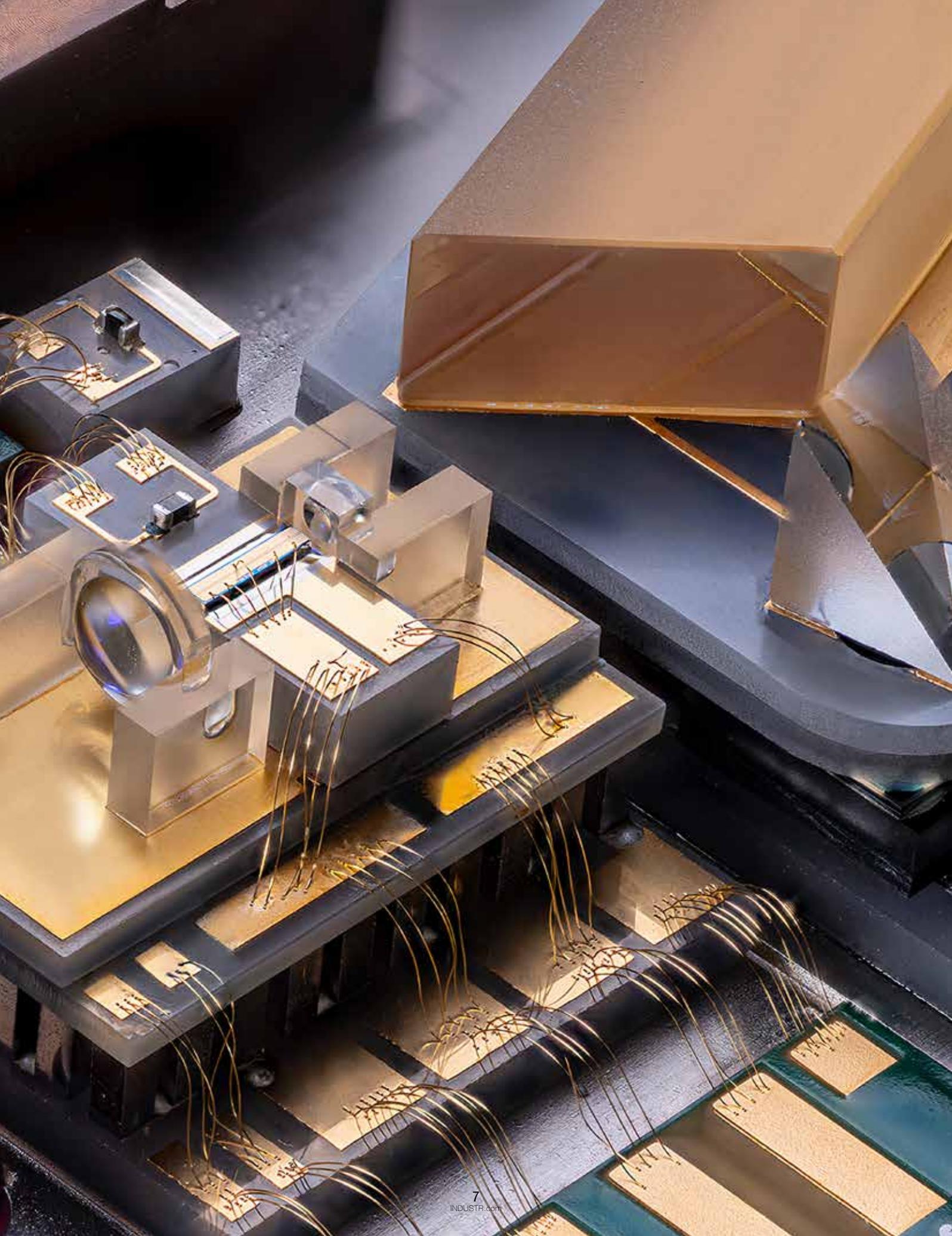
Tel: +49 40 529547 0
eMail: info@detakta.de
Web: www.detakta.de

PHOTONISCHE LÖSUNGEN DER NÄCHSTEN GENERATION

WEGBEREITER DER QUANTENTECHNOLOGIE

Die neu entwickelten photonischen Module stehen für eine neue Generation kompakter, hochstabiler Systeme für Quantentechnologien. Im Mittelpunkt stehen hybrid-integrierte Lasersysteme mit schmaler Linienbreite, hoher Leistung und präziser Wellenlängentunabilität sowie optische Frequenzreferenzen mit exzellenter Langzeitstabilität. Die zugrunde liegende Mikrointegrationsplattform des Ferdinand-Braun-Instituts vereint Halbleiter-, Faser- und Präzisionsoptikkomponenten auf minimalem Raum und gewährleistet Robustheit und thermische Stabilität. Auf dieser Basis bietet Rydberg Photonics GmbH skalierbare, industrietaugliche photonische Schlüsselkomponenten – für den Übergang von der Forschung zur Anwendung in der Quantentechnologie.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E, mit Material von FBH BILD: FBH/schurian.com



CONRAD ELECTRONIC UND WISTA GESTALTEN NEUE MAKERSPACE-STANDARDS

Blaupause für moderne Entwicklungsumgebungen

Prototyping, Innovation und Co-Creation – der neue Makerspace in den Arbeitswelten ST3AM der WISTA Management GmbH im Berliner Technologiepark Adlershof steht für eine neue Generation technischer Entwicklungsumgebungen. Was hier entstanden ist, geht weit über ein klassisches Arbeitsumfeld hinaus: ein modular strukturiertes Umfeld, in dem Ingenieure, Start-ups und Entwickler Ideen in funktionierende Prototypen überführen können. Hinter dem Projekt steht ein Team, das versteht, wie technische Räume funktionieren – Conrad Electronic.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E BILDER: Conrad Electronic, WISTA Management GmbH



Der Name Conrad Electronic ist in der Industrie seit Jahrzehnten mit Elektronik und Technik verbunden. Was viele nicht wissen: Das Unternehmen sorgt mit seiner B2B-Beschaffungsplattform nicht nur für die reibungslose technische Bedarfsdeckung in Unternehmen. Die Conrad Sourcing Platform hat sich in den letzten Jahren auch zu einem vollwertigen Engineering- und Projektpartner entwickelt. Im Geschäftsbereich Project Business werden unter anderem Entwicklungsumgebungen, Labore und Fertigungsstätten als technische Gesamtsysteme geplant, ausgestattet und in Betrieb genommen. Dabei geht es nicht um Einzelprodukte, sondern um Systemintegration – also die Abstimmung von Infrastruktur, Ausstattung und Funktion. „Wir begleiten unsere Kunden als technischer Partner – von der Bedarfsanalyse über die Beschaffung bis zur Inbetriebnahme“, erklärt Dr. Jan Gerrit Lonnemann, Leiter des Bereichs Projektgeschäft bei Conrad Electronic. „Unser Ziel ist es, Projekte so umzusetzen, dass Technik, Prozesse und Nutzeranforderungen perfekt ineinandergreifen.“



»Standard-Business aus der Schublade gibt es im Projektgeschäft nicht.«

Dr. Jan Gerrit Lonnemann,
Head of Project Business,
Conrad Electronic

Funktionale Entwicklungsräume mit System

Ein moderner Makerspace stellt hohe Anforderungen an Planung, Koordination und technische Umsetzung. Die

Räume müssen verschiedenste Anforderungen erfüllen – von mechanischer Fertigung über Elektronikentwicklung bis zu digitalem Rapid Prototyping. Das erfordert Kenntnisse über Energieverteilung, Sicherheit, Maschinenintegration, Lüftung, Schallschutz und Nutzerergonomie. Hier setzt Conrad auf eine strukturierte Vorgehensweise in sieben Phasen, die von der Auftragsklärung bis zur Schulung reicht.

1. Auftragsklärung: Am Anfang steht die technische Bedarfsanalyse: Welche Arbeitsprozesse sollen abgebildet werden, welche Anforderungen bestehen an Stromversorgung, Abzüge oder Softwareanbindung? Bereits hier werden Schnittstellen zu Gebäudetechnik und IT-Infrastruktur identifiziert.

2. Konzeption: Basierend auf den baulichen Rahmenbedingungen entwickelt das Projektteam ein Raumkonzept, das Arbeitsbereiche, Sicherheitszonen und Maschinenlogistik definiert. Die technische Machbarkeit wird mit Bau- und Elektroplanern abgestimmt, sodass später keine nachträglichen Anpassungen nötig sind.

3. Raumplanung: In dieser Phase fließt das Ingenieurwissen ein: Gewicht, Schwingungsverhalten, Wärmeentwicklung und Platzbedarf der Geräte werden erfasst, um ein stimmiges Layout zu realisieren. Auch Themen wie Bodenlast, Stromkreistrengung und Luftführung sind entscheidend, um Dauerbetrieb und Sicherheit zu gewährleisten.

4. Selektion der Technik: Die Auswahl der Maschinen und Werkzeuge erfolgt herstellerunabhängig. Conrad prüft technische Leistungsdaten, Normkonformität und Kompatibilität mit vorhandener Infrastruktur. Für Sonderlösungen wird das Beschaffungsnetzwerk des Unternehmens genutzt – ein Vorteil, wenn marktübliche Geräte nicht exakt den Anforderungen entsprechen.

5. Beschaffung und Logistik: Im zentralen Logistikzentrum werden Geräte gebündelt, geprüft und termingerecht ausgeliefert. Dabei werden Lieferzeiten, Prüfzertifikate und Serviceanforderungen in einem technischen Projektplan zusammenggeführt. So wird sichergestellt, dass Material- und Geräteflüsse exakt auf den Baufortschritt abgestimmt sind.



»Conrad versteht sich im Rahmen seines Projektgeschäfts als Full-Service-Dienstleister.«

Andreas Meiler,
Head of Technical
Operations & Development,
Conrad Electronic

6. Aufbau und Integration: Während des Aufbaus koordiniert das Projektteam Montage, Verkabelung und Einbindung der Geräte. Anpassungen an geänderte Raumstrukturen werden direkt vor Ort umgesetzt – etwa, wenn neue Trennwände oder Kabelwege entstehen. Ziel ist eine technisch saubere, dokumentierte Übergabe mit detailliert geprüften Funktionsabläufen.

7. Inbetriebnahme und Schulung: Nach der Abnahme folgen Einweisungen und Schulungen für die späteren Nutzer. Besonders wichtig ist die technische Sicherheit und Wartbarkeit der Geräte. Werkstattleitende werden befähigt, Wartungszyklen selbst zu steuern und die Geräte eigenständig zu kalibrieren.

Integration statt Ausstattung

Im Unterschied zu klassischen Lieferanten versteht sich Conrad als Integrationspartner. Im Zentrum steht nicht die Lieferung einzelner Produkte, sondern die funktionale Abstimmung aller Komponenten aufeinander. Das erfordert fundiertes Wissen über Elektrotechnik, Mechanik, Arbeitssicherheit und Projektmanagement. Die beteiligten Ingenieurteams entwickeln Konzepte, die sowohl den gesetzlichen Vorgaben als auch den praktischen Anforderungen der Nutzer entsprechen – ein wesentlicher Faktor für Betriebssicherheit und Effizienz.

Technische Präzision im Makerspace

Der Makerspace, der in dem Arbeitswelten ST3AM im Technologiepark Adlershof in Berlin entstanden ist, unterteilt

sich in einen analogen und einen digitalen Bereich. Im analogen Teil stehen Werkzeuge für Metall- und Holzverarbeitung, im digitalen Bereich befinden sich additive Fertigung, Lasercutter, Elektronikarbeitsplätze und Messtechnik. Das Raumkonzept erlaubt paralleles Arbeiten an unterschiedlichen Prototypen, ohne Störungen durch Lärm, Staub oder Vibrationen. Ein autarkes Belüftungs- und Absaugsystem sorgt für Arbeitssicherheit, während flexible Strom- und Datenanschlüsse die Erweiterung mit neuen Geräten ermöglichen. Durch die modulare Planung können künftig neue Technologien – etwa Robotik oder 3D-Metall-Druck – ohne großen Umbau integriert werden. Diese technische Offenheit war ein zentrales Planungsziel und macht den Makerspace zu einem skalierbaren Innovationslabor.

Project Business als technisches Rückgrat

Das Projekt zeigt exemplarisch, wie der Geschäftsbereich Project Business bei Conrad funktioniert: Ein interdisziplinäres Team aus Ingenieuren, Technikern und Logistikexperten betreut die Projekte - auf Wunsch von der Konzeption bis zur Abnahme. Dabei liegt der Fokus auf technischer Konsistenz, Dokumentation und Qualitätssicherung. Durch die Kombination von Beschaffungskompetenz und Engineering entsteht eine Lösung, die technische Komplexität reduziert und Betriebssicherheit erhöht – ein entscheidender Vorteil, gerade bei industriellen oder öffentlichen Auftraggebern.

»Ich glaube, unsere Kunden merken relativ schnell, dass wir wissen, worüber wir reden.«



Ulli Sommer,
Senior Expert Technical
Operations & Development,
Conrad Electronic

Fazit: Wenn Technik Räume schafft

Der ST3AM-Makerspace ist ein Beispiel dafür, wie technische Kompetenz, Projektmanagement und Innovationsgeist zusammenwirken. Hier wird sichtbar, dass Zukunft nicht in Laboren allein entsteht, sondern in durchdacht gestalteten Räumen, die Kreativität technisch ermöglichen. Conrad Electronic hat sich mit seiner Rolle als Lösungsarchitekt im Project Business als Schlüsselfaktor solcher Innovationsökosysteme etabliert – dort, wo Technik auf Ideen trifft und aus Konzepten Realität wird.



WO DIGITALE FERTIGUNG AUF CO-CREATION TRIFFT

Der ST3AM-Makerspace sollte von Anfang an mehr sein als eine Werkstatt – ein Ort, der digitale und analoge Technologien verbindet und Innovation in der Praxis erlebbar macht. Die Projektverantwortlichen Robert Wingendorf (links) und Olaf Koeppen (rechts) von der WISTA Management GmbH berichten von ihren Erfahrungen rund um die Entstehung des ST3AM-Makerspace im Technologiepark Adlershof.

Schon früh stand fest, dass der ST3AM Makerspace digitale Fertigung und klassische Werkstattarbeit vereinen muss. 3D-Drucker, Laser-Cutter und CNC-Fräsen finden ebenso Platz wie Werkbänke für Holz- und Metallarbeiten. Wir planten daher ausreichend Raum, Anschlüsse und Sicherheitsvorkehrungen für diese Hightech-Ausstattung ein. Außerdem holten wir Feedback von künftigen Nutzern ein, um deren Anforderungen an Co-Creation und Prototyping ins Konzept einfließen zu lassen.

Flexible Nutzung fördert Co-Creation

Flexibilität ist ein zentraler Erfolgsfaktor für Zusammenarbeit. Deshalb haben wir ein variables Rauml layout vorgesehen, das je nach Bedarf schnell umgebaut werden kann. Mobile Werkbänke und modulare Möbel machen aus einem Einzelarbeitsplatz im Handumdrehen einen Workshop-Bereich. Diese Offenheit fördert spontane Kooperation – an der Werkbank oder am 3D-Drucker entstehen Ideen oft ganz nebenbei.

Herausforderungen meistern

Die Realisierung der technischen Infrastruktur brachte einige Herausforderungen. Als öffentlich gefördertes Projekt war eine Ausschreibung nötig – wir legten detailliert fest, welche

Maschinen benötigt werden, von industriellen 3D-Druckern über Laser-Cutter bis zur CNC-Fräse. Dabei mussten wir die Balance zwischen Zukunftsfähigkeit und Budget wahren. Zugleich waren bauliche Anpassungen nötig, etwa spezielle Lüftungen für Laser und leistungsstarke Stromanschlüsse. Zeitdruck und Lieferengpässe begegneten wir mit pragmatischen Lösungen und enger Teamarbeit.

Conrad als Partner für die Ausstattung

Bei der Ausstattung konnten wir auf Conrad als lösungsorientierten Partner zählen. Durch das breite Sortiment und fachkundige Beratung bekamen wir viele Komponenten aus einer Hand. Conrad half uns, für jede Anforderung das passende Gerät auszuwählen – vom Einsteigermodell bis zur Profima-schine. Auch bei Themen wie Sicherheitsstandards oder optimaler Aufstellung der Geräte standen uns die Conrad-Experten beratend zur Seite. Diese enge Zusammenarbeit sparte Zeit und gab uns die Gewissheit, die bestmögliche Ausstattung für unseren Makerspace gefunden zu haben.

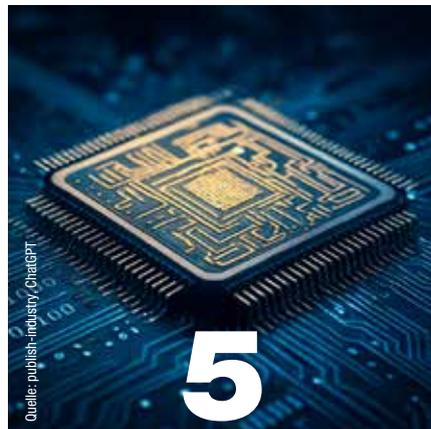
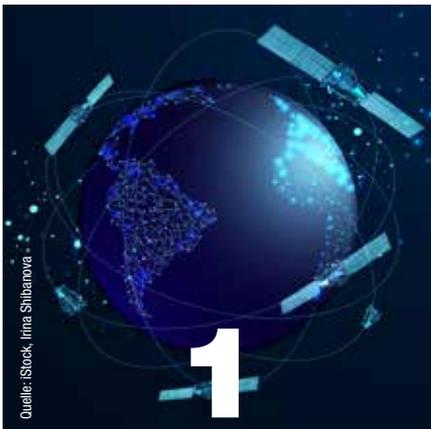
Schulung und Wissenstransfer als Erfolgsgarant

Nach der Inbetriebnahme war es uns wichtig, das Know-how für die neue Technik aufzubauen und zu teilen. Dazu organisierten wir gemeinsam mit Conrad Schulungen, damit unser Team und die ersten Nutzer alle Geräte sicher bedienen konnten. Heute geben erfahrene Anwender ihr Wissen an Neulinge weiter, und es ist eine lebendige Community entstanden, die sich gegenseitig unterstützt. Für uns ist das der größte Erfolg: Aus einer visionären Idee wurde ein aktiver Innovationsort, in dem modernste Technik und kreatives Miteinander Hand in Hand gehen.

6

HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Der Embedded-Spezialist Duagon feiert 30-jähriges Jubiläum, Forscher entwickelt Mikrochips unterhalb der 10-nm-Grenze mit metallorganischen Resists und Binder stellt über 1.000 Steckverbinder im Eplan-Data-Portal bereit. Microchip Technology stellt Oszillatormodule für die Luft- und Raumfahrt vor, während TDK-Lambda seine modulare Netzteilserie erweitert.



Radar, SATCOM und Drohnen

Timing-Lösungen

Microchip Technology erweitert sein Portfolio um GNSS-Disziplinierte Oszillator-module für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt sowie im Verteidigungsbereich. Sie gewährleisten präzises Timing sowie zuverlässige Holdover-Funktionen. Sie bieten stabile PNT-Daten und eignen sich für eine Vielzahl von Anwendungen, von Drohnen und Radar bis hin zu Low-Earth-Orbit-Satelliten.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2889875

1

Entwicklungsprozesse beschleunigen

Eplan-Data-Portal

Binder stellt rund 1.600 Steckverbinder im Eplan-Data-Portal bereit. Entwickler profitieren von einem direkten Zugriff auf normgerechte CAD- und Artikeldaten, die sich nahtlos in Schaltpläne und Stücklisten integrieren lassen. Die digitale Bereitstellung unterstützt die Automatisierung und beschleunigt Entwicklungsprozesse über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2889600

2

Lithografie für hochintegrierte Elektronik

Sub-2-nm-Chips

Imec präsentiert neue Rekorde in der High-NA-EUV-Lithografie. Die Forscher demonstrierten 13-nm-Strukturen im Single-Patterning sowie hoch zuverlässige 20-nm-Metalllinien im Direktmetallätzverfahren. Damit rückt die Sub-2-nm-Logikgeneration für Elektronikentwickler mit höherer Ausbeute, weniger Prozessschritten und nachhaltiger Fertigung in greifbare Nähe.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2891308

3

Jubiläum für die Embedded-Elektronik

30 Jahre Duagon

Duagon feiert 30-jähriges Bestehen. Mit seinen Embedded-Systemen steuert das Unternehmen weltweit sicherheitskritische Systeme wie Bremsen und Türen in Zügen der Bahn- und Medizintechnik. Duagon liefert außerdem zunehmend Plattformen für Medizingeräte und kombiniert dabei Hardware, Software und Service, um eine langfristige Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2891023

4

Chipproduktion der Zukunft

Nanometergroße Chips

Forschern der Johns Hopkins University haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich Mikrochips mit Strukturen weit unterhalb der 10-nm-Grenze herstellen lassen. Grundlage dafür sind metallorganische Resists. Die Methode könnte die Produktion kleinerer, leistungsfähigerer und kostengünstigerer Chips für Anwendungen von Smartphones bis hin zur Luftfahrt ermöglichen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2891681

5

Netzteile für MedTech- und Industrieanwendungen

MU6-Netzteil

TDK-Lambda erweitert die modulare Netzteilserie TDK-Lambda MU um das Modell MU6. Es liefert bis zu 1.500 W bei nur 36 dBA, erfüllt medizinische Isolationsanforderungen und erreicht einen Wirkungsgrad von 94 Prozent. Die MU6 zeichnen sich zudem durch extrem geringe Geräuschentwicklung aus und sind ideal für Medizin-, Rundfunk-, Audio- und Industrieanwendungen geeignet.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2894726

6

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

datatec.eu/future





BRANCHENTREFF DER GLOBALEN ELEKTRONIKFERTIGUNG UND DER DESIGN- UND FERTIGUNGSKETTE

50 Jahre productronica & SEMICON Europa

Seit einem halben Jahrhundert trifft sich die internationale Branche der Elektronikfertigung in München. Auch in diesem Jahr 2025 präsentieren über 1.400 Unternehmen vom 18. bis 21. November ihre Entwicklungen aus der Elektronikfertigung. Parallel dazu versammelt sich die Branchenführer aus der Design- und Fertigungskette der Elektronik auf der SEMICON Europa.

TEXT: Michaela Sandner, E&E BILDER: Messe München

Hier wird Zukunft erlebbar: Die Live-Demonstrationen auf der productronica laden dazu ein, tief in die Welt der Elektronikfertigung einzutauchen. Aussteller aus über 40 Ländern zeigen, wie Halbleiter entstehen, wie Leistungselektronik optimiert wird und welche Technologien die Elektromobilität und Energiewende von morgen ermöglichen. Besonders eindrucksvoll ist die durchgängige Live-Produktionslinie:

21 Unternehmen präsentieren auf 360 m² in Halle B2, Stand 261, alle Schritte einer modernen Elektronikproduktion – vom ersten Lotpunkt über Inspektion, Qualitätssicherung, Prozessüberwachung und Test bis zur Endmontage. Besucherinnen und Besucher erleben hautnah, wie Präzision, Automatisierung und Digitalisierung in perfektem Zusammenspiel eine neue Generation intelligenter und vernetzter Fertigungsprozesse schaffen.

Wissen und Zukunftsimpulse

Die productronica-Foren sind das inhaltliche Herz der Messe – ein Treffpunkt für Wissen, Austausch und Inspiration. In Vorträgen, Roundtables und Panels geht es um aktuelle Markttrends, technologische Durchbrüche und strategische Perspektiven. Themen wie Künstliche Intelligenz in der Produktion, nachhaltige Materialien, Energieeffizienz,



In den Live-Demonstrationen erleben Besucher die gesamte Elektronikfertigung in Aktion – von der Chip-Entwicklung bis zur durchgängigen Produktionslinie.

die Resilienz globaler Lieferketten und neue Geschäftsmodelle prägen das Programm. Internationale Experten teilen ihr Know-how, diskutieren aktuelle Herausforderungen und geben Einblicke in Zukunftsmärkte wie Quantum Computing oder Advanced Packaging. Hier entstehen neue Ideen, Kooperationen und Impulse, die weit über die Messehallen hinauswirken – in Forschungslabore, Fabriken und Innovationszentren weltweit.

And the winner is...

Wenn Innovation gefeiert wird, steht die productronica im Rampenlicht. Zum sechsten Mal verleiht die Messe den „Productronica Innovation Award“, der in sechs Kategorien die wegweisendsten Produktneuheiten und Fertigungsverfahren auszeichnet. 79 Einreichungen aus aller Welt belegen die Dynamik und Kreativität der Branche – von smarten Automatisierungslösungen über nachhaltige Fertigungstechnologien bis hin zu neuartigen Werkstoffen und Prozessen. Die Preisverleihung am 18. November im Rahmen des Aussteller-Get-together ist ein Höhepunkt der Messe – ein Abend, an dem Visionen, Menschen und Ideen zusammenkommen, um die Zukunft der Elektronik zu feiern.

Mit Ausstellern von globalen Marktführern bis zu ambitionierten Startups

bietet die productronica einen einzigartigen Überblick über die gesamte Wertschöpfungskette. Sie ist Schaufenster, Marktplatz und Zukunftslabor zugleich – und ein Ort, an dem Innovationen Gestalt annehmen und neue Partnerschaften entstehen.

Semicon Europa

Parallel zur productronica findet die SEMICON Europa 2025 statt – das führende europäische Forum für Halbleiterfertigung, Mikro- und Nanoelektronik. Unter dem Motto „Globale Kooperationen für die wirtschaftliche Widerstandsfähigkeit Europas“ steht in diesem Jahr die internationale Zusammenarbeit im Mittelpunkt. In einer Zeit geopolitischer Umbrüche, digitaler Transformation und wachsender Abhängigkeiten gewinnt die Vernetzung von Industrie, Forschung und Politik besondere Bedeutung.

Europa kann seine technologische Wettbewerbsfähigkeit nur durch Partnerschaften sichern: mit globalen Allianzen, regionaler Fertigungskompetenz und nachhaltigen Lieferketten. Die SEMICON zeigt, wie sich wirtschaftliche Stärke, Innovation und ökologische Verantwortung vereinen lassen. Ihr Leitgedanke: Nur durch Kooperation entsteht die Zukunft – resilient, nachhaltig und technologisch führend.



VD800

Kompakt-Vakuummeter

- **Grafik-Display**
mit intuitiver Menüführung
- **Messbereich**
Abs.: 2000 bis 5×10^{-5} mbar
Rel.: -1060 bis +1200 mbar
- **Großer Datenlogger**
zur Speicherung mehrerer Messreihen
- **USB-C und Bluetooth®LE**



Besuchen Sie uns auf der
SEMICON EUROPA 
Halle C1, Stand 752



NEXT-LEVEL AUTOMATISIERUNG

Smart Production Solutions: SPS 2025

Die SPS zeigt, wohin sich die industrielle Automation entwickelt: Vom 25. bis 27. November wird Nürnberg zum Zentrum der Automatisierungswelt. In 15 Messehallen zeigen bis zu 1.150 Unternehmen Lösungen für die intelligente, vernetzte und nachhaltige Produktion von morgen – von KI-gestützten Steuerungssystemen bis hin zu Robotik- und IIoT-Anwendungen.

TEXT: Michaela Sandner, E&E BILDER: Arturo Rivas, Mesago Messe Frankfurt

Die SPS präsentiert das gesamte Spektrum der smarten und digitalen Automation. Rund 1.000 Aussteller aus dem In- und Ausland – darunter zahlreiche Weltmarktführer – präsentieren auf der Messe zukunftsweisende Technologien und starke Lösungen für die industrielle Praxis von heute und morgen. Die Weltleitmesse bietet Orientierung im technologischen Wandel und liefert Impulse, um Innovationen in eigenen Unternehmen voranzubringen.

Eines der zentralen Themen der disjährigen SPS ist Industrial AI. Sie gilt als Schlüssel zur Steigerung von Produktivität und Effizienz in der Industrie und hält auf breiter Front Einzug in unterschiedlichste industrielle Produkte und Prozesse. Sei es als Unterstützung im Prozess-Engineering, als integrierte Steuerungsgeräte mit vielfältigen KI-Modellen oder als Bestandteil intelligenter Tools für vorausschauende Wartung, Qualitätskontrolle und adaptive Produktions-



Live auf den vielen SPS Stages: Wissenstransfer, Innovationen und Dialog für die Fachbesucher

steuerung. Besucher finden konkrete Produktlösungen, erhalten Einblicke in aktuelle Entwicklungen und haben die Möglichkeit, sich direkt mit Experten auszutauschen.

In den angrenzenden „Meet the Speaker“-Zonen gibt es die Möglichkeit, sich mit den Referenten auszutauschen, Netzwerke auszubauen und die Inhalte der Vorträge zu vertiefen.

Wissenstransfer auf den SPS Stages

Nachwuchs im Mittelpunkt

Auf vier Bühnen finden unter anderem Keynotes und Podiumsdiskussionen zu den aktuellen Branchentrends statt. In den Hallen 1, 3, 3C und 6 laden die Stages zu Diskussion, Wissensaustausch und Inspiration ein. Besonders spannend: Die Technology Stage in Halle 3. Experten sprechen über Themen wie Industrial AI, Interoperabilität, Trends, Herausforderungen und Nachhaltigkeit der Automatisierung. Schwerpunkte des Programms: Industrial AI, Industrielle Kommunikation, Datenräume sowie Schutz und Sicherheit.

Mit Formaten wie dem „Makeathon“ und dem „Young Talents Day“ lädt die SPS junge Talente – Schüler, Studierende, Auszubildende sowie Berufseinsteiger – ein, eigene Ideen zu entwickeln, Kontakte zu knüpfen und Berufsperspektiven kennenzulernen. Damit versteht sich die Messe nicht nur als Branchenschaufenster, sondern auch als Zukunftswerkstatt – ein Ort, an dem Visionen und Innovationen entstehen. Junge Interessenten erhalten wertvolle Einblicke und Orientierung für ihren weiteren Weg in der Automatisierungsbranche.

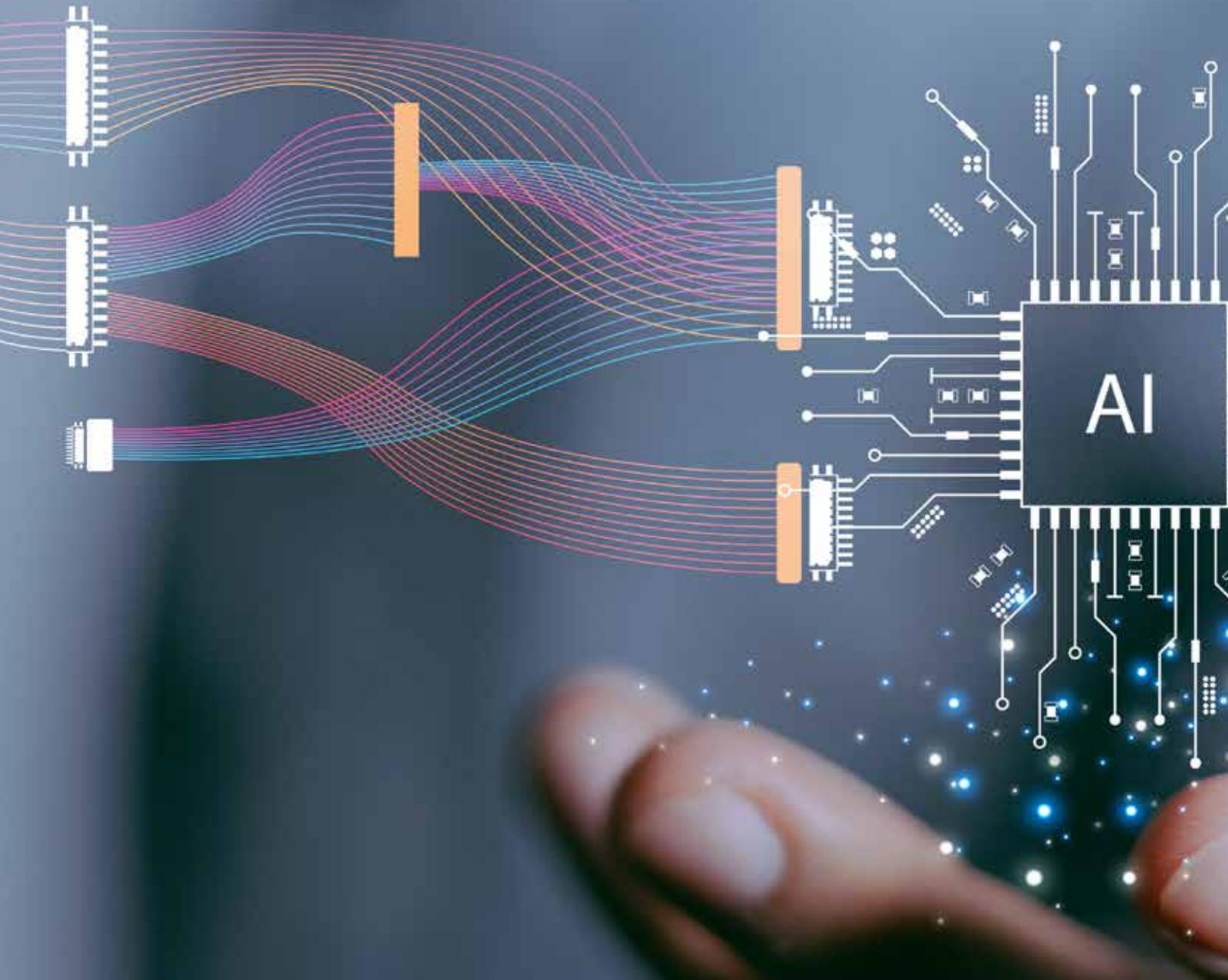


Kundenspezifische Plug and Play Lösungen

Von der Kabelherstellung bis hin zur individuellen Kabelkonfektion aus einer Hand



www.sab-kabel.de





INTELLIGENZ AUF BAUTEILEBENE

ELEKTRONIK IN DER INDUSTRIE UND KI

Künstliche Intelligenz verändert die industrielle Elektronik grundlegend – von der Schaltungsentwicklung über die Fertigung bis zur Systemsteuerung. KI wandert vom Server in den Chip und macht elektronische Systeme lernfähig, effizient und anpassungsfähig.

TEXT: Bernhard Haluschak; E&E BILD: iStock, Digital43

Die Industrieelektronik erlebt einen tiefgreifenden Wandel. Künstliche Intelligenz (KI) zieht in elektronische Systeme ein und erweitert klassische Steuer- und Regelfunktionen um datenbasierte Entscheidungslogik. Wo früher feste Parameter galten, analysieren heute neuronale Netze Signale in Echtzeit und optimieren Prozesse selbstständig. Ein zentrales Feld ist auch die Integration von KI auf Hardwareebene. Moderne Mikrocontroller und SoCs verfügen über spezialisierte Beschleuniger, die Machine-Learning-Modelle direkt auf dem Gerät ausführen. Diese Edge-KI-Systeme verarbeiten Sensordaten lokal, wodurch Latenzen sinken und Datensicherheit steigt – ideal für Robotik, Automatisierung und Messtechnik.

Auch in der Elektronikentwicklung unterstützt KI zunehmend Ingenieure. Generative Design-Tools analysieren elektrische und thermische Parameter und schlagen optimierte Layouts oder Bauteilplatzierungen vor. So verkürzen sich Entwicklungszyklen und Fehlerquellen werden reduziert. In der Fertigung steigern KI-basierte Inspektionssysteme die Qualitätssicherung. Lernfähige Bildverarbeitung erkennt Löt- oder Bestückungsfehler mit hoher Präzision und passt sich automatisch neuen Produktvarianten an. Vorausschauende Prozessanalysen ermöglichen zudem stabile Produktionslinien bei geringerem Ausschuss.

Schließlich profitieren auch Betrieb und Wartung von KI. Elektronische Systeme überwachen sich selbst, erkennen Anomalien und reagieren adaptiv auf Belastungen oder Verschleiß. Damit wird KI zu einer Kerntechnologie der Elektronik. Sie macht Bauteile, Systeme und Prozesse intelligenter – und ebnet den Weg zu einer neuen Generation industrieller Elektronik mit höherer Effizienz, Zuverlässigkeit und Flexibilität.

INNOVATIONEN LIVE ERLEBEN

Impulsgeber für die Elektronikfertigung

Neue Technologien, digitale Prozesse und nachhaltige Strategien verändern die Elektronikfertigung grundlegend. Unternehmen setzen auf intelligente Systeme, präzise Automatisierung und zukunftsfähige Materialien, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken und Trends zu prägen. „Mit welchen Highlights wollen Sie die Fachbesucher auf der productronica 2025 in Ihren Bann ziehen?“, haben wir daher die Unternehmen gefragt.

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, E&E

BILDER: teilnehmende Unternehmen; shih-wei, iStock



**KLAUS
FIEDLER**

Die productronica feiert ihr 50-jähriges Jubiläum – und LPKF feiert mit. Als Messebeirat freue ich mich ganz besonders über diesen Meilenstein. Gleichzeitig feiern wir 25 Jahre ProtoLaser, ein Innovationsmotor für das PCB-Prototyping. Auf der productronica zeigen wir, wie unsere Lasertechnologien alle Schritte der Elektronikfertigung abdecken – von Prototyping über Depaneling bis Advanced Packaging. Der doppelte Geburtstag beweist: Innovationen entstehen dort, wo Erfahrung und partnerschaftlicher Austausch Zukunft möglich machen.

CEO,
LPKF Laser & Electronics SE



**MAXIMILIAN
BAUMANN**

Ob Standardstecker oder maßgeschneiderte Lösung – ODU steht für hochwertige Verbindungen, die in unterschiedlichen Branchen zum Einsatz kommen. Auf der productronica bietet sich die Gelegenheit, unser umfassendes Portfolio einem internationalen Publikum zu präsentieren. So vielfältig wie die Messe selbst ist auch unser Stand: Hier zeigen wir, was moderne Verbindungstechnik leisten kann – von High-Voltage- und Power-Anwendungen bis hin zu innovativen Fiber-Optic-Lösungen. Erleben Sie modulare Mass-Interconnect-Lösungen wie die ODU-MAC Black-Line mit der neuen, platzsparenden Compact Class.

Sales Manager Mass Interconnect,
ODU

 productronica
Halle B2, Stand 305

 productronica
Halle A1, Stand 131



CARRYING AMPS, NOT TEMPS.

Komplettwechsel waren gestern. Mit dem **HCB 6000/G** tauschen Sie einfach den Kopf – oder ergänzen gleich eine andere Variante. Schnell, flexibel und ohne unnötige Ausfallzeiten.

Mit **bis zu 600 A, integriertem Temperatursensor, aktiver Luftkühlung** und **Sense-Kontakt** kombiniert er maximale Leistung mit höchster Anpassungsfähigkeit.

Für durchgängige Verfügbarkeit, volle Flexibilität – und Projekte, die im Takt bleiben.



QR-Code scannen und Details entdecken.

PTR HARTMANN GmbH
Gewerbehof 38
59368 Werne, Germany
www.ptr-hartmann.com



PATRICK- STEEVEN SKWARA

Panduit präsentiert auf der productronica 2025 innovative, effiziente, sichere und nachhaltige Lösungen für die industrielle Elektrotechnik. Thermotransferdrucker ermöglichen schnellen, hochwertigen Etikettendruck mit bis zu 600 DPI (auch in hoher Stückzahl) für scharfe, beständige Kennzeichnungen. Zudem sorgen hochbelastbare Kabelschellen (kurzschlussfest nach IEC 61914:2015) für eine sichere, zeitsparende Installation und halten unter anspruchsvollen Bedingungen extremen Kräften stand, sodass Kabel sicher fixiert bleiben. Umweltfreundliche Kabelbinder und Befestigungselemente aus recyceltem Nylon 6.6 reduzieren die CO₂-Bilanz um bis zu 36 % gegenüber Standardlösungen, bei gleicher Leistung und Zuverlässigkeit.

Marketing Manager DACH-MEA,
Panduit

productronica
Halle B4, Stand 119



RALF KLEIN

Wenn es um Hochstrom- und Kabelbaumprüfungen geht, ist Präzision entscheidend. PTR Hartmann präsentiert auf der productronica 2025 seine Lösungskompetenz für elektrische Kontaktierungen mit Fokus auf höchste Leistung bei optimalem Preis-Leistungs-Verhältnis. Als Technologiepartner für Prüfsystemhersteller entwickelt PTR Hartmann Federkontaktstifte vom kleinsten schraubbaren Schaltstift bis zu Hochstromkontaktierungen über 1.000 A. Mit globalen Fertigungsstätten auf drei Kontinenten – Local for Local – treiben wir die Effizienz in Kabelbaum- und Hochstromtest voran.

Geschäftsführer,
PTR Hartmann

productronica
Halle A1, Stand 370



STEFAN GLASER

TE Connectivity präsentiert auf der productronica 2025 als Kooperationspartner der Firma Cellios erstmals eine robotergesteuerte Fertigungszelle, die Kabelbäume vollautomatisch – von den Einzelkomponenten bis zur geprüften Baugruppe – produziert. Die Anlage definiert neue Maßstäbe für Automatisierung in der Leitungssatzproduktion. Als zentraler Entwicklungspartner liefert TE Connectivity Steckverbinder, Kontakte, Applikationswerkzeuge und umfassende Expertise in automatisierbaren Komponenten und Baugruppen.

Director Product Management
New Technologies & Standardization
Automotive, TE Connectivity

productronica
Halle B4, Stand 131



DESIGNGEHÄUSE AUS ALUMINIUM:
LEICHT, ROBUST UND VIELSEITIG GESTALTBAR

Mehr als nur eine Hülle

Moderne Aluminiumgehäuse verbinden mechanische Stabilität, thermische Effizienz und modulare Flexibilität. Eloxierete Oberflächen, präzise Strangpressprofile und individuelle Anpassungsmöglichkeiten sichern Funktion, Schutz und Design für anspruchsvolle Elektroniklösungen.

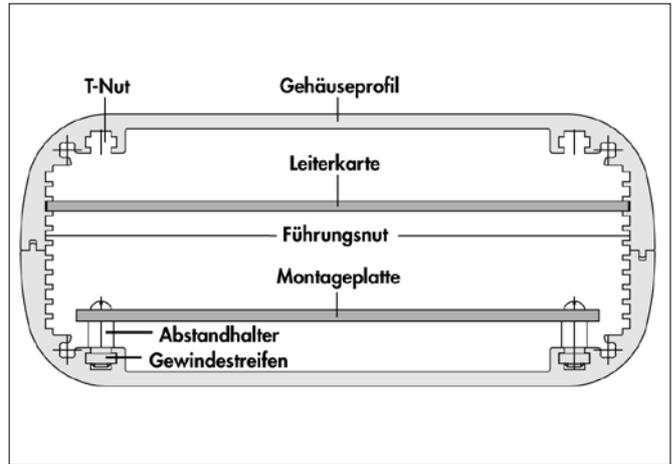
TEXT: Bettina Lochen, Fischer Elektronik BILDER: Fischer Elektronik; iStock, Wongsakorn Dulyavit

Moderne Elektronikgehäuse müssen heute weit mehr leisten als nur Schutz bieten – sie sollen funktional, anpassbar und optisch ansprechend sein. Gehäusehersteller reagieren auf diese Anforderungen mit einem vielseitigen Produktsortiment von Gehäusen aus Aluminium. Aluminium ist bei der Herstellung von Elektronikgehäusen besonders beliebt, da es wie kaum ein anderer Werkstoff funktionale Anforderungen mit gestalterischem Anspruch vereint, und damit die ideale

Basis für moderne Elektronikgehäuse bildet. Mit einer Dichte von nur $2,7 \text{ g/cm}^3$ zählt Aluminium zu den Leichtmetallen und überzeugt durch eine beeindruckende Balance aus geringem Gewicht und hoher Formstabilität. Zusätzlich begünstigt die hohe Wärmeleitfähigkeit von bis zu $210 \text{ W/(m}^*\text{K)}$ eine effektive Wärmeableitung, was Aluminiumgehäuse zu einer idealen Lösung für anspruchsvolle thermische Anforderungen in elektronischen Anwendungen macht.



Gehäusehersteller offerieren dekorative Aluminiumgehäuse für den Single-Board-Computer Raspberry Pi.



Funktionsrelevante Geometrien optimieren die Gehäusestruktur.

Darüber hinaus punktet Aluminium mit seiner natürlichen Korrosionsbeständigkeit. In Kontakt mit Sauerstoff bildet Aluminium auf der Oberfläche eine dünne, transparente Oxidschicht, die das darunterliegende Metall dauerhaft schützt, ohne dessen metallisch glänzende Oberflächenschönheit zu mindern. Zur Steigerung der Abriebfestigkeit und zur Gestaltung der Oberflächenoptik wird diese natürliche Oxidschicht durch das elektrochemische Verfahren „Eloxieren“ gezielt verstärkt und eingefärbt. Das Resultat: widerstandsfähige und farblich variierbare Oberflächen, die Funktion und Design perfekt miteinander verbinden. Ob naturfarben eloxiert, in klassischem Schwarz oder individuell koloriert – Aluminiumgehäuse bieten maximale Gestaltungsfreiheit bei gleichzeitig hoher technischer Leistungsfähigkeit.

Aluminiumgehäuse für Raspberry Pi: Maßgeschneiderter Schutz in attraktiver Farbvielfalt

Dank der hervorragenden Materialeigenschaften und der veredelten Wirkung eloxierter Oberflächen erfüllen selbst schlichte Aluminium-Blechgehäuse höchste dekorative Ansprüche und eignen sich somit ideal für designorientierte Elektronikanwendungen.

Für die weit verbreiteten Einplatinencomputer Raspberry Pi offerieren Gehäusehersteller wie die Firma Fischer Elektronik passgenaue Aluminium-Blechschalengehäuse, die durch ihr dekoratives Äußeres auffallen. Die aus Ober- und Unterschale bestehenden Gehäuse werden in verschiedenen Farbkombinationen angeboten, bei denen die Unterschalen stets schwarz und die Oberschalen wahlweise in Natur, Blau, Rot, Orangegold oder ebenfalls in schwarz eloxiert sind.

Neben der modernen Farbgestaltung überzeugen die Gehäuse durch eine benutzerfreundliche Montage. Eine Kombination

aus nur einer Schraubverbindung und einem frontseitigen Feder-Nut-Mechanismus ermöglicht einen unkomplizierten Zusammenbau der Gehäuseschalen. Die Installation der Platine erfolgt über M2,5-Linsenkopfschrauben, die an vier in der Unterschale befindlichen Gewindebuchsen befestigt werden. Für eine zuverlässige Wärmeabfuhr sorgen Lüftungsschlitze in beiden Gehäusehälften sowie optional erhältliche Kühlkörper. Für den leistungsstarken Raspberry Pi 5 steht ein speziell entwickelter Active Cooler zur Verfügung: ein Aluminium-Kühlkörper mit temperaturgesteuertem Lüfter, der selbst unter hoher Last für eine effiziente Kühlung und stabile Betriebstemperaturen sorgt.

Zum Lieferumfang der farb- und formschönen Gehäuse zählen, neben den Gehäuseschalen und den Montageschrauben, vier selbstklebende Antirutsch-Gerätefüße. Optional erhältlich sind Befestigungslaschen zur Wandmontage, die mit VESA-Monitorhalterungen gemäß MIS-D 75 × 75 kompatibel sind. Darüber hinaus ist auf Wunsch auch eine Tragschienenbefestigung realisierbar.

Strangpressprofile und Kunststoffelemente: Funktionalität trifft Design

Die Architektur der meisten Designgehäuse der Firma Fischer Elektronik basiert auf durchdachte, stranggepresste Tubus- oder Halbschalenprofilen der Aluminium-Knetlegierung EN AW 6060. EN AW 6060 zeichnet sich durch eine hohe Festigkeit bei gleichzeitig ausgezeichneter Formbarkeit aus. Dank dieser exzellenten Eigenschaften lassen sich, mittels des Strangpressverfahrens, Profile mit komplexen und funktionsrelevanten Geometrien realisieren – ein echter Gewinn für die Funktionalität und Gestaltungsfreiheit. So werden Gehäuseprofile für elektronische Systeme schon während des Strangpressens mit praktischen Konturelementen versehen, welche die Funktionalität des Gehäuses



Die Vielfalt an Farboptionen gibt Kunden die Möglichkeit ihre Gehäuse individuell zu gestalten.



Tubusprofilgehäuse bieten einen effektiven Schutz vor negativen Umwelteinflüssen.

optimieren. Integrierte Führungsnuten ermöglichen beispielsweise das einfache Einschoben von Leiterkarten, was die spätere Integration elektronischer Komponenten enorm erleichtert. Gehäuseprofile mit zusätzlich integrierten T-Nuten bieten eine weitere Lösung zur Aufnahme elektronischer Bauteile. Durch das Einschoben von Gewindestreifen oder schiebbaren Muttern entlang des Profils lassen sich Befestigungselemente wie Abstandsbolzen fixieren, über die sich Montageplatten befestigen lassen.

Die Tubus- oder Halbschalenprofile bilden das stabile Grundgerüst der Gehäuse und werden mit Aluminium-Deckelplatten (AlMg1) zu einer vollständig geschlossenen Einheit montiert. Zur visuellen Akzentuierung sind die Gehäuse zusätzlich mit Kunststoffelementen (UL 94 V0) ausgestattet, welche in zahlreichen RAL-Farbtönen erhältlich sind. Dies eröffnet Kunden die Möglichkeit, ihre Gehäuse individuell zu gestalten und sich durch ein unverwechselbares Design deutlich vom Wettbewerb abzuheben. Farbliche Akzente können beispielsweise, Unternehmensfarben integrieren oder das Produktdesign insgesamt aufwerten. Die Vielfalt an Farboptionen erlaubt es, individuelle Anforderungen an Corporate Design,

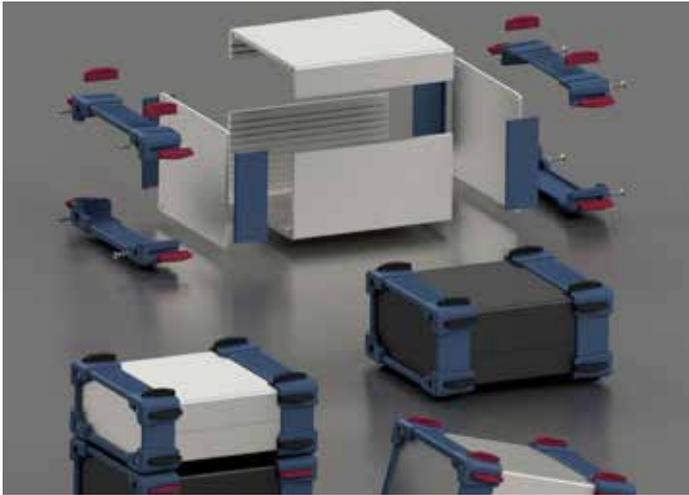
Marktpositionierung und Zielgruppen-erwartung umzusetzen. Die Kunststoffelemente übernehmen jedoch nicht nur dekorative Aufgaben, sondern tragen durch gezielte Formgebung und Materialwahl auch zur Funktionalität bei. Rutschhemmende Standfüße oder spezielle Antirutsch-Design-Elemente sorgen für einen sicheren Stand auf Arbeitsflächen und machen die Gehäuse ideal für den Einsatz als Tischgeräte.

Robuste Gehäuselösungen für individuelle Einsatzbereiche

Ob Tubus- oder Halbschalenprofilgehäuse – beide Varianten bieten Lösungen für die Integration moderner Elektronik. In industriellen und rauen Umgebungen sind elektronische Systeme besonderen Belastungen ausgesetzt. Um diese zuverlässig zu schützen, setzen Anwender auf Tubusprofilgehäuse mit einer widerstandsfähigen Bauweise. Tubusprofilgehäuse bieten durch ihre geschlossene Konstruktion einen effektiven Schutz vor Staub, Feuchtigkeit und sind daher ideal für den Einsatz unter anspruchsvollen Bedingungen geeignet. Mittels Dichtungen zwischen Profil und Deckelplatten ist die Schutzklasse IP65 realisierbar. Seitlich integrierte Aluminiumgriffprofile tragen zur ergonomischen Gestaltung eines Gehäuses

bei und ermöglichen ein komfortables sowie sicheres Handling im mobilen Einsatz. Ergänzend dazu erlauben stoßfeste Kunststoffrahmen eine robuste Nutzung als Tischgehäuse und bietet optimale Voraussetzungen für die Integration von Frontfolien und Folientastaturen.

Ein weiteres Beispiel für Gehäuse mit erhöhter Schutzart sind Ausführungen mit Zwei-Komponenten-Kunststoffrahmen aus PC+ABS. Durch die feste Umspritzung mit Dichtungen aus thermoplastischem Elastomer (TPE) kann eine Schutzart von IP67 realisiert werden, die einen zuverlässigen Schutz gegen das Eindringen von Staub und zeitweiliges Untertauchen in Wasser gewährleisten. Halbschalenprofilgehäuse bieten eine hohe Flexibilität bei der Integration elektronischer Baugruppen. Ihr Design beruht auf zwei stranggepressten Aluminium-Halbschalenprofilen, die über eine spezielle Nut- und Federgeometrie zusammengesteckt werden. Diese modulare Bauweise erlaubt die einfache Installation von Leiterplatten, deren Komponenten nicht nur an der Vorder- und Rückseite, sondern auch seitlich oder oben herausgeführt werden müssen. Die Deckelplatten übernehmen dabei eine doppelte Funktion: Sie schließen das Gehäuse ab und fixieren gleichzeitig die Halbschalen.



Gehäuserahmen mit austauschbaren Standfüßen lassen eine Verwendung als einfaches Tischgehäuse als auch als Pultgehäuse zu.

Ein weiterer Vorteil liegt in der modularen Gestaltung der Kunststoffrahmen. Diese sind mit austauschbaren Standfüßen ausgestattet, die ein sicheres Stapeln mehrerer Gehäuse ermöglichen. Durch die Wahl unterschiedlich großer Füße kann das Gehäuse zudem als Pultgehäuse verwendet werden. Für Anwendungen mit hohen ästhetischen Anforderungen legen Kunden oftmals Wert auf elegante Gehäuse mit verdeckt angebrachten Schrauben. Hierfür eignen sich Gehäuse mit Designrahmen, die sich problemlos und ohne zusätzliches Werkzeug auf das Gehäuse schieben lassen und keine weitere Befestigung erfordern. Statt traditioneller Standfüße sind diese Designrahmen mit leicht hervorstehenden, rutschfesten Zierstreifen ausgestattet.

Bearbeitungsmöglichkeiten für dekorative Applikationen

Mit Ausnahme weniger Spezialanwendungen, wie etwa des spezifisch gefertigten Schalengehäuses für den Raspberry Pi, stellen Gehäusehersteller ihre Produkte überwiegend in unbearbeiteter Form bereit, um eine größtmögliche Anpassungsfähigkeit an individuelle Anforderungen sicherzustellen. Da jede Anwendung individuelle Ausschnitte, Bohrungen oder Befestigungen erfordert,

erfolgt die spezifische Bearbeitung erst nach Kundenvorgabe – präzise und bedarfsgerecht. Für die individuelle Konfiguration von Aluminiumgehäusen stehen seitens der Hersteller zahlreiche Bearbeitungsoptionen zur Verfügung. Modernste CNC-Bearbeitungszentren ermöglichen präzise Fräsarbeiten wie das Einbringen von Durchbrüchen, Nuten oder Taschen – mit exzellenten Toleranzwerten, glatten Kanten und planebenen Oberflächen, die höchsten Ansprüchen an Ebenheit und Rauheit genügen. Auch mechanische Vorbereitungen für die Montage von Platinen oder Komponenten können individuell realisiert werden.

Fazit

Dekorative Aluminiumgehäuse ermöglichen nicht nur den technischen Schutz elektronischer Bauteile, sondern setzen auch optisch Akzente. Präzise gefertigte Profile mit hochwertigen Oberflächen in Kombination mit farblichen Kunststoffelementen schaffen ein Design, das sowohl im industriellen als auch im gehobenen Consumer-Bereich überzeugt. Sie stehen damit sinnbildlich für das Potenzial modernen Gehäusedesigns: technisch durchdacht, modular aufgebaut – und optisch ein echtes Statement.

Designgehäuse

- innovative Gehäusesysteme mit stoßfesten Kunststoffabdeckungen
- für ungenormte oder 100 mm Leiterkarten
- für den mobilen Einsatz oder als Tischgehäuse mit rutschfesten Standfüßen
- EMV gerechte Ausführungen, IP-Schutz
- spezielle Anfertigungen, Bearbeitungen und Farbgestaltung nach Kundenvorgaben



Mehr erfahren Sie hier:
www.fischerelektronik.de/des

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

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





NETZTEILE GEMÄSS SCHUTZKLASSE I UND II ENTWICKELN UND INSTALLIEREN

Den richtigen Weg wählen

In der Auslegung elektrischer Versorgungssysteme ist Sicherheit kein nachträgliches Kriterium, das man einfach abhakt – sie wird von Beginn an konstruktiv in jedes Kabel, jedes Gehäuse und jede Isolationsschicht integriert. Eine der zentralen Entscheidungen im Entwicklungsprozess besteht in der Auswahl der richtigen Schutzklasse eines Netzteils (Power Supply Unit, PSU). Diese Wahl beeinflusst maßgeblich die Isolationsstrategie, die Erdungskonzeption, die Konformitätsprüfung und letztlich auch die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems.

TEXT: Simeon Tremp, Traco BILDER: Simeon Tremp, Traco; nicoletaionescu, iStock

Der wesentliche Unterschied zwischen Geräten der Schutzklasse I und II liegt in der Art, wie der Benutzer im Fehlerfall geschützt und das elektrische Gerät isoliert wird. Wer die Installationsanforderungen dieser Klassen kennt und korrekt umsetzt, vermeidet teure Designfehler und stellt sicher, dass das System bereits beim ersten Prüfzyklus die Zertifizierung besteht.

Schutzklasse-I-Netzteile – das sollten Sie wissen

Netzteile der Schutzklasse I basieren auf einem zweistufigen Sicherheitsprinzip: Basisisolation und Schutz-erdung. Sollte die primäre Isolierung zwischen aktiven Komponenten und dem metallischen Gehäuse versagen, bestünde die Gefahr eines elektrischen Schlages. Um dies zu verhindern, wird das Gehäuse direkt mit dem Schutzleiter verbunden, wodurch ein Fehlerstrom abfließen kann. Dieser löst im Fehlerfall einen Leitungsschutzschalter oder Fehlerstromschutzschalter (RCD/GFI) aus und schützt so den Anwender

zuverlässig. Ein typisches Netzteil der Schutzklasse I verfügt über ein Metallgehäuse und wird über eine dreipolige Netzzuleitung (Außenleiter (Phase, L), Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE)) gespeist. Diese Anordnung verhindert gefährliche Berührungsspannungen an berührbaren leitfähigen Teilen, indem sie den Schutzleiter als Sicherheitsrückführung nutzt.

Typische Einsatzbereiche der Schutzklasse I

Schutzklasse-I-Netzteile finden vorrangig in industriellen und professionellen Anwendungen Verwendung. Dazu zählen geerdete Systeme mit Metallgehäusen wie Schalttafeln, Server-Racks oder Laborgeräte. Hier dient die Erdung nicht nur dem Personenschutz, sondern ist funktionaler Bestandteil des Gesamtsystems. Voraussetzung ist jedoch eine zuverlässige Erdverbindung. In älteren Gebäuden oder in Wohnbereichen ist die Erdung häufig unzureichend ausgeführt. In solchen Umgebungen – insbesondere in Krankenhäusern oder Heimanwendungen, in denen

ein Einzelversagen schwerwiegende Folgen haben könnte – kann dies zu einem erheblichen Sicherheitsrisiko führen.

Was sind Schutzklasse-II-Netzteile?

Netzteile der Schutzklasse II verfolgen ein alternatives Sicherheitskonzept. Anstatt den Schutz durch Erdung zu gewährleisten, wird der Benutzer durch doppelte oder verstärkte Isolierung geschützt. Hierbei trennt eine mehrstufige Isolationsbarriere die stromführenden Leiter vom Gehäuse und somit vom Benutzer. Selbst ein Einzeldefekt führt daher nicht zu einer gefährlichen Berührungsspannung. Typischerweise besitzen Schutzklasse-II-Netzteile ein Kunststoffgehäuse oder eine offene Rahmenbauweise ohne berührbare leitfähige Teile. Die Netzzuleitung besteht lediglich aus zwei Adern (Außenleiter und Neutralleiter). Da kein Schutzleiter vorhanden ist, vereinfacht sich die Installation erheblich – insbesondere in Umgebungen, in denen eine zuverlässige Erdung nicht gewährleistet werden kann.



DEUTRONIC 
EDWANZ group

✓ DC/DC-Wandler und Stromversorgungen für Ihre Anwendungen

Power

Electronics for



Charging Technology



Transportation



Logistics



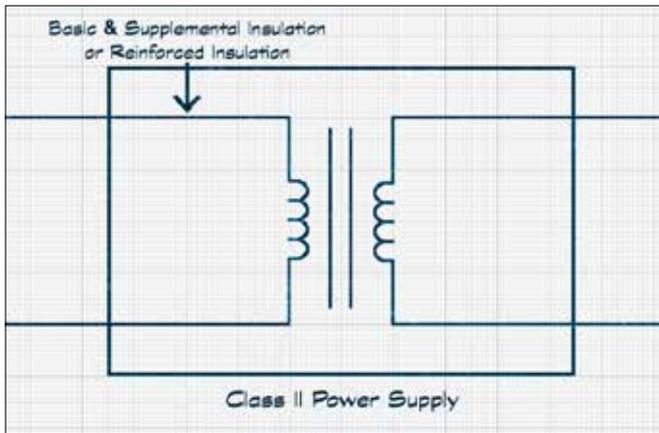
Test & Automation



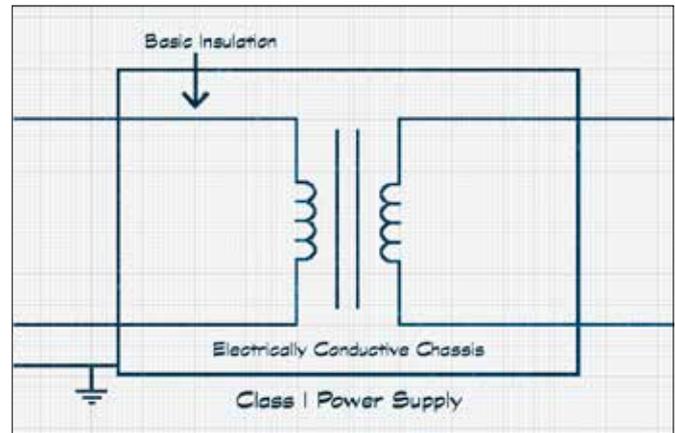
DEUTRONIC-systems



+ MORE



Prinzipschaltbild einer Stromversorgung mit doppelt isoliertem Gehäuse und interner Schutztrennung.



Prinzipschaltbild einer Stromversorgung nach Schutzklasse I.

Vorteile der Schutzklasse II

Im Bereich der häuslichen Medizintechnik fordern Normen wie IEC 60601-1-11 ausdrücklich den Einsatz von Netzteilen der Schutzklasse II. Der Grund ist eindeutig: Ein Gerät, das nicht auf die Erdungsqualität der Gebäudeverkabelung angewiesen ist, bietet für Patientinnen und Patienten ein deutlich höheres Sicherheitsniveau. Dasselbe Prinzip gilt für viele Konsumgüter wie Smartphone-Ladegeräte oder Laptop-Netzteile. Die Schutzphilosophie über Isolierung allein ist einfach, robust und für diese Anwendungsfelder ideal geeignet.

Installation von Schutzklasse I-Netzteilen

Beim Einbau eines Schutzklasse-I-Netzteils muss die Schutzleiterverbindung mechanisch fest und elektrisch niederohmig ausgeführt sein. Schraubverbindungen sind mit definiertem Drehmoment anzuziehen; Lack- oder Eloxalschichten an Kontaktflächen müssen entfernt werden. Die Schutzleiterkontinuität ist im Rahmen der Systemprüfung messtechnisch zu verifizieren. In metallischen Gehäusen ist das Netzteilgehäuse elektrisch leitend zwingend mit dem Systemchassis zu verbinden, um die Schutzfunktion sicherzustellen. Eine fehlerhafte oder hochohmige Erdverbindung macht die gesamte

Schutzmaßnahme wirkungslos und stellt ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar.

Installation von Schutzklasse II-Netzteilen

Netzteile der Schutzklasse II müssen vollständig galvanisch getrennt von der Schutzterdung bleiben. Jegliche unbeabsichtigte Verbindung über Befestigungsschrauben, Halterungen oder leitfähige Einbauten ist zu vermeiden. Bei Montage in metallischen Gehäusen können nichtleitende Abstandshalter erforderlich sein, um die doppelte Isolierung aufrechtzuerhalten. Zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) kann unter Umständen eine funktionale Erde (FE) für Filterzwecke notwendig sein. Diese darf jedoch nicht mit der Schutzterdung (PE) verbunden werden, um die Klassifizierung als Schutzklasse II zu erhalten.

Konformitätsaspekte und Auswahlkriterien

Die Auswahl eines geeigneten Netzteils erfordert sorgfältige Analyse der technischen Datenblätter, da Formulierungen und Zulassungsangaben variieren können. Zunächst muss eindeutig feststehen, welche Schutzklasse das Gerät erfüllen soll. Im Datenblatt ist dies meist im Abschnitt „Safety Approvals“ dediziert angegeben. Weder das

Gehäusematerial noch der Netzanschluss allein sind verlässliche Indikatoren – entscheidend ist die explizite Kennzeichnung als Class I oder Class II nach IEC- bzw. EN-Normen. Für Schutzklasse I muss ein Anschluss für den Schutzleiter vorhanden sein; das Datenblatt muss die entsprechende Normkonformität ausweisen. In metallischen Einbaumgebungen ist die leitfähige Verbindung des Chassis mit dem Schutzleiter zwingend vorgeschrieben. Bei Schutzklasse II ist nach dem Symbol der doppelten Isolierung (Quadrat im Quadrat) zu suchen. Das Datenblatt sollte die Erfüllung der IEC-Vorgaben zur verstärkten Isolierung bestätigen, und es darf keine Anschlussmöglichkeit für den Schutzleiter geben. Auch die Anschlusszeichnungen und Montagehinweise sollten darauf geprüft werden, dass keine unbeabsichtigte leitfähige Verbindung zum Gehäuse entstehen kann.

Die Einbausituation kann die Wahl der Schutzklasse maßgeblich beeinflussen. Wird das Netzteil in ein vollständig isolierendes Kunststoffgehäuse ohne berührbare Metallteile integriert, kann ein Schutzklasse-II-Gerät die Zertifizierung vereinfachen. In geerdeten Metallgehäusen hingegen, wo Ableitströme über den Schutzleiter geführt werden müssen, ist meist ein Schutzklasse-I-Netzteil die bessere Wahl.

TEST!



Mit Lastwiderständen von FRIZLEN die Leistungsfähigkeit von Spannungsquellen testen.

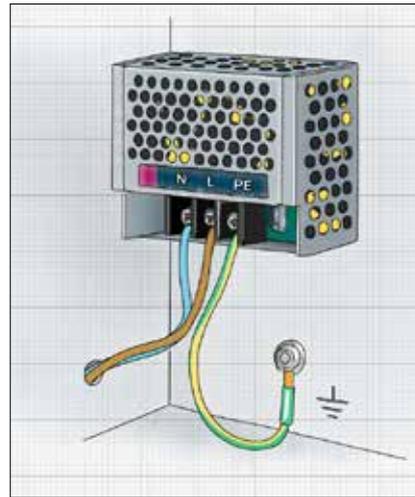
- USV-/ Notstromanlagen
- Laborprüfungen
- Lastsimulation (auch für 19"-Rack)

FRIZLEN Leistungswiderstände

- Belastbar
- Zuverlässig
- Made in Germany

+100 JAHRE DYNAMIK DURCH WIDERSTAND

Tel. +49 7144 8100-0
www.frizlen.com



Die Abbildung zeigt eine Stromversorgung im Metallgehäuse mit korrekter Erdung eines Netzteils nach Schutzklasse I.

Compliance-Checkliste für Anwender

Bereits in der Integrationsphase sind viele sicherheitstechnische Eigenschaften festgelegt. Entwickler können den Zertifizierungsprozess beschleunigen, indem sie sich folgende Fragen beantworten:

- Ist das Netzteil eindeutig als Schutzklasse I oder II gekennzeichnet, und entspricht dies dem vorgesehenen Systemdesign?
- Wurde bei Schutzklasse I die Schutzleiterverbindung korrekt ausgeführt und überprüft?
- Wird bei Schutzklasse II durch die Montage die doppelte bzw. verstärkte Isolierung sichergestellt?
- Liegen die Leck- bzw. Berührströme innerhalb der zulässigen Grenzwerte (zum Beispiel $< 70 \mu\text{A}$ Berührstrom)?
- Entspricht das Gerät den EMV-Anforderungen der Zielumgebung, und ist ein ausreichender Prüfabstand eingeplant?

Diese Fehler vermieden

Ein verbreitetes Missverständnis ist die Gleichsetzung von UL Class 2 mit IEC Class II. UL Class 2 bezieht sich auf eine Leistungsbegrenzung der Ausgangsspannung und des Stroms zum Leitungs-

schutz, während IEC Class II die Art der Isolierung und des Berührungsschutzes beschreibt. Beide Klassifizierungen sind nicht austauschbar. Ebenfalls kritisch ist das Mischen von Schutzkonzepten: Wird ein Schutzklasse-II-Netzteil in einem geerdeten Metallgehäuse montiert, ohne die galvanische Trennung sicherzustellen, können ungewollte Erdpfade entstehen – die Schutzisolation wäre damit wirkungslos. Umgekehrt führt das Weglassen der Erdverbindung in einem Schutzklasse-I-System zu einem vollständigen Verlust der Schutzfunktion.

Fazit

Netzteile der Schutzklassen I und II repräsentieren zwei unterschiedliche Sicherheitsphilosophien: Schutzklasse I schützt den Benutzer durch Erdung des Systems, während Schutzklasse II durch Isolierung sicherstellt, dass eine Erdung überhaupt nicht erforderlich ist. Die Wahl hängt von der Anwendung, der Gehäuseart und der Einsatzumgebung ab. Ebenso wichtig wie die Auswahl selbst ist die korrekte Installation. Fehler in diesem Stadium können selbst das sicherste Design wirkungslos machen. Anwender müssen die Schutzklassenvorgaben verstehen und konsequent gemäß den Datenblattanforderungen umsetzen. Im Zweifel sollte stets Rücksprache mit dem Hersteller des Netzteils gehalten werden.

MIT RJ45-KEYSTONE ZUVERLÄSSIGE NETZWERKVERBINDUNGEN SCHAFFEN

Auf die Verbindung kommt es an

Keystone-Buchsen sind zentrale Elemente moderner Kupferverkabelungssysteme und bilden die modulare Schnittstelle zwischen Netzwerkkomponenten. Ihr genormter Formfaktor erlaubt den vielseitigen Einsatz in Patchpanels, Anschlussdosen oder Brüstungskanälen.

Durch hohe Kompatibilität, Betriebssicherheit und PoE-Fähigkeit sind sie Grundlage leistungsfähiger IT- und Kommunikationsnetzwerke.

TEXT: Panduit; Bernhard Haluschak, E&E BILDER: Panduit; filo, iStock



Die geschirmten Keystone LSZH-Netzwerkkabel (Low Smoke Zero Halogen) mit 24 AWG sind speziell für Anwendungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz konzipiert.

Geschirmte Keystone-Buchsenmodule, auch Jacks genannt, sind zentrale Komponenten innerhalb moderner Kupferverkabelungssysteme. Sie dienen als modulare Schnittstellen zwischen Installationskabeln und Endgeräten und werden in Patchpanels, Anschlussdosen oder Brüstungskanälen eingesetzt. Im Rahmen des NetKey-Systems von Panduit kommt unter anderem das Modell SKJ6X88BL zum Einsatz, das für Anwendungen mit hohen Bandbreitenanforderungen in der strukturierten Gebäudeverkabelung ausgelegt ist.

Zur Ergänzung der Systemtransparenz hat Panduit das Network-Mapping-System RapidID entwickelt, mit dem physische Netzwerkverbindungen schneller identifiziert und dokumentiert werden können. Diese Lösung kann direkt in den Keystone-Komponenten aktiviert werden und unterstützt damit die effiziente Verwaltung komplexer Netzwerkinfrastrukturen.

Aufbau und technische Grundlagen

Ein Keystone-Jack nach IEC 60603-7 ist ein modularer Steckverbinder mit definiertem Formfaktor. Er besteht in der Regel aus einem robusten, thermoplastischen Gehäuse, IDC-Kontakten (Insulation Displacement Connectors) zur rückseitigen Terminierung und einer RJ45-Frontschnittstelle.

Die Verdrahtung erfolgt gemäß TIA/EIA-568A oder -B. Die IDC-Technik erzeugt eine gasdichte, mechanisch stabile Verbindung, die den Anforderungen der ANSI/TIA-568.2-D entspricht. Je nach Ausführung sind die Keystone-Module für die Kategorien Cat 5e, 6 oder 6a spezifiziert. Diese decken Frequenzen von



EXPANDED BEAM MULTIFIBER EBM®

Volle Performance selbst unter extremen Bedingungen

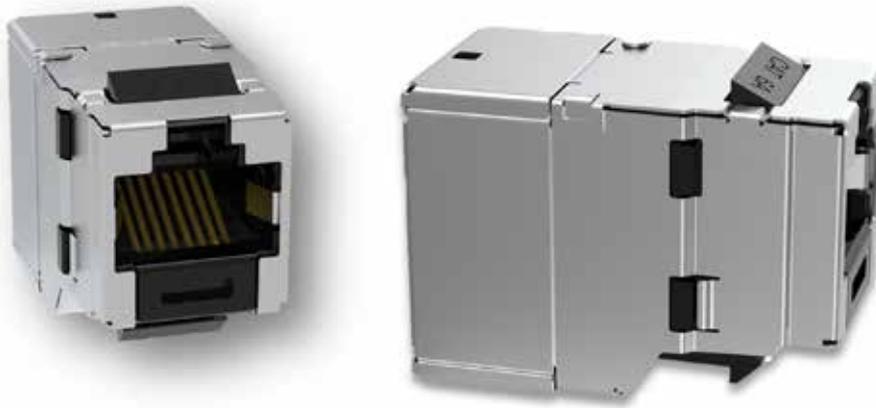
Die Expanded Beam Multifiber Technologie von Rosenberger sorgt für zuverlässige Glasfaserverbindungen unter herausfordernden Bedingungen.

- Robust und benutzerfreundlich – EBM® Steckverbinder trotz extremen Temperaturen, Staub und Feuchtigkeit
- Einfache Installation und Wartung dank hermaphroditer Ferrule
- Hohe Packungsdichte und starke Datenraten – mehrere Fasern ermöglichen kompakte Bauformen und Datenraten bis 10 Gbit/s
- Sicheres Handling – Plug-and-Play-Konzept für effizienten Einsatz
- Langlebig und normgerecht – entwickelt nach internationalen Standards für dauerhafte Qualität und Sicherheit



www.rosenberger.com/ebm

Rosenberger



Durch die extrem kurze Bauform mit nur 30 mm lassen sich die RJ45-Keystone-Module flexibel in jeder Keystone-Aufnahme integrieren.

100 MHz (Cat 5e) bis 500 MHz (Cat 6a) ab und ermöglichen Datenraten bis 10 Gbit/s (10GBASE-T nach IEEE 802.3an).

Das Unternehmen bietet innerhalb des NetKey-Programms geschirmte Varianten für Umgebungen mit erhöhter elektromagnetischer Störanfälligkeit (EMI) gemäß EN 50174-2 sowie ungeschirmte Versionen für Standardinstallationen.

Kabelintegration und elektrische Parameter

Die Übertragungsqualität einer strukturierten Verkabelung hängt maßgeblich von der Verbindung zwischen Keystone-Jack und Installationskabel ab. Für geschirmte Buchsenmodule werden mindestens Cat 6a- oder Cat 7-Kabel nach IEC 61156-5 empfohlen. Bei der Montage sind die Vorgaben zu Biegeradius, Abisolierlänge und Erdung gemäß EN 50174-1/-2 einzuhalten.

Die wichtigsten elektrischen Parameter – Near-End Crosstalk (NEXT), Far-End Crosstalk (FEXT), Einfügedämpfung (Insertion Loss) und Rückflussdämpfung (Return Loss) – müssen die Grenzwerte nach ANSI/TIA-568.2-D erfüllen. Die Panduit-NetKey-Komponenten sind auf diese Anforderungen abgestimmt und werden werkseitig getestet, um die Systemleistung bis 500 MHz sicherzustellen.

Systemintegration in Netzwerkinfrastrukturen

In der strukturierten Gebäudeverkabelung nach ISO/IEC 11801 bilden Keystone-Jacks die physikalische Schnittstelle zwischen passiver und aktiver Netzwerktechnik. Sie werden in Büroräumen, Industrieanlagen und Rechenzentren eingesetzt, etwa für VoIP-Dienste, High-Speed-Ethernet bis 10GBASE-T, Switch-to-Switch-Links oder speicherintensive Anwendungen in Forschung und Medizintechnik. Das SKJ6X88BL-Modul von Panduit ist auf hohe Signalintegrität im Frequenzbereich bis 500 MHz

ausgelegt und kann in Kombination mit den geschirmten Cat-6a- und Cat-7-Kabeln des Herstellers betrieben werden. Durch den standardisierten Keystone-Formfaktor bleibt die Kompatibilität zu weiteren NetKey-Komponenten wie HDMI-, USB- oder Glasfaser-Modulen erhalten.

Zubehör, Patchkabel und Verteiltechnik

Für die Integration in zentrale Verteilungen stehen verschiedene NetKey-Patchpanels mit modularen Ports zur Verfügung. Sie ermöglichen eine flexible Netzwerktopologie und erleichtern die Installation durch Snap-In-Mechanismen und eindeutige Portkennzeichnung gemäß ANSI/TIA-606-B.

Passend dazu bietet das Unternehmen S/FTP-Patchkabel mit halogenfreiem, raucharmem LSZH-Mantel (Low Smoke Zero Halogen) gemäß IEC 60332-1-2. Diese Kabel sind mit 26 AWG-Leitern erhältlich und in Längen von 1 bis 15 Metern lieferbar. Der integrierte Paar-Manager im Cat-6a-Stecker sorgt für konsistente Übertragungsparameter und minimiert das Aufdrehen der Adern am Steckverbinder.

Prüf- und Qualitätsanforderungen

Für den professionellen Einsatz werden Keystone-Jacks nach IEC 60603-7 auf mindestens 750 Steckzyklen geprüft. Panduit testet seine NetKey-Module bis 2500 Zyklen, wodurch eine hohe mechanische Stabilität auch bei häufiger Nutzung gewährleistet ist. Das SKJ6X88BL-Modul übertrifft die Anforderungen der Kategorie 6A nach ANSI/TIA-568.2-E und ISO 11801 Klasse EA. Es arbeitet zuverlässig im Temperaturbereich von -10 °C bis $+75\text{ °C}$ und verfügt über eine integrierte 360° -Schirmaufgabe, die ohne zusätzliche Montageschritte für durchgehenden Schirmkontakt sorgt. Das Modul ist nach UL 1863 und CSA C22.2 zertifiziert und kann somit in Kommunikationssystemen

Der integrierte Paar-Manager des Cat-6a-Patchkabels optimiert Leistung und Konsistenz und reduziert das Aufdrehen am Stecker (oben). Beim Cat-6-Patchkabel verhindert der mit dem Kabelmantel eingegossene Kabelschuh ein Hängenbleiben und man kann den Stecker einfach Lösen.



sowie klimatisierten Räumen eingesetzt werden. Zur Dokumentation erhält jedes Modul eine individuelle Seriennummer, die Rückverfolgbarkeit und Qualitätssicherung ermöglicht. Für die saubere Terminierung steht das Punchdown-Werkzeug PDT110 zur Verfügung, das eine vollständige Kontaktierung der Leiter sicherstellt.

Kabelmanagement und Systemdokumentation

Eine normgerechte Netzwerkinstallation erfordert ein durchdachtes Kabelmanagement. Empfohlen werden strukturierte Beschriftungen nach TIA-606-B, der Einsatz von Rangierhilfen und Klettbindern (statt Kabelbindern bei Twisted-Pair-Leitungen) sowie die farbliche Trennung unterschiedlicher Dienste. Die Verwendung von Rangierpanels und Führungen unterstützt eine geordnete Kabelführung und reduziert Störanfälligkeiten.

In Verbindung mit RapidID lassen sich Netzwerkports automatisch erkennen und dokumentieren, wodurch Wartungszeiten deutlich verkürzt und Änderungen nachvollziehbar werden.

Fazit

Geschirmte Keystone-Jacks bilden die Basis einer leistungsfähigen, störungsarmen Kupferverkabelung. Durch die Einhaltung internationaler Normen, robuste Kontakttechnik und integrierte Schirmung erfüllen sie die Anforderungen moderner Netzwerkinfrastrukturen. Die NetKey-Produktlinie von Panduit bietet dafür ein durchgängiges, normgerechtes System – von den geschirmten Keystone-Buchsen über passende Patchkabel bis hin zu strukturierten Patchpanels und Werkzeugen. Damit lassen sich skalierbare, langlebige und EMV-sichere Netzwerke nach aktuellem Stand der Technik realisieren.

MES THE CONNECTOR

40
JAHRE

Lecker Stecker!

Ob geschnitten oder am Stück:
Hausgemacht schmeckt's doch am besten!
JETZT PROBIEREN!

mes-electronic.de



SOFTWAREPLATTFORM FÜR MODERNE
POWER-SYSTEME-DESIGNS

Stromversorgungen im Griff

Moderne Stromversorgungen werden immer komplexer. Eine integrierte Softwareumgebung unterstützt Entwickler bei Planung, Simulation und Analyse von Power-Designs – von der Konzeptphase bis zur Validierung realer Systeme.

TEXT: Analog Devices, Bernhard Haluschak, E&E BILDER: Analog Devices; inkoly, iStock

Mit Power Studio wird eine umfassende Plattform eingeführt, die verschiedene Werkzeuge zur Modellierung, Simulation und Analyse von Stromversorgungssystemen zusammenführt. Sie unterstützt Entwickler von der Konzeptphase über die Schaltungsentwicklung bis hin zur Evaluierung realer Systeme.

Unter dem Dach von Power Studio erscheinen zunächst zwei neue webbasierte Anwendungen mit modernisierter Benutzeroberfläche: Power Studio Planner und Power Studio Designer. Ergänzt wird das Angebot durch bewährte Tools wie LTspice, SIMPLIS, LTpowerCAD, LTpowerPlanner, EE-Sim, LTpowerPlay und LTpowerAnalyzer. Gemeinsam decken sie den gesamten Entwicklungsprozess im Bereich der Stromversorgungstechnik ab – von der Systemarchitektur über Simulation und Optimierung bis hin zur Validierung.

Power Studio im Detail

Elektronische Systeme erfordern heute eine deutlich höhere Leistungsdichte als früher. Häufig müssen mehrere Dutzend bis Hunderte von Versorgungsspannungen und voneinander abhängigen Spannungsdomänen berücksichtigt werden. Diese Komplexität stellt hohe Anforderungen an Systemarchitektur, Komponentenwahl und Validierung. Power Studio begegnet diesen Herausforderungen mit einem einheitlichen,

Die modellbasierte Softwareplattform verbindet Planung, Simulation und Analyse, von Stromversorgungssystemen.



modellbasierten Workflow. Präzise Simulationen mit realitätsnahen Modellen ermöglichen eine frühzeitige Bewertung von Systemeffizienz und thermischer Leistungsfähigkeit. Automatisch generierte Stücklisten und Berichte reduzieren manuelle Arbeitsschritte und vereinfachen die Dokumentation.

„ADI Power Studio ist mehr als nur eine Sammlung von Tools – es ist ein Design-Ökosystem“, erklärt Robert Reay, Vice President und Fellow, Power Products bei Analog Devices. „Durch die Integration neuer Design-Funktionen auf System- und IC-Ebene in einer Produktfamilie ermöglichen wir es Ingenieuren, das Power-Management effizienter zu gestalten und Lösungen schneller an ihre Kunden auszuliefern.“

Stromversorgungen leicht gemacht

Der **Power Studio Planner** ist ein webbasiertes Werkzeug zur Planung komplexer Stromversorgungsarchitekturen. Es bietet eine interaktive Übersicht des Gesamtsystems und erlaubt die präzise Modellierung von Stromverteilungen, Leistungsverlusten und Gesamteffizienz. Mit parametrischer Suche und Vergleichsfunktionen lassen sich verschiedene Architekturvarianten analysieren und hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Kosten und Platzbedarf optimieren – bereits in der frühen Konzeptphase.

Der **Power Studio Designer** richtet sich an Entwickler, die Power-IC-Designs optimieren und bewerten möchten. Das Tool bietet komponentenbasierte Empfehlungen, Leistungsanalysen und Effizienzberechnungen. Der Entwicklungsprozess umfasst Parametrierung, Simulation, Konfiguration und

Evaluation. Unterstützt werden LTspice- und SIMPLIS-Schaltpläne, sodass vorhandene Designumgebungen weiter genutzt werden können. Damit lassen sich exakte Modelle erstellen und reale Leistungswerte simulieren, bevor die Umsetzung in Hardware erfolgt. Damit bleibt die Kompatibilität zu bestehenden Projekten gewährleistet, während Power Studio den Weg für zukünftige, webbasierte Entwicklungsumgebungen ebnet.

inPOTRON
activates your best



Lösungen für Datentransfer und Kommunikation: hochleistungsfähig.

- maßgeschneidert
- lösungsorientiert
- individuell
- intelligent
- effizient



Quality
Made in Germany



inpotron Schaltnetzteile GmbH Hebelsteinstr. 5 | 78247 Hilzingen
☎ +49 7731 9757-0 | ✉ info@inpotron.com | 🌐 www.inpotron.com



DESIGNÜBERNAHME ALS SCHLÜSSEL FÜR LANGFRISTIGE BAUTEILVERFÜGBARKEIT

Angstfrei in die Zukunft blicken

Mit der Designübernahme steht eine strukturierte Möglichkeit zur Verfügung, Entwicklungs- und Fertigungsdaten in einem durchgängigen Prozess zu vereinen. So lassen sich Bauteile beziehungsweise Produkte auch bei Partnerwechseln, Obsoleszenz oder Redesigns zuverlässig weiterführen. Klare Verantwortlichkeiten und standardisierte Verfahren sichern langfristige Verfügbarkeit, Qualität und Wirtschaftlichkeit.

TEXT: Heitec BILDER: Heitec; AlonzoDesign, franz12: iStock

Für die Fertigung eines elektronischen Produktes übergibt der Entwickler in der Regel die Fertigungsdaten an einen Hersteller, der danach das Produkt unverändert und in der gewünschten Stückzahl produziert. Jedoch gibt es Situationen, in denen es sinnvoll oder sogar notwendig ist, dem Hersteller nach Möglichkeit auch die Entwicklungsdaten zu übergeben. Da Heitec nicht nur Fertigungs-, sondern auch Entwicklungsdienstleister ist, stellt eine Designübernahme für den Kunden die ideale Lösung dar, um Design und Fertigung in eine Hand zu geben.

Für eine Designübernahme durch das Unternehmen gibt es verschiedenste Gründe, beispielsweise bei einem Wegfall der bisherigen Fertigungs- oder Entwicklungspartner oder einer Verlagerung der Fertigung an einen anderen Standort. Auch in Fällen, in denen ein Lieferant als Second-Source ergänzt werden

soll, die Entwicklung ganz oder teilweise outgesourct wird oder es sich um Obsoleszenzvereinbarungen oder Re-Designs handelt, ist stets eine Übernahme von Designdaten vorteilhaft. Dabei übernimmt Heitec die Design-Verantwortung und stellt in enger Abstimmung und im direkten Kundenauftrag sicher, dass das Produkt am Ende funktioniert.

Geistiges Eigentum bleibt beim Kunden

Üblicherweise kommt der Kunde mit einem fertigen Produktdesign auf Heitec zu, mit dem Ziel, dass das Unternehmen das Produkt künftig fertigt. Bei der Designübernahme werden dazu nicht nur die Fertigungsdaten in die Heitec-Systeme und das ERP-System überführt, sondern auch die zu Grunde liegenden Entwicklungsdaten in die Toolchain und Bauteildatenbanken übernommen.

Kingbright

Quality Efficiency Innovation First-class service

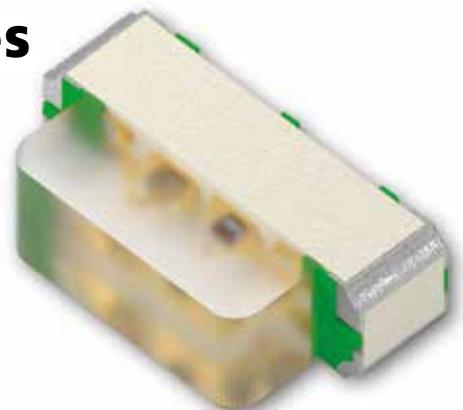
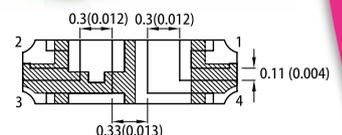
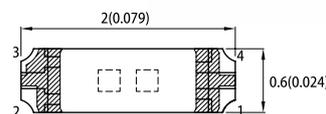
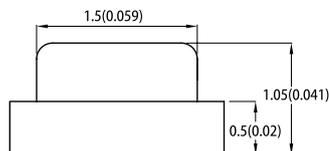
Kingbright's new KPBA-2006 series 2.0 mm x 0,6 mm Right Angle SMD Chip LED

Product Features:

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

Applications:

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





Zur Absicherung zukünftiger Bauteil-Obsoleszenzen helfen Wartungsverträge, um die langfristige Fertigung eines Produkts zu garantieren.

Ähnlich verhält es sich, wenn der Kunde das Produkt bisher selbst gefertigt hat oder von einem externen Dienstleister fertigen ließ, dies jedoch nicht mehr umsetzbar ist. Auch kann der Fall eintreten, dass ein Produkt vor Jahren entwickelt wurde und aufgrund von Bauteilabkündigungen und dem Fehlen einer Obsoleszenzvereinbarung nicht mehr gefertigt werden kann oder ein Re-Design erforderlich ist.

In allen Fällen bleibt das geistige Eigentum (IP – Intellectual Property) für das Produkt weiterhin beim Kunden. Nach Abschluss eines Non Disclosure Agreements (NDA) mit Heitec werden alle notwendigen und verfügbaren Daten ausgetauscht. Dazu zählen unter anderem Gerber-Daten, Pick & Place-Informationen, Stücklisten, Bestückungspläne, Montagezeichnungen, Kabelpläne, technische Zeichnungen sowie Schaltpläne und PCB-Designs. Durch die Übernahme der zu Grunde liegenden Entwicklungs- und Fertigungsdaten ist Heitec nicht nur in der Lage, das Produkt herzustellen (klassisches EMS-Geschäft), sondern in enger Abstimmung mit dem Kunden auch inhaltliche Änderungen und im Sinne der Produktpflege weiterhin Aktualisierungen, funktionale Erweiterungen oder Korrekturen vorzunehmen.

Komplettes Leistungsspektrum

Mit seiner jahrelangen Erfahrung ist das Unternehmen heute sowohl Entwicklungs- als auch Fertigungsdienstleister. Das Know-how des Unternehmens reicht dabei im Bereich der Elektronikentwicklung von der Layout- und Schaltplanerstellung über Re-Designs bis hin zum Projektmanagement. Für die Elektronik-Fertigung umfasst das Spektrum SMT, THT, Handbestückung, Press-Fit-Montage und weitere gängige



Durch die Übernahme von Entwicklungs- und Fertigungsdaten lassen sich Elektronikprojekte – von der Fertigung bis hin zu Re-Designs und Obsoleszenzmanagement fortführen.

Verfahren. Zudem stellt Heitec umfangreiche Testverfahren zur Verfügung, einschließlich AOI, Flying Probe, X-Ray, et cetera. für regulierte Branchen wie Medizin, Luft- & Raumfahrt, Mobility und Energietechnik sowie die Durchführung von Zertifizierungen wie zum Beispiel CE/EMV. Nach der Designübernahme erstellt Heitec auf Basis der Stückliste eine Materialpreiskalkulation und ermittelt die Stückpreise pro Baugruppe beziehungsweise System innerhalb der Serie.

Das Unternehmen arbeitet in der Regel mit Altium Designer für das Leiterplattendesign, EPLAN für die elektromechanische und Creo für mechanische Konstruktionaufgaben. Es können aber auch Daten anderer Konstruktionstools und Entwicklungswerkzeuge verwendet werden. Sollten die Daten, Zeichnungen oder 3D-Modelle in einem nicht verwendbaren Format vorliegen, beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Bauteilbibliotheken aus eigenen EDA-Tools, lassen sich auch neue Daten erstellen, die zur Programmumgebung passen.

Absicherung für die Zukunft

Zur Absicherung zukünftiger Bauteil-Obsoleszenzen können optional Wartungsverträge abgeschlossen werden, um die langfristige Fertigung eines Produkts zu gewährleisten. Falls Design- oder Fertigungsänderungen erforderlich oder gewünscht sind, stehen zwei Vertragsoptionen zur Verfügung. Bei der Option „fix“ werden in vordefiniertem Turnus Verfügbarkeits- und/oder Konformitätsprüfungen vollzogen sowie bei erkannten Abweichungen mögliche Alternativen identifiziert. Die Option „variabel“ bietet die Möglichkeit, die Alternativen zu plausibilisieren, Re-Design(s) und erforderliche Re-Verifikation bis hin zu (Re-)Zertifizierung nach Aufwand

durchzuführen. Die Konditionen dazu werden vordefiniert, so dass im Bedarfsfall ohne erneute Abstimmung eine direkte und kurzfristige Reaktionsfähigkeit sicher gestellt ist.

Fazit

Mit einer Designübernahme sichert sich der Kunde die Möglichkeit, die Verfügbarkeit seines Produkts über viele Jahre zuverlässig zu gewährleisten, auch wenn durch interne Veränderungen wie Umstrukturierungen oder Fluktuation vorhandenes Know-how verloren geht. Durch die Abgabe der Verantwortung entstehen intern freie Ressourcen und der Aufwand im Einkauf und beim Lieferantenmanagement wird reduziert. Es gibt einen zentralen Ansprechpartner, das Produkt besitzt nur noch eine Artikelnummer und die Pflege von Stücklistenartikeln, Datenbanken, Zeichnungsdaten entfällt komplett. Ein Wartungsvertrag stellt zudem rechtzeitig sicher, dass kritische Bauteile ersetzt oder umgestellt werden, bevor diese vom Markt verschwinden oder nur noch zu horrenden Preisen über Broker beschaffbar sind. Obsoleszenzen und Konformitäten sowie legislative Änderungen und Sicherheitslücken können nach Bedarf regelmäßig geprüft werden, um die Machbarkeit der Fertigung und beispielsweise die Gültigkeit einer CE-Konformität stets zu gewährleisten.

Die langjährige Erfahrung und umfassende Expertise von Heitec bietet dem Kunden einen strukturierten und flexiblen Ansatz zur nahtlosen Weiterführung seiner Produkte beziehungsweise Bauteile und unterstützt ihn bei Herausforderungen wie Obsoleszenz, Second-Source-Integration oder Re-Design und trägt so zum langfristigen Erfolg seines Produkts bei.

The Pulse of Innovation

Weltleitmesse für
Entwicklung und
Fertigung von Elektronik

18.–21. November 2025
Messe München

Jetzt Ticket sichern!



productronica.com/ticketsichern



WAS STECKT HINTER DEN BEGRIFFEN?

OVP, SCP und EMC

In der Leistungselektronik ist der Schutz sensibler Systeme vor elektrischen Fehlzuständen und Störeinflüssen entscheidend für einen sicheren Betrieb. Überspannungen, Kurzschlüsse und elektromagnetische Störungen können Bauteile beschädigen oder ganze Anlagen ausfallen lassen. Doch welche Funktionen schützen Schaltungen vor solchen Risiken, und was verbirgt sich hinter den Begriffen OVP, SCP und EMC, die dabei von zentraler Bedeutung sind?

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E

OVP

Over Voltage Protection (OVP) bezeichnet eine elektronische Schutzfunktion, die elektrische Systeme und Halbleiterbauelemente vor schädlichen Überspannungen bewahrt. Wird die Betriebsspannung über einen definierten Grenzwert hinaus angehoben – etwa infolge von Netztransienten, Lastabschaltungen oder induktiven Rückwirkungen – aktiviert die OVP-Schaltung einen Abschalt- oder Ableitmechanismus. Typische Implementierungen basieren auf Zener- oder Transientenabsorptionsdioden (TVS), Crowbar-Schaltungen oder Überwachungsschaltkreisen in Netzteilen. Ziel ist es, empfindliche Komponenten wie MOSFETs, IGBTs oder Mikrocontroller vor Durchbruch und thermischer Überlastung zu schützen und so die Systemzuverlässigkeit sicherzustellen.

SCP

Short Circuit Protection (SCP) ist eine sicherheitsrelevante Schutzfunktion, die in leistungselektronischen Systemen den Schutz gegen Kurzschlussströme gewährleistet. Bei einem Kurzschluss entstehen extrem hohe Stromspitzen, die Halbleiter, Leiterbahnen oder Sicherungen thermisch zerstören können. Die SCP-Schaltung überwacht den Ausgangsstrom mittels Shunt-Widerständen, Hall-Sensoren oder integrierter Strommessung und löst innerhalb weniger Mikro- bis Millisekunden eine Abschaltung oder Strombegrenzung aus. Moderne Netzteile, Frequenzumrichter und DC/DC-Wandler kombinieren SCP häufig mit OCP (Over Current Protection) und SOA-Überwachung, um die Belastungsgrenzen der Leistungskomponenten zuverlässig einzuhalten und Folgeschäden zu verhindern.

EMC

Electromagnetic Compatibility (EMC) beschreibt die Fähigkeit eines elektrischen Geräts oder Systems, in einer elektromagnetisch aktiven Umgebung zuverlässig zu funktionieren, ohne selbst unzulässige Störungen zu verursachen. In der Leistungselektronik ist EMC von zentraler Bedeutung, da schnelle Schaltvorgänge in Hochfrequenz- und Hochleistungsanwendungen erhebliche Störaussendungen erzeugen können. Zur Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit werden Netzfilter, Ferritkerne, abgeschirmte Leitungen, Erdungs- und Massekonzepte sowie optimierte Leiterplattenlayouts eingesetzt. Ziel ist die Einhaltung internationaler Normen (z. B. IEC 61000) und die Gewährleistung von Funktionssicherheit, Signalqualität und Systemstabilität.



INTERVIEW MIT SCHUKAT ELECTRONIC ÜBER DIE ZUKUNFT VON DISPLAYS UND HMIs

Mehr als Distribution: Wie industrielle HMI-Lösungen neu gedacht werden

Die Anforderungen an industrielle Human Machine Interfaces (HMIs) steigen rasant: von höherer Robustheit über intuitive Bedienkonzepte bis hin zu kompletter Systemintegration. Schukat electronic, seit Jahrzehnten etablierter Distributor für elektronische Komponenten, erweitert sein Portfolio gezielt um moderne Display- und HMI-Lösungen. Marcus Warmbier, Head of Marketing bei Schukat, spricht im Interview über aktuelle Markttrends, die strategische Weiterentwicklung des Unternehmens und die Chancen neuer Technologien für Entwicklungsingenieure. Dabei wird deutlich: Distribution allein reicht heute nicht mehr – gefragt sind ganzheitliche Lösungen, digitale Services und ein klarer Blick in die Zukunft.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Bernhard Haluschak, E&E **BILDER:** Schukat electronic; yanosh_nemesh, iStock



Displays für HMI-Designs sind in den Formaten von derzeit 2,4 bis zu 7 Zoll erhältlich.

In mehr als 60 Jahren hat sich Schukat vom Ein-Mann-Betrieb zu einem international tätigen Distributor entwickelt. Was ist heute das Kernprofil des Unternehmens, und welche strategischen Ziele verfolgt das Unternehmen?

Schukat electronic ist heute ein international agierender Distributor für elektronische Bauteile und Komponenten mit einem klaren Fokus auf ganzheitliche Lösungen. Wir ergänzen unser Profil als klassischer Distributor immer mehr hin zum Design-In Partner und Komplettlösungs-Integrator. Unser strategisches Ziel ist es, einer der führenden Anbieter für industrielle Komplettlösungen zu werden. Dabei setzen wir auf Technologieausbau, konsequente Digitalisierung und nachhaltiges Wachstum. Aktuell gelingt uns der Spagat zwischen hocheffizientem Distributionsgeschäft und spezialisierter Design-in-Unterstützung in Fokusbereichen wie zum Beispiel Stromversorgung, Wärme-Management und HMI-Anwendungen.

In einem Fachbeitrag war zu lesen, „Schukat wird zum System-integrator“. Bewegt sich ein Distributor damit nicht in neue Rollen jenseits des klassischen Komponentengeschäfts? Wie definieren Sie bei Schukat die Balance zwischen reiner Distribution und zusätzlicher Entwicklungsdienstleistung für den Kunden?

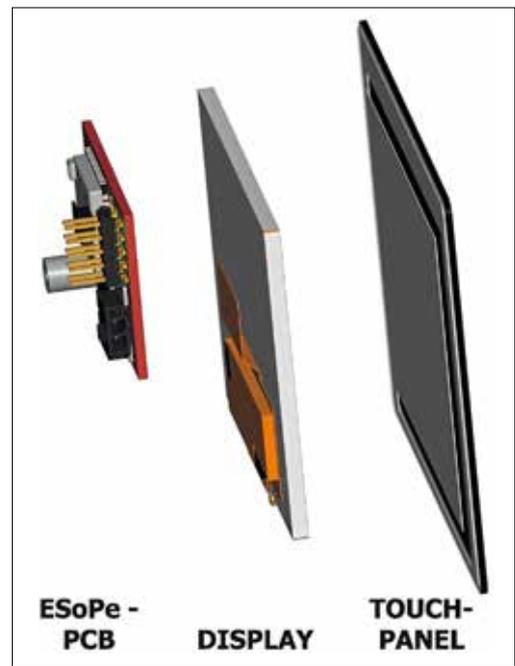
Die Anforderungen unserer Kunden haben sich in den letzten Jahren stark verändert. Sie erwarten nicht nur hochwertige Komponenten, sondern zunehmend vorkonfigurierte, modulare Systeme, die sich schnell und einfach in ihre bestehenden Anwendungen integrieren lassen. Darauf reagieren wir, indem wir unsere Rolle erweitern und neben der klassischen Distribution in unseren Fokusbereichen gezielt Engineering Services anbieten. Um dem gerecht zu werden verfügen wir flächendeckend

über eigene, lokale Vertriebspezialisten und arbeiten zusätzlich mit Partnern zusammen, die über noch tieferes technisches Know-how verfügen, sodass wir unsere Kunden von der Konzeptphase bis hin zur Serienproduktion begleiten können.

Ein aktueller Schwerpunkt Ihres Unternehmens liegt auf Displays und HMI für Industrieanwendungen. Wie wichtig ist dieses Segment für Schukat electronic, und warum investieren Sie gerade hier besonders intensiv?

Das Display- und HMI-Geschäftsfeld zählt bei Schukat electronic zu den zentralen strategischen Wachstumstreibern. Die voranschreitende Digitalisierung in der Industrie und im Alltag – angetrieben durch Industrie 4.0, IoT und künstliche Intelligenz – wandelt die Erwartungen an moderne Bedienkonzepte grundlegend. Nutzer der „Generation Smartphone“ fordern intuitive, vernetzte und zugleich robuste Interfaces, die eine nahtlose Interaktion mit Maschinen und Geräten ermöglichen. Daher steigt die Nachfrage nach intelligenten HMI-Lösungen in Branchen wie Maschinenbau, Medizintechnik, Gebäudeautomation oder erneuerbaren Energien kontinuierlich an. Deshalb haben wir die Smartwin-TFT-Touch-Displayserie entwickelt, die Displaydiagonalen von 2,4 bis 7 Zoll abdeckt und speziell für raue Industrieumgebungen konzipiert wurde. Ihr Erfolg basiert auf der Verbindung hochwertiger Komponenten und intelligenter Systemarchitektur. Dank IPS-Technologie bleiben Farben und Kontraste auch bei einem Betrachtungswinkel von 178 Grad stabil. Ein einheitlicher Hirose-Steckverbinder erleichtert die Integration sämtlicher Varianten, während die Stromversorgung mit nur 3,3V auskommt. Interne Schaltungen – darunter TFT Booster Circuit, Supply Touch und Backlight-Treiber – sind bereits im Display verbaut.

Schukats neue TFT-LCD-Serie: Das PCB von ESoPe sorgt für Smart-Funktionen wie WiFi, Bluetooth, flexible Informationsverarbeitung sowie Schnittstellenvielfalt.



Die hohe Helligkeit von 1000 cd/m² ermöglicht bei Sonnenlicht optimale Lesbarkeit, während die PWM-Dimmung für energiesparenden Betrieb sorgt. Außerdem verfügt das Display über einen erweiterten Temperaturbereich von -30 °C bis +80 °C, sodass es auch unter extremen Bedingungen problemlos einsetzbar ist. Das kapazitive Touchpanel reagiert präzise auf Gesten, ist kratzfest und bietet dank eines 1,1 mm dicken, vollflächig optisch gebondeten Schutzglases eine hohe Stabilität bei geringen Reflexionen. Ein vormontierter 3M-Kleberahmen vereinfacht die Montage und ermöglicht Abdichtungen bis IP66/67 – ein großer Vorteil für Hersteller, die auf schnelle und sichere Integration setzen. Ein wichtiger Pluspunkt dieser Serie ist die enge Verzahnung mit der neuesten Espressif ESP32-S3/P4-Technologie auf den ESoPe-Controllerboards.

» Wir arbeiten konsequent an CO₂-optimierten Lieferketten und ressourcenschonenden Prozessen.«

Dadurch lässt sich das System nach dem Plug-&-Play-Prinzip sofort in Betrieb nehmen, ganz ohne aufwendige Vorkonfiguration. Außerdem wird über GitHub ein modulares Open-Source-Softwarepaket (Apache-2-Lizenz) bereitgestellt, das Entwicklern bestmögliche Flexibilität bei der Implementierung ermöglicht. Mit diesem ganzheitlichen Displaykonzept bieten wir eine technisch führende, individuell adaptierbare und zugleich sofort einsatzbereite Lösung. Dadurch wird die Produktentwicklung unserer Kunden deutlich beschleunigt, die Time-to-Market spürbar verkürzt und sie können somit innovative, marktfähige Industrieanwendungen wesentlich schneller auf den Markt bringen.

Was versprechen Sie sich von diesem modularen Konzept, und wie erleichtert es Entwicklungsingenieuren die Integration von HMI-Systemen?

Das zuvor genannte Plug&Play-Konzept vereinfacht den gesamten Integrationsprozess für Entwicklungsingenieure erheblich. Alle relevanten Displayinformationen, wie z.B. Timings oder Auflösungen, sind direkt in einem EEPROM auf dem FPC integriert und werden beim Betrieb mit den Display Control Boards von ESoPe automatisch ausgelesen. Der Kunde muss somit keine Datenblätter mehr durchforsten oder eine aufwendige Initialisierung vornehmen, was die Integration extrem beschleunigt und Fehlerquellen minimiert. Das Konzept wird ergänzt durch eine umfangreiche Open-Source-Software-Bibliothek unter Apache-2-Lizenz, die auf

GitHub bereitgestellt wird. Diese Software ist prozessorunabhängig und ermöglicht eine automatische Erkennung und Konfiguration der angeschlossenen Dis-

plays. Zudem kann sie nahtlos über die ESP Component Registry in Espressif Controller eingebunden werden und unterstützt gängige Grafikframeworks wie LVGL und Slint. Der modulare Aufbau der Displays mit standardisierten Stecksystemen sorgt wiederum für maximale Flexibilität und ermöglicht unseren Kunden eine durchgängige, skalierbare Systemarchitektur. So können die unterschiedlichen Display-Größen der Serie (2,4 bis 7 Zoll) bei Bedarf ohne Software-Anpassung verwendet werden. Unser Ziel ist es, ein echtes High-Tech-Gesamtkonzept anzubieten, das Hardware und Software perfekt miteinander verbindet, Entwicklungszeiten verkürzt und den Weg zu modernen, industriellen HMI-Systemen vereinfacht.

»In den kommenden fünf bis zehn Jahren wollen wir unsere Position als Power- und Cooling-Spezialist weiter ausbauen und uns darüber hinaus als einer der führenden Anbieter für industrielle Komplettlösungen etablieren.«

Wo sehen Sie die wichtigsten Chancen für Schukat im Display- und HMI-Markt? Gibt es bestimmte Branchen oder Anwendungsfelder, die besonders stark wachsen, oder Lücken im Angebot, die Sie mit Ihrem Portfolio gezielt füllen möchten?

Wir sehen großes Potenzial in Wachstumsmärkten wie Industrieautomation, Medizintechnik, erneuerbaren Energien, Messtechnik und Home Automation. Der Bedarf an Smart Factories und IoT-Anwendungen wächst stetig, was die Nachfrage nach intelligenten, flexiblen Bedienlösungen befeuert. Unsere Stärke liegt darin, durch unsere Nähe zum Kunden Marktlücken gezielt zu schließen, indem wir bedarfsgerechte, modulare Komplettlösungen anbieten, die sich schnell und unkompliziert integrieren lassen und unseren Kunden einen echten Wettbewerbsvorteil verschaffen.

In den letzten Jahren haben globale Lieferengpässe viele Elektronikbranchen durcheinandergewirbelt. Wie stellt Schukat sicher, dass die Supply Chain robust bleibt, gerade bei kritischen Komponenten wie Displays? Haben Sie Ihre Lagerhaltungs- und Beschaffungsstrategien seit der Chipkrise 2021/22 anpassen müssen?

Die Erfahrungen aus den letzten Jahren haben gezeigt, wie wichtig eine robuste und flexible Supply Chain ist. Wir haben unsere Prozesse konsequent weiterentwickelt, um unseren Kunden auch in Krisenzeiten Versorgungssicherheit zu bieten. Dazu gehören höhere Lagerbestände für kritische Komponenten, der gezielte Aufbau alternativer Lieferquellen und die Einführung digitaler Logistik-Systeme, die Bestände und Lieferzeiten in Echtzeit überwachen. Zudem setzen wir auf Frühwarnmechanismen, die Risiken frühzeitig erkennen und uns ermöglichen, proaktiv gegenzusteuern.

Schukat arbeitet mit einer Vielzahl von Komponentenherstellern zusammen. Wie wählen Sie neue Partner – zum Beispiel im Display-Bereich – für Ihr Sortiment aus? Spielen Kriterien wie technologische Führungsposition, Lieferfähigkeit oder spezielle Kundenanforderungen dabei die entscheidende Rolle?

Technologische Führungsposition und Innovationskraft sind entscheidende Kriterien, ebenso wie die zuverlässige Lieferfähigkeit. Gleichzeitig achten wir darauf, dass spezifische Kundenanforderungen, beispielsweise in Bezug auf Robustheit oder Zertifizierungen, erfüllt werden können. Unser Ziel ist es, langfristige Partnerschaften aufzubauen, die auf gegenseitigem Vertrauen und nachhaltigem Erfolg basieren. Das zeigt sich am

Beispiel unserer Display-Lösung: Wir arbeiten hier mit ausgewählten Partnern wie Espressif und Smartwin zusammen, die unsere Qualitätskriterien abdecken. Espressif ist dabei ein wesentlicher Bestandteil unserer aktuellen Designvorschläge.

Industriekunden legen oft großen Wert auf Langzeitverfügbarkeit und Verlässlichkeit der Komponenten. Wie begegnet Schukat dem Bedarf nach langlebigen Displaylösungen und einer langfristigen Versorgungssicherheit für industrielle Anwendungen?

Langfristige Versorgungssicherheit hat für unsere Industriekunden höchste Priorität. Wir reagieren darauf mit einer vorausschauenden Disposition und der frühzeitigen Beratung bei Produktänderungen oder Abkündigungen (z.B. PCN-Service). Darüber hinaus stellen wir kompatible Alternativlösungen bereit, um Ausfälle zu vermeiden. Rahmenverträge mit unseren Herstellern sichern zusätzlich langfristige Verfügbarkeiten und geben unseren Kunden die notwendige Planungssicherheit. Bei der für uns entwickelten Display-Serie entschieden wir sogar gänzlich über den Produktlebenszyklus.

Welche Ziele hat sich Schukat electronic für die nächsten Jahre gesetzt. Wo sehen Sie Ihr Unternehmen in fünf bis zehn Jahren am Markt positioniert?

In den kommenden fünf bis zehn Jahren wollen wir unsere Position als Power- und Cooling-Spezialist weiter ausbauen und uns darüber hinaus als einer der führenden Anbieter für industrielle Komplettlösungen etablieren, mit einem Fokus auf zukunftsrelevante Bereiche, wie z.B. erneuerbare Energien, Medizin-/Messtechnik oder Home Automation. Dementsprechend werden wir unsere Rolle als Systemintegrator weiter ausbauen und uns noch stärker auf die Verbindung von Halbleitern, Stromversorgungen, passiven Bauteilen und Kühlung konzentrieren. Die Digitalisierung unserer Prozesse wird uns ermöglichen, unseren Kunden eine noch höhere Effizienz und Servicequalität zu bieten. Gleichzeitig wollen wir unsere Präsenz durch strategische Partnerschaften weiter stärken. Nachhaltigkeit wird dabei ein zentraler Erfolgsfaktor sein. Wir arbeiten konsequent an CO₂-optimierten Lieferketten und ressourcenschonenden Prozessen. Zudem werden wir unsere Logistik so weiterentwickeln, dass sie als Benchmark für Versorgungssicherheit und Resilienz in der Branche gilt. Kurzum: Wir wollen nicht nur ein Distributor sein, sondern ein strategischer Innovationspartner, der seinen Kunden zukunftssichere, nachhaltige und skalierbare Lösungen aus einer Hand bietet.

WTS // ELECTRONIC COMPONENTS GMBH



Anschrift

wts // electronic components GmbH
 Langer Acker 49
 30900 Wedemark, Germany
 T +49/5130/58 45 0
 F +49/5130/37 50 55
 info@wts-electronic.de
 www.wts-electronic.de

Firmenprofil

Die wts // electronic components GmbH ist seit über 30 Jahren ein Design-In orientierter Distributor für passive- und elektromechanische Bauelemente und bietet einen durchgängigen Support über das gesamte Spektrum passiver- und elektromechanischer Kompo-



nenten. Als inhabergeführter Distributor, in privater Hand, agiert die wts // electronic components GmbH unabhängig.

Zielmärkte

Alternativenergien, Automotive, Industrielektrotechnik, Konsumgüterindustrie, Lighting, Medizintechnik sowie Tele- und Datenkommunikation.

Produktportfolio

wts //electronic liefert den Kunden ein großes Produktspektrum passiver- und elektromechanischer Komponenten: Kondensatoren, Schalter, Trimmer,- Potentiometer, Transformatoren, Sicherungen, Verbindungstechnik und Widerstände.

Logistikleistungen

Mit unseren Logistikleistungen bieten die wts // electronic eine größtmögliche Flexibilität bei höchstmöglicher Produkt- und Lieferqualität. Persönliche Bereuung, kompetente Beratung und die Bereitschaft, individuell auch auf spezielle Anforderungen des Kunden zu reagieren, kennzeichnet unser logistisches Angebot. Flexible Logistik- und Supply Chain Management Lösungen bieten daher eine sichere und bedarfsgerechte Belieferung.

Dienstleistungsportfolio

Als Design-In orientierter Distributor haben wir ein umfangreiches produkt- und herstellerbezogenes Fachwissen. Unsere Produktspezialisten bieten Unterstützung und Beratung bei allen Projekten – auch in Zusammenarbeit mit den Herstellern - von der Entwicklungsphase bis zur Serienfertigung. Der Information-Service zu Produktneuheiten, Datenblättern, PCN Änderungen, Obsoleszenz-Management und die Suche nach alternativen Artikeln und Herstellern ergänzt unser Portfolio.

Umweltaspekte

Die wts // electronic denkt beim Thema Nachhaltigkeit über die eigenen Grenzen hinaus und setzt auf eine starke Partnerschaft mit Lieferanten und Kunden. wts // electronic akzeptiert ausschließlich CMR -konforme Lieferketten (Conflict Minerals Reporting). Wir unterstützen und beraten unsere Kunden bei der Beschaffung von „Green Components“ wie: RoHs Compliant, REACH VDA 6.3, Lead (Pb) und Halogen Free, Anti-Sulfur Bauelemente.

Unser Herstellerportfolio unter www.wts-electronic.de

BEZEICHNUNG
Design-In orientierter Fachdistributor
GRÜNDUNGSJAHR
1992
HEADQUARTER
Wedemark
EUROPÄISCHES ZENTRALLAGER
Wedemark
ZIELMÄRKTE
Automotiv-, Medical-, Industrie-, Home-, Energie- und Umweltsanwendungen
QUALITÄTSMANAGEMENT
ISO 9001: 2015, RoHs konforme Komponenten

BASIS FÜR ZUKUNFTSFÄHIGKEIT IN DER ELEKTRONIKINDUSTRIE

Intelligent Product Lifecycle

Das Wettbewerbsumfeld von Elektronikunternehmen ist hart, die Anforderungen sind hoch. Mit einem datenbasierten Ansatz, der den gesamten Produktlebenszyklus umfasst, legen sie die Basis für den Erhalt ihrer Wettbewerbsfähigkeit.

TEXT: Dr. Tobias Fürtjes, PTC BILDER: PTC; BsWei, iStock

Die technologische Infrastruktur ist in den meisten Unternehmen gekennzeichnet durch Heterogenität: Daten liegen in unterschiedlichen Formaten und Qualitäten in Dokumenten und isolierten Systemen sowie selbst entwickelten Lösungen. Dies trifft ganz besonders – aber nicht nur – auf Unternehmen zu, die durch Akquisitionen gewachsen sind.

Integrierte Prozesse und eine funktionsübergreifende Zusammenarbeit sind auf dieser Basis kaum möglich. Entwicklung und Produktion arbeiten weitgehend unabhängig voneinander, Änderungen werden oft erst spät erkannt und die Produktqualität leidet. Die Mitarbeitenden benötigen viel Zeit für die Suche und Validierung benötigter Daten – Ressourcen, die für wertschöpfende Tätigkeiten und Innovationen fehlen. Einsatzszenarien für Künstliche Intelligenz lassen sich auf einer solchen inkonsistenten Datenbasis nicht erfolgreich realisieren.

Dreh- und Angelpunkt: die Produktdaten

Um in einem Markt zu bestehen, der geprägt ist durch kurze Innovationszyklen, komplexen Produkten und steigenden Materialkosten bei zunehmendem

Preisdruck, volatilen Lieferketten und einer wachsenden Zahl an Regularien, braucht es eine durchgängige technische Plattform, die auf Produktdaten basiert und den gesamten Produktlebenszyklus umfasst. Denn die Produkte sind der Kern jedes Elektronikunternehmens: In ihnen stecken seine Intellectual Property (IP) und Differenzierungsmerkmale. Ihre

Qualität und Verfügbarkeit bestimmen maßgeblich die Kundenbindung und Markenreputation sowie Marktanteile und Umsatz des Unternehmens.

PTC hat hierfür den ‚Intelligent Product Lifecycle‘ entwickelt. Wie ein digitaler roter Faden umfasst er den gesamten Produktlebenszyklus von der ersten





**WE CREATE
BETTER T.I.M.s**

INSPIRED CUSTOMIZED T.I.M. SOLUTIONS

COOL BLEIBEN WENN'S HEISS HERGEHT

- **SPEZIALFOLIEN**
- **TECHNISCHE KERAMIKEN**
- **WÄRMELEITMATERIALIEN**
- **EMV-SCHIRMUNGSPRODUKTE**

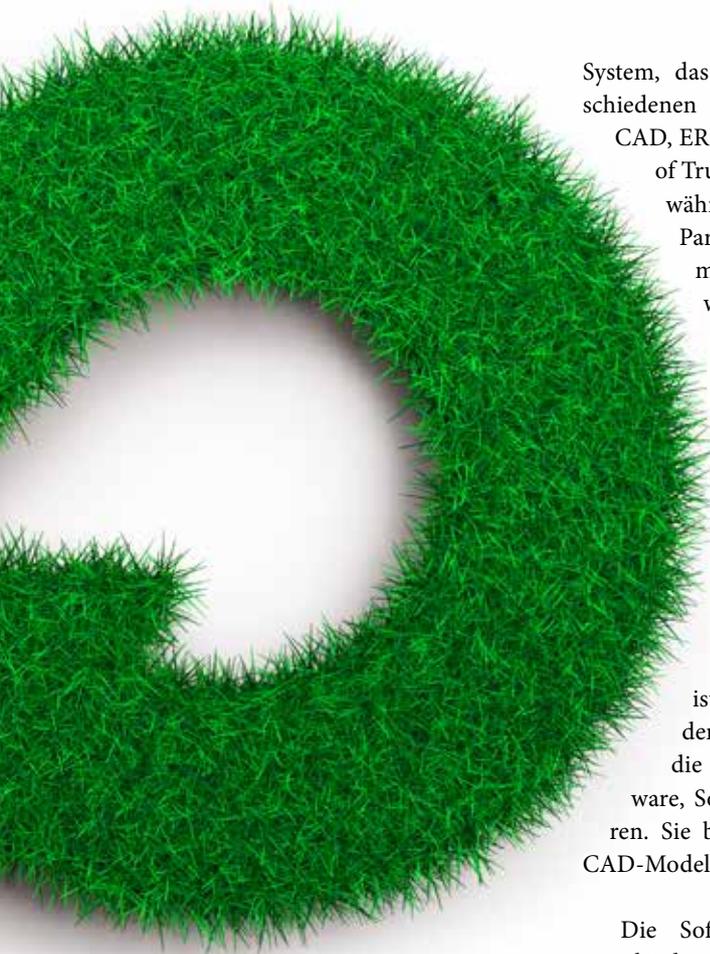


**IHRE T.I.M.-LÖSUNG
IST NUR EINEN KLICK ENTFERNT**
www.ict-suedwerk.de



**ALL YOU NEED
TO MANAGE YOUR HEAT**

ICT SUEDEWERK GmbH
Bajuwarenring 12a ■ 82041 Oberhaching
T +49 (0)89 21 23 102-0 ■ info@ict-suedwerk.de



System, das die Produktdaten aus verschiedenen Unternehmenssystemen, wie CAD, ERP oder EMS, in einer „Source of Truth“ synchronisiert und so gewährleistet, dass alle Teams und Partner sowie KI-Anwendungen mit konsistenten, vertrauenswürdigen und aktuellen Informationen arbeiten. Die Intelligenz liefern KI-Agenten, die an verschiedenen Stellen in das System integriert sind.

Startpunkt Entwicklung

Ausgangspunkt des Intelligent Product Lifecycle ist die Entwicklung. Hier werden die Produktdaten erzeugt, die die Anforderungen an Hardware, Software und Systeme definieren. Sie bilden die Basis für die 3D-CAD-Modelle und die Stücklisten.

Die Software-Systeme, welche die verschiedenen Prozesse der Produktentwicklung unterstützen – zum Beispiel das Requirements Engineering, Product Line Engineering (PLE), Testmanagement, Design und Simulation, BOM- und Konfigurationsmanagement – sind in den Intelligent Product Lifecycle integriert. Dies ermöglicht die Zusammenarbeit der entsprechenden Teams und eine Rückverfolgbarkeit über alle Prozesse hinweg.

Anforderung über die Entwicklung und Fertigung bis hin zum Service – und wieder zurück in die Definition und das Design. Das Garn, aus dem er gesponnen ist, sind die Produktdaten, die sich nahtlos durch alle Unternehmensbereiche ziehen.

Die technologische Basis ist ein modernes PLM- (Product Lifecycle Management)



Ein integriertes PLM-System verbindet Entwicklung, Fertigung und Service über gemeinsame Datenmodelle.

Auf dieser Basis können KI-Agenten Wissen und Informationen schnell zugänglich machen. In Form von generativem Design unterstützen sie Entwickler dabei, in kürzerer Zeit zu besseren Entwürfen zu kommen. KI-Agenten können zum Beispiel Änderungen an Anforderungen, Konstruktionsdaten oder Systemmodellen automatisch erkennen, deren Auswirkungen analysieren und die relevanten Objekte identifizieren. Dann können sie die entsprechenden Teammitglieder benachrichtigen und mögliche Folgeänderungen vorschlagen. Mithilfe von KI können Entwickler schnell herausfinden, ob ein benötigtes Design bereits existiert, und so Doppelarbeiten vermeiden.

Durch die Integration einer ALM- (Application Lifecycle Management) Lösung lassen sich die unterschiedlichen Prozesse der Software- und Hardware-Entwicklung durch eine gemeinsame Sicht auf die Produktdaten zusammenbringen. So können auch die Softwareanforderungen mit den entsprechenden Hardware-Komponenten – und umgekehrt – verbunden werden.

Fertigungsingenieure haben Zugriff auf aktuelle, korrekte Produktdaten und können den Produktionsprozess frühzeitig vorbereiten, was die Produktionsplanung erleichtert und verbessert. Für

eine optimale Abstimmung können sie auch Informationen an die Entwicklung zurückspielen. Die Produktdaten können zudem für 3D-Arbeitsanweisungen genutzt werden, die den Fertigungsprozess unterstützen. Das reduziert Nacharbeiten und Ausschuss und erhöht die Qualität.

Zudem ermöglicht ein Intelligent Product Lifecycle den „Design Anywhere, Build Anywhere“-Ansatz. Dieser ermöglicht Unternehmen mit verteilten Entwicklerteams und Produktionsstandorten beziehungsweise Fertigungsdienstleistern maximale Flexibilität und damit mehr Resilienz gegenüber schwankenden Bedarfen und volatilen Lieferketten.

Resilienz für die Supply Chain

Ähnliches gilt für die Beschaffung: Auf Basis aktueller, verlässlicher Daten kann sie früher aktiv werden, schneller auf Änderungen reagieren und die Lieferkette resilienter gestalten – ein unschätzbbarer Vorteil in Zeiten geopolitischer Spannungen und volatiler Lieferketten. PTC unterstützt dies außerdem durch „Supply Chain Intelligence“ (SCI) für seine Cloud-native PLM- und QMS- (Qualitätsmanagementsystem) Lösung Arena, die auf Basis der langjährigen Zusammenarbeit mit Lieferanten entwickelt wurde. SCI überwacht

fortlaufend die Lieferkette hinsichtlich entstehender Risiken. Das KI-gesteuerte Echtzeit-Monitoring sowie Erkenntnisse zur Risikominderung sind direkt in die Workflows der Produktentwicklung eingebettet. Werden potenzielle Probleme erkannt, schlägt Arena SCI alternative Komponenten auf Basis der technischen Kompatibilität vor. So lassen sich Beschaffungsunterbrechungen verhindern, bevor sie die Produktion beeinträchtigen.

Der Intelligent Product Lifecycle kann nicht nur die Zusammenarbeit verschiedener Teams und Abteilungen im Unternehmen unterstützen, sondern auch die Kooperation mit Partnern und Lieferanten. Dabei ist der Schutz sensibler Daten und geistigen Eigentums (IP) ein Muss. Moderne PLM-Systeme gewährleisten dies mit robusten Sicherheitsfunktionen wie Zugriffskontrollen und Datenverschlüsselungen.

Nachhaltigkeit und Compliance

Für immer mehr Unternehmen spielt Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle, sei es aufgrund gesetzlicher Verpflichtungen, intrinsischer Motivation oder weil Kunden zunehmend nach dem Product Carbon Footprint (PCF) fragen, also den Treibhausgasemissionen eines Produkts über

PLM schafft die technische Basis für datengetriebene Produktentwicklung und digitale Wertschöpfung.



seinen gesamten Lebenszyklus. Ein Intelligent Product Lifecycle kann helfen, diesen zu verkleinern: Generatives Design unterstützt die Entwicklung nachhaltiger Produkte durch optimierte Designs mit geringerem Ressourcenverbrauch. Das 3D-CAD-System Creo von PTC verfügt zudem über Echtzeit-Simulationstools, die dem Konstrukteur das im Entwurf enthaltene CO₂ direkt in der Konstruktionsumgebung anzeigen. Dank der Partnerschaft mit aPriori liefert Creo außerdem eine Abschätzung des CO₂-Fußabdrucks der

Fertigung. Diverse Tools für die Materialbeschaffung und -auswahl helfen Entwicklern dabei, die ideale Balance zwischen den Faktoren wie Nachhaltigkeit, Leistung und Kosten zu finden.

Indem der Intelligent Product Lifecycle den Zugriff auf Produktdaten über den ganzen Produktlebenszyklus hinweg eröffnet, bietet er vollständige Rückverfolgbarkeit und ermöglicht Unternehmen, zu jeder Zeit Regularien effizient und sicher zu erfüllen.

Basis für Zukunftsfähigkeit

Klar ist: Die Einführung eines solchen datenbasierten, durchgängigen Ansatzes ist eine enorme Aufgabe, die nicht nur Änderungen in der IT-Landschaft, sondern das gesamte Unternehmen und seine Prozesse umfasst. Doch eine strukturierte Datengrundlage ist unabdingbar für effiziente, durchgängige Prozesse, Innovationskraft, Qualität, Transparenz, Rückverfolgbarkeit und die Nutzung von KI – kurz: für zukunftsfähige Unternehmen.

MADE IN GERMANY



FLEXITAST DIE INNOVATIVE DISPLAYTASTE

- spezielles ZBD Display
- Flexible Darstellung von Text/Symbol
- RGB-Hintergrundbeleuchtung
- Displayinhalt bleibt auch ohne Energieversorgung bestehen
- Spart Zeit und Kosten



SCHLEGEL[®]
ELEKTROKONTAKT
www.schlegel.biz

VON DER CLOUD IN DEN CONTROLLER: PSOC EDGE ENTSCHIEDET IN MILLISEKUNDEN

KI dort, wo sie gebraucht wird

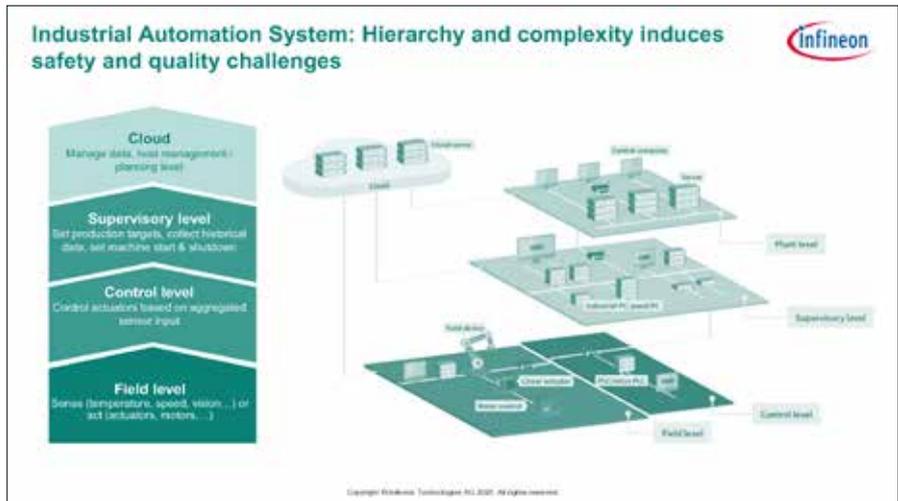
Maschinen, die sehen, hören und entscheiden – ohne Cloud, aber mit Köpfchen. Edge AI verwandelt industrielle Datenströme in Echtzeitreaktionen und macht die Smart Factory wirklich autonom. Dieser Beitrag zeigt, wie IIoT und Edge AI zusammen die vierte industrielle Revolution beschleunigen – und welche Rolle Infineons PSOC Edge als Herzstück intelligenter Geräte spielt.

TEXT: Gregory Guez, Infineon Technologies BILDER: Infineon; piranka, iStock



Das industrielle Internet der Dinge (IIoT) bewegt sich von zentralen Cloud-Modellen hin zu einer verteilten Automatisierung am Edge. Die lokale Analyse von Daten durch Sensoren, Kameras und Controller ermöglichen Echtzeitreaktionen und schnellere, deterministische Arbeitsabläufe. Edge-KI treibt die Entwicklung von Industrie 4.5 und 5.0 voran, indem sie adaptive, datengesteuerte Automatisierung ermöglicht und den

Weg zu einer cloudfreien Autonomie ebnet, die von Mensch-Maschine-Zusammenarbeit und kognitiver Entscheidungsfindung geprägt ist. Cloudbasierte Systeme erreichen die niedrigen Latenzen, die industrielle Anwendungen benötigen, wegen der langen Kommunikationswege nicht. Durch die Verlagerung kritischer Inferenzaufgaben direkt an den Edge kann dies jedoch umgangen werden.



Edge-KI verringert Latenzen in komplexen Automatisierungssystemen, indem sie die Intelligenz direkt an die Feld- und Steuerungsebenen verlagert.

Warum Industrie 4.0 zum Edge übergeht

Industrie-4.0-Systeme erzeugen große Mengen zeitkritischer Daten. Inline-Fehlererkennung, Roboter-Pfadkorrektur und Notabschaltungen erfordern Inferenzzeiten im Submillisekundenbereich, da selbst kurze Cloud-Latenzen Sicherheitsrisiken, Geräteschäden oder Produktionsausfälle verursachen können. Edge-KI-Geräte bringen die Inferenz näher an die Datenquelle und ermöglichen schnellere Reaktionszeiten, adaptive Steuerung und den autonomen Betrieb ohne Cloud. Sie schützen Betriebsdaten und ML-Modelle, unterstützen Service Level Agreements (SLAs) sowie Key Performance Indicators (KPIs) und reduzieren Latenz, Bandbreitennutzung und Betriebskosten, indem sie sowohl den Energiebedarf als auch die Kosten für die Datenübertragung reduzieren.

Mit Edge-KI-Geräten können IIoT-Systeme effizienter und autonomer arbeiten. Typische Anwendungen sind:

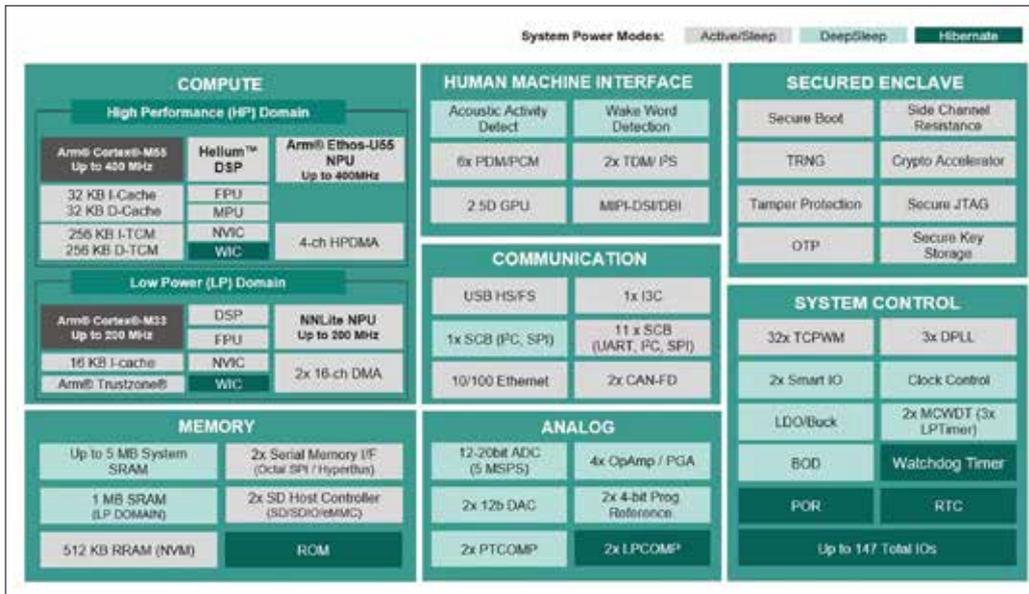
- Roboterarme: Nutzen lokale Inferenz für Echtzeit-Objekterkennung, Qualitätskontrolle, Kollisionsvermeidung und vorausschauende Wartung
- Adaptive Schweißsysteme: Erkennen Inline-Fehler und passen Prozessparameter dynamisch an; reduziert Materialverschwendung und verbessert die Sicherheit
- Fahrerlose Transportfahrzeuge: Lokale Sensorfusion für die Navigation ermöglicht Hindernisvermeidung und effiziente Routenplanung
- CNC- und Werkzeugmaschinen: Echtzeit-Überwachung von Werkzeugverschleiß sowie Werkzeug- und Spindelaustrichtung; Reduziert Ausschuss und ungeplante Wartungen
- Maschinenbedienung und Pick-and-Place-Systeme: schnelles Erkennen und adaptives Platzieren von Teilen in unstrukturierten Umgebungen

- Umgebungs- und Zustandsüberwachung: Früherkennung von Maschinenausfällen, Lagerproblemen oder Lecks
- Sprachsteuerung und Multifaktor-Authentifizierung: Lokale Verarbeitung von Sprach-, Gesichts- und Gestenerkennung für sichere, freihändige Bedienung, Datenschutz und Zugriff nur für autorisierte Personen

Integrierte Sensorik und effiziente ML-Inferenz

IIoT-Edge-KI-Plattformen müssen Echtzeitentscheidungen bei begrenztem Rechen-, Speicher- und Energiebudget ermöglichen. Die PSOC Edge-Mikrocontroller von Infineon liefern dafür die nötige Recheneffizienz und ML-Beschleunigung. In Kombination mit dem PSOC 4100T unterstützen sie multimodale Sensorik und verbinden analoge Frontends mit digitaler Sensorik für die kapazitive, induktive und Flüssigkeitserkennung unter Verwendung der CAPSENSE-Technologie der fünften Generation. Dabei erkennt die kapazitive Sensorik leitfähige Objekte oder Berührungen durch Änderung der Kapazität. Die induktive Sensorik misst dagegen Magnetfeldänderungen, um leitfähige Objekte zu detektieren, und die Flüssigkeitserkennung basiert auf Änderungen der dielektrischen Eigenschaften einer Sensorelektrode.

PSOC-Edge-MCUs unterstützen den Dauerbetrieb durch energieeffiziente Sensorik und ereignisgesteuerte Verarbeitung. Wird eine Auslösebedingung erkannt, führt der integrierte neuronale Prozessor eine Echtzeit-ML-Inferenz durch und ermöglicht so Anwendungen wie Schweißfehlererkennung, Werkzeugverschleißüberwachung und Objektklassifizierung, ohne eine Cloud-Verbindung. Der hardwarebeschleunigte Neuralprozessor unterstützt gängige Aktivierungsfunktionen und Faltungsschichten. Er ist für kleine Modelle mit geringer Latenz optimiert und speziell für MCU-basierte



PSOC Edge: Transformative Architektur mit energieeffizienten NPUs.

Inferenz ausgelegt. Dadurch wird die Haupt-CPU entlastet, der Speicherplatzbedarf reduziert und eine extrem niedrige Leistungsaufnahme erreicht.

KI-Modelle als geistiges Eigentum schützen

IIoT-ML-Modelle sind mehr als nur ausführbarer Code: Sie stellen wertvolles geistiges Eigentum (Intellectual Property, IP) dar und basieren auf proprietären Algorithmen, sorgfältig gekennzeichneten Datensätzen und umfangreicher Entwicklungsarbeit. IIoT-ML-Modelle am intelligenten Edge sind jedoch anfällig für Extraktion oder Manipulation. Ohne Schutzmaßnahmen wie Modellauthentifizierung, Verschlüsselung oder isolierte Ausführung können sie kopiert, manipuliert oder durch nicht autorisierte Versionen ersetzt werden.

PSOC-Edge-MCUs mindern diese Risiken durch hardwarebasierte Sicherheitsfunktionen wie Secure Boot, kryptografisch signierte Over-the-Air-Updates (OTA) und sichere Ausführungsumgebungen. Sie tragen dazu bei, dass nur authentifizierte Modelle ausgeführt werden und sensible Daten geschützt bleiben. Außerdem unterstützen sie die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben wie CE und EU Cyber Resilience Act (CRA), wodurch der Zertifizierungsaufwand sinkt und gleichzeitig Manipulationen oder nicht autorisierte Updates verhindert werden. Die MCUs erfüllen zudem die Anforderungen der Infineon Edge Protect Category 4 (EPC4) mit PSA Certified L3/L4 iSE.

Tools für die Entwicklung von Embedded-KI

Die Entwicklung von IIoT-Edge-KI-Anwendungen erfordert eine ausgewogene Balance zwischen Leistungs-, Energie-

und Speicherparametern, um den Einschränkungen des Embedded-Designs gerecht zu werden. Zudem richten sich gängige KI-Entwicklungsumgebungen an leistungsstarke CPUs oder GPUs und setzen beträchtliche Rechen-, Speicher- und Energieressourcen voraus, die den zur Verfügung stehenden Platz und das Energiebudget eingebetteter IIoT-Edge-Geräte überschreiten. Einige Tools bieten zudem Hardwarebeschleunigung über GPUs oder NPUs, meist fehlen jedoch die Integration von MCU-basierten Beschleunigern und sichere Update-Mechanismen.

Die Deepcraft-Software-Suite und die ModusToolbox Industrial Technology Pack von Infineon für PSOC-Edge-MCUs bieten eine End-to-End-KI-Toolchain für Modelltraining, Optimierung durch Quantisierung und Pruning, Validierung und sichere OTA-Bereitstellung. Entwicklerinnen und Entwickler können vorgefertigte Klassifizierungs- und Erkennungsmodelle nutzen oder eigene Architekturen über vertraute ML-Frameworks wie TensorFlow Lite importieren. Die Tools wurden für eingebettete IIoT-Geräte entwickelt und reduzieren den Speicher- und Energiebedarf, ohne die Inferenzgenauigkeit zu beeinträchtigen.

Zusammenfassung

Bis 2030 soll der IIoT-Markt 3,3 Billionen US-Dollar erreichen, getrieben von Edge-AI-Lösungen, die schnelle, gesicherte und adaptive Intelligenz direkt am Einsatzort ermöglichen. Infineon bietet dafür eine durchgängige Entwicklungsumgebung für Training, Optimierung und den gesicherten Einsatz sowie ein starkes Partnerökosystem, das Entwicklungszeiten verkürzt und die Skalierung von IIoT- und Edge-AI-Lösungen unterstützt.

THE WINNERS 2025



Die KI-Champions der Industrie

Am 16. Oktober 2025 wurde in München FREDDIE – Der Industrial AI Award – verliehen. Gekürt wurden herausragende KI-Anwendungen aus der produzierenden Industrie mit messbaren Impacts. In fünf Kategorien hat die unabhängigen Fach-Jury (u.a. Fraunhofer IAIS, Universität St. Gallen und KI Bundesverband) aus über 50 Einreichungen sechs Gewinner-AI-Use-Cases gewählt. publish-industry und UnternehmerTUM gratulieren als Initiator und Veranstalter von FREDDIE – Der Industrial AI Award – allen Gewinnern!

BILDER: Foto Vogt

www.industrial-ai-award.de

fischer



Customer Experience

FISCHERWERKE

KI-Baustofferkennung in der fischer DIY

Die fischer DIY App nutzt KI, um per Klopfgeräuschanalyseden Wandbaustoff zu erkennen und sofort passende Dübel- und Befestigungsempfehlungen auszugeben, direkt über das Smartphone-Mikrofon. Die Erkennung klassifiziert Materialien wie Beton, Ziegel und Gipskarton und führt Heimwerker ohne Fachbegriffe in wenigen Schritten zum geeigneten Befestigungssystem. Auslöser waren Unsicherheit über den Verankerungsgrund, fehlendes Fachwissen und der Wunsch, riskante Probebohrungen zu vermeiden; die Lösung bietet eine Entscheidungshilfe und reduziert Fehlkäufe. Langfristig soll die entwickelte Technologie auch auf weitere Anwendungen und Prozesse im Unternehmen übertragen werden, um zusätzliche Mehrwerte zu schaffen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2893032



FLENDER



Punktgleich:
Die Jury hat zwei
Sieger in der Kategorie
Process Excellence
gekürt.

Process Excellence

FLENDER

Vorhersage der Schleifbarkeit von gehärteten Zahnrädern

Die KI prognostiziert die Schleifbarkeit gehärteter Zahnräder, weist eine Schleifklasse zu und leitet bedarfsgerechte Schnittparameter in einer internen Browser-App ab, um Schleifbrand zuverlässig zu vermeiden. Herzstück ist ein regelmäßig nachtrainierter Random-Forest auf Produktions- und Kontrollmessdaten, der den Schleifprozess wesentlich beschleunigt und damit das frühere Bottleneck auflöst. Anlass waren Verzüge nach dem Härten und das Schleifbrandrisiko, das teuren Ausschuss und unnötige CO₂-Emissionen verursachte und deshalb zum Schleifen mit „sicherer“ Geschwindigkeit führte. Geplant sind der Rollout an weiteren Standorten und die Übertragung auf andere Prozessschritte entlang der Wertschöpfungskette, um durch die Anwendung von AI auf der Fertigungs- und Qualitätsdaten die Fertigungsprozesse weiter zu optimieren; mit diesem AI Projekt ist somit ein weiteres scharfes Werkzeug der AI Toolbox hinzugefügt worden.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2893818



Process Excellence

IFM ELECTRONIC / IFM STATMATH

Mit KI zur effizienten Produktionsplanung

Die KI-Lösung bündelt Aufträge intelligent, senkt Rüstwechsel und steigert die Linienauslastung, indem sie die Fertigungsplanung in Minuten statt Stunden erstellt und sich laufend an vor- und nachgelagerte Prozesse anpasst. Sie integriert SAP-ERP sowie gängige Bestückungsautomaten wie ASM und Fuji und lässt sich über eine schlanke Weboberfläche intuitiv bedienen. Auslöser war eine extreme Komplexität: Jährlich viele Millionen Leiterplatten aus über einer Milliarde Bauteilen, fehlende automatisierte Planung und keine ganzheitliche Einbeziehung angrenzender Prozesse. Bisher erforderte die Planung tiefes Expertenwissen und war zeitaufwendig. Zukünftig sind Rollouts auf weitere Standorte und Prozessschritte sowie die Kommerzialisierung über FOX (Factory Optimization Excellence) geplant.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2893820





Transformation Mindset **KUKA**

KUKA Xpert AI Assistant

Der KUKA Xpert AI Assistant integriert generative KI in die Xpert Plattform und liefert 24/7 präzise Antworten zu Programmierung, Wartung und Diagnose. Basis sind 1,6 Mio. Expertendokumente. Statt mühsamer Dokumentensuche ermöglicht natürliche Sprachinteraktion mit Kontextlernen bis zu 70% schnellere Reaktionen, mehr Selbstständigkeit und weniger Ausfallzeiten. Die Herausforderung war Informationsüberfluss: Relevanz finden kostete Fachwissen und Zeit; Ziel war die Demokratisierung des Expertenwissens – von „Suchen und hoffen“ zu „Fragen und sofort wissen“. KUKA Xpert AI Assistant ist ein intelligentes Ökosystem, das Kunden wie Mitarbeitenden Zugriff auf Produktinformationen, Serviceanleitungen und Fehlerdiagnosen gibt.



Erfahren Sie mehr: [industr.com/2893822](https://www.industr.com/2893822)



Sustainability **SCHALTBAU**

NEXT-EMS

NEXT-EMS ist eine KI-Energiemanagementlösung für die DC-Fabrik von Schaltbau: Sie vernetzt Erzeuger, Verbraucher und Speicher, nutzt Wetter- und Produktionsprognosen und optimiert Energieflüsse vorausschauend; mangels Marktlösung wurde ein skalierbares Cloud-Backend mit lokaler Edge-Anwendung entwickelt. Problemkern ist die Steuerung des Energiesystems unter Fertigungsrestriktionen, um KPIs zu Eigenverbrauch, Energiepreis und Netzdienlichkeit zuverlässig zu erreichen; gefordert war ein flexibel reagierendes, energieeffizientes System mit KI-Optimierung. Langfristig sollen so Kosten und CO₂ sinken, die Lösung als KI-Vorreiter branchenübergreifend skaliert werden und die Transformation zu ressourcenschonender, digitalisierter Produktion vorankommen.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2893824](https://www.industr.com/2893824)



Game Changer **HARTING** **TECHNOLOGIEGRUPPE**

Generative Engineering

HARTINGs „Connectivity AI“ generiert aus Kundenanforderungen per Knopfdruck Steckverbinderkonzepte mit Skizzen, 3D-CAD und Simulation, integriert in Siemens NX und gestützt von Microsoft Azure OpenAI. Routineaufgaben werden automatisiert, der Designprozess stark beschleunigt und Prototypen schneller validiert. Auslöser waren lange manuelle Zyklen, Fachkräftemangel und Iterationen, die besonders in der Konzeptphase Termine und Kosten belasteten; zugleich wird Normkonformität sichergestellt. Künftig sind Erweiterungen auf mehr Produktkategorien und Simulationstools, die Demokratisierung der KI-Nutzung und maßgeschneiderte Lösungen geplant. Ziel ist schnellere Time-to-Market für Produkte oder Services.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2893826](https://www.industr.com/2893826)





DIE ROLLE DER KI IN DER MEDIZINISCHEN BILDGEBUNG

KI im Dienst der Medizin

In den vergangenen Jahren hat sich Künstliche Intelligenz (KI) zu einer transformativen Kraft in verschiedenen Branchen entwickelt, und das Gesundheitswesen bildet dabei keine Ausnahme. Unter den zahlreichen Anwendungsbereichen sticht KI in der medizinischen Bildgebung als bahnbrechende Innovation hervor, die eine höhere Diagnosegenauigkeit, eine Entlastung des medizinischen Fachpersonals und eine Verbesserung der Behandlungsergebnisse verspricht.

TEXT: Jeffrey Pennington, Arrow Electronics BILDER: AndreyPopov, Natali_Mis: iStock

Die medizinische Bildgebung, zu der Techniken wie Röntgen, MRT, CT und Ultraschall gehören, ist ein Eckpfeiler der modernen Medizin. Die Auswertung dieser Bilder kann jedoch zeitaufwändig und anfällig für menschliche Fehler sein. Hier kann KI Verbesserungen bringen. Durch den Einsatz von Algorithmen für Maschinelles Lernen können KI-Systeme medizinisches Bildmaterial mit bemerkenswerter Geschwindigkeit und Präzision analysieren und dabei oft Anomalien erkennen, die dem menschlichen Auge entgehen könnten.

KI in der Praxis

So werden KI-gestützte Tools mittlerweile eingesetzt, um frühe Anzeichen von Krankheiten wie Krebs, Herzerkrankungen und neurologischen Störungen zu erkennen. Bei der Brustkrebsvorsorge haben KI-Algorithmen gezeigt, dass sie Tumore in Mammografien mit einer Genauigkeit erkennen können, die mit der von erfahrenen Radiologen vergleichbar ist oder diese sogar übertrifft. Ähnlich verhält es sich bei der Schlaganfalldiagnose: Die KI ermöglicht die rasche Analyse von Gehirn-Scans, um Blockaden oder Blutungen zu erkennen, was eine schnellere Behandlung zulässt und somit potenziell lebensrettend ist.

Darüber hinaus wird KI eingesetzt, um die Arbeitsabläufe in radiologischen Abteilungen zu optimieren. Automatisierte Systeme können dringende Fälle priorisieren und kritische Befunde zur sofortigen Überprüfung durch Ärzte hervorheben. Dies reduziert nicht nur Behandlungsverzögerungen, sondern ermöglicht es Radiologen auch, sich auf komplexe Fälle zu konzentrieren, die ihr Fachwissen erfordern.

Trotz ihres immensen Potenzials birgt die Integration von KI in die medizinische Bildgebung jedoch auch einige Herausforderungen. Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes, der Transparenz von Algorithmen und der Notwendigkeit einer strengen Validierung sind nach wie vor von großer Bedeutung. Gleichzeitig findet eine anhaltende Debatte darüber statt, inwieweit KI menschliches Fachwissen ersetzen oder ergänzen soll. Die meisten Experten sind sich darüber einig, dass KI als ergänzendes Hilfsmittel und nicht als Ersatz für medizinisches Fachpersonal angesehen werden sollte.

Mit der laufenden Weiterentwicklung der KI wird ihr Einfluss auf die medizinische Bildgebung voraussichtlich zunehmen. Angesichts der kontinuierlichen technologischen Fortschritte und

duagon embedded



**individuell +
standardisiert**

Zwei Ansätze + doppelter Vorteil:

duagon medtech entwickelt Embedded-Lösungen für elektro-medizinische Geräte und Systeme; individuell angepasst, gleichzeitig auf bewährten Standards basierend. Für maximale Flexibilität, zuverlässige Integration und effiziente Entwicklungsprozesse.



medtech.duagon.com



In der modernen Medizin unterstützen KI-Systeme bereits heute Ärzte bei der Diagnose von Verletzungen und Krankheiten.

der Zusammenarbeit zwischen KI-Entwicklern und medizinischen Fachleuten sieht die Zukunft des Gesundheitswesens äußerst vielversprechend aus.

Traditionellen Diagnosemethoden und KI

Im Vergleich zu traditionellen Methoden zeigt KI ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Diagnosegenauigkeit, insbesondere in Bereichen, in denen Mustererkennung und umfassende Datenanalysen entscheidend sind. Ihr Leistungsvermögen variiert jedoch abhängig von der spezifischen Anwendung, der Qualität der Trainingsdaten und der Komplexität der zu diagnostizierenden Erkrankung. Beispiele hierfür sind:

Verbesserte Mustererkennung: KI ist hervorragend darin, subtile Muster in medizinischen Aufnahmen zu erkennen, die von menschlichen Fachleuten möglicherweise übersehen werden.

Konsistenz: Im Gegensatz zu menschlichen Medizinerinnen werden KI-Systeme nicht von Müdigkeit oder kognitiven Verzerrungen beeinträchtigt, die sich negativ auf die Diagnosegenauigkeit auswirken können. Diese Konsistenz macht KI besonders wertvoll bei hohem

Arbeitsaufkommen, wie zum Beispiel in radiologischen Abteilungen, wo große Mengen an Aufnahmen ausgewertet werden müssen.

Geschwindigkeit: KI kann medizinische Daten viel schneller analysieren als herkömmliche Methoden und ermöglicht so eine schnellere Diagnose und Behandlungsentscheidung. Bei der Schlaganfalldiagnose beispielsweise ermöglicht KI die rasche Analyse von Gehirn-Scans, um Blockaden oder Blutungen zu erkennen, wodurch die Zeit bis zum Behandlungsbeginn erheblich verkürzt wird. Mit der Analyse können potenzielle Problembereiche hervorhoben werden, woraufhin der jeweilige Arzt über das weitere Vorgehen entscheiden kann.

Einschränkungen: Trotz ihrer Vorteile ist KI nicht unfehlbar. Ihre Genauigkeit hängt stark von der Qualität und Vielfalt der Trainingsdaten ab. Sind die Daten verzerrt oder unvollständig, besteht das Risiko, dass die KI-Modelle ungenaue Ergebnisse liefern. Darüber hinaus sind KI-Systeme mitunter fehleranfällig, wenn es um komplexe Fälle geht, die ein differenziertes Urteilsvermögen oder die Integration mehrerer Arten von Informationen erfordern – Bereiche, in denen menschliches Fachwissen nach wie vor unverzichtbar ist.

Ergänzende Funktion: Die meisten Experten sind sich einig, dass KI traditionelle Diagnosemethoden ergänzen und nicht ersetzen sollte. Durch die Kombination der Analysefähigkeiten der KI mit dem klinischen Urteilsvermögen von medizinischem Fachpersonal kann die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Diagnosen insgesamt verbessert werden.

Obwohl KI bei bestimmten diagnostischen Aufgaben eine bemerkenswerte Genauigkeit unter Beweis gestellt hat, wird ihre Effizienz vor allem dann maximiert, wenn sie in Kombination mit traditionellen Methoden und menschlichem Fachwissen eingesetzt wird. Kontinuierliche Forschung, Validierung und Zusammenarbeit zwischen KI-Entwicklern und Medizinerinnen sind unerlässlich, um eine sichere und effektive Integration in das komplexe Gesundheitswesen zu gewährleisten.

Arrow Electronics hat eine neue Wissensplattform ins Leben gerufen, die umfassende Informationen zu technologischen Fortschritten in der medizinischen Diagnostik bietet. Die Ressource soll Fachkräfte und Organisationen dabei unterstützen, sich in der dynamischen Welt der Gesundheitstechnologie sicher zurechtzufinden.



EINGABESYSTEME MIT ANTIMIKROBIELLER OBERFLÄCHE

Mehr als nur sauber

Eingabesysteme via Oberflächenberührung sind weit verbreitet: in der Industrie, der Medizintechnik sowie im öffentlichen Bereich. Berührungssensitive Oberflächen stellen jedoch ein Gesundheitsrisiko dar. Krankheiten können durch Kontaktinfektionen übertragen werden. Ein Eingabesystem mit antimikrobieller Oberfläche wirkt dem entgegen.

TEXT: Liljana Schmidt, Schurter **BILDER:** Schurter; deepblue4you, iStock



Optische Untersuchung
von Glasoberflächen

Antimikrobiell versus Antibakteriell: Antimikrobiell bedeutet gegen „Mikroorganismen“ gerichtet. Eine solche Oberfläche wird mit einem antimikrobiell wirkenden Additiv ausgestattet. Dadurch wird die Vermehrung von Mikroorganismen gehemmt oder die Mikroorganismen werden inaktiv. Die Begriffe antimikrobiell und antibakteriell werden häufig fälschlicherweise synonym verwendet. Mikroorganismen sind Lebewesen bis zu einer Größe von 30 µm zu denen unter anderem Pilze, Bakterien oder Algen zählen. Der Begriff antibakteriell dagegen bezieht sich ausschließlich auf Bakterien. Viren zählen aus biologischer Sicht nicht zu den Lebewesen, da sie keinen eigenen Stoffwechsel aufweisen und zur Vermehrung eine Wirtszelle benötigen.

Desinfektion von Oberflächen

Krankheitserregende Viren und Mikroorganismen werden als Keime bezeichnet. Mithilfe einer antimikrobiell wirkenden Oberfläche wird die Keimzahl dieser krankheitserregenden Mikroorganismen und Viren reduziert. Eine antimikrobielle Wirkung wird als Keimreduktion in Prozent angegeben, die in eine Keimzahl als Koloniebildende Einheit (KBE) bezogen auf ein definiertes Volumen umgerechnet werden kann. Wird durch eine antimikrobielle Wirkung bei einer Ursprungspopulation von $5 \cdot 10^5$ KBE/ml eine Keimreduktion von 99 Prozent erreicht, dann reduziert sich die Population auf 5.000 KBE/ml. Findet eine Keimreduktion von 99,9 Prozent statt, reduziert sich die Population auf 500 KBE/ml. Erst ab einer Keimreduktion von 99,999 Prozent (entspricht 5 KBE/ml) spricht man von einer Desinfektion. Eine vollumfängliche Abtötung von Mikroorganismen, Viren und jegliche DNA-Fragmente kann ausschließlich mit einer Sterilisation erreicht werden. Ein solches Verfahren stellt etwa die Dampfsterilisation dar, bei der ein Gegenstand durch Erhitzen im feuchten Zustand in einem Autoklav bei 121 °C für 20 Minuten bei 2 bar in Wasserdampf sterilisiert wird.

Jeder Mikroorganismus reagiert anders auf eine antimikrobielle Substanz. Deshalb muss die Keimreduktion für einzelne Organismen angegeben werden. Die Messung der Keimreduktion wird durch die Norm ISO 22196 definiert. Häufig wird die antibakterielle Wirkung an den Bakterien *Escherichia coli* und *Staphylococcus aureus* geprüft. Für antivirale Wirkungen auf nicht-porösen Oberflächen existiert zudem die Norm ISO 21702 (2019).

Antimikrobielle Wirkmechanismen

Chemische Mechanismen: Um einer Oberfläche eine antimikrobielle Wirkung zu verleihen, gibt es unterschiedliche Lösungsansätze. Für Eingabesysteme mit projiziert-kapazitiven Touchscreens (PCAP) wird eine antibakterielle Wirkung für das Frontglas gefordert. Positiv geladene Silber-Ionen sind die am häufigsten eingesetzte antibakteriell wirkende Substanz. Die Silber-Ionen sind in der Lage, die Zellwand von Bakterien zu durchdringen. Silber-Ionen reagieren mit den Enzymen und hemmen dadurch deren Funktion.

Physikalische Mechanismen: Neben chemischen Wirkstoffen finden auch physikalisch wirkende Substanzen Einsatz zur Keimreduktion. Durch den Einsatz von scharfkantigen Substanzen wie beispielsweise Siliziumdioxid findet beim Auftreffen der Mikroorganismen auf die behandelte Oberfläche ein mechanischer Zellaufschluss statt. Dabei werden die Zellwände beziehungsweise Zellmembranen aufgebrochen, was zu einer Nekrose führt. Dieser Mechanismus ist unabhängig von der Art des Mikroorganismus. Eine weitere Methode zur Inaktivierung von Mikroorganismen ist der Einsatz von UV-C-Strahlung. Diese spezielle Methode wird beispielsweise zur Desinfektion von Wasser, Luft aber auch Oberflächen eingesetzt. UV-Strahlen werden in Abhängigkeit ihrer Wellenlänge in die Bereiche UV-A (315 bis 380 nm),



Touchpanel mit antimikrobieller Folie

UV-B (280.315 nm) und UV-C (100 bis 280 nm) unterteilt. Diese Strahlungen werden von der Sonne abgegeben, wobei nur die UV-A- und UV-B-Strahlung auf der Erdoberfläche ankommen. Die UV-C-Strahlung wird von der Atmosphäre abgehalten, da sonst Leben auf der Erde nicht möglich wäre. Bei Bestrahlung von Oberflächen mit UV-C-Wellenlängen kommt es zu Strangbrüchen der DNA und potenziell daraus resultierenden Erbgutschäden. Dieser Mechanismus führt zu einer Inaktivierung von Mikroorganismen und Viren. Im menschlichen Körper finden ebenfalls Schädigungen statt, die sich in Form von Hautkrebs und einer Schädigung der Augen äußern können.

Qualifizierte Materialauswahl

Glas: Glashersteller verwenden Silber-Ionen als aktiven Inhaltsstoff, oder es werden Silber-Ionen als zusätzliche Oberflächenbeschichtung aufgebracht. Antibakterielle Gläser spezifizieren eine Keimreduktion mit bis zu 99,9 Prozent bei S.aureus und bei E.coli und P.aeruginosa von 99,99 Prozent. Die Qualifizierung erfolgt nach der Testmethode JIS Z 2801.

Bei einer antimikrobiellen Oberflächenbeschichtung erfolgt die Qualifikation nach der Norm ISO 22196:2011. Die Keimreduktion ist spezifiziert für E.coli, S.aureus und C.difficile bei 99,99 Prozent. Weitere Glashersteller qualifizieren nach der Norm ISO 22196:2011-08 mit dem Ergebnis für E.coli bei 100 Prozent.

Film: Flexible Polyesterfilme werden ebenfalls mit Silber beschichtet. Dieser Film kann auf bestehende Oberflächen laminiert werden. Diese Folien werden bei resistiven Touchscreens eingesetzt. Ein Vorteil ist das nachträglich mögliche Aufbringen und die Austauschbarkeit in der Anwendung. Folien werden nach der Testmethode JIS Z 2801 qualifiziert

und erreichen eine Keimreduktion bei den E.coli und S.aureus Bakterien von mehr als 99 Prozent.

Einen weiteren Polyesterfilm gibt es mit dem aktiven Inhaltsstoff Zinkpyrithion. Hier wurde eine Keimreduktion für E.coli, S.aureus, P.aeruginosa und K.pneumoniae von 99,99 Prozent in Tests erreicht. Die Oberfläche dieser Filme kann mit gängigen Desinfektionsmitteln gereinigt werden.

Weitere Verfahren

- Die antimikrobielle Parylene-Technologie auf Basis einer Polymerbeschichtung wird etwa zur Oberflächenbehandlung von Gehäusen bei medizinischen Geräten verwendet.
- Antimikrobiell wirkendes Siliziumdioxid wird durch ein Spray-Verfahren auf Oberflächen aufgebracht. Die aufgetragene SiO₂-Schicht ist scharfkantig und führt zu einem Zellaufschluss, wodurch die Mikroorganismen absterben. Die Wirkdauer wird mit mehr als einem Jahr angegeben.
- Eine weitere Möglichkeit ist die plasmabasierte Desinfektion von Oberflächen. Dabei wird auf einer zu reinigenden Oberfläche Atmosphärenplasma generiert, wodurch Molekülverbände dissoziiert werden. Die Dissoziation ist zeitlich begrenzt, und es findet eine Rekombination statt. Mit dieser Methode werden Mikroorganismen inaktiviert.

Optimierte Designs bei Eingabesystemen

Sämtliche antimikrobiellen Oberflächen erreichen nur eine begrenzte Wirksamkeit. Zur Sicherstellung einer möglichst einfachen Desinfektion des Gerätes ist es wichtig, dass diese Eingabesysteme keine Schmutzkanten aufweisen. Alternativ stehen auch Technologien basierend auf projiziert-kapazitiven und Infrarotlicht-aktiven Bedienelementen für eine berührungslose Bedienung eines Eingabesystems zur Verfügung.

DIE „SHIFT LEFT“-ENTWICKLUNG IM
ANALOGEN MIXED-SIGNAL-DESIGN

Neues Denken im Chipdesign

Die „Shift-Left“-Philosophie hält Einzug ins analoge und Mixed-Signal-Design. Durch frühzeitige multiphysikalische Analysen und KI-gestützte Prognosen lassen sich Fehler erkennen, bevor sie entstehen. Die frühzeitige Leistungsbewertung wird so vom Prüfwerkzeug zum strategischen Vorteil in einer Branche, in der Zeit und Präzision über den Erfolg entscheiden.

TEXT: Marc Swinnen, Ansys, part of Synopsys BILDER: Ansys; Peach_iStock

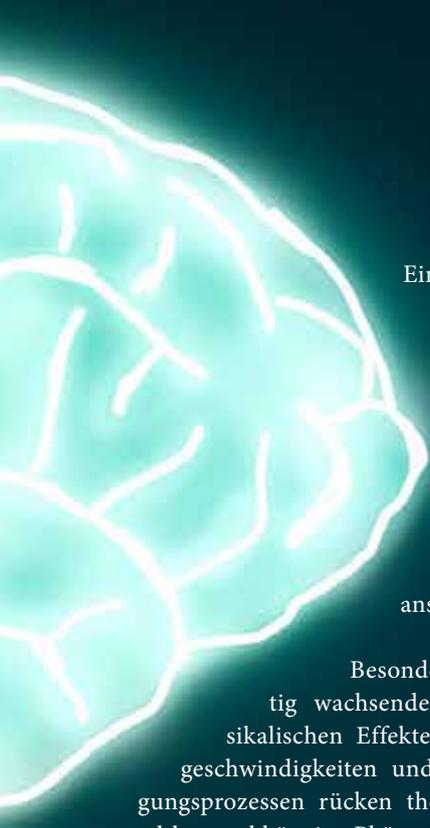
Die „Shift Left“-Philosophie – die kritische Überprüfungen und Analysen zu einem früheren Zeitpunkt im Designprozess vorsieht – hat das digitale Design bereits verändert und findet nun auch im AMS-Bereich Anwendung. Dieser Ansatz erfordert ein grundlegendes Umdenken im Entwicklungsprozess und stellt traditionelle Arbeitsabläufe, die seit Jahrzehnten im Halbleiterdesign vorherrschen, infrage.

Meiner Erfahrung nach bedeutet „Shift Left“ weit mehr als nur eine frühere Überprüfung. Es erfordert eine Neuaufsetzung des gesamten Designprozesses, sodass potenzielle Probleme schon in der frühestmöglichen Phase erkannt werden. AMS-Designer, die bisher erst spät auf detaillierte Schaltungssimulationen setzten, sehen sich dadurch neuen Herausforderungen gegenüber, haben aber auch die Chance, ihre Effizienz und Innovationskraft zu steigern.

Die Notwendigkeit des Wandels

Der Hauptgrund, warum Unternehmen nach alternativen Methoden suchen, sind die beispiellos hohen Anforderungen an die Auslegung moderner AMS-Designs. Bei fortschrittlichen Knoten unter 7 nm können schon die Kosten für eine einzige Designiteration in die Millionen gehen – durch den immensen Ressourcenaufwand und die entgangenen Marktchancen. Gleichzeitig werden die Marktfenster immer kleiner:





Ein verspätetes Produkt kann heute ganze Geschäftszyklen kosten. Die zunehmend engen Wechselwirkungen zwischen analogen und digitalen Schaltungen verstärken zudem die Folgen, wenn analoge Probleme erst in späten Entwicklungsphasen ans Licht kommen.

Besonders anspruchsvoll ist die stetig wachsende Komplexität der multiphysikalischen Effekte. Mit steigenden Schaltungsgeschwindigkeiten und immer raffinierteren Fertigungsprozessen rücken thermische, elektromagnetische und layoutabhängige Phänomene in den Vordergrund, die früher kaum beachtet werden mussten, nun aber über den Erfolg eines Designs entscheiden.

Diese multiphysikalischen Wechselwirkungen stellen neue Herausforderungen an das Design dar, die sich mit herkömmlichen Methoden kaum noch effizient bewältigen lassen.

So kann ein leistungsstarkes AMS-Design beispielsweise dadurch beeinträchtigt werden, dass die thermische Abwärme energieintensiver Digitalblöcke empfindliche analoge Schaltungen stört oder elektromagnetische Kopplungen zwischen Bauteilen zu unerwarteten Leistungseinbußen führen. Ohne eine frühzeitige multiphysikalische Analyse bleiben solche Probleme oft bis zur späten Verifizierungsphase verborgen. Dann führen sie zu teuren Redesigns oder dauerhaften Einschränkungen der Performance.

Der globale Halbleitermarkt, der in diesem Jahr dank Fortschritten in den Bereichen KI, Cloud Computing und Automobilelektronik voraussichtlich ein Volumen von rund 697 Milliarden Dollar erreichen wird, kann sich solche Verzögerungen kaum leisten.



Traditionelle Vorgehensweisen, bei denen detaillierte Analysen erst erfolgen, wenn das Layout nahezu abgeschlossen ist, reichen nicht mehr aus. Das alte Paradigma „zuerst entwerfen, später verifizieren“ ist angesichts wachsender Komplexität und sinkender Margen nicht länger tragfähig.

Frühzeitige Leistungsvorhersagen – insbesondere für multiphysikalische Effekte – sind heute ein zentraler Bestandteil von Risikomanagement und Wettbewerbsstrategie.

Technologien zur Früherkennung

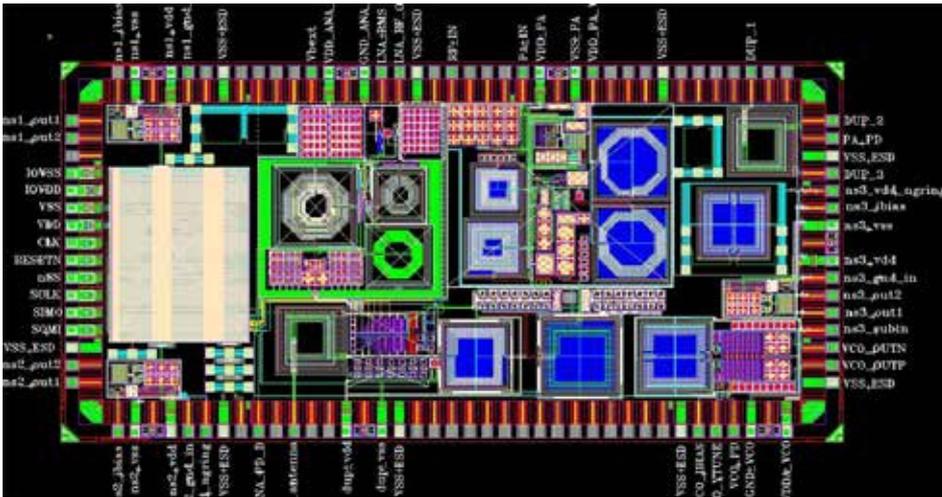
Der Kern dieser Shift-Left-Entwicklung sind neue Methoden, die bereits in einer deutlich früheren Phase des Designprozesses Einblicke in die Leistung liefern. Ingenieure nutzen dafür Techniken der Verhaltensmodellierung, um die Eigenschaften von Schaltungen bereits vor der detaillierten Implementierung zu erfassen. Diese Modelle bieten funktionale Darstellungen, die eine frühzeitige Validierung von Designkonzepten ermöglichen.

Darüber hinaus erlauben fortschrittliche Simulationstechniken Leistungsprognosen bei überschaubarer Rechenlast, so dass sich heute Tausende von Simulationen in der Zeit durchführen lassen, die früher für wenige Dutzend erforderlich war. Designteams können diese erweiterte Abdeckung nutzen, um Grenzfälle und potenzielle Fehlermodi frühzeitig zu identifizieren, während Änderungen noch am kostengünstigsten sind.

Umfassende multiphysikalische Analysefunktionen wirken in diesem Bereich besonders transformativ. Moderne AMS-Designs erfordern die Fähigkeit, thermische, elektromagnetische und elektrostatische Wechselwirkungen, die die Leistung von Schaltungen beeinflussen, gleichzeitig zu modellieren. Durch multiphysikalische Modellierung in einem frühen Stadium können Designer diese komplexen Wechselwirkungen antizipieren, bevor sie zu Problemen führen. So tragen sie von Anfang an zu robusteren Architekturen bei.

Was die Erwartungen in diesem Bereich wirklich verändert, ist die Rolle von KI und maschinellem Lernen. Diese Werkzeuge wirkten noch vor nicht allzu langer Zeit wie Science-Fiction. KI-Modelle, die auf früheren Designs trainiert wurden, können inzwischen anhand von hochrangigen Spezifikationen das Verhalten vorhersagen und so eine schnelle Bewertung mehrerer Architekturoptionen ermöglichen. Diese Fähigkeit revolutioniert die Explorationsphase des Designs und ermöglicht es den Teams, weitaus mehr Alternativen zu prüfen, als dies mit herkömmlichen Ansätzen möglich wäre.

In der frühen Analysephase besteht die inhärente Spannung zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit. Bei einer früh durchgeführten Analyse stehen weniger detaillierte Informationen zur Verfügung, was möglicherweise zu einer geringeren Genauigkeit führt. Erfolgreiche Shift-Left-Strategien umgehen diesen Kompromiss jedoch durch progressive Verfeinerungsansätze.



Der Kern der Shift-Left-Entwicklung sind neue Methoden, die in einer früheren Phase des Designprozesses Einblicke in die Leistung liefern.

Sie kombinieren schnelle Näherungsmethoden mit selektiven, hochgenauen Techniken und nutzen statistische Analysen, die Unsicherheiten quantifizieren, anstatt sie zu ignorieren.

Auswirkungen auf die reale Welt

Die Vorteile von Shift-Left-Methoden gehen weit über das frühzeitige Auffinden von Fehlern hinaus. Designs, die unter Einbeziehung einer frühzeitigen Leistungsprognose entwickelt werden, sind in der Regel robuster, energieeffizienter und besser herstellbar. Diese Eigenschaften sind letztlich entscheidend für den Erfolg eines Produkts in anspruchsvollen Anwendungen wie dem autonomen Fahren oder der Kommunikation der nächsten Generation.

Ein weiterer entscheidender Faktor für Unternehmen, die diesen Ansatz verfolgen, ist der finanzielle Nutzen. In dem heutigen Wettbewerbsumfeld kann die erste Markteinführung den Unterschied zwischen einer Führungsposition in der Kategorie und einer Aufholjagd ausmachen. Wenn Neukonstruktionen Millionen kosten und Produkteinführungen um Monate verzögern, liefert eine frühzeitige Verifizierung einen klaren Return on Investment. Unternehmen, die diese Methoden implementieren, berichten durchweg von verkürzten Designzyklen und weniger Überraschungen in der Endphase, die teure Korrekturen erfordern würden.

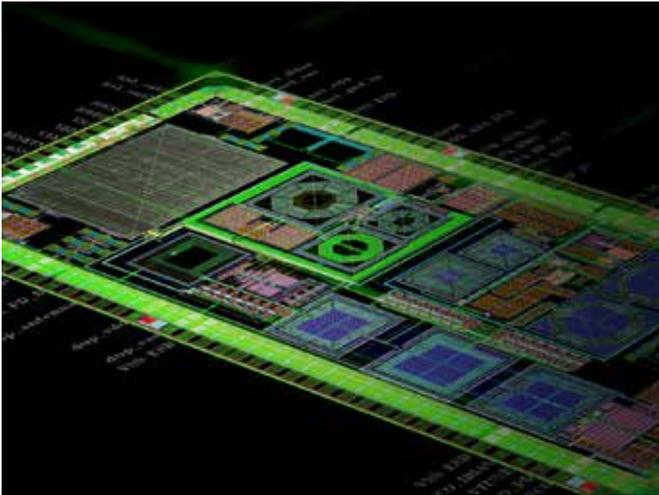
Implementierungsstrategien

Unternehmen, die Shift-Left-Methoden für das AMS-Design einführen möchten, sollten mehrere zentrale Strategien verfolgen, die zusammen einen umfassenden Ansatz ergeben.

- Die Grundlage bildet die Verhaltensmodellierung, für die Investitionen in die Tool-Infrastruktur ebenso erforderlich sind wie in die Schulung der Teams. Ingenieure, die an detailliertes Schaltungsdesign gewöhnt sind, müssen oft neue Fähigkeiten in Abstraktions- und Modellierungstechniken entwickeln, um diese Ansätze auszuschöpfen.
- Hand in Hand mit dieser Investition geht die Entwicklung einer progressiven Verifizierungsmethodik, die für jede Designphase geeignete Analysen definiert – einschließlich klarer Richtlinien, wann schnelle Näherungen und wann detaillierte Simulationen einzusetzen sind.
- Der Aufbau einer Wissensdatenbank mit wiederverwendbaren Verifikationskomponenten und -modellen beschleunigt den Prozess und gewährleistet die Konsistenz zwischen den Projekten.

Ebenso entscheidend ist die enge Zusammenarbeit zwischen analogen und digitalen Teams, die den für den Erfolg notwendigen kulturellen Wandel trägt. Bei der Shift-Left-Entwicklung geht es nicht nur um Technologie, sondern auch um funktionsübergreifende Teams mit gemeinsamen Zielen. Diese nutzen ihre jeweiligen Stärken, um Probleme so früh wie möglich zu erkennen und zu lösen.

Schließlich wird das Multiphysik-Know-how in den Designteams immer wichtiger. Mit steigenden Schaltungsgeschwindigkeiten und der fortschreitenden Entwicklung der Fertigungstechnologien benötigen die Teams Zugang zu einer breiteren Palette physikalischer Modellierungswerkzeuge, um komplexe Wechselwirkungen präzise zu erfassen. Mit diesem Wissen im eigenen Haus können Unternehmen Multiphysik-Herausforderungen proaktiv statt reaktiv angehen.



Mit KI lassen sich virtuelle Prototypen kompletter Systeme lange vor der physischen Umsetzung realisieren.

Der nächste Schritt

Die immer wettbewerbsintensivere Halbleiterentwicklung zwingt Unternehmen zu deutlich proaktiveren Ansätzen bei Verifikation und Validierung. In einem Markt, der von stetiger Innovation, neuen Herausforderungen und immer kürzeren Zeitplänen geprägt ist, ist es längst nicht mehr nur wünschenswert, sondern überlebenswichtig, ein Design gleich beim ersten Anlauf korrekt umzusetzen.

Durch den weiteren Fortschritt von Machine-Learning- und KI-Techniken werden noch leistungsfähigere Möglichkeiten zur frühen Leistungsprognose entstehen. Dadurch lässt sich das virtuelle Prototyping kompletter Systeme lange vor der physischen Umsetzung realisieren, wodurch sich die Entwicklungszyklen zusätzlich verkürzen.

KI erweist sich besonders wertvoll bei der Bewältigung der nichtlinearen Verhaltensweisen, die in AMS-Schaltungen häufig auftreten und bislang nur mit erheblichem manuellem Aufwand beherrschbar waren.

Da sich die Innovationszyklen weiter beschleunigen, wird die Fähigkeit, Probleme vorherzusagen und zu verhindern, bevor sie entstehen, zu einer entscheidenden Kompetenz in der Halbleiterentwicklung.

Unternehmen, die Shift-Left-Strategien erfolgreich umsetzen, verwandeln die Verifikation von einem Engpass in einen strategischen Vorteil und positionieren sich an der Spitze einer Branche, in der das Voraussehen von Herausforderungen ebenso wertvoll ist wie deren Lösung.

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Analog Devices.....	34	Johns Hopkins University.....	13
Ansys.....	62	Kingbright.....	37
Arrow Electronics.....	56	Kontron.....	3
Binder.....	13	Kuka.....	55
BJZ.....	U3	LPKF Laser & Electronics.....	20
Conrad Electronic.....	Titel, 8, U4	MES Electronic Connect.....	33
datatec.....	13	Messe München.....	39
Detakta.....	5	Microchip Technology.....	13
Deutronic.....	27	Nürnberg Messe.....	U2
duagon.....	13, 57	Odu.....	20
Ferdinand-Braun-Institut.....	6	Panduit.....	21, 30
Fischer Elektronik.....	22, 25	PTC - Parametric Technology.....	46
Fischerwerke.....	54	PTR Hartmann.....	21
Flender.....	54	Rosenberger Hochfrequenztechnik.....	31
Frizlen.....	29	SAB Bröckskes.....	17
Georg Schlegel.....	49	Schaltbau.....	55
Harting.....	55	Schukat electronic.....	41
Heitec.....	36	Schurter.....	59
ICT Suedwerk.....	47	TDK-Lambda.....	13
IFM Electronic / IFM Statmath.....	54	TE Connectivity.....	21
Imec.....	13	Thyracont Vacuum Instruments.....	15
Infineon.....	50	Traco Electronic.....	26
Inpotron.....	35	wts // electronic components.....	45

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Head of Content Manufacturing Christian Fischbach

Redaktion Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Rieke Heine (freie Mitarbeiterin), Katharina Huber (-938), Dana Neitzke (-930), Michaela Sandner (-916)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Head of Sales Kilian Müller

Anzeigen Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Ilka Gärtner (-921), Alexandra Klassen (-917);
Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2025

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@dvvmedia.com

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 6 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährlich erscheinende Jahrbuch der Industrie, INDUSTRY.forward HAKAHAKA.

Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt. erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@dvvmedia.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 Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

Nachdruck Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen.

Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

ISSN-Nummer 1869-2117

Postvertriebskennzeichen 30771

Gerichtsstand München

Der Druck der E&E erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.



GOGREEN

Der CO₂-neutrale Versand mit der Deutschen Post

81%

QUELLE: BITKOM (STAND: 15.09.2025)

der deutschen Unternehmen sind sich sicher,
dass KI zu den wichtigsten Zukunftstechnologien zählt.

Künstliche Intelligenz wird auch in der Elektronik eine immer wichtigere Rolle spielen und die Entwicklung moderner Systeme grundlegend beeinflussen. Sie ermöglicht intelligente, adaptive und energieeffiziente Lösungen, die sich dynamisch an ihre Umgebung und Nutzung anpassen können. Weitere Informationen über Industrieelektronik finden Sie unter anderem in unseren Fokus-Beiträgen ab Seite 18.



Alles aus einer Hand



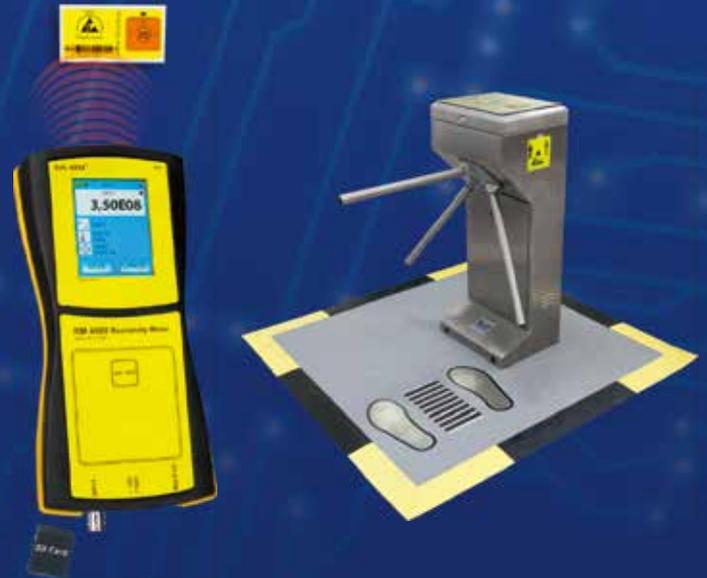
Nutzentrenner & Bauteilvorbereitung



ESD-Kleidung



ESD-Boden



ESD-Mess- & Testgeräte

18.-21. November
Messe München
Halle A2
Stand A2.130



Besuchen Sie uns!

productronica

Mehr Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie unter www.bjz.de

Technische Änderungen vorbehalten.

BJZ GmbH & Co. KG

Berwanger Str. 29 • D-75031 Eppingen/Richen

Telefon: +49 -7262-1064-0
Fax: +49 -7262-1063
E-Mail: info@bjz.de
Web: www.bjz.de



CONRAD

... MIT CONRAD!

**Die Beschaffungsplattform
für technischen Bedarf ... mehr ab S. 8**