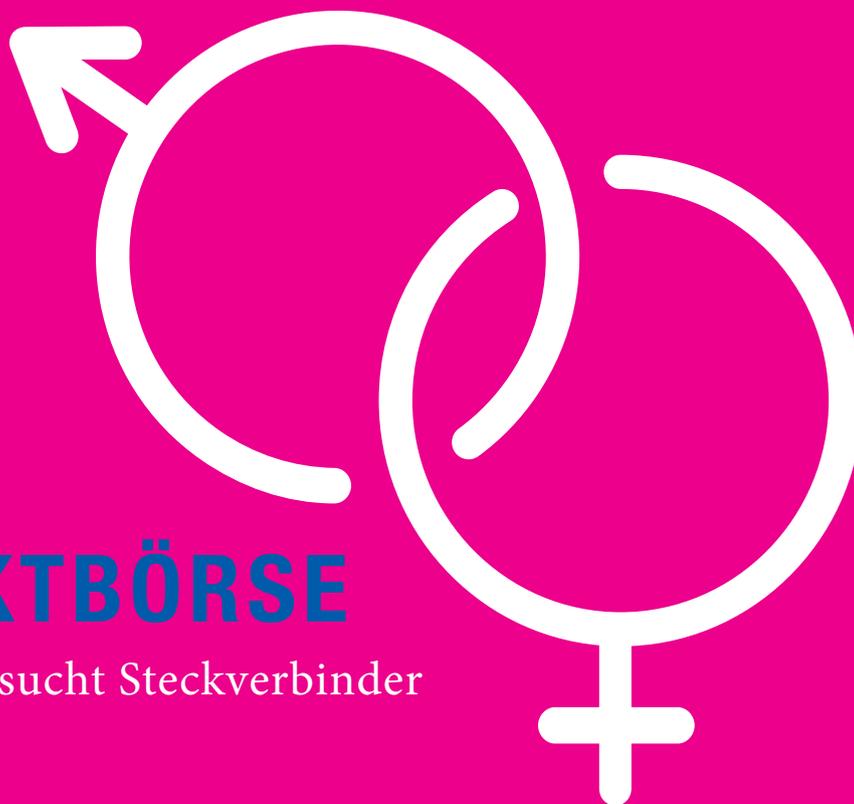


ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK



# KONTAKTBÖRSE

LED sucht Steckverbinder

## NEUE DIN-NORMEN

Erhöhter Schutz vor  
Stromschlag s. 21

## RICHTIG TESTEN

Tipps zur Messung der  
Code Coverage s. 46

## STROMVERSORGUNG

Mehr Sicherheit in der  
Medizintechnik s. 60

**publish  
industry**  
verlag



# Wer sagt, dass stark groß sein muss?

## Rundsteckverbinder der Serie PRC

Starke Leistung ist keine Frage der Größe: IP-geschützte Rundsteckverbinder von Phoenix Contact eignen sich ideal zur kompakten Leistungsübertragung im Innen- und Außeneinsatz. Die Serie PRC ist für Ströme bis 35 A und Spannungen bis 690 V ausgelegt und bis zu 75 % kompakter als herkömmliche Industriesteckverbinder.

Mehr Informationen unter Telefon +49 5235 3-12000 oder [phoenixcontact.de](http://phoenixcontact.de)



**Bernhard Haluschak,**  
**Chefredakteur E&E:** Auch  
in der Elektronik sollen  
Labels, Normen und Zer-  
tifikate die Güte bezie-  
hungsweise die Qualität  
von Produkten definieren.  
Diese werden von Instituten,  
Organisationen oder Gre-

mien erarbeitet, die mit Experten aus

Wirtschaft, Forschung, Verbraucherverbänden oder der öf-  
fentlichen Hand besetzt sind. Sie bündeln dort ihr Fachwissen  
in entsprechenden Festlegungen. Heute stelle ich die Frage:

## WIE WICHTIG SIND NORMEN WIRKLICH?

Normen sind in erster Linie freiwillige Standards, die als  
allgemeine Handlungsempfehlungen dienen. Es besteht auch  
keine Verpflichtung zur Nutzung der Normen für die Produkte.  
Allerdings verwendet der Gesetzgeber oftmals Normierungen,  
um einen Mindeststandard für Produkte festzulegen. So wird  
aus einer Vorgabe eine gesetzliche Verpflichtung. Ein Beispiel  
dafür ist das CE-Zeichen. Es handelt sich dabei um kein Güte-  
siegel, sondern es definiert lediglich, dass das Produkt mit den  
geltenden rechtlichen Bestimmungen der EU konform ist. Zu-  
dem haben etwa DIN-Normen nicht für die Ewigkeit Bestand,  
sondern werden alle fünf Jahre auf ihre Aktualität überprüft.

In der Wirtschaft sind Normen und Standards essenziell.  
So können zum Beispiel Unternehmen damit gleichartige,  
standardisierte Produkte herstellen und somit überhaupt erst  
einen vernünftigen Handel ermöglichen. Damit wird auch der  
Kauf von Einzelkomponenten zu Reparaturzwecken enorm  
vereinfacht. Auch Zulieferer können dadurch passgenaue Er-  
zeugnisse produzieren und den Herstellern anbieten. Beson-  
ders wichtig sind Sicherheitsstandards, auf die man sich ge-  
meinsam einigt, um eine gleichbleibende Produktsicherheit zu  
gewährleisten beziehungsweise garantieren zu können.

Nun wünsche ich Ihnen viel Spaß beim Lesen dieser Aus-  
gabe und neue nutzwertige Erkenntnisse für Ihre Arbeit.

**RUTRONIK** 24  
next generation e-commerce

B2B-Shop: [www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)



Electronics  
Worldwide

### Hightech Bauelemente für Ihre Innovationen

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

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

Informationen zu RUTRONIK: +49 (0) 7231 801-0

Committed to excellence



# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Im Rampenlicht
- 08 Titelstory: Sichere und dauerhafte LED-Steckverbinder gesucht
- 11 Titelinterview: „LED-Leuchtmittel und Technik richtig verbinden“

## FOKUS: VERBINDUNGSTECHNIK

- 12 Zukunftsweisende Verbindungstechnik
- 14 Flexible Verbindungstechnik mit Mehrwert
- 16 Neuheiten aus der Steckverbinder-Branche
- 18 Umfrage: Sind Steckverbinder Datenhürden?

## ENTWICKLUNGSTOOLS & PROTOTYPING

- 21 Stromschlaggefahr vermeiden
- 24 Missverständnisse zwischen PCB-Design und -Fertigung umgehen

## E&E SPEZIAL: LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE ab Seite 53

- 54 Netzstörungen mit aktiver PFC vermeiden
- 58 Firmenprofil: ALPHA-Numerics
- 59 Firmenprofil: Mitsubishi Electric Europe
- 60 Sichere Medizintechnik durch Standards bei der Stromversorgung
- 64 Firmenprofil: Rogers Germany
- 65 Firmenprofil: Semikron International

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 33 Ackermanns Seitenblicke  
*So denken neuronale Netze*
- 49 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl

## FOKUS

# VERBINDUNGSTECHNIK

## 08

### TITELSTORY

LED- Steckverbinder gesucht



## 60

### LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE

Sichere Stromversorgung in der Medizintechnik





ab S. **12**

**FOKUSTHEMA**

Verbindungstechnik mit Zukunft



**21**

**NORMEN & STANDARDS**

Stromschlaggefahr verringern



**DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG**

- 28** Altausrüstung und Zukunftstechnologien gemeinsam einsetzen
- 30** Umfrage: Distributor vs. Hersteller

**DISPLAYS & HMI**

- 34** HMI 5.0 - Ist Touchbedienung noch State of the Art
- 37** Interview: „LED oder OLED - wer gewinnt?“

**DER ENTWICKLUNGSLEITER**

- 38** Interview: „Wir agieren oft wie ein Start-up“
- 40** Wieso Scrum nach Handbuch in der Embedded-Entwicklung nicht funktioniert

**EMBEDDED-SYSTEME & MIKROCONTROLLER**

- 42** Rundumorientierung mit leistungsfähigen Augen

**SOFTWARE & SECURITY**

- 46** Tipps zur Messung der Code Coverage bei Embedded-Systemen
- 50** Technologiedaten sicher lizenzieren und abrechnen

# ERFAHRUNG IST NICHT KOPIERBAR



**PRÄZISIONS- UND LEISTUNGSWIDERSTÄNDE**



Vor 125 Jahren erfanden wir die Widerstandslegierung MANGANIN®. Noch heute produzieren wir MANGANIN® für unsere Widerstände ausschließlich selbst.

Vor über 20 Jahren schafften wir mit der Patentierung des Elektronenstrahl-Schweißens von Widerständen die Grundlage für die Fertigungstechnologie ISA-WELD® (Verbundmaterial aus Cu-MANGANIN®-Cu). Wir waren der erste und lange der einzige Hersteller von Widerständen mit diesem Verfahren.

Heute greifen wir auf ein umfangreiches Wissen aus zahlreichen Kundenprojekten weltweit zurück. Hohe Anforderungen der Automobilindustrie waren prägend für die kontinuierliche Weiterentwicklung unserer BVx-Widerstände. Diese Erfahrung wenden wir seit langem erfolgreich auch bei Industrieanwendungen an.

**Das Ergebnis: Widerstände mit unangefochten exzellenter Leistung, herausragendem Temperaturverhalten und eindrucksvollem Preis-/Leistungsverhältnis.**



**ISABELLENHÜTTE**

Innovation aus Tradition

Isabellehütte Heusler GmbH & Co. KG  
Eibacher Weg 3-5 · 35683 Dillenburg  
Telefon 02771 934-0 · Fax 02771 23030  
sales.components@isabellenuette.de · www.isabellenuette.de

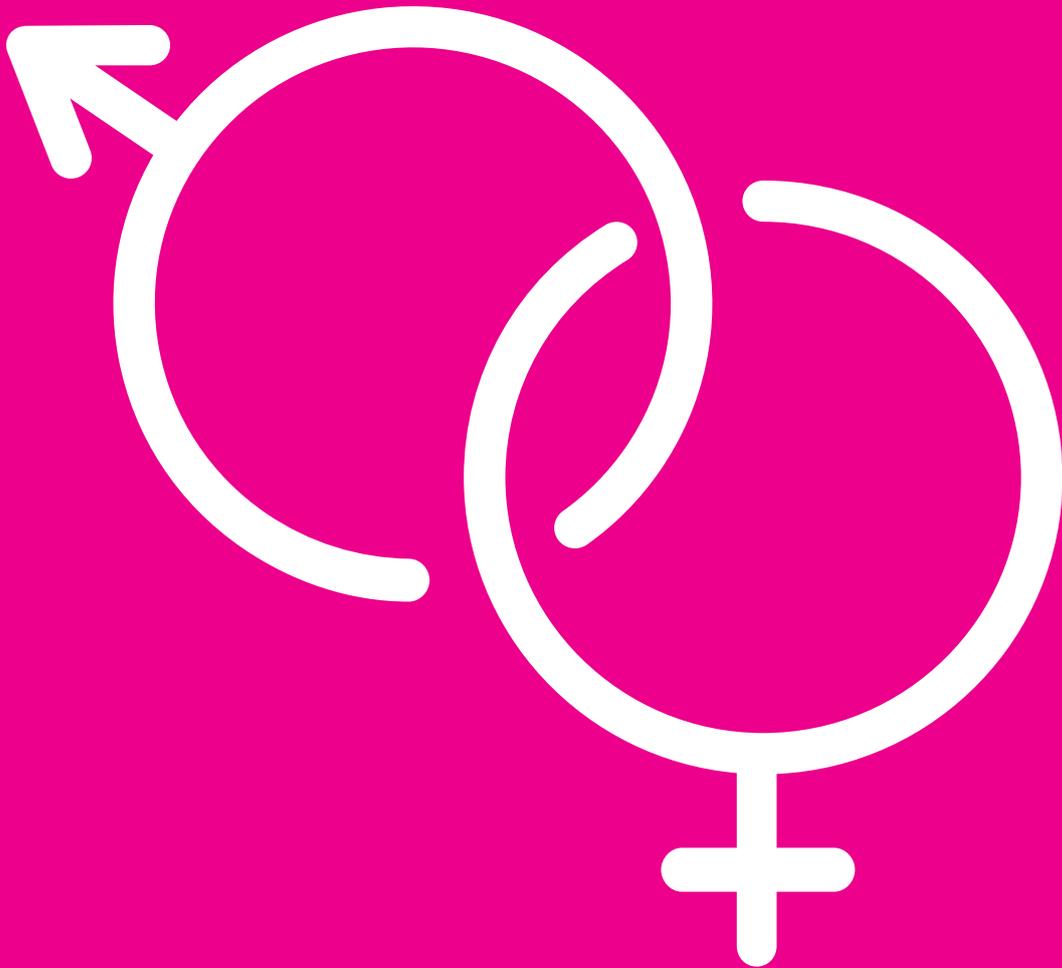
Neue CPU-Architekturen gefragt

# QUANTEN-PROZESSOREN REVOLUTIONNIEREN DIE IT

Die Kommerzialisierung der Quantencomputer schreitet voran. Viele namhafte Hersteller von Quanten-Computern bieten ihre Systeme auch in einer kommerziellen Form an. Damit ist eine neue Ära der Computer-Technologie eingeläutet. Doch aktuell sind die Möglichkeiten der neuen Rechner noch begrenzt.

TEXT: Bernhard Haluschak E&E BILD: IBM Research

IBM-Wissenschaftler haben einen Ansatz zur Simulation von Molekülen auf einem Quantencomputer entwickelt, der eines Tages helfen könnte, Chemie und Materialwissenschaft zu revolutionieren. Die Wissenschaftler nutzen dabei einen speziell entwickelten Quantenprozessor, um das Problem der Molekularstruktur von Berylliumhydrid ( $\text{BeH}_2$ ) zu lösen - dem bisher größten Molekül, das auf einem Quantencomputer simuliert wurde. Die Ergebnisse sollen Forschern helfen, das Verständnis für komplexe chemische Reaktionen zu verbessern, die zu praktischen Anwendungen in der Industrie führen könnten.



MECHANISCH ROBUST UND ELEKTRISCH HOCHBELASTBAR

## Sichere und dauerhafte LED-Steckverbinder gesucht

Die LED-Technologie hat sich in den letzten Jahren rasant entwickelt und ein Ende ist noch nicht abzusehen. Damit aber LEDs effizient arbeiten können, sind für die Anwendung optimal abgestimmte Steckverbinder gefragt.

**TEXT:** Gerhard Brüser, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik; iStock, SurfUpVecto

**Federleistensteckverbinder für unterschiedliche LED-Anwendungen.**



Die Angebote und Anwendungen von Steckverbindern sind so vielfältig wie die Bereiche, für die sie eingesetzt werden. Es werden eine Vielzahl unterschiedlichster Ausführungen angeboten. Sei es in der sogenannten weißen Industrie, dem Telekommunikationsbereich, dem Maschinenbau, dem Steuerungsbau, der Bahntechnik, der Medizintechnik, seewassergeschützte Ausführungen, der Automobiltechnik und das neue Feld der Elektromobilität. Ein weiteres neues Feld entwickelt sich seit einigen Jahren in der LED-Technik.

## Anwendungsbereiche

Die LED-Technik beeinflusst den Bereich der Beleuchtungstechnik mittlerweile äußerst dominant. Die Gestaltungsfreiheit wird für den Designer und Konstrukteur durch die LED-Lichttechnik fast grenzenlos. Der rasante Anstieg bei Neuinstallationen führt seit 2010 von circa 14 Prozent, über das Jahr 2016 mit circa 60 Prozent auf aktuell mit über 90 Prozent Anteil an LED-Lichttechnik. Es werden immer weniger Leuchten verkauft, die nicht mit LED-Technik ausgestattet sind. Waren es zu Beginn überwiegend hochwertige Leuchten im Wohn- und Hausbereich, so hat sich die LED-Technik mittlerweile auf die gesamte Leuchtenindustrie ausgebreitet. Die gesamte Industriebranche, Banken, Versicherungen, Verwaltungen, Sporthallen, Museen und sogar kunsthistorische Gebäude werden im Inneren sowie auch die Außenbeleuchtung auf LED-Lichttechnik umgerüstet. Auch die Gemeinden und Städte rüsten ihre Straßenbeleuchtungen nach und nach um. Hier spielt neben den deutlich geringeren Unterhaltungskosten die zunehmend wichtigen Umweltaspekte eine bedeutende Rolle, die sich mittels der LED-Technik positiv auswirkt. Dies trifft auf alle Produktionsbereich, ebenso wie auf Büros und Verwaltungen, zu. Oft sind dabei die vorhandenen Leuchtkörper weiter zu verwenden und anschlusstechnisch leicht auf LED-Leuchttechnik umzurüsten. Die elektronische Bedarfs-

erkennung für das automatische Ein- und Ausschalten ist ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt, der leicht integrierbar ist. Gerade in den verschiedenen Industriezweigen, in denen Tag und Nacht und oft das ganze Jahr die Beleuchtung in Betrieb ist, wirkt sich diese moderne Lichttechnologie schnell positiv messbar auf der Kostenseite aus.

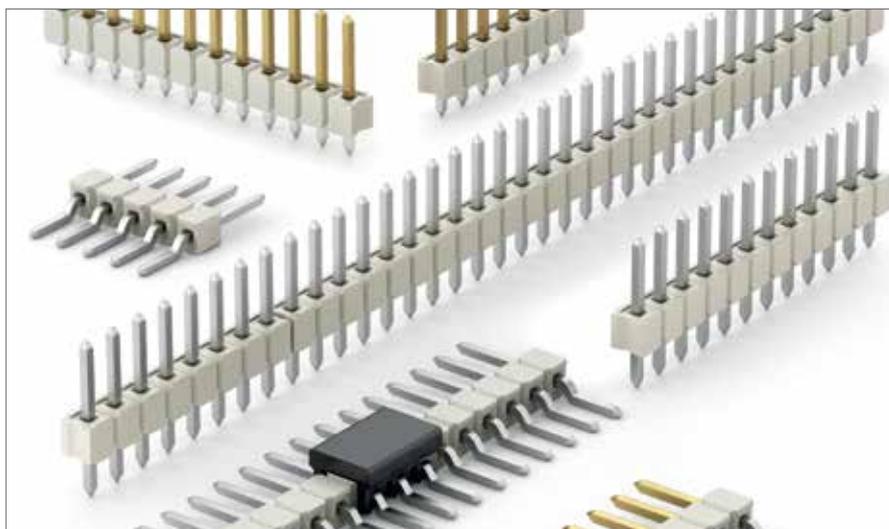
Einen weiteren Bereich für LED-Anwendungen ist der Wohn- und Möbelbereich. Hier lassen sich mittels starren sowie flexiblen Leiterplatten eine Vielzahl von Designvarianten entwickeln. Diese sind mit herkömmlichen Leuchtmitteln nicht annähernd erreichbar. Aus sicherheitstechnischer Sicht bietet die LED-Technik darüber hinaus ungeahnte Einsatzfelder in Gebäudebereichen wie Hotels, Krankenhäuser, altengerechtes Wohnen und nicht zuletzt auch in privaten Wohnbereichen.

## Weißer Werkstoffe für Isolierkörper

In LED-Leuchten werden vorwiegend helle bis weiße Oberflächen verwendet, um die Lichtreflexion zu erhöhen. Dies gilt auch verstärkt für die LED-Steckverbinder. Der üblicherweise bei Steckverbindern verwendete dunkle, meist schwarze Kunststoff erzeugt in dem Leuchtelement ein störendes Schattenbild. Ein dunkles Kunststoffgehäuse kann Lichtstrahlen nicht reflektiert sondern absorbiert sie, was dann zu Schattenwirkungen führt. Dies wirkt auf den Betrachter sehr störend. Daher kommen in diesem Segment vorwiegend helle oder weiße Kunststoffen zum Einsatz. Störende Schattenwirkungen durch unterschiedliche Lichtabsorptionen werden somit verhindert.

## Isolierkörper mit besonderem Anspruch

Nicht zu vernachlässigen sind beim Einsatz von Hochleistungs-LED's die entstehenden recht hohen Umgebungstempera-



Stiftleistensteckverbinder für robuste und sichere LED-Konnektivität.

turen. Hier stehen am Markt unterschiedliche hochtemperaturbeständige Kunststoffe für die Steckverbindergehäuse zur Verfügung. Dies können unter anderem auch LCP-Kunststoffe in naturfarbigem oder weißem Material sein. Sie bieten neben guten thermischen Eigenschaften sehr gute Fließeigenschaften. Dies ist gerade für dünne Wandstärken und lange Fließwege von großem Vorteil. Den Trend zu immer kleineren Bauformen fordern die Kunststoffe zusätzlich heraus. Die Anforderungen an die zu verwendenden Isolierkörperwerkstoffe werden immer umfangreicher. Hochleistungskunststoffe zeichnen sich durch gute Dimensionsstabilität, hervorragende Wärmeformbeständigkeit und gute mechanische Eigenschaften aus. Der Schmelzbereich von Hochleistungskunststoffen liegt deutlich über  $300^{\circ}\text{C}$ . Sie sind fest, steif, zäh und widerstandsfähig gegenüber Chemikalien. Löttemperaturen um die  $260^{\circ}\text{C}$  und eine Belastungsdauer von mindestens 10 Sekunden werden durch die Reflow-Lötverfahren erreicht. Bei einem langzeitigen Wärmeeinfluss können je nach Kunststoff Temperaturen bis  $200^{\circ}\text{C}$  erreicht werden. Die Belastungsdauer kann über mehrere tausend Stunden hinausgehen.

Solche Belastungen haben Auswirkung auf die Lebensdauer der Kunststoffe. Eine Abnahme der mechanischen Eigenschaften zum Beispiel Schlagzähigkeit und Bruchdehnung, wird durch den langzeitigen Wärmeeinfluss verstärkt. Um eine höhere Wärmeformbeständigkeit zu erreichen, ist der Einsatz von Verstärkungstoffen erforderlich. Ausführungen in der Durchstecklöttechnik „THT“ - auch Wellenlöttechnik genannt -, ebenso wie die Oberflächenlöttechnik „SMD“, als auch die Kombination aus diesen beiden Löttechniken, die THR-Löttechnik, können mit diesem Kunststoff entwickelt werden. Darüber hinaus sind auch die unterschiedlichen Baugrößen der Steckverbindungen zu beachten. Die Kontaktabstände können sowohl für das gängige Rastermaß  $2,54\text{mm}$ , für das Raster  $2,00\text{mm}$  als auch das Raster  $1,27\text{mm}$  problemlos erstellt werden.

## Elektrische Auswahlkriterien

Die elektrische Belastbarkeit ist eine weitere wichtige Voraussetzung bei der Auswahl von Steckverbindungen. Die gängigen Typen im Raster von  $2,54\text{mm}$  und  $2,5\text{mm}$  reichen bis zu einem Strombelastungswert von  $6\text{A}$ . Bei kleineren Rastern, wie zum Beispiel  $2,0\text{mm}$  und  $1,27\text{mm}$ , reduziert sich die Strombelastbarkeit, bedingt durch die geringeren Kontaktquerschnitte und -abstand.

Variationsmöglichkeiten ergeben sich auch durch den Einsatz unterschiedlicher Kontaktwerkstoffe. Während der elektrische Leitwert von Zinn-Bronze ( $\text{CuSn}$ ) bei circa  $9\text{ S/m}$  liegt, kommt man bei Messing ( $\text{CuZn}$ ) auf circa  $15\text{ S/m}$ . Die mechanische Beanspruchung bekommt an dieser Stelle eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Zinn-Bronze-Legierungen sind durch ihre guten Federeigenschaften wesentlich stabiler gegenüber Biegebeanspruchungen als Messinglegierungen. All diese Eigenschaften kommen den LED-Steckverbindern, sei es Stift- oder Federleisten, für die verschiedenen Möglichkeiten der Löttechniken entgegen. Für eine automatengerechte Bestückung bieten sich, gerade auch für die SMD-Versionen, die Tape-&-Reel-Verpackungen (Gurt und Spule), neben den noch teils üblichen Stangenmagazinen, an. Darüber hinaus stehen dort, wo die Bauform der Steckverbinder es erfordert, entsprechende Bestückungshilfen für die automatische Bestückung zur Verfügung.

In der LED-Leuchtentechnik ist das Spezifische der vorwiegend helle oder weiße Kunststoff des Steckergehäuses sowie der Anschlussbereich und die Art der Leiterplatte, starr oder flexibel. Hierdurch werden einerseits störende Schattenwirkungen vermieden, die durch schwarze Kunststoffe entstehen können und andererseits ist der Anschlussbereich der Steckverbinder mit Lötanschlüssen versehen, die im Wellen- oder SMT-Lötverfahren gelötet werden können. □

LED-Leuchtmittel optimal in Szene setzen

# „Licht und Technik richtig verbinden“

Der Einsatz von LED-Lichttechnik sorgt für eine positive Raumwirkung und setzt Bedien- oder Steuerelemente erst richtig in Szene. Doch jede LED benötigt auch eine geeignete Verbindungstechnik. Was man dabei beachten muss, verrät Herr Gerhard Brüser, Leiter der Entwicklungsingenieur bei Fischer Elektronik, im Interview.

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Bernhard Haluschak, E&E **BILD:** Fischer Elektronik



**Herr Brüser, LEDs sind energieeffizient und bieten einen hohen Lichtkomfort. Welche Rolle spielen dabei die LED-Steckverbinder?**

Steckverbinder helfen dem Entwickler, lösbare Verbindungen für seine Baugruppe innerhalb und von außen mit Strom zu versorgen, Signale aufzunehmen, intern weiterzuleiten und nach extern zurück zu koppeln. Nicht grundsätzlich anders verhält es sich natürlich auch bei einem Einsatz von Steckverbinder in der LED-Technik. Sobald sich jedoch diese Steckverbinder im Bereich der Lichtabsorption befinden, entstehen beim Einsatz von schwarzen Kunststoffen störende Schattenbilder für den Betrachter des Lichtes. Hier kommt dann weißer oder naturweißer Kunststoff zum Einsatz. Es gibt formgebundene Leisten, bei denen die gewünschte Polzahl aus einer Basisleiste mit deutlich größerer Polzahl getrennt wird. Ebenso gibt es formgebundene Polzahlen, zum Beispiel zwei- und vierpolige Ausführungen. Hierbei sind die Stift- und Buchsenleisten durch die Gehäuseform aufeinander abgestimmt.

**Welche Kriterien muss ein idealer LED-Steckverbinder in Bezug auf elektrische und thermische Belastbarkeit erfüllen?**

Hier gibt es grundsätzlich keine Unterschiede zu standardisierten Steckverbinder. Die thermischen Anforderungen sind dem vorgesehenen Lötverfahren geschuldet und die elektrische Belastbarkeit den üblichen Kriterien seitens des Kontaktwerkstoffes und des Isolierkörperwerkstoffes.

**Doch auch mechanisch muss ein LED-Steckverbinder so einiges aushalten. Können Sie paar Beispiele nennen?**

In der praktischen Anwendung unterscheidet sich die Steckhäufigkeit kaum von den Standardsteckverbindern. Wenn mindestens fünfzig Steckzyklen erreicht werden, ist vielfach schon das Ziel erfüllt. Hierfür ist eine vergoldete Kontaktoberfläche von 0,2µm Au ausreichend. Für eine gewünschte Steckzyklenzahl unter zehn reichen auch verzinnte Kontakte aus. Sollte eine Schockfestigkeit gefordert werden, sind üblich 50g ausreichend und 15g für die Vibrationsfestigkeit. Eine Schlagfestigkeit des Isolierkörpergehäuses spielt in der Regel nur eine untergeordnete Rolle, da diese Beanspruchung für eine solche Baugruppe praktisch nicht gefordert wird.

**Sind die Anforderungen an Hochleistungs-LEDs anders? Auf was muss man bei diesen Ausführungen besonders achten?**

In der Regel stellt die höhere Abstrahlungswärme bei Hochleistungs-LEDs für die thermische Belastung der Gehäusewerkstoffe kein Problem dar. Durch die Verwendung von hochwertigen technischen Kunststoffen, die für Reflow-Lötverfahren geeignet sind, ist eine ausreichende thermische Sicherheit gegeben. Dagegen sind die notwendigen höheren elektrischen Anforderungen mit einer Belastbarkeit von mindestens 5A gegenüber sonst üblichen maximal 3A durch geeignete Kontaktformen und Materialien zu gewährleisten. □

Zukunftsweisende Verbindungstechnik

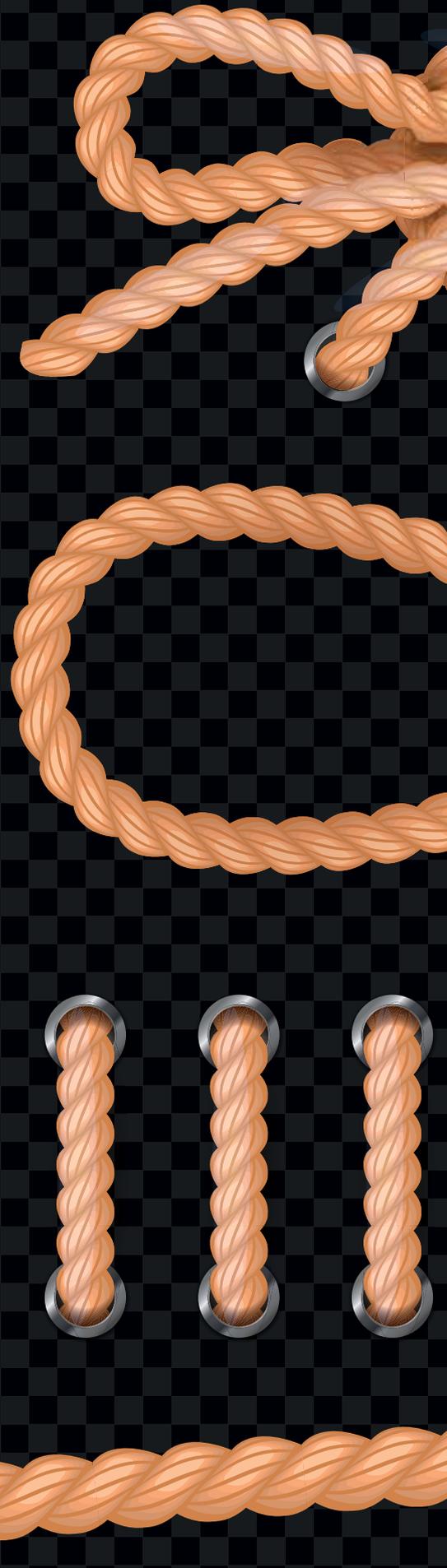
# RICHTIG VERBINDEN

In der industriellen Produktion spielt die Zuverlässigkeit von elektrischen Anschlusstechnologien eine essentielle Rolle. Sie garantieren einen reibungslosen Betrieb und ermöglicht die Vernetzung von Maschinen.

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

Im Fahrzeugbau garantieren sichere elektrische Steckverbindungen die Datenübertragung an alle wichtigen Steuergeräte im Automobil. Dabei sind die mechanischen und elektrischen Anforderungen besonders hoch. Denn die Schnittstellen im Automobilbereich müssen hohen Temperaturdifferenzen und enormen mechanischen Belastungen trotzen. Auch im Industrieumfeld spielt die Verbindungstechnik eine immer wichtigere Rolle, muss sie doch den Datenverkehr zwischen den Maschinen, der Steuerungsanlage und dem Datenverarbeitungssystem jederzeit sicherstellen. Durch IoT kommen jetzt noch Zusatzaufgaben wie die Erfassung von Sensordaten und der damit verbundenen Integration von intelligenten Funktionen auf die Datenknotenpunkte zu. Damit können diese zum Beispiel im Produktionsumfeld eine Steigerung der Effizienz ermöglichen oder im Automobilbereich für eine optimale Stabilität der Datenübertragung sowie Verfügbarkeit von wichtigen Fahrzeugdaten sorgen. Das sind Grundvoraussetzungen, um etwa vollautomatisiertes oder gar autonomes Fahren zu realisieren.

Allerdings sind Datenverbindungen trotz strenger Qualitätskontrollen nicht vor Defekten gefeit. Die häufigsten Ursachen für Ausfälle sind auf Degenerationserscheinungen zurückzuführen. Diese sind tückisch, da sie oft unvorhergesehen eintreten und wichtige Systeme deaktivieren. Die Ursachen von defekten Steckverbindungen liegen in der Materialalterung oder Korrosion. Die Folgen sind Undichtigkeit, Feuchtigkeit, Kriechströme oder hohe Übergangswiderstände, die die Leistungsfähigkeit der Verbindung reduzieren. Ein intelligenter Steckverbinder mit integrierten Sensorsystemen könnte dies verhindern, indem dieser die Güte der Steckverbindung in Echtzeit überwacht und bevorstehende Probleme im Betrieb erkennt oder sogar vorhersagt. Die technologischen Voraussetzungen für solche Systeme wären vorhanden. □





Pushing Performance

## PUSHING NEW STANDARDS



### KLEIN ABER ROBUST



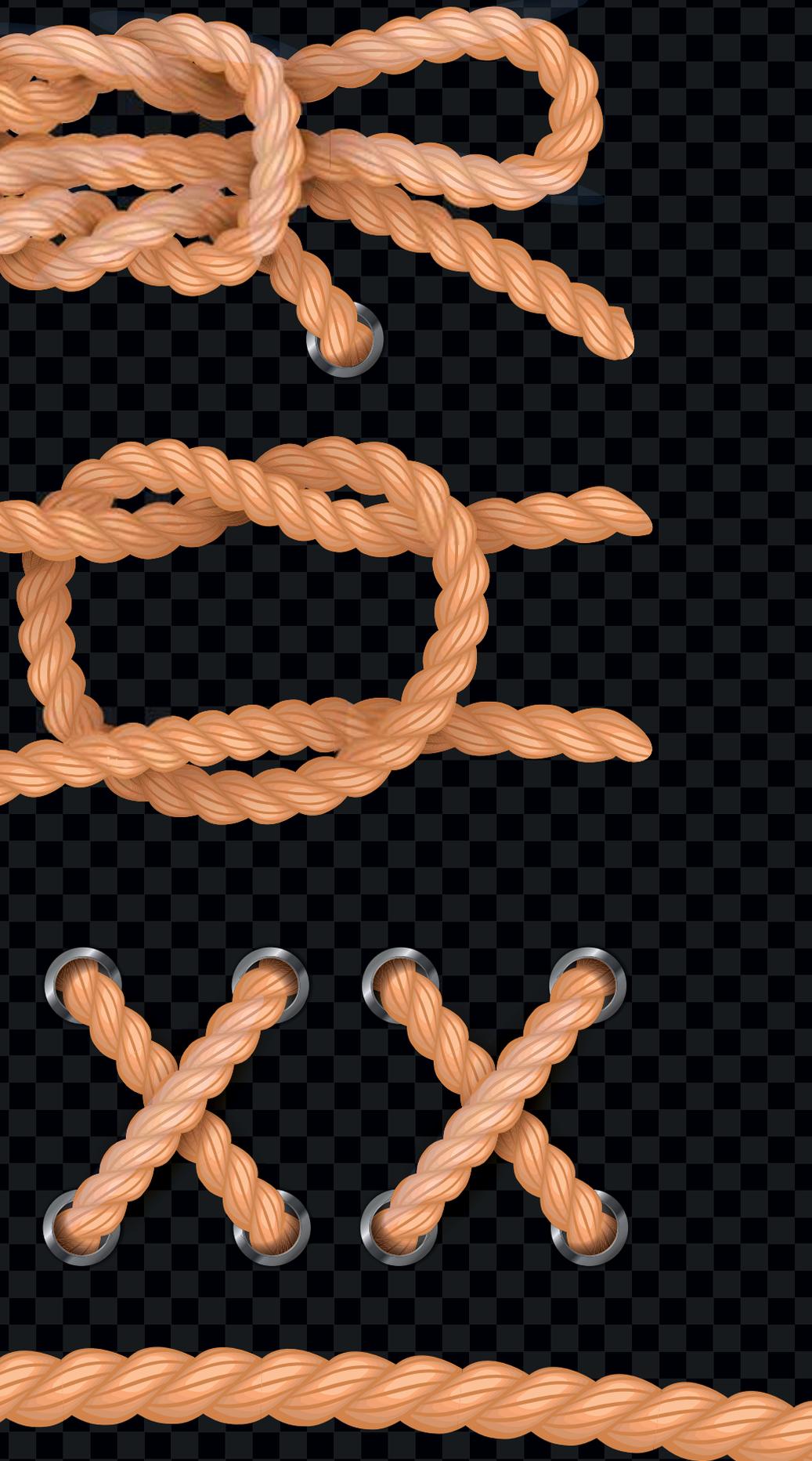
**HARTING ix Industrial® – Time for an evolution. Ein neuer Standard für industrielles Ethernet.**

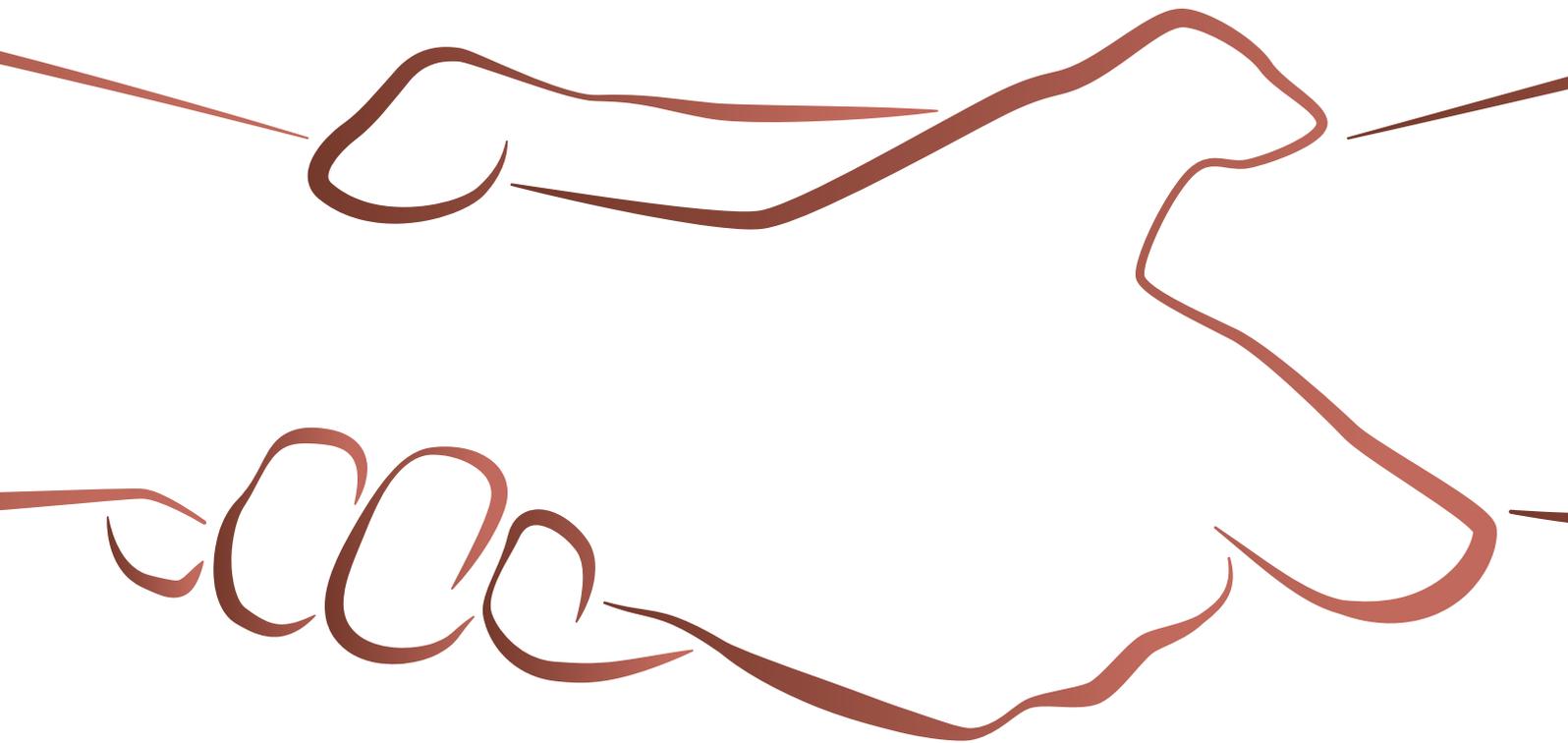
- Kompakter und platzsparender Ethernet-Steckverbinder
- Bis zu 70% geringeres Volumen als eine herkömmliche RJ45-Buchse
- Cat. 6<sub>A</sub> High-Speed-Ethernet für Übertragungsraten von 1/10 Gbit/s
- PoE und PoE+ tauglich
- Mit 5000 Steckzyklen extrem langlebig und robust

Mehr erfahren Sie unter 0571 8896-0 oder mailen Sie an [de@HARTING.com](mailto:de@HARTING.com)



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





EFFIZIENTES SCHNITTSTELLENMANAGEMENT GEFRAGT

## Flexible Verbindungen mit Mehrwert

Rasant ist das Tempo, in dem sich die Welt weiter vernetzt: Die Industrieproduktion wird dadurch noch arbeitsteiliger und modularer, Sensorik und Messtechnik werden in unseren Produkten immer wichtiger. Die Konsequenz? Die Komplexität steigt und sie fordert mehr denn je ein effizientes und flexibles Schnittstellenmanagement. Wiederanschließbare Steckverbindungen mit Federklemmtechnik sind dafür das Mittel der Wahl.

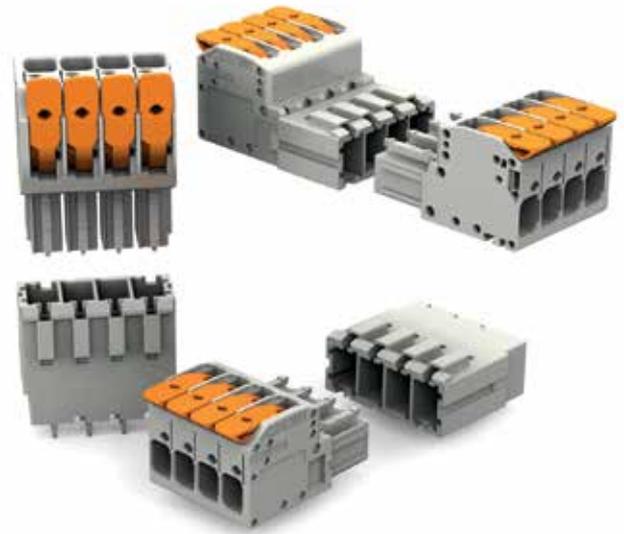
**TEXT:** Linda Bögelein, Wago **BILDER:** Wago; iStock, PeterHermesFurian

Flexibilität und Agilität sind heute mehr denn je gefragt. Im Anlagen-, Maschinen- und Gerätebau betrifft das sowohl den internen Fabrikanschluss als auch den externen Feldanschluss. Aus diesen Gründen wird die generelle Bedeutung von Steckverbindungen in der industriellen Fertigung nicht kleiner, sondern nimmt noch zu. Denn je globalisierter und damit modularer und dezentraler die Industrie wird, so spezialisierter, komplexer und kleinteiliger wird sie auch. Es entstehen noch mehr Schnittstellen, die es gilt, miteinander zu verbinden. Das wiederum erfordert ein Schnittstellenmanagement, das erst dann reibungslos funktioniert, wenn fünf grundlegende Anforderungen erfüllt sind: Einfachheit, Flexibilität, Fehlerfreiheit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Wiederanschließbare, intuitive Steckverbindungen mit Federklemmtechnik erfüllen diese Voraussetzungen – sowohl beim Fabrikanschluss als auch beim Anschluss von elektrischen Leitungen im Feld.

### Kundenwünsche und Sicherheit im Fokus

Steckverbindungen vereinfachen die sichere elektrische Verbindung bei Montage und Inbetriebnahme. Denn Anlagen, Maschinen und Geräte bestehen aus einer Vielzahl von Komponenten und Unterbaugruppen, die erst in einer Endmontage oder vor Ort miteinander verbunden werden. Beim Fabrikanschluss können mit wiederanschließbaren Steckverbindungen erweiterte Kundenwünsche beziehungsweise veränderte Kundenanforderungen in Maschinen, Anlagen und Geräten berücksichtigt werden – in jeder Fertigungsstufe. Ein Beispiel: In der Konfektionierung von Kabelbäumen erleichtern Steckverbindungen das Umverdrahten oder Hinzufügen neuer Optionen. Nichtwiederanschließbare Crimp-Technik bietet diese Flexibilität nicht. Beim Geräteanschluss im Feld entwickeln sich die Anforderungen an Steckverbindungen ebenfalls wei-

Die manuelle Betätigung eines Hebels funktioniert intuitiv und Dank einfacher Hebelmechanik ist Werkzeug nicht erforderlich.



ter. Auch hier gilt: Je globaler der Einsatz von Geräten wird, desto einfacher und weltweit verständlicher sollte die dafür verwendete Feldanschluss-technik werden. Daher ist der externe Feldanschluss bestenfalls intuitiv, werkzeuglos und kann schnell und sicher erfolgen. Eine leicht handhabbare Steckverbindung mit Hebel erfüllt zum Beispiel bei dem Anschluss für Leiterplatten diese Kriterien. Denn die manuelle Betätigung eines Hebels funktioniert intuitiv: Hebel auf, Leiter rein, Hebel zu. Dank einfacher Hebelmechanik ist auch keinerlei Werkzeug mehr vonnöten. Und für mehr Anwendungssicherheit sorgen Kodierungen der Steckverbinder. Sie gewährleisten eine nahezu hundertprozentigen Fehlsteckschutz zum Beispiel in der Gebäudeinstallation. Das Unternehmen Wago ist einer der Treiber dieser Entwicklung und bietet den Anwendern ein

umfangreiches Portfolio von Steckverbindern für den Leiterplattenanschluss und die elektrische Gebäudeinstallation.

Nichtsdestotrotz wird es in Zukunft sicherlich auch Applikationen geben, in denen der Verdrahtung durch klassische Kabelbäume quasi der Stecker gezogen wird, zum Beispiel, weil das verkabelte Gerät schlichtweg zu schwer wird. Dennoch: Generell haben Kabel und Steckverbindungen in der industriellen Fertigung auch weiterhin ihre Daseinsberechtigung. Sie werden ihre Bedeutung aufgrund der steigenden modularen und dezentralen Komponentenfertigung mit sich dynamisch verändernden Anforderungen nicht nur behalten, sondern festigen und ausbauen – solange sie wirtschaftlich sind und in der Handhabung intuitiv, einfach, flexibel, fehlerfrei und sicher. □



WWW.MES-ELECTRONIC.DE

Verbindungen,  
die uns antreiben.

Weil Steckverbinder-Systeme von MES nicht nur in E-Bikes gebraucht werden, sondern an ganz vielen Orten, wo es kraftvoll nach vorne geht.

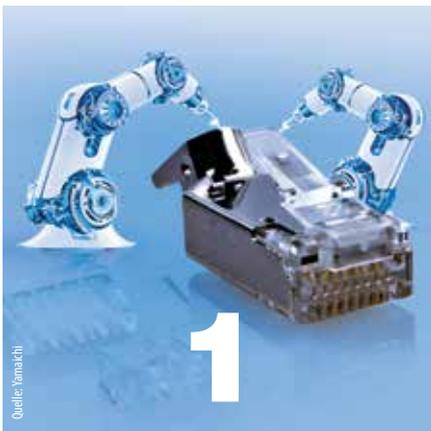
Steckverbinder von JST mit robuster Abdichtung



# 6

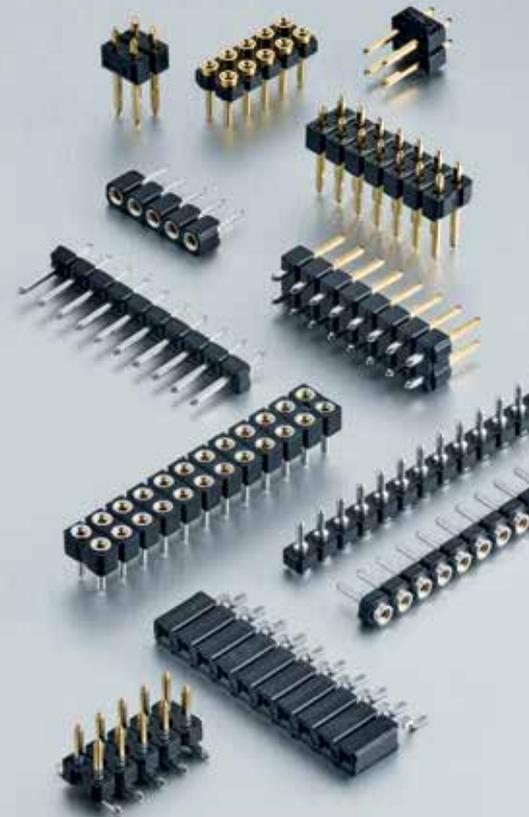
# HIGHLIGHTS

Stecker, Router, Li-Fi – der Markt der Verbindungstechnik ist ständig in Bewegung. Wir haben spannende Neuheiten aus diesem Feld für Sie zusammengefasst.



## Steckverbinder in „Low Profile“-Ausführung

- niedrige Bauhöhe
- Körperhöhen: 1,7 mm, 2,7 mm und 5,5 mm
- Kombinationshöhe von Stift- und Buchsenleiste: 4 mm, 5,5 mm und 7,2 mm
- SMD-, THT- und THR-Lötverfahren
- diverse Oberflächen



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

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

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



Wir stellen aus:  
 MES Expo in Berlin  
 vom 05.-07.11.19

Industrieller Datentransfer

## Stecker für 10 Gbit

Für das Gigabit-Ethernet im industriellen Umfeld hat Yamaichi den Kabelstecker RJ45 Y-Con Plug entwickelt. Er unterstützt den 10-Gbit-Datentransfer gemäß des Standards ISO/IEC 11801 und ist mit integrierter Kabelführung, EMV-Schirmblech aus vernickeltem Messing und Rechteck-Kabelcrimp ausgeführt. Über 1.500 Steckzyklen und eine Betriebstemperatur von -40 bis 120 °C soll der Stecker aushalten.

Schukat und Vogt feiern Jubiläum

## Partner seit 20 Jahren

Der Distributor Schukat vertreibt nun schon seit 20 Jahren die Steckverbinder von Vogt Verbindungstechnik. Was mit einem schmalen Sortiment begonnen hat, ist zu einer Partnerschaft mit mehreren tausend Montageteilen, Leiterplatten- und Kabelkontakten angewachsen. Die beiden Firmen wollen künftig unter anderem durch einen automatischen Bestellaustausch (EDI) noch schneller auf Kundenwünsche eingehen.

Steckverbinderreihe erweitert

## L-codierte Varianten

Conec hat seine Steckverbinderreihe M12x1 um L-codierte Varianten erweitert. Die umspritzten Stecker sollen im Vergleich zu einem 7/8-Zoll-Steckverbinder rund 30 Prozent weniger Bauraum benötigen. Mit ihrer Stromtragfähigkeit von 16 A bei einem Litzenquerschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup> können sie laut Hersteller auch über eine miniaturisierte Schnittstelle Geräte sicher mit Energie versorgen.

Kompakter Steckverbinder

## Han 1A im SE-Angebot

Der Steckverbinder Han 1A von Harting eignet sich für Cloud-, Edge- und IIoT-Anwendungen; SE Spezial-Electronic hat ihn nun ins Vertriebsprogramm aufgenommen. Die Schnittstelle gibt es in Schraub- und Crimp-Ausführung. Sie lässt sich flexibel gegen Staub und Wasser schützen: Aus nur zwei Komponenten kann eine IP20-, mittels weiterer Elemente auch eine IP65-Lösung aufgebaut werden.

Für den Massenmarkt

## Li-Fi-Projekt gestartet

Das Projekt ELIoT hat zum Ziel, Massenmarktlösungen für das IoT auf Basis von Li-Fi zu entwickeln. Die Alternative zu Wi-Fi und Mobilfunk arbeitet im bisher ungenutzten Lichtspektrum und ließe sich beispielsweise für drahtlose Netze in der Industrie 4.0 oder dem autonomen Fahren einsetzen. Zu den Projektpartnern gehören unter anderem Signify, die Deutsche Telekom und Weidmüller.

Drahtlose Netzwerke in der Bahn

## Rüttelfester Router

Elma bietet seinen NetSys-5304-Router seit Kurzem EN-50155-konform an. Er lässt sich damit nun in der Bahntechnik einsetzen und soll dort sichere Kommunikation, Fahrzeugpositionierung, Geschwindigkeitskontrolle und Kollisionsvermeidung gewährleisten. Die Software dahinter basiert auf dem 5915-Embedded-Services-Router von Cisco mit Advanced-Enterprise-IOS- und Mobile-Ready-Net-Funktionen.

# Sind Steckverbinder Datenhürden?

Aktuelle und zukünftige Applikationen und das Internet of Things (IoT) verlangen immer höhere Informationsraten und setzen dabei eine störungsfreie Signal- und Datenübertragung voraus. In diesem Kontext stellen wir die Frage: Welche Rolle spielt dabei die Verbindungstechnik?

**UMFRAGE:** Bernhard Haluschak, E&E **BILDER:** iStock, bubaone, Harting, Rutronic, Weidmüller, Yamaichi





**ANDREAS  
HUHMANN**

Die Verbindungstechnik wird auch künftig eine wesentliche Rolle spielen. Das IoT erfordert eine durchgängige Kommunikation. Hier kommt nur Ethernet in Frage. Wir setzen daher auf Single Pair Ethernet (SPE) – und haben dabei stets auch die Standardisierung klar im Blick. Dies gilt für Steckverbinder ebenso wie für Verkabelungen und Infrastrukturlösungen. Wir haben, basierend auf den neuen technologischen Anforderungen und fokussiert auf die industriellen Anforderungen, das Harting T1 Industrial Steckgesicht in die IEC-Normung eingebracht. Dieser Steckverbinder hat alle Stufen der Normung durchlaufen und wird in den nächsten Monaten als internationaler IEC-Standard 63171-6 veröffentlicht. Diese Entwicklung bei SPE werden wir weiter vorantreiben, denn wir sehen das einpaarige Ethernet als die Schlüsseltechnologie des IoT an.

Strategy Consultant C+N, Harting



**BERND  
HANTSCHKE**

Hier muss man unterscheiden: Die Verbindungstechnik für die Verbindungsstrecke zwischen IoT-Geräten und die Verbindungstechnik innerhalb eines Geräts zwischen Komponenten. Bei ersterem stehen die Medien Kupfer, Glas und Luft zur Auswahl, die Anwendung entscheidet, was zum Einsatz kommt. Ob 5G bald Kupfer- und Glasfaserleitungen ersetzt, hängt von den Verbindungspreisen ab, die noch in den Sternen stehen. Daheim hat WiFi bereits das Ethernetkabel abgelöst – warum sollte 5G in ein paar Jahren nicht auch DSL ersetzen? Wir beobachten allgemein vor allem bei den Funktechnologien die größten Fortschritte und Adaptionen an sich ändernde Bedingungen aufgrund des IoT.

Director Product Marketing Embedded & Wireless, Rutronik



## CombiTac Plug into experience

CombiTac, die kompakte All-in-one-Lösung, die genau zu Ihnen passt: Dank des modularen Aufbaus konfigurieren Sie exakt nach Ihren Anforderungen und äußerst praktisch im neuen Online-Konfigurator. Durch die animierten 3D-Grafiken und die intuitive Benutzerführung haben Sie jederzeit den Überblick und können Ihr Projekt direkt über den Konfigurator anfragen.

Neuer Konfigurator – größtmögliche Flexibilität, Modularität und intuitive Handhabung. Probieren Sie es aus:



Besuchen Sie uns an der SPS, 26.-28. November 2019, Nürnberg, **Halle 10 | Stand 230**

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



Stäubli ist eine in der Schweiz und anderen Ländern registrierte Marke der Stäubli International AG. © Stäubli 2019 | Photocredits: Stäubli



**ANN-CHRISTIN  
RACHUBA**

Die Integration von intelligent vernetzter Technik im IoT-Umfeld, wie etwa in Gebäuden, bedeutet in erster Linie eine Zunahme an Sicherheit, Effizienz und Komfort. Das bedeutet aber auch, dass immer mehr Daten aufgenommen und verarbeitet werden müssen. Sprich, es findet immer mehr elektronisches Equipment Einzug in das Gebäude. Damit steigt die Anzahl an Verbindungen - aber vor allem auch ihre Bedeutung. Die Verbindungen beziehungsweise die installierte elektrische Verbindungstechnik wird somit zu einem wichtigen Grundpfeiler. Sie bildet das Rückgrat, auf das wir uns immer verlassen können müssen. Für Unternehmen wird es immer zwingender und dringender, sich mit den immer komplexer werdenden Fragestellungen im Kontext der Digitalisierung eingehend zu beschäftigen. Wago bietet geeignete Tools und professionelle Unterstützung an und begleitet seine Kunden in den Prozessschritten bereits ab der Planungsphase.

Head of Building Installation, Wago



**BERNHARD  
HALUSCHAK**

Die Industrie unterliegt starken Veränderungen. Die digitale Vernetzung der Industrieanlagen und der steigende Einsatz von Sensoren für Predictive-Maintenance-Aufgaben ermöglichen zwar eine hohe Flexibilität in der Produktion, birgt aber auch Probleme. Denn der Aufwand der Vernetzung wird komplexer und die Anforderungen an die Datenleitungen in Hinblick auf die elektrische und mechanische Belastbarkeit und auf die entsprechenden Steckverbindern steigt enorm. Noch reichen für Datenübertragungen herkömmliche kupferbasierte Datenleitungen und Steckverbindungen aus. Denn die Optimierung der aktuellen Bustechnologien bieten noch genügen Datenbandbreite für zukünftige Entwicklungen. Allerdings nimmt die Lichtleitertechnologie zunehmend an Fahrt auf.

Chefredakteur, E&E



**SILKE  
LÖDIGE**

Digitale Vernetzung und Modularität durchdringen industrielle Technologien und ermöglichen hohe Flexibilität in der Produktion. Bereits heute ist absehbar, dass herkömmliche Verbindungstechnik an die zukünftigen Anforderungen im industriellen Umfeld angepasst werden muss. Sie bildet Schnittstellen zwischen Maschinen, Steuerung und Datenverarbeitungsanlagen und somit die Grundlage für Funktionalität, einfache Handhabung und Zuverlässigkeit von Automatisierungstechnik. Neuartige Verbindungstechniken ermöglichen unter anderem die Leitmessung einer kompletten Fertigungsanlage über einen intelligenten Steckverbinder. Der Smart Connector sorgt dafür, dass Elektronik, Sensorik und Aktorik sowie Kommunikationsschnittstellen auf kleinstem Raum kombiniert werden können. Eine konsequente Weiterentwicklung im Bereich Verbindungstechnik optimiert den Prozess auf vielen Ebenen, spart Kosten und beschleunigt die Produktion.

Referentin, Weidmüller



**MANUELA  
GUTMANN**

Sei es die Entwicklung vom klassischen Feldbus zu Industrial Ethernet bis zum High-Speed-Ethernet oder die Netzwerktechnik mit ihren Megatrends wie 5G-Mobilfunk, 4K-Video-Streaming und der Cloud: Höheren Übertragungsraten stellen auch an den Steckverbinder höhere Anforderungen und das Thema „Signalintegrität“ bekommt einen entscheidenden Stellenwert. Denn ohne die geeignete Verbindungstechnik wird auch das Gesamtsystem nicht die erforderliche Performance bieten können. Hauseigene Spezialisten aus dem Electrical Engineering werden bei uns daher frühzeitig in den Entwicklungsprozess mit einbezogen. Mittels spezieller Simulationssoftware wird das Design frühzeitig in Bezug auf Datenübertragung und Impedanzverhalten analysiert und optimiert.

Division Managerin Connector Solutions, Yamaichi



SICHERHEIT NACH DEM DREI-BLOCK-MODELL DER EN 62368-1

## Stromschlaggefahr vermeiden

Ende 2020 wird die EN 62368-1 die verbindliche neue Norm für Produkte aus dem Bereich Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik. Wie darin „Sicherheit“ definiert ist und was sich für Produktentwickler ändert, erklärt dieser Beitrag.

TEXT: Thomas Fiebig, Pheonix Testlab BILD: iStock, Lazarev

Die freie Enzyklopädie Wikipedia erklärt den Begriff Sicherheit als: „Zustand, der frei von unvermeidbaren Risiken ist oder als gefahrenfrei angesehen wird.“ Sicherheit wird also als die Abwesenheit von Risiken und Gefahren verstanden. Dabei macht die Formulierung unvermeidbar klar, dass es keine absolute Sicherheit, also die vollständige Vermeidung aller Risiken und Gefahren, geben kann. Sicherheit ist damit ein relativer Zustand, der definiert und festgelegt werden muss. Für technische Geräte, Einrichtungen und Anlagen erfolgt diese Definition durch Richtlinien und Normen, in denen entsprechende Anforderungen und Grenzwerte festgelegt werden. Eine Norm ist dabei kein Werk das, einmal erlassen, unverändert Bestand hat. Vielmehr wird sie im Laufe der Zeit aufgrund von Erfahrungen, neuen Erkenntnissen und der Entwicklung neuer Technologien überarbeitet und aktualisiert. Die immer kürzer werdenden Entwicklungszyklen bringen es mit sich, dass Normen immer wieder angepasst werden müssen. Zudem spiegelt eine Norm üblicherweise den Blick auf die Vergangenheit wieder, da sie die bereits gemachten Erfahrungen aufnimmt und die Anforderungen der Norm dann geändert werden. Neue und zukünftige Entwicklungen können dabei nur eingeschränkt Berücksichtigung finden.

## Der Hazard Based Standard

Die Produktsicherheitsnorm EN 62368-1 versucht hier einen neuen Ansatz umzusetzen: Den gefahrenbasierten Ansatz. Daher wird diese Norm im englischen Sprachgebrauch auch als Hazard Based Standard (HBS) bezeichnet. Ein Gerät wird dabei ganz allgemein als eine Quelle von mehreren möglichen Gefahren angesehen, die von ihm ausgehend auf Menschen, Tiere oder Gegenstände einwirken können. Der Weg der Energie von einer Gefahrenquelle bis zur Einwirkung auf den Körper wird im sogenannten Drei-Block-Modell beschrieben. Im gefahrenbasierten Ansatz geht man davon aus, dass Schäden dann auftreten, wenn Energie ausreichender Stärke und Dauer aus einer Gefahrenquelle mittels einer Übertragungsmöglichkeit auf den Körper oder ein Material wirkt. In der EN 62368-1 werden sechs Arten von Gefahren- beziehungsweise Energiequellen definiert. Im Einzelnen sind das:

- Elektrische Energiequelle (ES),
- Thermische Energie einer Leistungsquelle (PS),
- Mechanische Energiequelle (MS),
- Temperatur einer thermischen Energiequelle (TS),

- Strahlungsquelle (RS) sowie
- Chemische Gefahrenquellen.

Diese Energiequellen werden (bis auf die chemischen Gefahrenquellen, bei der eine Einteilung in Klassen nicht sinnvoll ist) anhand ihrer Stärke jeweils in drei Klassen eingeteilt. Dabei entspricht die Klasse 1 einer Energiequelle mit einer so geringen Gefahr, dass kein Schutz davor erforderlich ist (zum Beispiel als elektrische Energiequelle ES1) wobei eine Energiequelle der Klasse 3 Verletzungen bis zum Tod beziehungsweise das Entstehen eines Brandes verursachen kann. Bei der Definition der Energieklassen begegnen uns teilweise bekannte Grenzwerte wie zum Beispiel die Spannungsgrenzen von SELV (Safety Extra Low Voltage) und der „Stromkreis mit Strombegrenzung“ für die Energieklasse ES1 einer Spannungsquelle.

## EN 62368-1 Security-Konzept

Sicherheit wird in der EN 62368-1 dadurch erreicht, dass zwischen der Energiequelle und ihrer Umgebung eine Schutzvorrichtung (engl. Safeguard) eingebracht wird. Diese Schutzvorrichtung soll die Wahrscheinlichkeit für Schmerzen und Verletzungen beziehungsweise Sach- und Vermögensschäden (Brand) verringern. Dies geschieht dadurch, dass die Schutzvorrichtung verhindert, dass die Energie auf den Körper beziehungsweise ein Material einwirken kann, oder die Energie so stark reduziert wird, dass keine Gefahr mehr besteht.

Von der Art und Stärke der Energiequelle hängt es ab, was für eine Schutzvorrichtung erforderlich ist, um einen entsprechenden Schutz zu gewährleisten. Auch hier tauchen bereits bekannte Begrifflichkeiten auf. Die Norm spricht von einer „Basis-Schutzvorrichtung“, einer „zusätzlichen Schutzvorrichtung“ und einer „verstärkten Schutzvorrichtung“. Für eine elektrische Energiequelle wäre das dann eine Basis-Isolierung, zusätzliche Isolierung beziehungsweise verstärkte Isolierung. Die in der Norm ebenfalls genannte „doppelte Schutzvorrichtung“ aus Basis- und zusätzlicher Schutzvorrichtung entspricht der doppelten Isolierung.

## Nutzen für Produktentwicklung

Mit den verallgemeinernden Definitionen von Gefahrenquellen und möglichen Schutzvorrichtungen versucht die

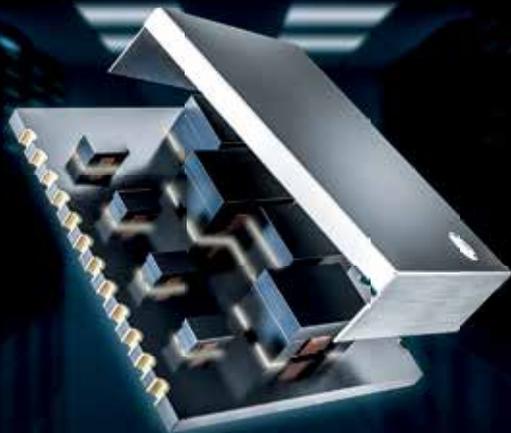
EN 62368-1 unabhängiger von konkreten Technologien und Konstruktionen zu sein, als es zum Beispiel die EN 60950-1 ist. Alle Arten von Gefahrenquellen werden nach dem gleichen Schema beschreiben. Für den Entwickler bedeutet dies, dass ihm mit der Norm weniger eine konkrete Konstruktionsanweisung vorgeschrieben wird, sondern ein Rahmen aufgespannt wird, innerhalb dessen er sich bewegen kann. Für das Mehr an Freiheiten bei der Konstruktion seines Gerätes wird dem Entwickler zu Beginn seiner Tätigkeit mehr Arbeit in der Betrachtung und Definition möglicher Gefahrenquellen und der dafür vorgesehenen Schutzvorrichtungen abverlangt. Diese Betrachtung möglicher Gefahren ist jedoch keine explizite Risikoanalyse – eine solche wird in der Norm nicht gefordert.

Die EN 62368-1 ist, trotz ihrer verallgemeinerten Definitionen, keine allgemeine Abhandlung zur Sicherheit von Geräten, sondern eine Produktsicherheitsnorm. Dafür sind innerhalb des langjährigen Entstehungsprozesses, der seit 2002 im Gang ist, bewährte Umsetzungen der Anforderungen an sichere Geräte aus der EN 60950-1 sowie EN 60065 in die neue Norm eingeflossen. Die Grenzwerte der verschiedenen Energieklassen und die jeweils geforderten Sicherheitsvorrichtungen bilden das Gerüst der Norm, von dem aus sich konkrete Ausführungen ableiten lassen.

## Der zeitliche Rahmen

Die zweite Ausgabe der Norm (EN 62368-1:2014) kann bereits seit einiger Zeit zur Prüfung von Produkten verwendet werden. Der Termin zur verpflichtenden Anwendung der Norm wurde von Mitte 2019 verschoben und ist inzwischen der 20.12.2020. Damit ist für Entwickler und Produktverantwortliche ein wenig Zeit gewonnen, ihre Produkte in Übereinstimmung mit den neuen Anforderungen zu bringen. Im Hinblick auf übliche Entwicklungszeiten ist diese Deadline jedoch schnell überschritten. Inzwischen ist international bereits die dritte Ausgabe der IEC 62368-1 veröffentlicht, die einige Klarstellungen beinhaltet und zum Beispiel: Anforderungen von Geräten, die für den Outdoor-Einsatz vorgesehen sind, aufgenommen hat. Die Europäische Version der Norm durchläuft zurzeit das neue Verfahren zur Veröffentlichung von Normen im Amtsblatt der EU und hängt dort fest. Wann sie diese Hürde genommen haben wird und in der EU angewandt werden kann, ist aktuell nicht zu sagen. Die Änderungen der grundlegenden Prinzipien der Sicherheit in der EN 62368-1 im Vergleich mit der EN 60950-1 beziehungsweise EN 60065, fordern von Entwicklern eine umfangreiche Einarbeitung, um ein tiefergehendes Verständnis dafür zu bekommen. Für den Übergang zur neuen Norm kann dafür die Expertise von Prüfinstituten in Anspruch genommen werden. □

# LANtastic Automation!



© eSys



Der **WE-LAN AQ** ist ein LAN-Übertrager, welcher in einem vollautomatischen Produktionsprozess hergestellt wird. Sein innovatives Wicklungsdesign reduziert elektrische Schwankungen und erhöht die Zuverlässigkeit bei gleichzeitiger Leistungssteigerung über einen breiten Frequenzbereich. Die weiteren LAN-Produktfamilien umfassen außerdem LAN-Übertrager und RJ45 Steckverbinder, die für unterschiedliche Geschwindigkeiten und PoE-Stromstärken geeignet sind.

- >1.5 kV Isolationsspannung
- IEEE-konform
- Enge Toleranzen durch automatisierte Fertigung
- Kompaktes Design: max. 4,5 mm Höhe
- 10/100 & 10/100/1000 Base-T

## #LANAQ

 Neugierig wie die WE-LAN AQ innen aufgebaut ist? Entdecken Sie unsere neue 3D Online-Applikation und erfahren Sie mehr unter:  
[www.we-online.de/lantastic](http://www.we-online.de/lantastic)

Weitere Informationen unter:  
[www.we-online.de/lantastic](http://www.we-online.de/lantastic)

MISSVERSTÄNDNISSE ZWISCHEN PCB-DESIGN UND -FERTIGUNG UMGEHEN

# So harmonisieren Design und Fertigung

PCB-Design und -Fertigung sind komplex und beide Seiten müssen sich mit spezifischen Problemen auseinandersetzen. Zwar gibt es einige grundlegende Punkte, Regeln und Prozesse, die die Abstimmung zwischen Design und Fertigung vereinfachen und dafür sorgen, dass Leiterplatten schnell und in hohen Auflagen entwickelt und gefertigt werden können. Häufig werden sie aber noch nicht ausreichend berücksichtigt.

TEXT: Rainer Asfalg, Altium BILDER: Altium; iStock, scanrail

In einer idealen Welt geben PCB-Designer ihre Entwürfe an die Fertigung weiter und diese setzt die Pläne dann zügig und problemlos in einer bestückte Leiterplatten um. In der Realität wird ein gutes Design schnell zu einem erklärungsbedürftigen Konstrukt, das den tatsächlichen Anforderungen der Produktion nicht gewachsen ist. Die Folge sind zahlreiche Abstimmungsschleifen zwischen den beiden Arbeitsbereichen, die den Zeitdruck erhöhen und auf beiden Seiten zu Missstimmung und gegenseitigem Unverständnis führen können. Damit aus der Schnittstelle zwischen Idee und Herstellung kein eiserner Vorhang wird, sollten beide Bereiche Hand in Hand agieren: „Design with Manufacturing“ statt „Design for Manufacturing“. Bei der Umsetzung können folgende Tipps helfen.

## Angaben des Klassentyps für das Design beachten

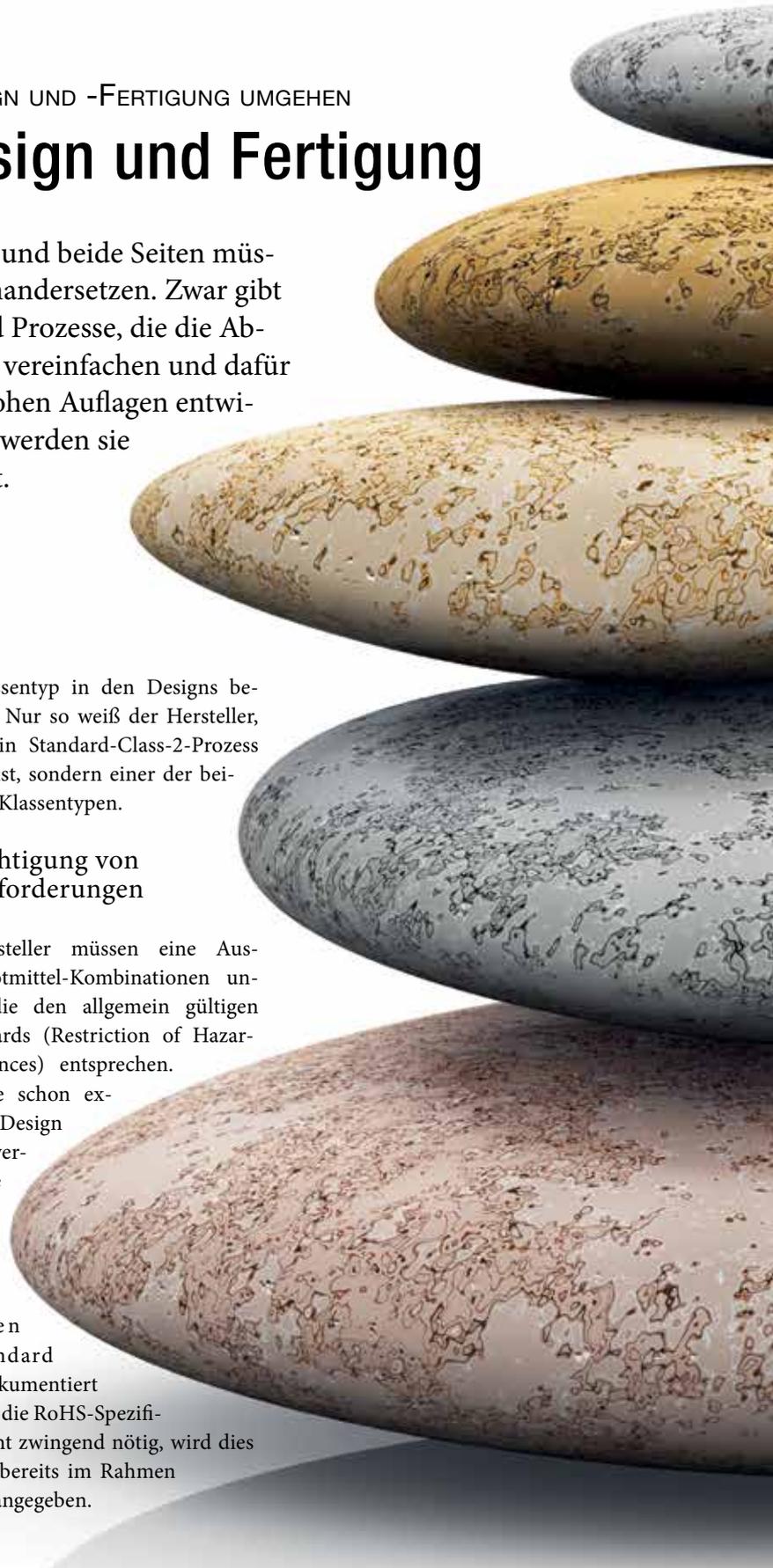
Während Class 2 der Industriestandard für die PCB-Dokumentation ist, ändert sich die Master-Zeichnung erheblich, wenn Entwickler mit Class 1 oder 3 designen. Deswegen ist es wichtig anzugeben,

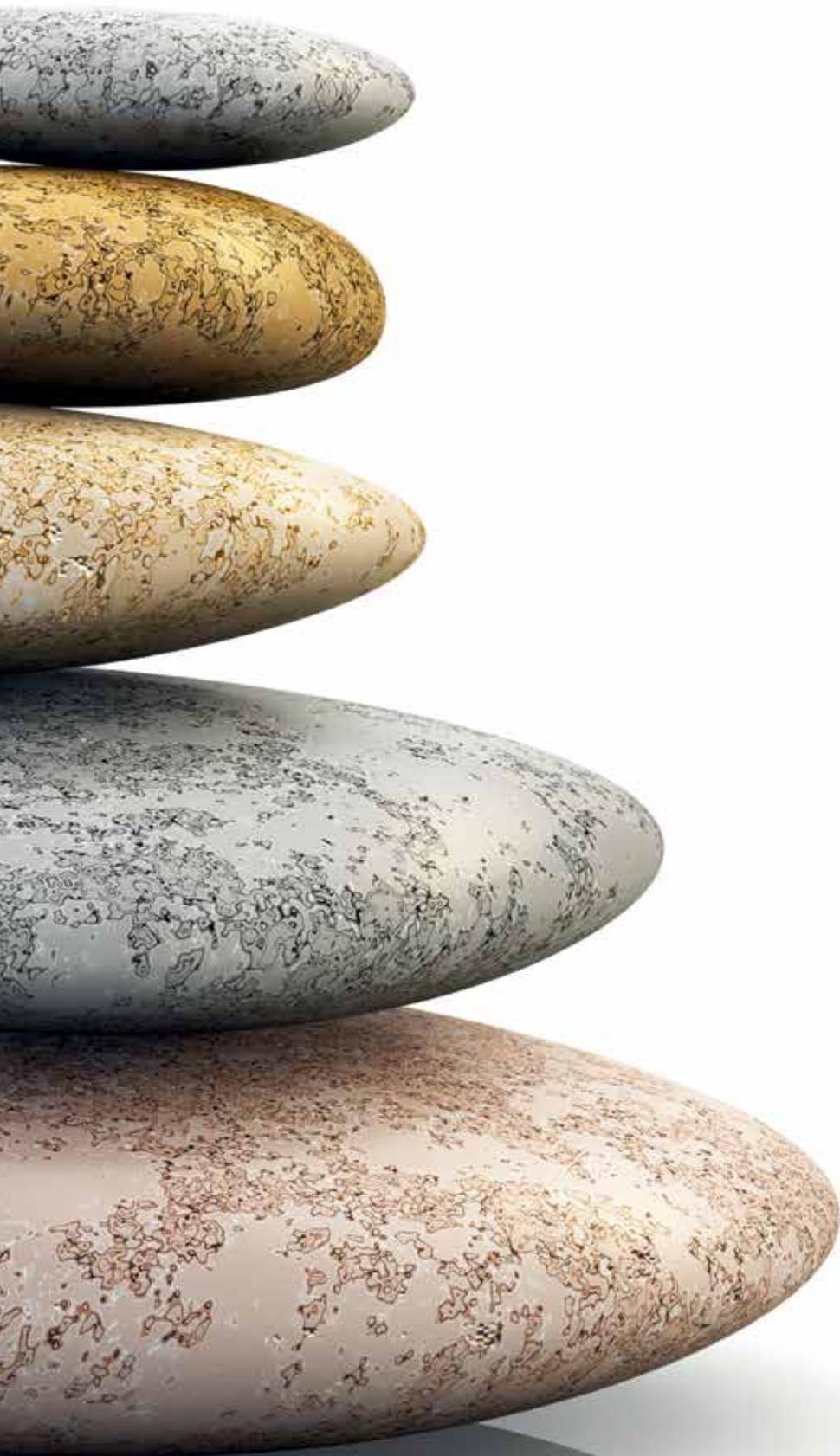
welcher Klassentyp in den Designs benutzt wurde. Nur so weiß der Hersteller, dass nicht ein Standard-Class-2-Prozess erforderlich ist, sondern einer der beiden anderen Klassentypen.

## Berücksichtigung von RoHS-Anforderungen

PCB-Hersteller müssen eine Auswahl an Lötmittel-Kombinationen unterstützen, die den allgemein gültigen RoHS-Standards (Restriction of Hazardous Substances) entsprechen.

Darauf sollte schon explizit beim Design geachtet werden und die einzelnen Übereinstimmungen mit dem geforderten Design-Standard hier auch dokumentiert werden. Sind die RoHS-Spezifikationen nicht zwingend nötig, wird dies idealerweise bereits im Rahmen des Designs angegeben.





# PCB SPECIALS

**Plangengenau  
Punktengenau  
Innovativ**

→ **Exklusivität**

Kompetenz  
in exotischen Materialien

→ **Leistungsstärke**

Leiterplatten und Kupfer-  
schichten in extremen Stärken

→ **Präzision**

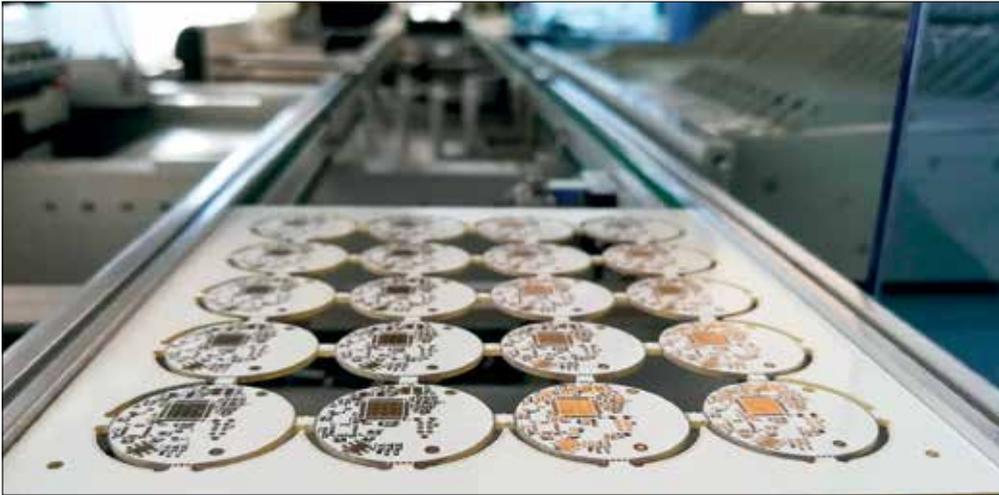
Minimalste  
mechanische Toleranzen

**Spezialisten für  
bahnbrechende  
Leiterplatten**



**Becker & Müller**  
Schaltungsdruck GmbH  
Tel.: +49 (0)7832 9180-0

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



Das Layer Stackup-Arrangement ist eine kritische Komponente im elektronischen Design und kann den Fertigungsprozess entscheidend beeinflussen.

## Exakte Dokumentation der Schichtenabfolge

Das spezifische Layer-Stackup-Arrangement ist eine kritische Komponente im elektronischen Design – insbesondere bei digitalen Hochgeschwindigkeitsdesigns, die impedanzkontrollierte Transmission Lines erfordern. Deswegen ist es unabdingbar, die entsprechende Schichtenabfolge im PCB-Design zu dokumentieren. Die Schichtennummern können in der KupferÜbersicht angezeigt werden. Dabei steht „1“ für Top-Layer, „2“ für die erste innere Schicht, „3“ für die zweite innere Schicht und so weiter. Die Nummern sollten so positioniert werden, dass sie nicht überlappen. Die Zeichnung für die Fertigung muss eine klare Stackup-Abbildung beinhalten, die alle Kupferschichten, Löt-schutz- sowie Überlappungs- und andere Schichten in der richtigen Abfolge und mit den korrekten File-Namen aufführt: beispielsweise Top, Mid1, Mid2 oder Bottom.

## Abfolge der Fertigungsprozesse berücksichtigen

Das Produktionsvolumen sollte von Anfang an klar in allen Bereichen kommuniziert werden: Es macht beispielsweise einen Unterschied, ob eine design-

te Leiterplatte später in hohen Volumina automatisch produziert werden soll oder nur in kleinen Stückzahlen für Prototypen gebraucht und daher manuell bestückt wird. Dies sollte der zuständige PCB-Designer vorher abklären. Die automatische Fertigung bietet zwar viele Vorteile – geringe Kosten pro Platte sowie schnelle, zuverlässige und gleichförmige Fertigung – wenn hohe Volumina einer Leiterplatte gebraucht werden. Sie hat aber auch Nachteile, die das Design berücksichtigen sollte.

So ermöglicht die automatisierte Fertigung beispielsweise keine Post-Produktions-Anpassungen, da für manche Komponenten durch die automatisierte Fertigung keine ausreichende Kontrolle über die genaue Platten-Ausrichtung möglich ist. Die führende Industrie-Richtlinie für das Design und das Layout von SMD-Anschlussflächen, IPC-Richtlinie 7351, ist eine gute und zuverlässige Quelle, um in Bezug auf automatisierte oder manuelle Fertigung von Anfang an den richtigen Planungsweg einzuschlagen.

## Richtige Montagekomponenten verwenden

Generell werden drei Sorten von Montagebauteilen in der Leiterplattenprodukti-

on unterschieden: Through-hole-Komponenten (TH), die in der Platte fixiert sind, Surface Mount Technology (SMT) basierte Komponenten, die auf der Platte aufgebracht werden, sowie die Nicht-Standardkomponenten. SMT-Komponenten bieten einige Vorteile gegenüber TH-Komponenten, insbesondere für die automatisierte Fertigung. Sie kosten weniger und sind kompakter. Allerdings sind sie hitzeempfindlicher und ihr Set-up in der Produktion ist komplexer. Deswegen empfiehlt es sich, in bestimmten Fällen lieber auf TH-Komponenten zurückzugreifen. Kommen beide Technologien zum Einsatz, gibt es einige wichtige Regeln zu beachten.

## Anordnung der Komponenten auf der Leiterplatte

Die Anordnung der Komponenten auf der Leiterplatte ist ein weiterer Punkt, der beim PCB-Design Beachtung finden muss. Bei der Fertigung sollten TH-Komponenten auf beiden Seiten der Leiterplatte vermieden werden. Die Platzierung von TH-Komponenten auf einer Seite der Leiterplatte und von SMT-Komponenten auf der anderen Seite ist möglich, ebenso wie die Verwendung von SMT-Komponenten auf beiden Seiten. Wichtig ist, dass ausreichend Abstand zwischen den Kompo-



Die Anordnung der Komponenten auf der Leiterplatte ist ein wichtiger Punkt beim PCB-Design.

nenen eingehalten wird, vor allem wegen der Hitzeentwicklung und des thermalen Schattens, der aufgrund der unterschiedlichen Größe der Komponenten entsteht. Außerdem spielt die ausgewogene Ver-

teilung der Systemkomponenten auf der Leiterplatte in Bezug auf das spezifische Gewicht eine wichtige Rolle. So sollten für eine optimale Gewichtsverteilung zum Beispiel die großen Komponenten und

BGAs auf der Platte verteilt und nicht am Rand angesiedelt werden. Zudem sollten die TH-Komponenten aufgrund der unterschiedlichen Temperaturbedingungen nicht direkt neben BGAs liegen. □

**NOW!**

**Bestellen noch einfacher...**  
per **Drag & Drop**

**PCBA-POOL** <sup>®</sup>

mit > 40.000 Kunden Europas größter Prototypenhersteller

**Altium\***



\* unterstützte Dateiformate

Gleich testen: [www.beta-layout.com](http://www.beta-layout.com)

PCB-POOL® ist eine eingetragene Marke der

**30 Jahre Beta**  
LAYOUT

ALTAUSRÜSTUNG UND ZUKUNFTSTECHNOLOGIEN GEMEINSAM EINSETZEN

# Aus Alt mach Neu

Elektrizität und Wasser, Orangensaft und Zahnpasta oder Mentos und Coca Cola – all das sind Dinge, die nicht gut zueinander passen. Aber was ist mit Zukunftstechnologie und Altausrüstung? In diesem Artikel erklärt Jonathan Wilkins, Geschäftsführer bei EU Automation, die Beziehung zwischen Altausrüstung und Zukunftstechnologien.

TEXT: Jonathan Wilkins, EU Automation · BILD: iStock, opico



Industrielle Ausrüstung ist auf Haltbarkeit ausgelegt, was bedeutet, dass Hersteller häufig Maschinen betreiben, die 20 bis 30 Jahre alt sind. Viele Hersteller arbeiten daher mit alten Antrieben, Sensoren, speicherprogrammierbaren Steuerungen und anderer Automatisierungsausrüstung. Diese Ausrüstung stellt häufig das Rückgrat für betriebliche Tätigkeiten dar und ist unerlässlich für den Geschäftserfolg.

Jegliche neue Ausstattung, die für eine Haltbarkeit bis 2050 ausgelegt ist, muss reibungslos neben Maschinen aus den 1980er-Jahren funktionieren. Generell sind neuere Maschinen bereits mit Technik zur Kommunikation mit dem industriellen Internet der Dinge (IIoT) ausgestattet, aber für den wesentlichen Teil des Werks gilt dies nicht. Daher müssen Hersteller ein geeignetes Ökosystem kreieren, in dem Zukunftstechno-

logien und der historisch gewachsene Maschinenaltbestand in perfekter Harmonie miteinander funktionieren.

Der erste Ansatz für Hersteller, die versuchen, Zukunftstechnologie und Altausrüstung aufeinander abzustimmen, ist das sogenannte Entfernen und Ersetzen („rip and replace“). Das bedeutet also, dass Bestehendes und Neues ebenso wie Elektrizität und Wasser einfach nicht zusammenpassen, und die beste Option daher ein kompletter Neuanfang und damit die Konzeption eines völlig neuen Systems ist.

Der andere Ansatz ist das Erweitern beziehungsweise der Umbau, auch Nachrüstung genannt. Dabei werden IIoT-Verbindungsgeräte wie OPC-Server, IoT-Plattformen und IoT-Gateways integriert, um die Altausrüstung um zusätzliche

Funktionalitäten zu erweitern. Diese Geräte sorgen für eine einfache Kommunikation zwischen älteren und aktuellen Protokollen. Eine Nachrüstung kann auch bedeuten, Sensoren hinzuzufügen, um Vibration, Schock, Temperatur oder andere Parameter zu messen, die anzeigen, welche Leistungen die Ausrüstung erbringt, und die Informationen über das IoT zu kommunizieren. Die Nutzung von Protokollkonvertern, die sicherstellen, dass Ausrüstung von unterschiedlichen Verkäufern die gleiche Sprache sprechen kann, bedeutet, dass Sammlung und Analyse von Bestandsdaten mit der Verarbeitung von Daten aus Zukunftstechnologien kombiniert werden kann.

Der beste Ansatz für Hersteller ist es, einen Plan für ihren aktuellen digitalen Entwicklungsstand und für ihre Ziele zu erstellen sowie jene Maßnahmen zu priorisieren, die den größten Geschäftswert bringen. Es wird gegebenenfalls nötig sein, einen Teil der Ausrüstung zu modernisieren, doch ist dies weit entfernt vom Stilllegen der gesamten Produktion und einem kompletten Neuanfang. Durch die Erweiterung von Altausrüstung um IoT-Konnektivität können Hersteller sich mit dem Wissen entspannen, dass diese mit der neuen Technologie kommunizieren kann.

Altausrüstung und Zukunftstechnologien sind nicht wie Elektrizität und Wasser, Orangensaft und Zahnpasta oder Mentos und Coca Cola.

Tatsächlich sind sie eher wie ein ungleiches Team - man erwartet nicht, dass sie zueinander passen, doch in Wirklichkeit ergänzen sie sich ganz hervorragend. So kann ein Unternehmen trotz Altlasten Digitalisierungsprojekte verwirklichen und somit auch Möglichkeiten für neue Businessmodelle schaffen. □

## Mit Conrad behebe ich Fehler schneller.

- ✓ Ein großes Sortiment hochwertiger Ersatzteile
- ✓ Lösungen für meine Sonderwünsche
- ✓ Eine einfache und übersichtliche Bestellung

## Besuchen Sie uns!

**SPS - Smart Production Solutions**  
**26. - 28. November 2019**  
**Messe Nürnberg, Halle 3, Stand 3-226**

Johannes K., Elektrotechniker

Entdecken Sie die Plattform für Ihr Business unter [conrad.de/mro](https://conrad.de/mro)

**CONRAD**

UMFRAGE: DISTRIBUTOR VS. HERSTELLER

# Sind Distributoren für komplexe Lösungen der richtige Partner?

Für wenig erklärungsbedürftige Komponenten sind Webshops von Distributoren die ideale Plattform: Preis, Verfügbarkeit, Lieferdatum werden sofort angezeigt – das erwarten Kunden auch zunehmend. Doch sind bei erklärungsbedürftigen Lösungen "klassische" Distributoren ebenfalls die richtigen Ansprechpartner für Kunden? Warum sollte ein Maschinenbauer einen Distributor statt besser direkt den Hersteller zur Beratung konsultieren?

UMFRAGE: Ragna Iser, E&E BILDER: Automation24, Börsig, Distrelec, Hy-Line, Rutronik, Schukat; iStock, Piotrurakau



**VS!**



**STEFAN  
VON DER BEY**

Dank moderner Technik muss man heute nicht mehr vor Ort sein, um seinen Kunden persönlichen Service und gute technische Beratung bieten zu können. Moderne Online-Shops verfügen über zahlreiche Funktionen, mittels derer sich auch aus der Ferne eine fundierte Applikationsberatung umsetzen lässt – vorausgesetzt man verfügt über ausreichend geschultes Personal. Wir bieten Automatisierungsprofis vom Sensor bis zum Schaltschrank – alles aus einer Hand. Unser breites Sortiment an Standardapplikationen kann von unserem Service-Team kompetent beraten werden – per Chat, Telefon oder auch via Remote Support. Dabei verstehen wir uns als Ergänzung zum Direktvertrieb der Hersteller, deren Vor-Ort-Service für komplexe Applikationen unverzichtbar ist. Denn gerade bei großen Unternehmen müssen meist ganze Systemlösungen mit umfangreicher Softwareanbindung geschaffen werden.

Geschäftsführer, Automation24



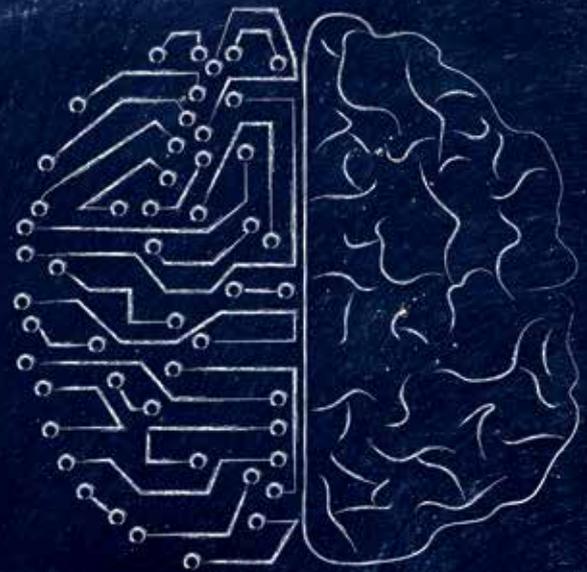
**THOMAS  
ENGLER**

Die Antwort auf diese Frage ist abhängig vom Selbstverständnis der „klassischen“ Distribution und den Konsequenzen, die sie daraus zieht. Die Luft für Unternehmen, die den Anbruch von Verpackungseinheiten als wesentliches oder gar einziges Differenzierungsmerkmal für sich definieren, wird sehr dünn werden. Auch die „klassische“ Distribution muss sich ihre nachhaltige Daseinsberechtigung in der Wertschöpfungskette erarbeiten. Ansätze dazu lassen sich aber glücklicherweise in nahezu jeder Abteilung eines Unternehmens finden. Konzepte müssen klug und realitätsnah ausgearbeitet und dann auch entschlossen umgesetzt werden. Dann bin ich überzeugt davon, dass ein Maschinenbauer auch in Zukunft noch gut beraten ist, die Distribution als Teil seiner Beschaffungsstrategie zu behalten.

Leitung Export Sales, Börsig

# WIR BIETEN LÖSUNGEN

Wir beschaffen Ihnen jeden verfügbaren Artikel sämtlicher namhafter Elektronikkomponenten-Hersteller weltweit



## Unsere Leistungen:

- 1,5+ Mio. Artikel von 500+ renommierten Herstellern
- 75.000+ Artikel ab Lager München
- 500.000+ Artikel kurzfristig lieferbar ab Lager
- Lieferversprechen: Bis 18:00 Uhr bestellt, morgen geliefert
- Online-Shop: [buerklin.com](http://buerklin.com)
- Starke Linecards mit bekannten und zuverlässigen Marken
- eProcurement-Lösungen (OCI, API, elektronische Kataloge, EDI)
- Große Innen- und Außendienstteams in Deutschland
- Repräsentative Vertriebsmitarbeiter in Frankreich, Italien, Skandinavien, Großbritannien, Irland, Osteuropa, dem Nahen Osten und Brasilien

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



65 JAHRE  
**Bürklin**  
DIE GANZE ELEKTRONIK



**ANDREAS  
MANGLER**

Wir unterstützen unsere Kunden von der Ideenfindung für Anwendungen über die Technologieplanung bis zur Produktauswahl und begleiten mit passenden Entwicklungstools die Prototypenphase. Anschließend kommen Produktions- und Logistikplanung bis zum Ende des Produktlebenszyklus. Erklärungsbedürftige Produkte brauchen Design-Support durch Online-Ressourcen und persönlichen, herstellernerneutralen Offline-Support durch unsere FAEs. Bei tieferem Produktsupport kommen unsere Produktingenieure ins Spiel, unterstützt durch unsere Special-FAEs, die über detailreiche Kenntnisse in spezifischen Marktsegmenten verfügen. Diese Beratungstiefe ist Bestandteil unseres vertikalen Ansatzes, das lässt sich rein online nicht abbilden.

Director Strategic Marketing, Rutronik



**AXEL  
WIECZOREK**

Ein Großteil des technischen Supports lässt sich auch bei erklärungsbedürftigen Produkten klar über die Distribution realisieren. Das bringt sogar Vorteile: Wir als spezialisierter Distributor verfügen über ein erfahrenes und intensiv geschultes technisches Vertriebsteam und bieten dem Kunden FAE-Unterstützung vor Ort. Wir können aus unserem Portfolio schnell passende Standardlösungen für Kundenapplikationen finden und wissen, in welchem Rahmen sich individuelle Wünsche umsetzen lassen. So kann sich der Hersteller ganz auf seine Kernkompetenz konzentrieren, denn dessen Beratungskapazitäten sind oft sehr limitiert. Diese Funktion übernehmen wir dann als Distributor und stellen unser Know-how zur Verfügung. Erst wenn es um gravierende kundenspezifische Anpassungen geht, binden wir den Hersteller mit ein.

Leitung Vertrieb, Schukat Electronic



**MICHAEL  
JAKAL**

Erfahrene Distributoren mit einem eingespielten Team an Technischen Beratern, wie wir es bei Distrelec in Bremen haben, können dem Kunden in vielen Zweifelsfällen den richtigen Rat geben. Da unsere Consultants in engem Kontakt mit den Fachleuten der Hersteller stehen, findet die Technische Beratung von Distrelec auf einem hohen Niveau statt. Die Grenze ist jedoch bei Design In-Beratungen für die Großserie erreicht. Unser Vorteil als Distributor ist die Hersteller-unabhängige Beratung: Wir haben die Kunden-Applikation im Fokus und nicht nur eine Marke. Unser Erfahrungsschatz und unsere Marktkenntnis wird offensichtlich wertgeschätzt, denn Distrelec-Kunden greifen gern auf die Beratung für erklärungsbedürftige Produkte zurück.

Geschäftsführer, Distrelec



**OLIVER  
GROPP**

Gerade für erklärungsbedürftige Produkte ist Hy-Line der ideale Partner. Mit deutschem regionalem Support vor Ort bestimmt der Spezialist anhand der Spezifikation des Kunden und der Anforderungen mit ihm gemeinsam das für seine Applikation passende Produkt, konfiguriert das gegebenenfalls oder bildet aus verschiedenen Komponenten ein System. Hy-Line hat ein tiefes technologisches Wissen, spürt Trends auf und verfolgt Innovationen. Das Know-how basiert auf einem breiten wie tiefen Erfahrungsschatz komplexer Projekte in verschiedenen Einsatzfeldern der Industrie: Dadurch gewährleistet Hy-Line einen qualifizierten Support. Hy-Line bringt seinen Kunden die Technik nahe, indem Seminare und Vorträge abgehalten, Artikel und Whitepaper veröffentlicht werden, die das Blickfeld erweitern.

Head of Marketing Communications,  
Hy-Line

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

# SO DENKEN NEURONALE NETZE

Systeme mit Künstlicher Intelligenz (KI) erobern unser Alltagsleben. Sie treffen Entscheidungen, oft ohne unser Zutun. Wie sie das jedoch tun, wussten selbst die Forscher bislang noch nicht.

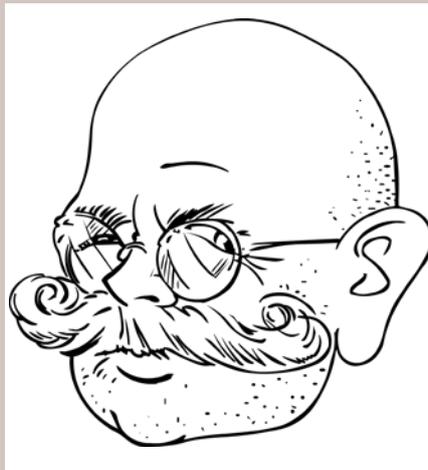
Das ist für medizinisch-diagnostische und sicherheitskritische Bereiche unhaltbar. Nur wer versteht, wie Neuronale Netze funktionieren, warum also ein Pferd als Pferd erkannt wird und nicht als Esel, kann den Ergebnissen vertrauen. Denn die von den vermeintlich hochintelligenten Systemen eingesetzten Lösungswege sind nicht immer nachvollziehbar. Beispielsweise klassifizierte ein renommiertes KI-System Bilder anhand des Kontextes: Es ordnete Fotos der Kategorie Schiff zu, wenn viel Wasser im Bild zu sehen war. Die eigentliche Aufgabe, aus dem Bildinhalt Schiffe zu erkennen, löste es nicht, auch wenn die Mehrzahl der Bilder korrekt identifiziert war.

Die Penetration unseres Berufs- und Privatlebens durch Künstliche Intelligenz beruht auf der Verwendung neuronaler Netze, die – ähnlich der Funktionsweise unseres Gehirns – mathematisch definierte Einheiten miteinander verknüpfen. Sie unterstützen unsere Entscheidungsfindung; diese Hilfestellung für den Menschen („KI-Augmentation“) wird laut dem Forschungs- und Beratungsunternehmen Gartner im Jahr 2021 weltweit 2,9 Bio. US-Dollar Geschäftswert (etwa 2,6 Bio. Euro) und 6,2 Mrd. Stunden Arbeitsproduktivität schaffen. Die Analysten definiert „Augmented Intelligence“ als ein menschenzentriertes Partnerschaftsmodell, bei dem Mensch und KI zusammenarbeiten, um die kognitive Leistungsfähigkeit zu verbessern. Das beinhaltet Lernen, Entscheidungsfindung sowie neue Erfahrungen.

Um nun die Denkweise des Neuronalen Netzes nachvollziehen zu können, haben Forschende des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts (HHI) und der TU Berlin eine Technik entwickelt, die erkennt, anhand welcher Kriterien KI-Systeme

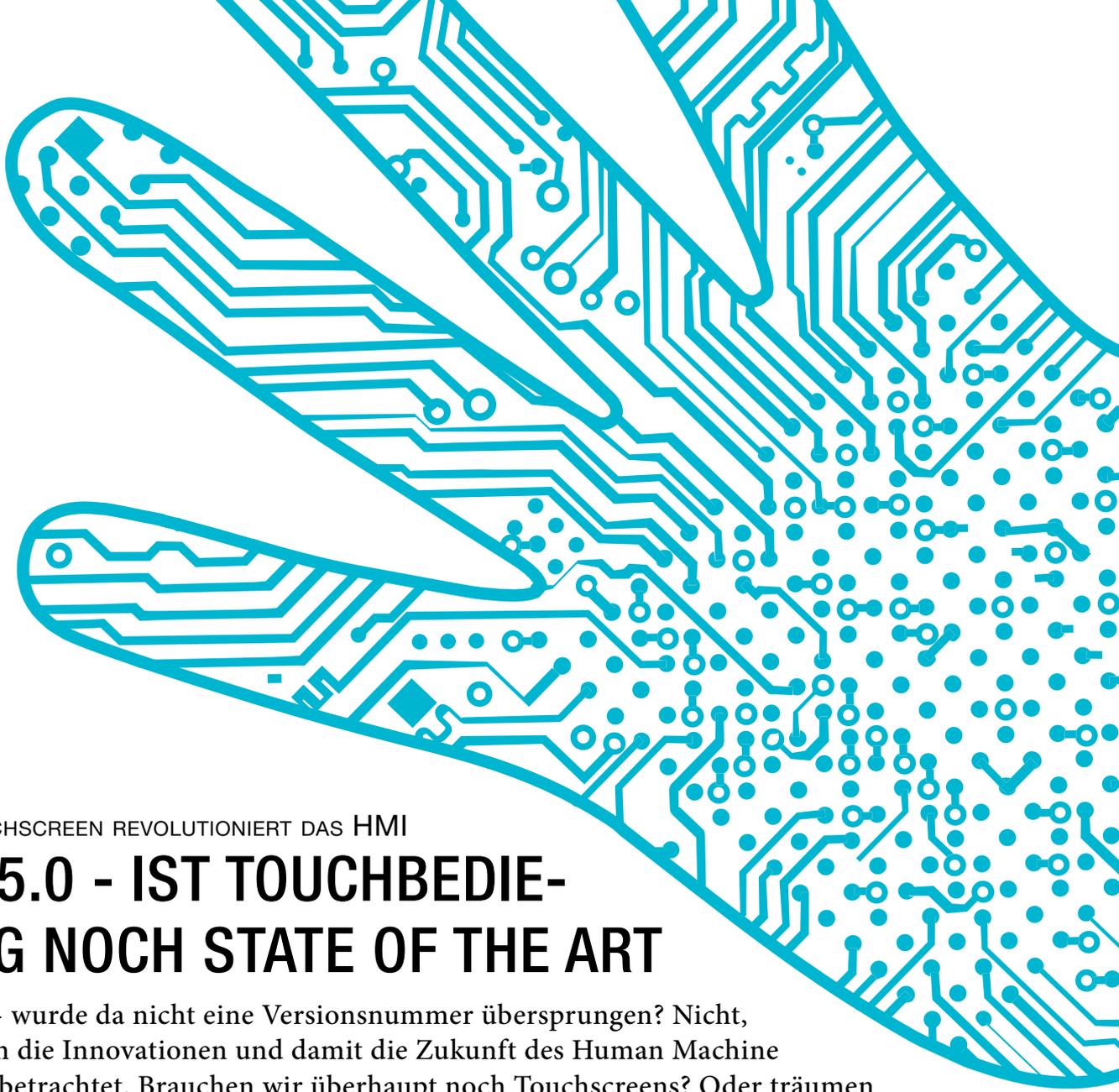
Entscheidungen fällen. Sie nennt sich SpRAY1 (spektrale Relevanzanalyse) und basiert auf der Technik LRP (Layer-Wise Relevance Propagation). An jedem Knotenpunkt des Netzes erkennt sie, wie Informationen durch das Netz fließen. Somit

lassen sich sogar tiefe neuronale Netze untersuchen. In der Praxis identifiziert die Technik einzelne Input-Elemente, die für eine Vorhersage genutzt wurden. Wird also ein Gewebebild in ein KI-System eingegeben, so wird der Einfluss jedes Pixels auf das Klassifikationsergebnis quantifiziert. Die Vorhersage, wie „krebsartig“ oder nicht das Gewebebild ist, wird mit der Angabe der Basis für diese Klassifikation ergänzt. Nicht nur das Ergebnis soll korrekt sein, sondern auch der Lösungsweg. Bislang wurden KI-Systeme als Black Box angewendet. Man hat darauf vertraut, dass sie das Richtige tun. Mit der LRP-basierten Open-Source-Software ist es gelungen, die Lösungsfindung von KI-Systemen nachvollziehbar zu machen, Neuronale Netze und andere komplexe Machine-Learning-Modelle zu visualisieren und zu interpretieren.



Solange es die Elektronikindustrie gibt, begleitet Roland Ackermann sie. Unter anderem als Chefredakteur, Verlagsleiter und Macher des „Technischen Reports“ im Bayerischen Rundfunk prägt er die Branche seit den späten 1950er-Jahren mit.

Die grundsätzliche Problematik ist indessen nicht so neu, wie sich das zunächst anhört; die Frage der „richtigen Entscheidung“ ist so alt wie die Menschheit selbst. Schon seit Anbeginn der menschlichen Zivilisation haben sich unsere Vorfahren mit dem Prozess der Entscheidungsfindung und den Motiven von Entscheidungen beschäftigt. Allerdings findet die Frage, welche Auswirkungen die outgesourceten und automatisierten Prozesse der (womöglich auch noch „ethisch richtigen“) Entscheidungsfindung und des Entscheidens auf Mensch und Gesellschaft haben können, bei der meist technologiegetriebenen Debatte, meines Erachtens noch viel zu wenig Beachtung. Das wäre doch gewiss jeden Denkaufwand wert! □



DER TOUCHSCREEN REVOLUTIONIERT DAS HMI

# HMI 5.0 - IST TOUCHBEDIE- NUNG NOCH STATE OF THE ART

HMI 5.0 - wurde da nicht eine Versionsnummer übersprungen? Nicht, wenn man die Innovationen und damit die Zukunft des Human Machine Interface betrachtet. Brauchen wir überhaupt noch Touchscreens? Oder träumen wir uns unsere Geräte mit dem Gedankeninterface zusammen?

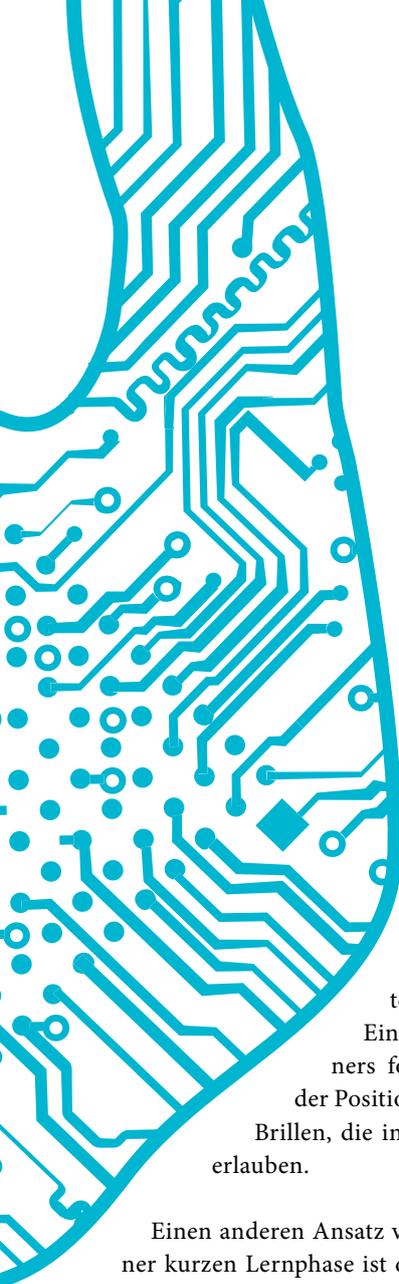
TEXT: Hy-Line BILD: iStock, i000pixels

Vor zwölf Jahren machte das iPhone von Apple mit einem neuen Bedienkonzept Furore. Die Tastatur wurde durch einen Touchscreen ersetzt, die gesamte Vorderseite des Geräts füllt ein riesiger Bildschirm mit einer bislang nicht da gewesenen Pixeldichte. Die Bedienung erfolgt über einen Touchscreen mit projiziert-kapazitivem Feld, das auch mehrere Touchereignisse gleichzeitig erkennen und auswerten kann. Sinnvoll einzusetzen ist diese Technologie nur mit einer völlig neuen Art der Benutzerführung über Software. Tippen, Sliden und andere Gesten mit einem oder zwei Fingern steuern unterschiedliche Funktionen.

Seit dieser Produktvorstellung hat sich die Welt der Ein- und Ausgabe gewandelt. Aus der punktuellen Berührung des

Touchscreens, die genau eine Aktion auslöste, wurden Gesten mit einem oder mehreren Fingern, die komplexe Aktionen auslösen. „Drag and Drop“ oder „Pinch“ funktionieren aus dem Handgelenk, ohne umständlich über Menüs Objekte auszuwählen und eine Aktion zuzuordnen. Diese Umstellung verlangt eine völlig neue darunter liegende Software und damit ein neues Bedienkonzept.

Müssen Aktionen immer durch Berühren eines dem Bildschirm vorgelagerten Touchscreens initiiert werden? Ist es nicht auch denkbar, Bewegungen vor dem Bildschirm auszuwerten? Ja, gleich mehrere Technologien nutzen diese Vorstellung. Für Gesten, die keine besondere Anforderung an die Genauigkeit stellen, eignen sich 3D-Touchsysteme, die Posi-



tionen durch eine Änderung in einem elektrischen Feld bestimmen. Für eine qualitative Bestimmung „Lauter/Leiser“, „Höher/Tiefer“, „Zoom in/Zoom out“ reicht die Auflösung dieser Systeme.

### Alternativen zum Touchscreen

Soll die Position genauer ausgewertet werden, kommen Kameras zum Einsatz, die z.B. den Händen des Bedieners folgen. Die Perfektion in Auflösung der Position bieten die Steuergeräte für AR/VR Brillen, die im System eine feinfühligere Steuerung erlauben.

Einen anderen Ansatz verfolgt das „Eye Tracking“. Nach einer kurzen Lernphase ist das System in der Lage, die Pupillen des Bedieners mit Hilfe von Kameras zu verfolgen. Der „Mausklick“ erfolgt durch Blinzeln. Nach einer Eingewöhnung kann der Bediener ohne den Einsatz der Hände das System bedienen. Anwendungen sind überall dort, wo die Hände gerade nicht frei sind oder steril bleiben müssen.

Ein Trend ist auch die Sprachsteuerung. Apple, Google und Amazon machen es vor: Das Abrufen von Informationen aus dem Internet oder die Steuerung von Geräten im heimischen Wohnzimmer funktioniert ganz einfach auf Zuruf. Dahinter steckt eine künstliche Intelligenz, die in einer Serverfarm des Anbieters steckt. Etwas einfacher ist die Spracheingabe, die mehr oder weniger strikten Syntaxregeln folgt. Sie finden wir im Navigationssystem unseres PKW, „Bitte geben Sie die Adresse ein in der Form Stadt, Straße und Hausnummer“. Das Parsing, also das Zuordnen der eingegebenen Worte zu Feldern in der Datenbank kann ein lokaler Controller durchführen, und die gewünschte Aktion, sei es die Navigation zur Zieladresse oder das Wechseln des Radiosenders, ausführen.

### Visualisierung

Auf der anderen Seite der Interaktion steht die Ausgabe, die meistens ein Display erledigt. Auch dort schreitet die Technik voran. Wiederum getrieben durch die Stückzahlen des Massenmarktes erscheinen OLED mit brillanter Darstellung und einer durch den enormen Kontrast hervorragenden Bildqualität. In bestimmten Anwendungen scheinen sie der LCD-Technologie den Rang abzulaufen, auch wenn sie prinzipbedingt einem Alterungsprozess unterliegen, der durch Nachlassen der Helligkeit sichtbar wird. TFT kontert mit Quantum Dots,

[www.display-elektronik.de](http://www.display-elektronik.de)

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda  
Tel. 060 43 - 988 88-0 · Fax 060 43 - 988 88-11

NEWSLETTER: [www.display-elektronik.de/newsletter.html](http://www.display-elektronik.de/newsletter.html)

die unter Namen wie „QLED“ in den Markt drängt und einen hohen Farbumfang mit leuchtenden Farbtönen verspricht. Noch im Laborstadium befinden sich Schirme mit Mikro-LEDs, die der LED-Technologie zu einer Renaissance verhelfen und sie von der reinen

Lichtquelle für TFTs zur Bildquelle an die Front rücken lässt. Die Fertigung großer Bildschirme mit hoher Auflösung ist fertigungstechnisch für die Serie noch nicht gelöst, Prototypen zeigen jedoch das große Potential, das diese Technologie aufweist.

Zurück zum HMI: Der Anwender von heute darf ein durchgängiges Konzept erwarten. Nicht eine Technologie alleine führt zum Erfolg, sondern die Kombination. Die Abbildung macht die Beteiligung der Sinne deutlich. Ein Human-Machine-Interface muss eine schlüssige Eingabefunktion anbieten, die viele Sinnesorgane anspricht. Zu den beschriebenen Touchsystemen kommt die haptische Rückmeldung, die dem Bediener über den Tastsinn auf direktem Wege die erfolgreiche Eingabe signalisiert. Sie könnte auch akustisch über einen Piepser erfolgen, was jedoch in lauter Umgebung unter Umständen im Lärmpegel untergeht. Das Display stellt mit hoher Auflösung die gewünschten Informationen ergonomisch dar. Einen entscheidenden Anteil hat jedoch die Benutzerführung, die die Software vornimmt („GUI“ = Graphical User Interface“). Sie legt fest, wie Informationen präsentiert werden, durch

Farben, Formen, Anordnung auf dem Bildschirm und Darstellung in Relation zueinander.

## HMI 5.0 ist die nächste Revolution

Was bedeutet jetzt HMI 5.0? Der Begriff beschreibt die umfassende Interaktion des Menschen mit dem System mithilfe aller Sinne. Neue Methoden kommen auf den Markt, z.B. für die Eingabe die Erkennung von 3D-Gesten, die Spracherkennung, das Eye Tracking. Für die Ausgabe steigt die Bedeutung der haptischen Rückmeldung, die das Manko gängiger Touchscreens kompensiert, und die dreidimensionale Visualisierung mit Hologrammen oder Brillen. Durch leistungsfähigere Grafikkarten sind Brillen für AR und VR bezahlbar geworden. Zunächst getrieben durch Computerspiele, haben VR-Brillen ihre Berechtigung bereits im Simulator-Training gefunden, wo sie den Bediener optisch und akustisch in eine realistische Szene versetzen. Der Kommunikationskanal zwischen Mensch und Maschine ist breiter geworden: Sehen und gesehen werden – mit Bildausgabe und Eye-Tracking; hören und gehört werden – mit Tonausgabe und Spracheingabe; tasten und fühlen – mit Touchscreen und haptischem Feedback. Nur Riechen und Schmecken fehlen noch in diesem Reigen.

## Fazit

Ist Touchbedienung noch State of the Art? Diese Frage kann man ganz klar mit „Ja“ beantworten. Trotz vieler neuer Technologien wird der Touchscreen noch längere Zeit den Ton angeben. Eine wichtige Rolle darüber hinaus wird die umfassende, multi-sensuelle Kommunikation des Menschen mit dem Computer spielen, die wir HMI 5.0 nennen, und die sich nicht nur auf Tastatur/Touchscreen und Bildschirm beschränkt. Auch wenn einigen Technologien noch nicht der Durchbruch in die Breite gelungen ist, stehen sie als Werkzeug bereit, dem Anwender eine neue User Experience zu ermöglichen. Mit ihrer Unterstützung ist er bestens präpariert, wenn es um die Implementierung von Software für Künstliche Intelligenz (KI) oder Machine Learning (ML) geht. □

Lichttechnik mit Zukunft

# „LED oder OLED — wer gewinnt?“



LED oder OLED – beide Technologien eröffnen neue Möglichkeiten bei der Beleuchtung im Industrie und Heimbereich. Auch im Displaydesign haben diese Technologien ihre Vor- und Nachteile. Wer wird das Rennen im Industriebereich machen, erläutert in einem Kurzinterview Rudolf Sosnowsky von Hy-Line?

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Bernhard Haluschak, E&E **BILD:** Hy-Line

**LEDs und OLEDs als Leuchtmittel versuchen im Industriebereich zu punkten. Wie ist der aktuelle Status-Quo der beiden Technologien?**

In der Industrie sind heute immer noch Edge-Backlights mit weißen LEDs weit vertreten, bei Sonderanwendungen mit großem Farbraum auch mit Farbkonverter. LEDs sind zuverlässig, bieten große Helligkeit und lange Lebensdauer, OLED-Displays haben besseren Kontrast, sind aber empfindlich gegen Alterung („Einbrennen“).

**Micro-LEDs gelten als neue vielversprechende Lichtquellen. Wo steht diese Lichttechnologie aktuell?**

Mikro-LEDs haben sich noch nicht etabliert. Als Backlight können sie bei Platzproblemen in kompakten Geräten oder als Scanning Backlights mit vielen Feldern für gesteigerten Kontrast bei TFTs eingesetzt werden. Für ein direktes Display ist die Großserienfertigung wegen des Transfers vom Wafer auf das Applikationsdisplay noch schwierig.

„LEDs sind zuverlässig, bieten große Helligkeit und lange Lebensdauer, OLED-Displays haben besseren Kontrast, sind aber empfindlich gegen Alterung.“

**Welche Lichttechnologie ist für Videowände geeignet?**

Als Direktdisplay empfehlen sich LEDs für großformatige Videowände, die aus Einzelmodulen aufgebaut und nahezu beliebig skalierbar sind.

**Für welches Einsatzgebiet werden OLEDs bevorzugt eingesetzt?**

Die (AM-) OLED-Technologie ist hauptsächlich im Consumer-Markt für große (TV-) und kleine (Mobiltelefon-) Displays vertreten. Die Verfügbarkeit und Praxistauglichkeit für die Industrie ist aber limitiert.

**Ein Blick in die Zukunft. Was kommt nach der LED und OLED?**

Viel versprechend sind Quantum dots, die bislang nur als Farbfilter im TFT eingesetzt werden und blaues in rotes und grünes Licht umwandeln. Später sollen sie als selbst Licht emittierendes Material in einem Display ohne Flüssigkristall eingesetzt werden. □



Interview mit Lapp-Vorstand

## „Wir agieren oft wie ein Start-up“

Die Basis für Innovation setzt sich bei Lapp aus interdisziplinären Teams, Eigenverantwortung und Kooperationen zusammen, wie Georg Stawowy, Vorstand Technik und Innovation bei Lapp, berichtet. Im Interview verrät er, wie das Unternehmen radikale und disruptive Ideen ans Ziel bringt.

**TEXT:** Georg Stawowy, Lapp **BILD:** Wolfram Scheible, Lapp

### Wie entsteht Innovation bei Ihnen im Unternehmen?

Georg Stawowy: Innovation war für uns schon immer wichtig, das belegt unser Leitbild. Allerdings stammt dieses aus einer Zeit, in der Lapp vor allem inkrementelle Innovationen hervorbrachte. Das sind zum Beispiel Leitungen mit speziellen Eigenschaften, etwa einem größeren Temperaturbereich. Innovation heißt bei Lapp oft, eine Speziallösung für ein bestimmtes Kundenproblem zu entwickeln. Wir warten aber keineswegs nur ab, bis ein Kunde mit einem Problem kommt, sondern erweitern unser Produktsortiment gezielt so, dass der Kunde alles findet, was er braucht. Dazu orientieren wir uns am Prinzip des Minimum Viable Portfolio, angelehnt an die Idee des Minimum Viable Product. Damit ist das Sortiment gemeint, das mindestens notwendig ist, um als Anbieter akzeptiert zu werden. Dazu eine Analogie: Angenommen, Sie sind zu einer Hochzeit eingeladen und brauchen dringend einen neuen Anzug, außerdem ein passendes Hemd und möglichst auch eine Krawatte dazu. Sie suchen also ein Modegeschäft, in dem Sie Anzug, Hemd und Krawatte bekommen – das ist für Sie das Minimum Viable Portfolio, also das Angebot, das dieser Laden mindestens anbieten muss. Auf Lapp übertragen heißt das: Wer eine Ölflex-Steuerleitung kauft, braucht meist auch Steckverbinder und Kabelverschraubungen sowie Kabelmarkierungen. In der Lebensmittel- und Getränkeindustrie kommt außerdem ein Kunststoffdeckel dazu, um Steckverbindersockel während Reinigungsvorgängen abzudecken. In anderen Branchen gelten andere Anforderungen, da sieht das Minimum Viable Portfolio anders aus.

### Welche Auswirkungen hat das auf das Innovationsmanagement?

Bei Lapp hat sich in den letzten fünf Jahren viel getan beim Thema Innovation. Für radikale und disruptive Innovationen, die neue Technologien und Geschäftsmodelle erfordern, haben wir den neuen Innovation-for-Future-Prozess entwickelt. Wir haben dafür drei Voraussetzungen definiert, die parallel zu erfüllen sind: Das Innovationsteam muss eine technische Lösung entwickeln, es muss mit mindestens einem potenziellen Kunden sprechen und es muss einen Business Model Canvas erstellen. Doch das sind nur die Formalien. Der entscheidende Unterschied ist die Rolle des Managements. Statt bisher nur in definierten Intervallen Ja oder Nein zu einem Entwicklungsstand zu sagen, sind Führungskräfte künftig als Ideengeber und Unterstützer – neudeutsch: Enabler – gefragt. Sie knüpfen für das Innovationsteam Netzwerke und stellen das Budget bereit, womit nicht nur Geld gemeint ist, sondern auch zeitlicher >

- > Freiraum. Nach wie vor nutzen wir aber auch den klassischen Stage-Gate-Prozess. Dabei durchläuft ein Innovationsprojekt bestimmte definierte Reifephasen; am Ende jeder Phase werden Zielkriterien geprüft. Stage Gate hat nach wie vor seine Daseinsberechtigung und funktioniert hervorragend bei der inkrementellen Entwicklung von Produkten, die zum Kerngeschäft gehören, und es ist im Innovation for Future Prozess enthalten.

### Welche neuen Produkte oder Geschäftsmodelle sind auf diese Weise entstanden?

Zwei ganz aktuelle Beispiele sind die Innovationen Cloudmarking und Predictive Maintenance. Cloudmarking hilft, Label zum Markieren von Leitungen in einer Kabelkonfektion leichter zuordnen zu können. Mittels Design-Thinking hat ein Innovationsteam von Lapp eine Lösung entwickelt, bei der der Maschinenbauer die Informationen für die Markierungen in eine Cloud lädt, wo sie der Konfektionär herunterladen und ausdrucken kann. Das Befestigen geht anschließend viel schneller und Fehlerquellen werden minimiert. Nun entwickeln wir dafür eine Software und rechnen mit einem großen Interesse unserer Kunden. Bei Predictive Maintenance haben wir uns gefragt, wie man die Alterung und die Ausfallwahrscheinlichkeit einer Leitung vorhersagen kann, ohne dass man an der Leitung selbst etwas ändern muss. Die Technik funktioniert, nun entwickeln wir zusammen mit Kunden ein passendes Geschäftsmodell.

### Wie wichtig ist dabei Kooperation?

Das Not-invented-here-Syndrom gab es bei Lapp noch nie. Niemand weiß und kann alles selbst, deshalb kooperieren wir intensiv mit Partnern in der Wissenschaft, anderen Unternehmen und natürlich Kunden. Wir haben einen Technologiebeirat mit vier Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen eingerichtet, die sich mit dem obersten Führungskreis viermal im Jahr über Technologietrends austauschen. Die Mitglieder besuchen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen und erarbeiten gemeinsam die Technologiestrategie von Lapp. Außerdem arbeiten wir mit Innovationsexperten wie Launchlabs als Sparringspartner zusammen; dabei ist der Ansatz zum Innovation-for-Future-Prozess entstanden.

### Wie motivieren Sie Mitarbeiter, eigene Ideen einzubringen und voranzutreiben?

Wir sind ein mittelständisches Familienunternehmen; dieser Umstand prägt unsere Unternehmenskultur seit jeher. Eigenverantwortung, Entscheidungsfreiheit und Kreativität sind unter unseren Mitarbeitern wesentlich stärker ausgeprägt als hierarchisches Denken. Damit lässt sich die „Last“ neuer Ideen und sich ändernder Denkstrukturen auf alle verteilen, denn das ist ohnehin bei uns schon immer geübte Praxis. Lapp ist dementsprechend sehr dezentral aufgestellt. Wir sind es gewohnt, in lokalen Projekten zu denken und zu handeln, die unsere Teams vor Ort in weitgehender Eigenverantwortung umsetzen. Wir haben kurze, unbürokratische Entscheidungswege und agieren über weite Strecken wie ein Start-up.

### Welche Freiräume brauchen Mitarbeiter?

Bei Lapp ist es üblich, dass wir Projektgruppen aus Mitarbeitern mit unterschiedlichen Expertisen bilden, etwa Ingenieure, IT-Experten, Marketingleute und Kollegen aus dem Finanzbereich. Es entstehen dabei viele neue Ideen, die nur durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit möglich werden. Die Mitglieder der Projektteams lernen viel voneinander. Wir entwickeln neue Produkte und Services also nicht von oben herab. Es entstehen neue Strukturen und Prozesse, und ganz nebenbei eignen sich unsere Mitarbeiter zusätzliche Kompetenzen an. □

WIESO SCRUM NACH HANDBUCH IN DER EMBEDDED-ENTWICKLUNG NICHT FUNKTIONIERT

# Nicht stur dem Lehrbuch folgen

Um im Embedded-Umfeld erfolgreich agil zu entwickeln, müssen neben den Scrum-Grundlagen die Besonderheiten des komplexen Zusammenspiels von Hardware und Software von der Planung bis zum Test berücksichtigt werden. Die Lösung ScrumBedded verspricht hier Erfolg.

TEXT: Microconsult BILD: iStock, Infadel

Bei Embedded-Projekten legt man für gewöhnlich im Vorfeld eine grobe Architektur fest. Entwickelt man für Single- oder Multicore-Prozessoren? Wie viele Cores werden dabei benötigt? Und wie hoch ist die ungefähre Leistungsfähigkeit des Ziel-Controllers? Geht es um ein Bare-Metal- oder um ein RTOS-basiertes Design? Kommt dabei eine generische Produkt-Plattform zum Einsatz? Entsteht ein Einzelprodukt oder entwickelt man ein Teil einer Produktfamilie? Erst wenn diese Fragen zufriedenstellend beantwortet und die zugehörigen Eckdaten festgelegt sind, ist es für das Expertenteam sinnvoll, mit den Entwicklungssprints und so mit der agilen Entwicklungsmethodik zu beginnen.

## Agile Embedded-Rollen

Zu den klassischen Scrum-Rollen wie Product-Owner, Scrum-Master und Scrum-Team kommen in der Embedded-Entwicklung noch viele weitere Rollen hinzu, darunter Hardware-Entwickler, System-Architekt, Entwickler von Low-Level-Treibern, Gesamtsystem-Tester, Anwenderdoku für das Gesamtsystem, Gesamt-Projektleiter sowie Produktmanager. Zu jeder dieser einzelnen Rollen sollten Schnittstellen bestehen, die in der agilen Entwicklung angepasst werden müssen. Ohne diese Anpassungen entstehen zu große Reibungsverluste, und oft führt das zum Scheitern des kompletten agilen Ansatzes. Hier ist Überzeugungsarbeit zu leisten und gegenseitiges Vertrauen zu schaffen, um den Erfolg der agilen Entwicklung zu ernten.

## Herausforderungen im agilen Test

Das agile Testen im Embedded-Umfeld ist eine harte Nuss. Hier hilft nur eine Dual-Targeting-Strategie, die das Testen einerseits auf der Entwicklungsplattform (1) und andererseits in der Target-Umgebung (2) zum Ziel hat. Die zeitliche Synchronisierung der potentiell lieferbaren Produktinkremente am Ende der Sprints mit der Versionierung der Target-Plattform (inklusive Evaluierungsboards, Pilot-Hardware, Produktversion, Bugfixes in der Hardware, etc.) ist ebenso wichtig wie das Festlegen des Umfangs von hardware-abhängigen Tests. Ein kontinuierlicher Systemtest, in den inkrementell weitere Funktionalität einfließen kann, stellt die ideale Konstellation dar.

## Agiles Entwicklungsframework nach Maß

Scrum-Entwicklung nach Lehrbuch funktioniert in den wenigsten Fällen. Doch das Rad neu zu erfinden ist auch keine Lösung. Übernehmen Sie aus bestehenden Frameworks so viel wie notwendig, doch gleichzeitig auch so wenig wie möglich. Das Sammeln von eigenen Erfahrungen ist in der Embedded-Entwicklung essentiell.

## Test-Driven Development

Das Dual-Targeting ermöglicht Test-Driven Development für Embedded-Systeme auch, wenn sich die Target-Hardware noch in der Entwicklung befindet. Vom ersten Tag an wird die



# sps

smart production solutions

30. Internationale Fachmesse  
der industriellen Automation

Nürnberg, 26. – 28.11.2019  
sps-messe.de



## Bringing Automation to Life



### Praxisnah. Zukunftsweisend. Persönlich.

Finden Sie praxisnahe Lösungen für Ihren spezifischen Arbeitsbereich sowie Lösungsansätze für die Herausforderungen von morgen.

**Registrieren Sie sich jetzt!**

**Ihr 30 % Rabattcode: SPS19BESV11**

[sps-messe.de/eintrittskarten](http://sps-messe.de/eintrittskarten)

Software so designt, dass sie auf mindestens zwei Plattformen lauffähig ist. Auf der Entwicklungsplattform müssen dazu viele Hardwareabhängigkeiten der Target-Hardware simuliert werden; dafür lässt sich die entstehende Software kontinuierlich zum Beispiel auf dem PC testen und später mit der echten Hardware verifizieren.

Im TDD-Cycle wird der Test zuerst entworfen und geschrieben, dann wird Funktionalität implementiert und getestet, schließlich refaktoriert, um der stückweise entstandenen Software eine bessere Architektur einzuhauchen, ohne die Funktionalität zu verändern. Um dies zu überprüfen, wird zum Abschluss des TDD-Cycles nochmals der Test ausgeführt, erst dann geht der Cycle in eine neue Runde. Nach Scrum lassen sich Backlog-Items bis auf Tasks der Größenordnung "ein Mann" oder "ein Tag" herunterbrechen. Das ist die Schnittstelle, an der TDD, obwohl unabhängig vom verwendeten Projektframework, wunderbar mit Scrum zusammenwirkt.

Der TDD-Testplan bricht die zu erledigenden Tasks inklusive des dazugehörigen Tests auf kleine Schritte herunter. Die Umsetzung dieser Schritte setzt die Tasks in die Tat um und verifiziert ihre Qualität. Das Test-Driven Development für Embedded-Systeme nutzt dieses Verfahren intensiv und ermöglicht eine deutliche Qualitätssteigerung durch frühes kontinuierliches Testen. Um die Besonderheiten der agilen Entwicklung in der Embedded-Welt zu beschreiben, haben wir bei MicroConsult den Begriff „ScrumBedded“ eingeführt. Er umfasst mit einem Wort die Erweiterungen des Standard Scrum-Frameworks. Dazu zählen die Erstellung der System-Grobarchitektur, System-Stories, Synchronisationspunkte zwischen Software- und Hardware-Entwicklung, die erweiterten Rollen wie den System-Architekten und den Umgang mit dem Hardware-Bottleneck, der durch die gleichzeitige Entstehung von Software und Hardware besonders beim Testen schwierig ist. ScrumBedded steht damit im Mittelpunkt der agilen MicroConsult-Seminare. □



**mesago**  
Messe Frankfurt Group

BREITES EINSATZSPEKTRUM FÜR LINE-IMAGE-SENSOREN

# Rundumorientierung dank leistungsfähiger Augen

Das Einsatzspektrum von Bildsensoren reicht von industriellen und wissenschaftlichen Anwendungen, bis hinein in den privaten Bereich. Mit Line-Image-Sensoren lassen sich neue Anwendungen in Bereich Hinderniserkennung von autonom fahrenden Geräten realisieren.

**TEXT:** Petra Adamik, freie IT-Journalistin aus München **BILDER:** Unitronic; iStock, Ultima\_Gaina

Bildverarbeitung ist ein wesentliches Element vieler industrieller Anwendungen. In den vergangenen Jahren haben deshalb verschiedene Bildsensoren eine rasante Weiterentwicklung durchlaufen. Auf diese Weise konnten zahlreiche Lösungen für unterschiedliche Branchen und Einsatzgebiete optimiert werden. Bildverarbeitungssensoren kommen für das Barcode-Scanning, beispielsweise in der Warenwirtschaft oder der Logistik ebenso zum Einsatz, wie in der Verkehrsüberwachung, zum Beispiel für die Erkennung von Kennzeichen oder Verkehrsschilder. Aber auch die Führung von Robotern in der „smarten“ Fabrik ist ohne Bildsensoren nicht denkbar. Darüber hinaus werden diese Komponenten in der visuellen Bildverarbeitung (Machine Vision) benötigt. Intelligente Haushaltshelfer, wie etwa der Saugroboter, verwenden ebenfalls Bildsensoren, um ihren Weg durch die Räume zu finden und ganz speziell um Hindernissen auszuweichen.

## Industrie 4.0 braucht Bildsensoren

Die Sensoren mit visuellen Eigenschaften gelten auch als wesentliches Element für zahlreiche Einsatzszenarien im Umfeld von Industrie 4.0 sowie des „Internet of Things“ (IoT). So kom-



Entwicklungsboard mit einem LiDAR-Sensor hilft bei der Realisierung autonom fahrender Fahrzeuge.

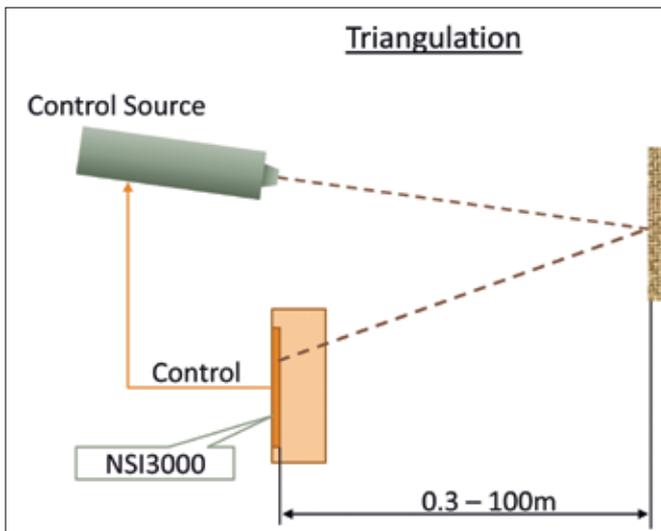


men Bildsensoren vielfach bei Applikationen zum Einsatz, die im Umfeld des Edge-Computing genutzt werden, das als Architekturkonzept für das IoT gilt. Dafür werden Computer-Anwendungen, Daten und Dienste vom zentralen Rechenzentrum an den äußeren Rändern eines Netzwerks verlagert. Das ermöglicht es, Daten ressourcenschonend an Endgeräten vor Ort zu verarbeiten und von dort aus in die Cloud zu übertragen. Intelligente Sensoren und Sensornetze sind dabei ein wichtiges Grundelement, um die reibungslose Erfassung, Verarbeitung und den Transport der ermittelten Messwerte und Daten sicherzustellen. Egal welche Anwendung – jede hat ihre spezifischen Anforderungen an die eingesetzten Bildsensoren. So verlangen einige Einsatzfelder eine sehr hohe Bildwiederholrate, andere wiederum eine hohe Lichtempfindlichkeit. Manche Anwendungen verlangen höchste Detailgenauigkeit, weshalb in diesem Umfeld Bildsensoren mit sehr hoher Auflösung erforderlich sind.

### Zuwachs für Sensor2Cloud-Portfolio

Unitronic verfügt bereits seit geraumer Zeit über ein Sensor2Cloud-Portfolio, das ein breites Anwendungsspektrum abdeckt. Ihre

Lösungspalette haben die Düsseldorfer jetzt um den NSI3000 von Newsight Imaging erweitert. „Hierbei handelt es sich um einen neuartigen Line-Image-Sensor für Anwendungen, welche die Welt in ganz anderer Perspektive erfassen soll“, klassifiziert Eduard Schäfer, Leiter der Sensorabteilung bei Unitronic das neue Produkt. „Dieses stellt einen Wendepunkt bei den Vision-Lösungen für die Automobilindustrie, die Robotik sowie Drohnen, aber auch für Industrie 4.0 dar.“ Der Sensor basiert auf der CMOS-Technologie und arbeitet mit hochempfindlichen Pixeln. Aufgrund seiner Eigenschaften, kann der aktuelle Sensor die teureren CCD-Sensoren (Charge-Coupled Device) ablösen, die heute noch in vielen Anwendungen Verwendung finden. Dem Hersteller zufolge ist der Bildsensor für programmierbare Abtastgeschwindigkeiten mit einer hohen Bildrate von bis zu 40.000 Frames Per Second (FPS) ausgelegt. Das verbessert Analysen und Reaktionen auf Ereignisse in unterschiedlichen Einsatzfeldern. Der NSI3000 wurde speziell für LiDAR-Anwendungen entwickelt. Diese Lösungen sind beispielsweise essenziell für das „Autonome Fahren“ und unterstützen Fahrzeuge- dabei, Hindernisse sicher erkennen zu können. Eine Studie des Beratungsunternehmens Frost & Sullivan geht davon aus, dass zahlreiche Automobilhersteller auf LiDAR als zentrale Komponente für das automatisierte Fahren setzen. In der Studie "Automotive LiDAR Market for Adas and Automated Driving, Global 2016" prognostizieren die Analysten, dass bis zum Jahr 2025 das kontaktlose, beziehungsweise das Solid-State-LiDAR flächendeckend in den Markt drängt. Die Nachfrage nach 3-D-Mapping und Bildgebung, einer verbesserten Gesamtleistung, automatisierter Verarbeitung von graphischer Datenerfassung und autarken Sensoren mit guten Dämmerungseigenschaften seien Faktoren, welche die Entwicklung und Annahme von LiDAR-Sensoren in Sensoreinheiten von Fahrerassistenzsystemen für automatisierte Fahrzeuge vorantreiben, heißt es in der Studie.



So funktioniert die LiDAR-Distanz-Messung in der Theorie.

## Hohe Auflösungen integriert

Das neue Produkt der Sensor2Cloud-Familie ist für dieses Aufgabengebiet prädestiniert. Der Bildsensor verwendet acht Zeilen mit jeweils 2.048 Pixeln, die aus vier Zeilen mit  $4 \mu\text{m} \times 8 \mu\text{m}$  Pixeln und vier Zeilen mit  $4 \mu\text{m} \times 4 \mu\text{m}$  Pixeln bestehen. Der Container aus großen Pixeln sorgt für eine hohe Empfindlichkeit, während die kleinen Pixel ein feines Signal mit einer effektiven Auflösung von bis zu 8.192 Pixel bei geringer Verlustleistung und kompakter Größe liefern können. Der Sensor verfügt über eine konfigurierbare synchronisierte 10 bis 12 Bit Parallelausgangsschnittstelle sowie eine proprietäre und I2C-Schnittstellen. Darüber hinaus verfügt der Sensor über ein integriertes CDS zur Rauschunterdrückung bei festen Mustern, Umgebungslicht-Subtraktion sowie über einen On-board-Testmodus. Das optimiert die Erfassung von Messwerten und führt zu deutlich besseren Analysen.

Anwendungsbereiche für den Sensor liegen im Bereich von Machine Vision Applikationen, wie Roboter-LiDAR, Barcodeleser, Industrie 4.0 und Automotive. Die hohe Zahl der Pixel ermöglicht eine detailreiche Auflösung von Messwerten. Der NSI3100 Bildsensor unterstützt programmierbare Datenübertragungsgeschwindigkeiten mit einer hohen Bildrate und liefert zudem eine automatische Belichtungssteuerung. Damit wird bei nahen Objekten eine Sättigung vermieden, während sich die Empfindlichkeit gegenüber entfernten Objekten erhöht. Auf diese Weise lassen sich realitätsnahe und praxisorientierte Werte in einem breiten Radius ermitteln. Die automatische Spitzenerkennung für die Triangulation und die Konfiguration pro Bild ermöglicht zudem eine spontane Reaktion auf Ereignisse. Aufgrund dessen können mit dem NSI3100

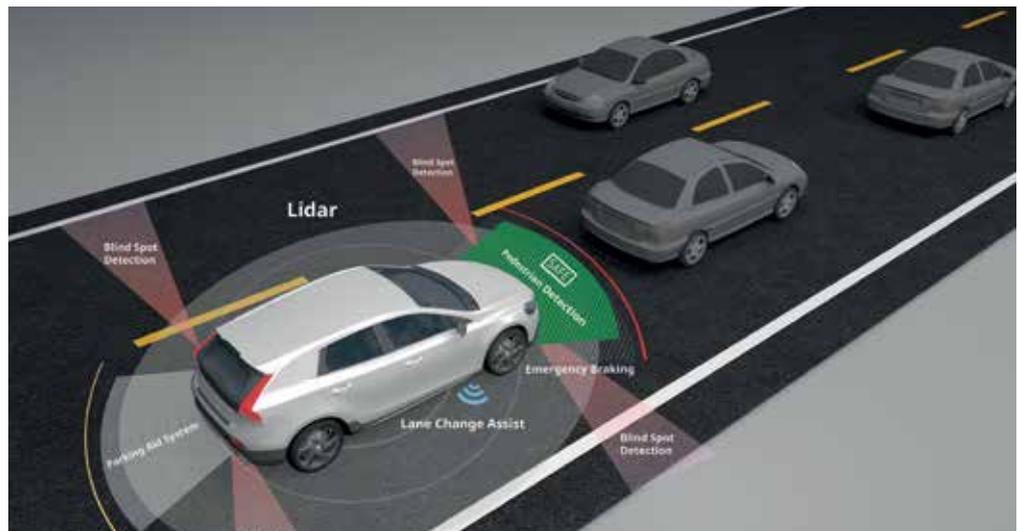
zahlreiche Lösungen im Bereich des autonomen Fahrens, aber auch in der Logistik oder bei intelligenten Haushaltshelfern realisiert werden.

## Bildsensor für LiDAR-Anwendungen

„Mit den neuen Bildsensoren von Newsight Imaging können Unternehmen kosteneffiziente Lösungen für volumenstarke und wettbewerbsintensive Märkte entwickeln“, charakterisiert Eduard Schäfer die Einsatzfelder des Sensors. Durch den geringen Stromverbrauch sei er auch sehr gut für wieder aufladbare und batteriebetriebene Produkte geeignet. Unitronic sieht den NSI3100 auch im Einsatz, wenn hohe Leistungen gefordert sind, beispielsweise wenn intensive Algorithmen und Berechnungen gefordert werden. Die von Newsight verwendete Technologie kombiniert auf einem Chip digitale Verarbeitung mit analogen Einheiten. Wesentliche Merkmale seien eine große Genauigkeit, hohe Auflösung und Empfindlichkeit, wodurch die neue Sensor-Generation das Anforderungsprofil von Großserien abdecke, so der Anbieter. „Als Zielmärkte für unsere CMOS-Line-Image Sensoren sehen wir beispielsweise visuelle Sicherheitslösungen bei LiDAR Anwendungen für die Automobilindustrie, denn sie bieten auf einer Plattform höchste Empfindlichkeit, Leistung und Genauigkeit“, sagt Eduard Schäfer.

So unterstützt eine Hinderniserkennung den Fahrer, um den notwendigen Abstand zu anderen Fahrzeugen oder sonstigen Gefahren einzuhalten. Der Sensor bietet die Möglichkeit, den individuell gewünschten Abstand zu den Fahrzeugen vor oder hinter einem Objekt einzustellen. Wird der vorgegebene Wert überschritten, erhält der Lenker automatisch visuelle

Das 3D-Laser-LiDAR ermöglicht eine sichere Orientierung von autonomen Fahrzeugen im dichten Straßenverkehr.



Informationen des Bordcomputers. Der Entfernungsalarm soll dem Fahrer helfen, mit Hilfe der 3D-Bildgebungstechnologie die Geschwindigkeit und Entfernung abzuschätzen. Diese visionsbasierte, intelligente Technologie wird in aktiven und passiven Fahrzeugsicherheitssystemen verwendet, die Kameras für die Abstandsmessung einsetzen. Aufgrund der höheren Auflösung, die der Line-Image Sensor bietet, ist eine bessere Objekterkennung möglich und wird auch Anwendungen wie Rückwärtsfahren, Nachtsicht und Spurhalten optimieren.

## Reinigungsroboter und Drohnen im Einsatz

Autonome Haushaltsgeräte, wie beispielsweise Service-Wisch- und Staubsaugroboter, erfreuen sich in privaten Haushalten, aber auch im gewerblichen Bereich, immer größerer Beliebtheit. Die intelligenten Helfer arbeiten ebenfalls mit Bildsensortechnologien. Das ermöglicht die präzise Erkennung von Hindernissen und erlaubt es beispielsweise dem Saugroboter, bestimmte Objekte bei seinem Reinigungsprozess zu umfahren. Um ihren Reinigungsjob in der erwünschten Qualität zu bewältigen, sind diese Geräte darauf angewiesen, hochauflösende Bilder und genaue Daten über die Objekte und deren Entfernung zu erhalten, um Kollisionen und mögliche Beschädigungen an kostbaren Möbeln zu vermeiden. Der CMOS-Bildsensor-basierte Chip ermöglicht auch in Drohnen eine effizientere, zuverlässigere und präzisere Echtzeit-Bildverarbeitung. Hersteller der Flugkörper sind beispielsweise verpflichtet, eine hochpräzise Georeferenz von 3D-Bildern und Kartenfunktionen zu liefern. Dafür kommt die Landvermessungstechnik Laser LiDAR zum Einsatz, die auf hochpräzisen Laserscannern basiert. Diese ermöglichen die genaue Positionierung und Ausrichtung eines Laserstrahls, wenn er auf

ein Objekt trifft. Drohnen, die etwa für die Erstellung einer Echtzeit-Geländekarte verwendet werden, müssen aus großer Höhe verlässliche Bilder über eine Landschaft und die darin vorhandenen Objekte liefern. „Die neuen CMOS-Image-Sensoren in unserem Portfolio verfügen über die Empfindlichkeit und Auflösung, die in diesem Umfeld zwingend notwendig ist“, bringt es Eduard Schäfer auf den Punkt. „Damit lassen sich in Echtzeit und mit ultrahoher Auflösung fundierte Luftdatenkarten erstellen, die als Basis für Entscheidungen und daraus resultierende Maßnahmen dienen können.“

## LiDAR und was dahinter steckt

LiDAR steht für „Light Detection And Ranging“. Dabei handelt es sich um ein optisches Messverfahren zur Ortung und Messung der Entfernung von Objekten. Es ähnelt es dem Radarverfahren. Allerdings werden bei LiDAR anstelle von Mikrowellen Ultraviolett-, Infrarot- oder Laser Strahlen des sichtbaren Lichts (daher LiDAR) verwendet. Die Methode wird zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung, aber auch zur Fernmessung atmosphärischer Parameter verwendet. LiDAR-Systeme senden Laserimpulse aus und detektieren das zurückgestreute Licht. Aus der Lichtlaufzeit der Signale wird die Entfernung zum Ort der Streuung berechnet. Wolken- und Staubteilchen in der Luft streuen das Laserlicht und ermöglichen eine hochauflösende Detektion und Entfernungsmessung. Je nach Wellenlänge des verwendeten Laserlichts sind LiDAR-Systeme entsprechend empfindlich für Partikelrückstreuung. Die Stärke der Rückstreuung bei einer Wellenlänge hängt von der Partikelgröße und Konzentration ab. Mit LiDAR-Systemen, die mehrere Wellenlängen nutzen, kann daher die genaue Größenverteilung der atmosphärischen Partikel bestimmt werden. □

T

i

B

CODE COVERAGE BEI EMBEDDED DEVICES

# Das richtige Maß beim Testen

Die Messung der Code Coverage ist bei Embedded-Systemen zunehmend wichtig, erfordert aber etwas Erfahrung. Denn es gibt gerade bei kleinen Targets ein paar Hürden, die zu überwinden sind. Mit den richtigen Ansätzen und geeigneten Werkzeugen ist die Messung der Testabdeckung jedoch ohne übermäßige Aufwände möglich. Acht Tipps aus der Praxis helfen beim Start.

**TEXT:** Klaus Lambertz, Verifysoft Technology **BILD:** iStock, macgyverhh

Die Messung der Testabdeckung, auch als Code Coverage bezeichnet, wird auch bei Embedded-Systemen immer wichtiger. Denn gerade diese Devices sind in vielen Fällen sicherheits- oder geschäftskritisch. Geschäftsprozesse basieren auf IoT-Geräten, Patienten verlassen sich auf intelligente Insulinpumpen, die Avionik in der Luftfahrt ist ohne Embedded-Systeme längst nicht mehr denkbar. Diese Liste ließe sich fast endlos fortsetzen. Mit der Kritikalität der verschiedenen Devices steigen die Anforderungen, die an Sicherheit, Zuverlässigkeit und Funktionalität gestellt werden müssen.

Viele Normen tragen dem Rechnung und fordern explizit die Erfassung der Testabdeckung im Rahmen der Produktverifizierung. Besonders Einsteigern erscheint die Messung der Code Coverage extrem komplex und aufwändig. Beachtet man jedoch einige grundlegenden Aspekte, lichtet sich der Dschungel schnell. Denn Code Coverage ist nicht gleich Code Coverage. Welche Ansätze am besten zum Tragen kommen, hängt stets vom konkreten, individuellen Projekt ab. Sind diese Rahmenbedingungen erst einmal formuliert, wird auch die Messung der Testüberdeckung überschaubar und handhabbar.



# 1

## Erwartungen klarstellen

Oft ist den Unternehmen nicht ganz klar, was sie von der Code Coverage zu erwarten haben. Klar muss sein, dass die Code Coverage nicht dazu dient, den Code zu verbessern. Ihr Zweck ist es zu ermitteln, ob der Code komplett getestet wurde und ob die Testfälle vollständig waren. Damit dient die Code Coverage eher der Verbesserung des Testings – und nicht zuletzt natürlich des Nachweises über die erfolgten Tests.

# 2

## Testtiefe bestimmen

Es gibt zahlreiche unterschiedliche Testabdeckungsstufen. Als Daumenregel gilt dabei: Je aussagekräftiger eine Testabdeckungsstufe ist, desto größer ist der Aufwand, diese zu erreichen. Und damit steigen natürlich auch die entstehenden Kosten. Leider machen nur wenige Normen wie etwa DO-178C in der Luftfahrt oder ISO 26262 in der Automobilbranche konkrete Vorgaben, welche Code-Coverage-Stufe wann benötigt

wird. Deswegen ist es wichtig, bereits im Vorfeld des Testings festzulegen, welcher Code nach welchen Kriterien getestet werden soll. Dabei ist es unter Umständen sinnvoll, sich an den oben genannten Normen zu orientieren und den Testumfang an der Kritikalität des Systems auszurichten.

# 3

## Testumfang festlegen

Eine vollständige Code Coverage bedeutet zunächst, dass 100 Prozent der vorgegebenen Teststufe erreicht wurden. Das ist jedoch meist nur im sicherheitskritischen Bereich notwendig. Oft reicht die Information, dass ein Code-Bereich nicht von den Tests erreicht wurde, um einen Fehler zu erkennen. Zudem sollte man nicht unreflektiert der 100-Prozent-Quote nachhaken. Denn dabei entstehen oft redundante Tests, die bereits getesteten Codes nochmals durchlaufen und so zu mehr Aufwand führen – aber nicht zu neuen Erkenntnissen. Vor allem in unkritischen Anwendungsbereichen gilt: Zwischen „zu wenig“ und „vollständig“ liegt die Stufe „ausreichend“.

# 4

## Sprachspezialist oder Generalist

Es gibt zahlreiche Code-Coverage-Analyser – von kostenlosen Werkzeugen wie etwa das GNU Coverage Testing Tool gcov, das Bestandteil des GNU Compiler Collection (GCC) ist, bis hin zu umfassenden Lösungen wie Testwell CTC++, die die Unterstützung unterschiedlicher Sprachen bieten. In Unternehmen, in denen unterschiedliche Sprachen zum Einsatz kommen, ist eine übergreifende Lösung zu empfehlen. So können Entwickler und Tester in einer einheitlichen Oberfläche arbeiten und müssen sich nicht mit unterschiedlichen Tools vertraut machen. Zum Sprachumfang sollte auf jeden Fall C, C++ und Java gehören, da diese im Embedded-Bereich am weitesten verbreitet sind.

# 5

## Speicher sparen

Eine Hürde bei der Code Coverage von kleinen Targets ist der verfügbare Speicher, da der Code zur Messung der Testabdeckung zunächst instrumentiert werden muss. Dabei werden Zähler in den Code eingefügt. Zudem muss auf dem zu testenden Target eine Bibliothek implementiert werden, die unter anderem die Datenübertragung an einen Host übernimmt. Die Zähler werden in der Regel als globale Arrays im Datenspeicher abgelegt. Vor allem bei sehr knapp dimensionierten Targets kann das zu Problemen führen. Wie sich die Instrumentierung konkret auswirkt, muss im Einzelfall am Projekt ermittelt werden. Abhilfe schafft ein auf Embedded-Devices spezialisierter Code-Coverage-Analyser, der so sparsam wie möglich instrumentiert. Reicht das noch nicht, kann die Code Coverage für jeden Abschnitt separat erfasst werden. Als dritte Methode lassen sich die Zähler verkleinern. Diese sind üblicherweise 32 Bit groß, können aber auch auf 16 oder acht Bit reduziert

werden. Allerdings sollte hierbei bedacht werden, dass kleinere Zähler beim Testing überlaufen können. Reicht die Information, dass ein Code-Bestandteil durchlaufen wurde, können auch 1-Bit-Zähler eingesetzt werden.

# 6

## Ein Auge auf die CPU

Nicht nur der Speicher ist bei vielen Embedded-Devices sparsam kalkuliert, auch der Prozessor hat oft nur geringe Reserven. Die Instrumentierung wirkt sich aber auch auf den Prozessor aus. Hierbei kann es passieren, dass das definierte Timing nicht mehr eingehalten wird; dies kann unter Umständen zu fehlerhaften Programmabläufen führen. Besonders die Bus-Kommunikation ist hierfür anfällig. Ob durch die leicht höhere Prozessorlast Probleme auftreten, kann leider im Vorfeld nicht zuverlässig prognostiziert werden. Mögliche Effekte zeigen sich erst am konkreten Projekt. Abhilfe schafft hier die Entlastung durch kleinere Zähler oder durch partielle Instrumentierung.

# 7

## Automatisierung

Immer mehr Tests werden automatisiert. Das ist durchaus sinnvoll, denn manuelle Eingriffe stellen immer eine potenzielle Fehlerquelle dar und verursachen zudem signifikante Kosten. Besonders bei der agilen Entwicklung mit Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD) ist die Automatisierung des Tests am Build-System gefordert. Das bedingt jedoch, dass der eingesetzte Code Coverage Analyzer sich in die Tool-Chain und das Build-System integrieren lässt. Auch sollte der Analyzer unabhängig vom eingesetzten Compiler arbeiten. Ausgefüllte Dashboards und Frontends sind hier eher vernachlässigbar. Gerade bei großen Entwicklungsprojekten kann auf

automatisierte Tests und die automatische Erfassung der Code Coverage kaum verzichtet werden.

# 8

## Bündelung der Ergebnisse

Code Coverage erzeugt zunächst einmal große Mengen an Daten. Jeder Bereich im Testing – Unit-Tests, Modul-Tests, Funktionstests und dergleichen – liefert eigene Angaben zur Code Coverage. Um ein vollständiges Bild zu erhalten,

sollten diese Informationen aggregiert werden. Dabei obliegt es dem Code Coverage Analyzer, diese Informationen sinnvoll und interpretierbar aufzubereiten. Zudem sind diese Daten wichtig im Rahmen einer eventuell notwendigen Zertifizierung oder bei Audits. Steht für die relevante Zertifizierung ein Qualifikation-Kit für den Code Coverage Analyzer zur Verfügung, kann einem dies die Arbeit erheblich vereinfachen.

## Fazit

Die Messung der Code Coverage ist nicht trivial, aber auch nicht zu komplex. Somit gibt es kaum einen guten Grund, auf dieses Instrument zu verzichten – auch im unkritischen Bereich. Denn die Testabdeckung hilft auf mehreren Ebenen: Zum einen können die Tests und Testverfahren optimiert werden, was in einigen Fällen zu erheblichen Kosten- und Zeitvorteilen führen kann. Zum anderen stellt das Unternehmen sicher, dass die Produkte angemessen getestet wurden und in einer bestimmten Mindestqualität bei den Kunden ankommen. Denn einen gravierenden Fehler der IT-Industrie sollten die Embedded-Systems-Anbieter nicht wiederholen: Bananen-Software, die beim Kunden reift. Das werden die Käufer von Embedded-Devices nicht akzeptieren. Schon gar nicht, wenn es sich etwa um medizinische Produkte, oder ECUs im Automotive-Bereich handelt. □

## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Alpha-Numerics	58	Mesago Messe Frankfurt	41
Altium	24	MES Electronic	15
Automation24	31	Microconsult	40
Becker & Müller	25	Mitsubishi Electric	59, U4
Beta Layout	27	Phoenix Contact	U2
Börsig	31	Phoenix Testlab	21
Bürklin	31	Rogers Germany	64
Conec	17	Rutronik	3, 19, 32
Conrad	29	Schukat electronic	32
Display Elektronik	35	Semikron	65
Disrelec	32	Stäubli	19
EBM-Papst	54	Traco Electronic	57, 60
Elma	17	Unitronic	42
Emtron	55	Verifysoft Technology	46
EU Automation	28	Vogt Verbindungstechnik	17
Fischer Elektronik	Titel, 8, 17	Wago	14, 20
Harting	13, 17, 19	Weidmüller	20
Hy-Line	32, 34	Wibu	50
IBM Research	6	Würth Elektronik	23
Ineltek	63	Yamaichi	17, 20
Isabellenhütte	5		
Lapp	38		

## IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller

**Head of Value Manufacturing** Christian Fischbach

**Redaktion** Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Anna Gampenrieder (-923), Ragna Iser (-898), Demian Kutzmutz (-937)

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

**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Klement Bezdeka (-899), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Veronika Muck (-919), Maja Pavlovic (-917); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2019

**Sales Services** Isabell Diedenhofen (-938), Ilka Gärtner (-921), Franziska Gallus (-916); sales@publish-industry.net

**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing), Alexandra Zeller (Product Manager Magazines),

**Herstellung** Veronika Blank-Kuen

**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machlfinger Straße 7, 81379 München, Germany  
Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

**Geschäftsführung** Kilian Müller

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

**Abonnement** Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 9 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompendum.

**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@vuserice.de

**Gestaltung & Layout** Schmucker-digital, Lärchenstraße 21, 85646 Anzing, Germany

**Druck** Firmengruppe APPL, aprinta druck, Wemding

**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 FSC®-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.

Mitglied der Informations-gemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IWV), Berlin



# Geschützte Technologiedaten sicher lizenzieren und abrechnen

Hackerattacken richten sich heute mehr und mehr gegen Industrieunternehmen. Ziel der Angreifer ist es, an die kritischen Firmendaten zu gelangen, um diese dann meistbietend zu veräußern oder missbräuchlich zu verwenden. Wie sich Unternehmen wirksam vor Datendieben schützen können, beschreibt dieser Anwenderbericht.

TEXT: Marco Blume, Wibu-Systems BILDER: Wibu-Systems; iStock, ValeryBrozhinsky

Die unterschiedlichen Hackerattacken, über die in den letzten Jahren die ausgiebig Medien berichteten, zeigen, dass sich die Angriffe nicht auf einen Bereich konzentrieren, sondern dass beliebige Industriezweige betroffen sind. Beispielsweise waren in diesem Jahr mehrere deutsche DAX-Konzerne in der Chemie- und Pharmabranche das Ziel von Hackern und im März 2019 gab es eine Cyber-Attacke mit Lösegeldforderung auf den norwegische Aluminium-Riese Norsk Hydro. Bereits 2015 hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das „Nationale Referenzprojekts zur IT-Sicherheit in Industrie 4.0“, kurz „IUNO“, mit Fördergeldern unterstützt. Das Projekt lief von 2015 bis 2018 und hatte zum Ziel, Bedrohungen und Risiken zu erkennen und geeignete Abwehrmaßnahmen zu entwickeln und umzusetzen.

Aus Industrie und Forschung haben sich 21 Projektpartner zusammengefunden, um Anwendungen in der Industrie 4.0 einschließlich Demonstratoren zu erarbeiten. Das Ergebnis heute sind Anwendungen in den Bereichen Fernwartung

mit „Sichere Dienste“, kundenindividuelle Produktion mit „Sichere Prozesse“, Technologiedatenmarktplatz mit „Sichere Daten“ und visueller Security-Leitstand mit „Sichere Vernetzung“. Die Zusammenarbeit von Trumpf Werkzeugmaschinen und der Wibu-Systems zum Thema Schutzmaßnahmen für sichere Daten führte zu einem übergreifenden Technologiedatenmarktplatz. Am Beispiel von Werkzeugmaschinen wird gezeigt, wie Daten zu jeder Zeit auf sichere Weise über einen Technologiedatenmarktplatz ausgetauscht, genutzt und abgerechnet werden können.

Nur mit entsprechenden Technologiedaten können Werkzeugmaschinen sicher betrieben werden. Diese Daten

bilden die Grundlage für die Durchführung und Steuerung des eigentlichen technologischen Bearbeitungsprozesses, beispielsweise wie ein Laser ein definiertes Rohmaterial wie Metallbleche schneidet. Ein Grundumfang an Technologiedaten für Standardanwendungen gehört zu einem Produktionssystem, das der Hersteller zusammen mit der Maschine ausliefert. Ändern sich Randbedingungen wie Rohmaterial, geforderte Prozessqualität oder Bearbeitungsgeschwindigkeit, so sind Anpassungen oder auch neue Technologiedatensätze notwendig. Solche neuen



Technologiedaten können nur mit notwendiger Qualifikation und Personal- und Materialaufwand erstellt werden. Der Trend zu immer kleineren Losgrößen, steigender Variantenzahl und Einsatz von Sondermaterialien fordern eine bedarfsgerechte Verwendung unterschiedlichster Technologiedatensätze in der Fertigung.

### Prozessbeteiligte des Technologiedatenmarktplatzes

Es gibt den Technologiedatenhersteller, den Technologiedatenmarktplatzbetrei-

ber und den Maschinenbetreiber. Der Technologiedatenhersteller generiert die Daten, die bei der Auslieferung einer Maschine an einen Maschinenbetreiber für verschiedene Anwendungen zur Verfügung stehen und bietet diese später über den Technologiedatenmarktplatz an. Der Betreiber des Technologiedatenmarktplatzes ist für den Handel der Technologiedaten verantwortlich und regelt das Angebot und die Nachfrage zwischen den Teilnehmern des Marktplatzes. Damit nimmt er eine wichtige Rolle ein, denn sowohl der Hersteller als auch der Betreiber müssen ihm zur Abwicklung der Bezahlung und der Lieferung vollstes Vertrauen schenken können. Der Maschinenbetreiber kann die nötigen Technologiedaten für seine Maschine über den Technologiedatenmarktplatz kostengünstig in Form ei-

ner bedarfsgerechten Lizenz kaufen, anstatt sich an die Technologiedaten durch umfangreiche Entwicklungstätigkeit heranzutasten.

Ein Technologiedatenmarktplatz kann nur erfolgreich sein, wenn sowohl Angebot und Nachfrage vorhanden sind als auch sichere Daten garantiert sind, das heißt jeder Zeit müssen das geistige Eigentum, die Bezahlabwicklung und der Nutzungsprozess gesichert sein. Zusätzlich muss die unberechtigte Nutzung oder Weitergaben der Daten verhindert werden, jedoch die Nutzung der legal erworbenen Lizenz sichergestellt sein. Dabei dürfen natürlich die Daten selbst nicht klar lesbar oder ohne die passende Lizenz nutzbar sein. Die Daten stellen das schützenswerte Gut des Technologiedatenherstellers, genauer gesagt des Lizenzgebers, dar.

Im Forschungsprojekt wurden die Technologiedaten für die gesamte Kette vom Technologiedatenhersteller über den Technologiedatenmarktplatz bis zur Anwendung im Programmiersystem und auf der Maschine geschützt. Der dafür entwickelte Know-how-Schutz verhin-



CodeMeter stellt Herstellern verschiedene Bauformen als Secure Elements zur Verfügung.

dert den unberechtigten Zugriff sowie die Weiterverwendung der Daten und erlaubt den sicheren Einsatz in der Fabrik und die bedarfsgerechte Abrechnung.

### Sichere Verschlüsselung und Lizenzierung

Die Schutztechnologie CodeMeter von Wibu-Systems mit der Schutzhardware CmDongle als Secure Element kommt im Projekt zum Einsatz. Sicherheitsrelevante Daten werden verschlüsselt abgelegt. Die Technologiedaten für Werkzeugmaschinen können nur mit gültiger Lizenz genutzt werden. Neben der Verschlüsselung bietet CodeMeter eine flexible Lizenzierung, was Technologiedatenherstellern erlaubt, zeit- oder verbrauchsabhängige Konzepte umzusetzen, beispielsweise Pay-per-Use-Konzepte oder Abo-Modelle.

Vorteilhaft ist der Einsatz eines CmDongles, denn er bietet ein hohes Schutzniveau und eine einfache Handhabung, denn beispielsweise kann ein Service-Techniker bei Bedarf bequem den CmDongle von einer Maschine auf eine andere umstecken. Die CmDongles gibt es industrietauglich in verschiedenen Speichergrößen und Bauformen für Schnittstellen wie USB, SD, microSD, CFast, CF oder als ASIC im

kleinen VQFN-Gehäuse mit USB- und SPI-Schnittstelle. Alle zur Verfügung stehenden Bauformen enthalten einen fälschungssicheren SmartCard-Chip mit moderner und starker Kryptographie.

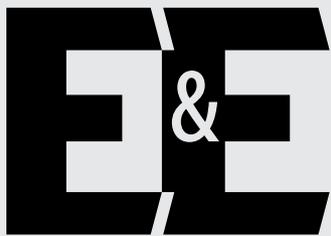
Für einen hohen Sicherheitsgrad bei CodeMeter sorgen moderne und sichere Verschlüsselungsverfahren wie die symmetrische Verschlüsselung AES (Advanced Encryption Standard) und die asymmetrische Verschlüsselung ECC (Elliptic Curve Cryptography) oder RSA. Die Technologiedaten können nur entschlüsselt und genutzt werden, wenn die passenden Einträge im SmartCard-Chip des CmDongles gespeichert sind. Diese Dateneinträge werden ausschließlich vom Marktplatzbetreiber programmiert und können nicht durch einen Unberechtigten dupliziert werden. So wird die Integrität der Daten stets gewährleistet.

Das Tool CodeMeter License Central, das direkt an den Technologiedatenmarktplatz angebunden ist, erzeugt, liefert und verwaltet unterschiedliche Lizenzen und erlaubt darüber hinaus detaillierte Auswertungen. Mit diesem Tool können Unternehmen jederzeit die Nutzung ihrer Technologiedaten über ein sicheres Ticket verkaufen und dabei auf einfache Weise von flexiblen Lizenzmodellen profitieren.

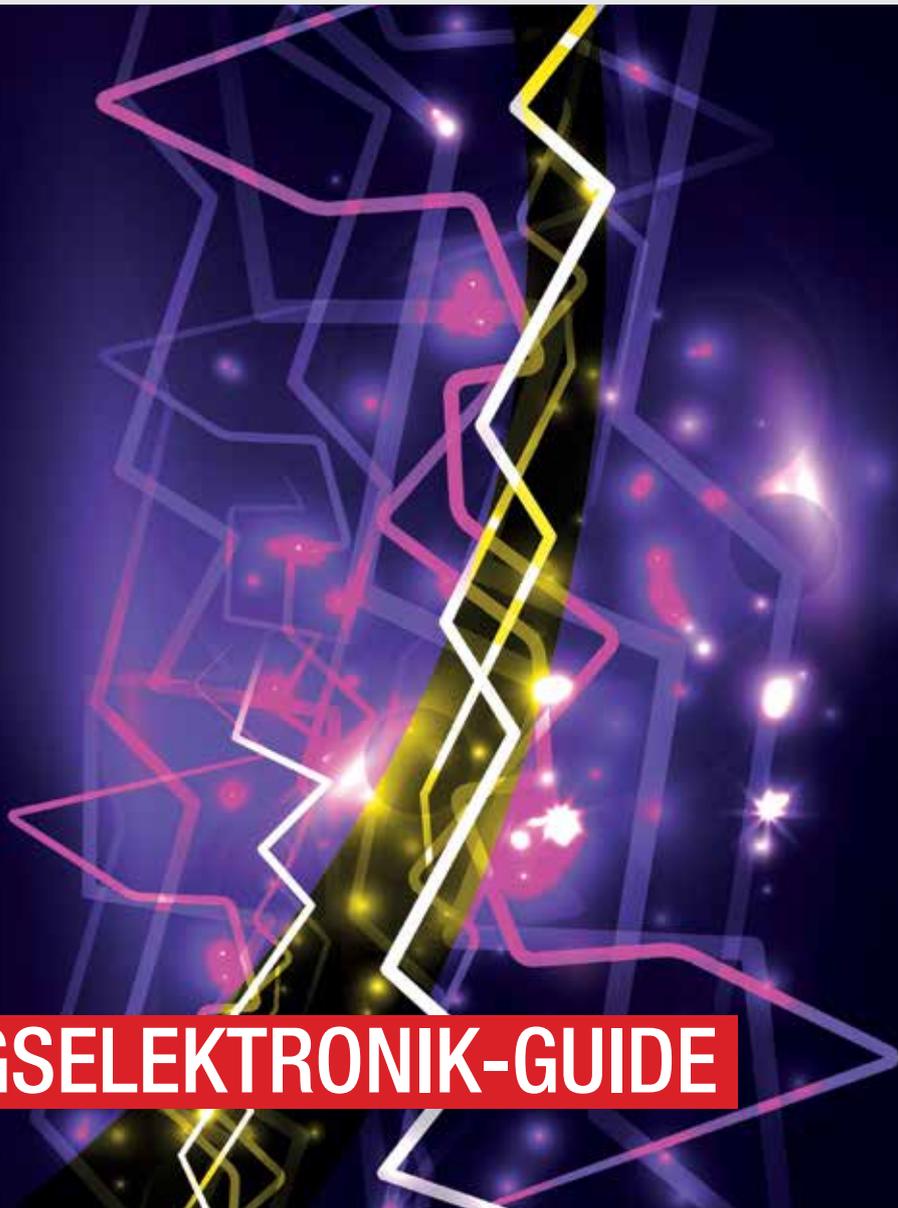
### Technologiedatenmarktplatz und ein Cocktailmixer

Im Rahmen des IUNO-Projekts entstand ein automatischer Cocktailmixer, dessen Rezepturen die Technologiedaten darstellen und somit das schützenswerte Gut sind. Nur mit gültiger Lizenz können die Technologiedaten genutzt werden; die Schlüssel und Nutzungsrechte dafür sind im CmDongle gespeichert.

Sobald die Lizenz für das vom Kunden gewünschte Cocktail-Rezept ausgewählt, mit Bitcoin bezahlt und auf den Mixer samt Lizenz und Schlüssel übertragen wurde, beginnt die Zubereitung des Cocktails. Im industriellen Kontext kann dieses Szenario beispielsweise auch für Maschinenparameter oder Baupläne für 3D-Drucker verwendet werden. Das ganze System verhält sich datenagnostisch; es ist also aus technologischer Sicht irrelevant, um welche Art von Daten es sich handelt. Damit ist ein hersteller- und systemübergreifender Einsatz möglich, der unterschiedliche Kunden und Umgebungen ins selbe System einbindet. Auf verschiedenen Messen oder internen Veranstaltungen kam der Cocktailmixer zum Einsatz und die Kunden und Messebesucher konnten sowohl ihren Cocktail als auch die Lizenzierung dahinter kennen lernen. □



ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK



# LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE

BILD: ISTOCK, ANTIHOCK

## NETZRÜCKWIRKUNGEN

Netzstörungen mit aktiver  
PFC vermeiden ..... S. 54

## FIRMENPROFIL

ALPHA-Numerics ..... S. 58

## FIRMENPROFIL

Mitsubishi Electric Europe .... S. 59

## STABILE STROMVERSORGUNG

Sichere Medizintechnik  
durch Standards ..... S. 60

## FIRMENPROFIL

Rogers Germany ..... S. 64

## FIRMENPROFIL

Semikron International .... S. 65

publish  
industry  
verlag

NETZRÜCKWIRKUNGEN DURCH AKTIVE GLEICHRICHTUNG VERMEIDEN

# Bitte nicht Stören

Gängige Kühlkonzepte in Rechenzentren basieren auf Luftzirkulation. Allerdings sind die eingesetzten Lüfter in Bezug auf Netzurückwirkungen, Oberschwingungen oder Verzerrungsblindleistung nicht unproblematisch. Aber mit einer aktiven PFC in Ventilatoren lassen sich Netzstörungen und Überdimensionierung der Stromversorgung vermeiden.

TEXT: Martin Bürkert, EBM-Papst BILDER: EBM-Papst; iStock, Oleksandr Hruts

Bei der in Rechenzentren unerlässlichen Kühlung ist heutzutage ein energiebewusstes Verhalten unerlässlich. Energieeffiziente Ventilatoren mit moderner EC-Technologie können hierzu viel beitragen. Dank integrierter aktiver Gleichrichtung (PFC) erfüllen dreiphasig gespeiste GreenTech EC-Ventilatoren die hohen Anforderungen, die in Rechenzentren bezüglich der Netzurückwirkungen beziehungsweise des Oberschwingungsgehaltes des Aufnahmestroms gelten. Somit können diese Anforderungen ohne Zusatzkomponenten erfüllt oder eine Überdimensionierung der Stromversorgung (für die Bereitstellung von Verzerrungsblindleistung) vermieden werden.

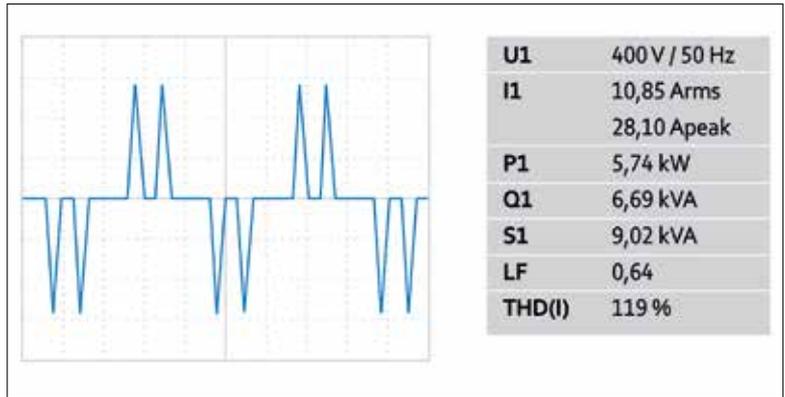
Die Welt braucht energiesparende Lösungen, angefangen bei Leuchtmitteln bis hin zu elektrischen Antrieben. Bereits die Anpassung der Drehzahl von Antriebssystemen auf die tatsächliche Drehmoment-/Leistungsanforderung spart unnötigen Energieeinsatz. Durch die Verwendung von effizienten EC-Motoren erschließen sich zudem weitere Einsparpotentiale, was der Umwelt und dem Geldbeutel des Betreibers gleichermaßen zugutekommt. Diese an sich sehr begrüßenswerte Entwicklung hat jedoch einen Haken: Die in aller Regel nicht sinusförmigen sondern puls förmigen und phasenverschobenen Aufnahmeströme der neuen Energiespargeräte erzeugen zusätzliche Verluste in den Generatoren, Leitungen und Transformatoren der eingesetzten Energieversorgung. Die durch Phasenverschiebung und Oberschwingungsströme verursachte Blindleistung muss bereitgestellt werden. Vor allem bei sogenannten Inselnetzen, zum Beispiel in einem Rechenzentrum, wird das zum unerwünschten Kostenfaktor. Hier gilt es, Abhilfe zu schaffen.



## Netzurückwirkungen durch Oberschwingungen

Die Stromversorgung eines Rechenzentrums besteht im Wesentlichen aus den Komponenten Netzeinspeisetrafo, USV-Anlage und Notstromgenerator. Diese Komponenten müssen eine zuverlässige Energieversorgung (durch Redundanz) gewährleisten. Die Bereitstellung von zusätzlicher Blindleistung bedingt jedoch eine leistungsseitig größere Auslegung aller an der Stromversorgung beteiligten Komponenten. Eine solche unnötige Überdimensionierung ist aus Kostengründen unerwünscht. Energieverbrauchsoptimierte EC-Ventilatoren haben nun aber – genauso wie frequenzumrichterergeregelter Asynchronmotoren –

Netzurückwirkungen durch Oberschwingungen bei zwei Ventilatoren mit 3 kW Leistung.



aufgrund ihrer Schaltungstechnik ohne Zusatzmaßnahmen keine sinusförmige, sondern eine pulsartige Stromaufnahme. Jede Abweichung von einer sinusförmigen Stromaufnahme bedingt Stromüberschwingungen welche in Summe zu einer sogenannten Verzerrungsblindleistung führen. Diese belastet das Versorgungsnetz zusätzlich und führt zu erhöhten Verlusten in allen an der Stromversorgung beteiligten Komponenten.

Die Abbildung zeigt als Beispiel den Aufnahme-Strom einer Serverkühlung mit zwei parallel geschalteten Ventilatoren mit jeweils ca. 3 kW Aufnahmeleistung. Die Blindleistung liegt mit 6,69 kVA hier über der Wirkleistung mit 5,74 kW, der Leistungsfaktor, also der Quotient Wirk- zu Scheinleistung, liegt bei schlechten 0,64 und die gesamtharmonische Verzerrung des Stroms (THD(I)) bei knapp 120 %. Das bedeutet, dass die geometrische Summe aller Oberschwingungsströme größer ist als die Grundschwingung selbst. Dass solche Ströme alle in der Stromversorgungskette notwendigen Komponenten – also Transformatoren, USV-Anlage, Generatoren und auch die Leitungen – stark belasten, kann man sich leicht vorstellen. Die Verzerrungsblindleistung muss am Einspeisepunkt vorgehalten werden. Im Inte-

resse einer optimalen Auslegung der Stromversorgung und des Backup-Systems soll die Stromverzerrung möglichst gering sein, also der Leistungsfaktor nahe 1 liegen.

### Ein Ausflug in die Welt der Normen

Dafür reichen die von der in üblichen Industrieanlagen geltenden Norm EN 61000-3-2 geforderten Werte nicht aus. Sie klassifiziert Geräte bis zu einem Phasenstrom von 16 A und definiert für diese Klassen Grenzwerte für die Oberschwingungsströme. Ventilatoren fallen unter die Gerätegruppe A, zu der neben symmetrischen dreiphasigen Geräten zum Beispiel auch Haushaltsgeräte gehören. Je höher die Aufnahme-Strome werden, umso schwieriger wird es, die Grenzwerte der Klasse A einzuhalten, da es sich um absolute Grenzwerte handelt (also nicht relativ zur Leistung), welche für die einzelnen Ordnungen des Stromüberschwingungsspektrums definiert sind. Ab einem bestimmten Aufnahme-Strom helfen dann nur noch aktive Filterlösungen. Bei dreiphasigen Geräten sind diese jedoch recht aufwendig und für „normale“ Industrieanwendungen wirtschaftlich nicht attraktiv. Vermutlich deshalb sind dreiphasige Geräte mit Leistungen über



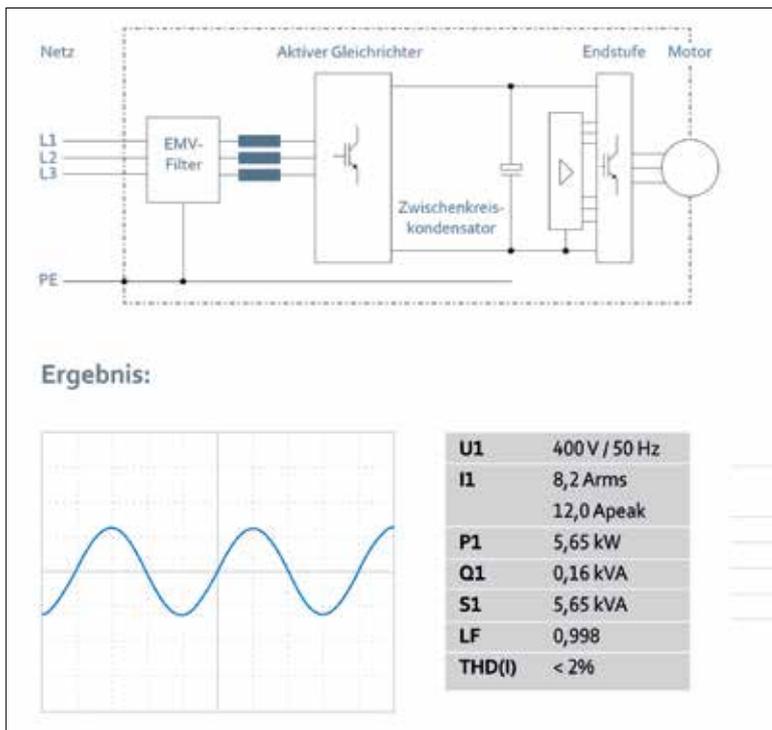
A FORTEC GROUP MEMBER

**KOMPETENZ, DIE ELEKTRISIERT.**

[WWW.EMTRON.DE](http://WWW.EMTRON.DE)

### ELEKTRONIK DISTRIBUTION MIT BERATUNGSEXPERTISE

Wir verstehen Branchen und Anforderungen anwendungsbezogen und beraten unsere Kunden bei der spezifischen Auswahl von Stromversorgungs-lösungen herstellerunabhängig. EMTRON ist stets Ihr verlässlicher Partner bei der präzisen Bestimmung und schnellen Beschaffung der optimalen Produkte.



Verringerung von Netzurückwirkungen durch aktive Gleichrichtung. Ein dreiphasiges Aktiv PFC ist in der Elektronik des EC-Motors integriert.

1 kW in der Norm nicht berücksichtigt. Das führt dazu, dass es für dreiphasige Geräte mit Leistungen von 1 bis circa 10 kW schlicht keine Grenzwerte gibt.

Werden allerdings mehrere Geräte, für die als Einzelgeräte keine Grenzwerte gelten, zusammengeschaltet und der Phasenstrom liegt im Bereich zwischen 16 A und 75 A, gilt dann eine weitere Norm: Die EN 61000-3-12 definiert die Grenzwerte für einzelne Ordnungen des Stromoberschwingungsspektrums und die gesamtharmonische Verzerrung des Stroms. Interessant dabei ist, dass die zulässigen Werte von der Netzqualität abhängen. Je „weicher“ die Netze sind – je höher also der komplexe Innenwiderstand des Netzes ist – umso niedriger liegen die Grenzwerte für den Oberschwingungsgehalt des Stromes. Das ist auch verständlich, denn ein nichtlinearer Strom verzerrt die Spannungsform umso stärker, je höher der Innenwiderstand des Netzes ist. Um dann die Forderungen zu erfüllen, sind auch für klassische dreiphasig versorgte Frequenzumrichter Maßnahmen notwendig. Da man in Industrienetzen überwiegend von einem niedrigen Innenwiderstand ausgehen kann, gilt nach EN 61000-3-12 für den Oberschwingungsgehalt (des Aufnahmestroms) ein Grenzwert von 48 Prozent.

## Netz- und Zwischenkreisdrossel als Notlösung

Dieser Wert, der allerdings den Bedürfnissen heutiger Rechenzentren keineswegs genügt, lässt sich etwa durch Vorschalten einer Netzdrossel einfach erreichen. Die Drossel braucht al-

lerdings Platz und es ist eine zusätzliche Verkabelung notwendig. Für das Beispiel mit 2 Ventilatoren mit je circa 3 kW lassen sich mit einer 2-prozentigen Netzdrossel für den Leistungsfaktor circa 0,9 und die Gesamtharmonische Verzerrung des Aufnahmestroms THD(I)-Werte von circa 45 Prozent erreichen.

Integriert man eine Zwischenkreisdrossel in die Leistungselektronik, lassen sich sogar etwas bessere Werte erreichen: Mit zum Beispiel einem Leistungsfaktor von circa 0,94 und einem THD(I)-Wert von 34 Prozent sind die Forderungen der Norm EN61000-3-12 eingehalten, zumindest die Grenzwerte für „harte“, also niederimpedante Industrienetze. Wenn allerdings geringste Netzspannungsverzerrungen problematisch sind und/oder die Netzimpedanzen hoch sind, müssen die Oberschwingungsanteile im Strom auf ein Minimum reduziert werden. Und so ist heute in vielen Datacenter-Anwendungen oft die Rede von Zielwerten für den Leistungsfaktor von über 0,95 bei einem THD(I)-Wert von unter 5 Prozent.

## Zielwert für THD(I) soll unter 5 Prozent liegen

Eine prinzipielle Möglichkeit sich diesen Werten anzunähern sind Vorschaltlösungen in Form von Oberschwingungsfiltern, die oft auch als Harmonics-Filter bezeichnet werden. Diese Filter sind je nach Eigenschaft und Güte bezüglich des notwendigen Materialeinsatzes recht imposant, was sich nicht zuletzt im Preis niederschlägt. Die erreichbaren Werte sind jedoch schon sehr nah am Zielwert: Beispielsweise werden 0,98 im Leistungsfaktor und

7,5 Prozent Oberschwingungsgehalt des Phasenstroms erreicht; die Stromform sieht dabei näherungsweise sinusförmig aus. Allerdings haben solche Filter den Nachteil, dass sie nur auf einen einzigen Betriebspunkt optimal ausgelegt sind, in aller Regel auf die Nennleistung. Im Teillastbereich liegen die THD(I) Werte oftmals fast doppelt so hoch. Auch der Leistungsfaktor wird bei kleinen Leistungen schlechter. Im Teillastbereich werden dadurch die Blindströme sehr hoch. Außerdem gibt es einen deutlichen Spannungsabfall über den Filter; die Nenn Drehzahlen und Leistungswerte der Ventilatoren werden dadurch unter Umständen nicht erreicht. Die Nachteile der passiven Filter lassen sich durch eine aktive Filterlösung weitgehend vermeiden. Hierfür gibt es Vorschaltgeräte, die allerdings nochmals teurer sind und zusätzlichen Platz und Verdrahtungsaufwand bedeuten.

### Aktive Gleichrichtung im Ventilator als Lösung

Die Motoren- und Ventilatorenspezialisten von EBM-Papst haben deshalb als erster Ventilatorenhersteller eine dreiphasige Aktiv-PFC-Stufe in Form eines aktiven Gleichrichters in ihren EC-Ventilatoren integriert, um dem Anwender zusätzlichen Auf-

wand zu ersparen. Begonnen wurde mit der Motorbaugröße 150 (3 kW), die in den neuen RadiPac Ventilatoren der Baugrößen 450, 500, 560 und in den RadiCal Ventilatoren der Baugrößen 500, 560 und 630 eingesetzt sind. Die Werte, die sich erreichen lassen, übererfüllen sogar die Anforderung: Der Leistungsfaktor liegt bei Nennlast bei über 0,99, der THD(I)-Wert bei typisch circa 2 Prozent. Dieser bleibt sogar bis herab zu 10 Prozent der Nennleistung bei unter 5 Prozent.

Die Motoren sind in Achsrichtung durch die Integration der dreiphasigen Aktiv-PFC-Gleichrichtung nur unwesentlich länger und der Wirkungsgradverlust ist bei Nennleistung mit gut 2 Prozent nur gering. Dabei hat der Anwender jedoch den Nutzen, dass der bei herkömmlichen Lösungen pulsformige Aufnahme Strom der EC-Motoren in einen sinusförmigen Aufnahme Strom umgewandelt wird, ohne zusätzliche Komponenten zu verdrahten und ohne dass Filter- und Motoren aufeinander abgestimmt werden müssen. Die Plug & Play-fähigen, hocheffizienten EC-Ventilatoren senken den Energieverbrauch in Rechenzentren und erfüllen zudem den Wunsch, die Stromversorgung der Anlagen lediglich auf die Nennwirkleistung der Ventilatoren auszuliegen. □

# TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

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



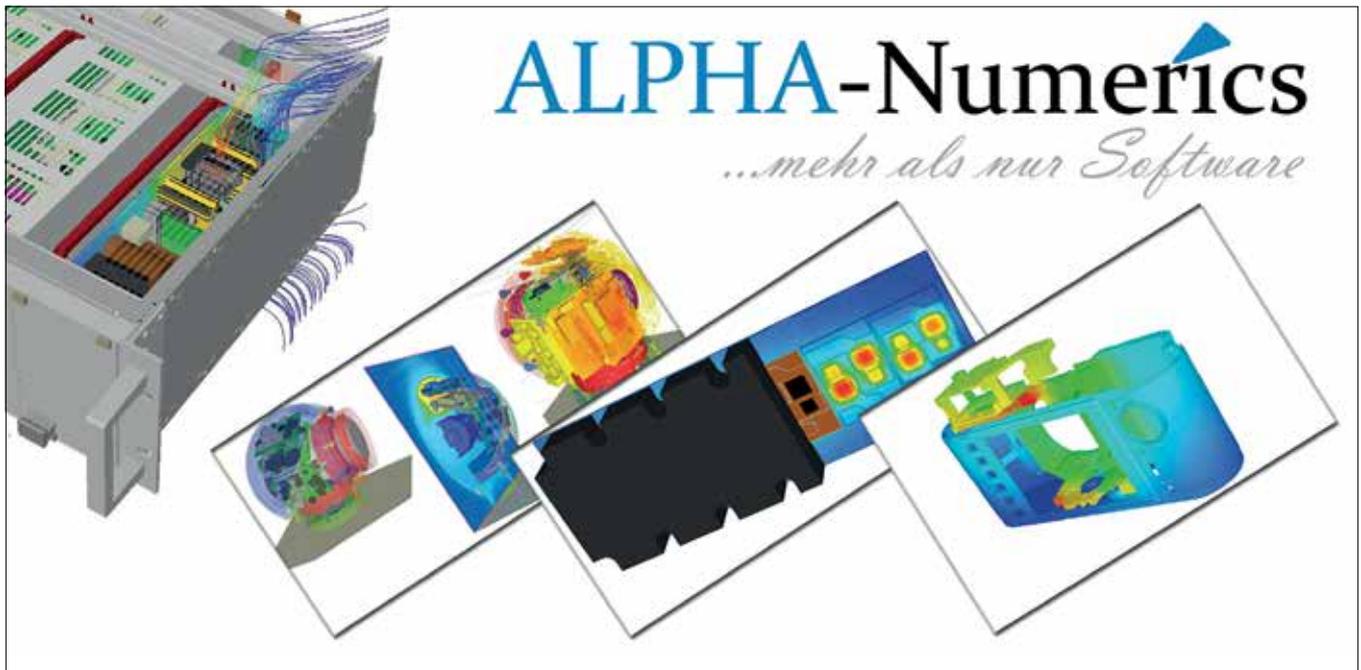
## ENGINEERED TO STAY COOL!

### TPP Serie, 15–450 W

Ultrakompakte Hochleistungs-AC/DC-Schaltnetzteile mit **minimaler Wärmeentwicklung**.

- ⊕ UL 60601-1 3. Ed. / IEC 60601-1-2 4. Ed.
- ⚙ UL 62368-1
- 🏠 EN 60335-1





#### Anschrift

ALPHA-Numerics GmbH  
 Römerstraße 32  
 56355 Nastätten, Germany  
 T +49/6772/9693-470  
 F +49/6772/9693-471  
 info@alpha-numeric.de  
 www.alpha-numeric.de

#### Ansprechpartner

Tobias Best, Geschäftsführer  
 T +49/6772/9693-470  
 Tobias.Best@alpha-numeric.de

#### FIRMENPROFIL

Die ALPHA-Numerics GmbH ist ein Spezialist für das Fachgebiet „Elektronikkühlung“ und vertreibt Simulationssoftware (6Sigma-ET-Wärmesimulation) sowie Beratungsdienstleistung. Mit über 20 Jahren Erfahrung haben sich die Mitarbeiter bei vielen namhaften Elektronikunternehmen als Kompetenzpartner bewiesen und unterstreichen dies durch regelmäßige Vorträge an Fachkongressen und eigene Seminarangebote.

#### Simulations-Software

Die ALPHA-Numerics GmbH ist die deutsche Industrievertretung der FutureFacilities Ltd. aus London. Wir betreuen den deutschsprachigen Kundenkreis durch eine kundenspezifische Ausbildung an den Simulationswerkzeugen der 6Sigma SUITE. Hierzu zählt im Besonderen das Werkzeug 6SigmaET, ein branchenspezifisches Simulationstool für Elektronikkühlung. 6SigmaET ermöglicht es dem Entwickler schon in der Konzeptphase mit wenigen Angaben über den Einbauraum, den Gehäuseabmessungen, der Konzept-Leiterplatte und den Hauptverlustleistungsträgern eine thermische Analyse über die 3 Wärmewege (Wärmeleitung, Konvektion, Strahlung) zu simulieren. Je weiter sich der Entwicklungsweg vollzieht, desto detaillierter kann das Simulationsmodell mit Vias, Lüftern, CAD-Elementen oder sogar Detailaufbauten von Komponenten beschrieben werden. Die Automatismen der Software bewahren den Ingenieur davor, seine Zeit mit dem Aufbau von Lösungsgittern und Solverdetails zu blockieren und bieten in überschaubaren Zeitschritten fertige Analyseergebnisse über Temperaturen, Luftgeschwindigkeiten und Druckverteilungen. Ein Ergebnis-Export nach Excel ist problemlos möglich.

#### Ausbildung

ALPHA-Numerics bietet 2 Bereiche von Ausbildungstagen an. Zum einen ein Grundlagenseminar über das Fachgebiet Elektronikkühlung, welches von den physikalischen Grundlagen bis hin zu Überschlagsformeln und aktuellen Übersichten von Werkzeugen dem Ingenieur eine Basis für seine tägliche Arbeit liefert. Zum anderen die Ausbildung an der Simulationssoftware, welche auf Nachfrage auch gerne an ein aktuelles Projekt angebunden wird. Eine Testlizenz mit Unterlagen zum Selbststudium kann kostenlos angefragt werden.

#### Dienstleistung

Aufgrund steigender Nachfrage nach externen Dienstleistern bietet ALPHA-Numerics auch als festes Standbein die Simulationsdienstleistung an. Nach einem ersten Projektgespräch generiert ALPHA-Numerics ein Simulationsmodell, welches via Variantenanalyse tatkräftig Ihre Entwicklungsarbeit und die anstehenden Entscheidungen zum Kühlkonzept unterstützt. Typische Durchlaufzeit einer Simulation inklusive Variantenanalyse ist maximal 1 Woche. Die Kosten bewegen sich meist zwischen 500 EUR und 5.000 EUR. Angebot nach Aufwandsabschätzung. □



for a greener tomorrow



### Anschrift

Mitsubishi Electric Europe B.V.  
Semiconductor European Business Group  
Mitsubishi-Electric-Platz 1  
40882 Ratingen, Germany  
T +49/2102/486-0  
F +49/2102/486-4140  
semis.info@meg.mee.com  
www.mitsubishichips.eu

### Qualitätsmanagement

- Deutsche Niederlassung: ISO 9001, 14001
- ISO/TS22163 (Leistungselektronik)
- IATF 16949 (TFT Automotive)

### Mitsubishi Electric Europe B.V. – Semiconductor European Business Group

Mitsubishi Electric gehört zu den weltweit führenden Unternehmen in Herstellung und Vertrieb von elektrischen und elektronischen Produkten für die vielfältigsten industriellen Anwendungen und Alltagsbereiche. Seit 1978 ist Mitsubishi Electric in Deutschland vertreten. Die deutsche Niederlassung in Ratingen, Nordrhein-Westfalen, ist für die Durchführung der technischen Service-, Vertriebs- und Marketingaktivitäten in Deutschland verantwortlich. Für den Geschäftsbereich Semiconductor werden von Ratingen aus auch die Exportaktivitäten für EMEA gesteuert.

Im Bereich der Halbleiter nimmt Mitsubishi Electric weltweit eine führende Rolle ein. Innovatives Denken, Investitionen in moderne Produktionsstätten und leistungsfähige Entwicklungsabteilungen sichern diese Spitzenposition. Unsere Kunden profitieren von umfassenden technischen Serviceleistungen sowie einem breiten Vertriebs- und Distributionsnetz. Unser Erfolg in der Halbleitertechnologie basiert auf den vier Produktbereichen Hochfrequenz, Optoelektronik, Leistungselektronik sowie TFT-LCD Module für industrielle Anwendungen und Automotive.

### Leistungselektronik / Technologien

Mitsubishi Electric verfügt über eine mehr als 60-jährige Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Leistungshalbleitern. Als weltweit erstes Unternehmen, das alle erforderlichen Technologien beherrschte, entwickelte Mitsubishi Electric das Konzept der Intelligenten Power Module (IPMs). In diesem Bereich wie auch in der IGBT Technologie (Insulated Gate Bipolar Transistor) sind wir seither führend und stellen für jede Leistungsklasse die passenden Module zur Verfügung, etwa zur Motorsteuerung, Bahntechnik oder Automotive.

Zudem hat Mitsubishi Electric als erstes japanisches Unternehmen die Zertifizierung nach IRIS (International Railway Industry Standard) erhalten. Die Nutzung und Entwicklung neuer Materialien und neuer Prozesse sind auch zukünftig die Ziele von Mitsubishi Electric, wie z. B. der Einsatz von SiC als Beitrag zu höherer Effizienz und zur System-Kostenoptimierung auf Kunden-seite.

### Produktportfolio

Power Modules

- SiC Modules
- SiC-Schottky-Dioden
- IGBT Modules
- Intelligent Power Modules (IPMs, DIPIPM+, DIP-/Mini-DIP-IPMs, DIPPPFC, SLIMDIP, MISOP)
- Automotive Modules (6in1 Pin-fin Power Modules)
- MOSFET Modules
- Diode Modules
- HV Integrated Circuits

High Power Semiconductors

- HV-IGBT Modules (up to 1000A/6.5kV, 1500A/4.5kV, 1800A/3.3kV, 3600A/1.7kV)
- HV-IPM
- HV Diode Modules

### Zielmärkte

Bahntechnik, USV, HGÜ, Automotive, Regenerative Energien, Motorsteuerung, Medizintechnik, Aufzüge, Weiße Ware, Schweißtechnik, Automatisierung, Pumpen, Gabelstapler.





STANDARDS SCHAFFEN SICHERHEIT BEI DER STROMVERSORGUNG

## MEHR SICHERHEIT IN DER MEDIZINTECHNIK

Menschen und Elektrizität vertragen sich schlecht. Das gilt besonders, wenn die Menschen Patienten sind – entweder in einer medizinischen Einrichtung oder auch immer öfters in häuslicher Umgebung. Um die Sicherheit sowohl der Patienten als auch des medizinischen Personals zu gewährleisten, ist das Gesundheitsgeschäft durch eine Vielzahl von Standard-basierten Anforderungen und entsprechende Produkttests stark reguliert.

TEXT: Florian Haas, Traco BILDER: Traco; iStock, Who\_I\_am

Im Mittelpunkt der Standardisierung steht IEC 60601 mit einer Reihe spezifischer Anforderungen an das im Gesundheitswesen eingesetzte elektrische und elektronische Equipment. Erstmals vor etwa 40 Jahren publiziert hat IEC 60601 mit den Änderungen in der Industrie gut Schritt gehalten. In diesem technischen Beitrag untersuchen wir einige der Schlüsselprinzipien von IEC 60601, die sich auf die Implementierung der Stromversorgung beziehen sowie einige der neuen Anforderungen, wie die Notwendigkeit der Risiko-Abschätzung. Außerdem werden einige praktische Möglichkeiten zur Einhaltung der Konformität überprüft, etwa die für die Hersteller medizinischer Geräte verfügbare Unterstützung.

## Einführung

Eines der Schlüsselprobleme bei der Sicherheit medizinischer Geräte ist die Tatsache, dass der Patient oft physisch mit dem Gerät verbunden ist. Ein Beispiel dafür sind die leitenden Pads eines Elektrokardiographen. In IEC 60601 werden diese Teile als "Anwendungsteile" (applied parts, AP) bezeichnet. Sie stellen eine wichtige Definition innerhalb des Standards dar, wenn es um die Festlegung der allgemeinen Anforderungen an ein Medizinprodukt geht.

Medizinische Geräte müssen mindestens eine Schutzmaßnahme (Means of Protection, MOP) aufweisen. Damit soll sichergestellt werden, dass sowohl der Patient, falls er über ein AP mit einem Gerät verbunden ist, als auch die Bedienperson gegen das Risiko eines elektrischen Schlags, auch unter fehlerhaften Betriebsbedingungen, abgesichert sind. Die Schutzmaßnahme (MOP) lässt sich realisieren durch Sicherheitsisolierung, Schutzterde, eine definierte Kriechstrecke,

einen Luftspalt, weitere Schutz-Impedanzen oder durch die Implementierung einer Kombination dieser Maßnahmen.

Im genannten Standard werden das Bedienpersonal und die Patienten in unterschiedlicher Weise berücksichtigt. Dies führt zu der Klassifikation 'Maßnahmen zum Anwenderschutz' (Means of Operator Protection, MOOP) und 'Maßnahmen zum Patientenschutz' (Means of Patient Protection, MOPP). Ein Grund für diese unterschiedlich Einstufung besteht darin, dass der Patient physisch über ein Anwendungsteil (AP) mit einem Gerät verbunden sein kann und beim Auftreten eines Fehlers nicht bei Bewusstsein ist. Wegen dieses Risikos sind die MOPP-Anforderungen strikter. Jeder Begriff ist mit Bezug auf die Isolationsspannung, den Kriechabstand und das Isolationsniveau definiert.

## Erweiterung des Standards

IEC 60601 hat sich seit der ersten Veröffentlichung vor beinahe 40 Jahren stetig weiterentwickelt. Da Stromversorgungen und Stromversorgungsmodule keine medizinischen Geräte im engeren Sinne sind, unterliegen sie den Standards nicht unmittelbar. Allerdings wären die Hersteller medizinischer Geräte ohne geeignete Stromversorgungslösungen, die im Hinblick auf medizinische Anwendungen entwickelt wurden, nicht in der Lage, die Konformität mit den Standards einzuhalten.

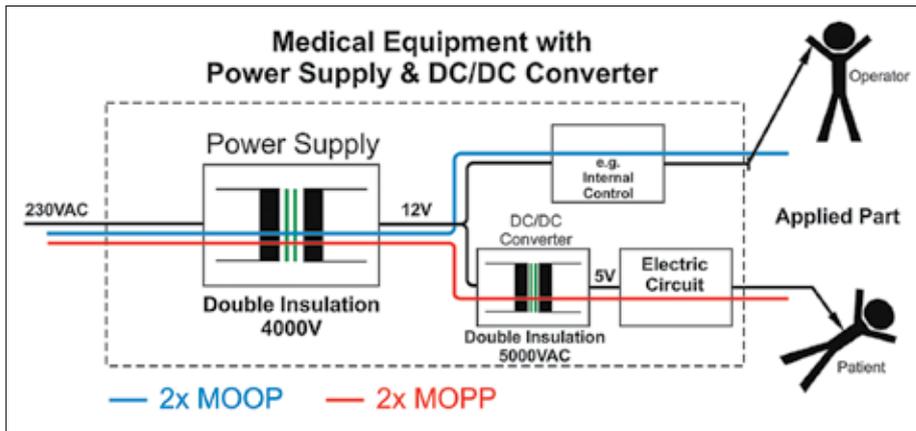
Bis vor kurzem konnte man davon ausgehen, dass medizinische Geräte exklusiv in den dafür vorgesehenen medizinischen Einrichtungen eingesetzt würden, also in Krankenhäusern und Kliniken. Diese Einrichtungen bieten eine besonders saubere Stromversorgung für ihre höchst empfindlichen Medizingeräte. Neuerdings verlangen die Patienten nach gesteigerter

Bequemlichkeit bei der Behandlung. Für medizinische Einrichtungen, die mit beschränkten Ressourcen konfrontiert sind, bedeutet dies, dass medizinische Geräte mehr und mehr auch in häuslichen Umgebungen eingesetzt werden. Dabei gewinnen die Probleme der elektromagnetischen Verträglichkeit (electromagnetic compatibility, EMC) zunehmende Bedeutung, mit möglichen Störungen durch Technologien wie Bluetooth und Wi-Fi. Deswegen wurden in der neuesten Version des Standards (4. Ausgabe) die Testprozeduren und die Akzeptanz-Level im Hinblick auf EMC geändert. Eine weitere signifikante Neuerung betrifft die Forderung nach Durchführung einer Risikoabschätzung entsprechend ISO 14971. Risiko-Management gilt als Schlüsselement beim Nachweis der Konformität medizinischer Geräte. ISO 14971 definiert dazu Best Practices für alle Phasen der Lebensdauer von Medizingeräten.

Die aktuelle Medical Device Directive verschärft diesen Konformitätsaufwand, indem sie von den Herstellern die Implementierung eines Qualitätsmanagement-Systems (Quality Management System, QMS) verlangt, das mit ISO 13485 konform ist. Die primäre Anforderung an betroffene Unternehmen (wie die Hersteller von Stromversorgungen) ist der Nachweis der Fähigkeit zur konsistenten Erfüllung der Anforderungen seitens der Kunden, sowie der regulativen Vorschriften.

## 2x MOPP DC/DC-Konverter

Die typische Vorgehensweise zur Konformität mit IEC 60601 besteht im Einsatz einer AC/DC-Stromversorgung, die für medizinische Anwendungen zugelassen ist. Allerdings erfordern BF-bewertete Applikationen zusätzlich, dass das AP-Instrument das zweifache MOPP-Rating erfüllt. Viele der medizinischen AC/DC-Strom-



Einsatz eines DC/DC-Konverters in der Medizintechnik mit Schutzniveau 2x MOPP.

versorgungen, die derzeit auf dem Markt sind, haben kein 2x MOPP-Rating. Deshalb sind sie nicht als stand-alone Stromversorgungslösung für Anwendungen geeignet, in denen BF-Konformität erforderlich ist. In diesen Fällen kann ein nach IEC 60601 zugelassener DC/DC-Konverter mit zweifachem MOPP-Rating die BF-Konformität für das AP unterstützen. Ein weiterer, häufig auftretender Fall sind medizinische Geräte, die die Fähigkeit zum Batterie-Back-up implementieren und zugleich das 2x MOPP Rating auch während eines Netzausfalls garantieren müssen.

Oft erfordern medizinische Geräte unterschiedliche Gleichspannungen zum Ansteuern des AP-Instruments, die von der vom DC-Hauptsystem gelieferten Spannung abweichen. Um die Bereitstellung kundenspezifischer AC/DC-Stromversorgungen zu vermeiden, kann man das durch die Kombination von DC/DC-Konvertern nach IEC 60601 mit 2x MOPP Rating und einer AC/DC-Stromversorgung nach ITE 60950 lösen. In anderen Fällen lässt sich das Vertrauen der Entwickler in die Sicherheit auch durch den Einsatz medizinisch zugelassener DC/DC-Konverter mit zweifachem MOPP für das AP-Instrument erhöhen. Das gilt auch dann, wenn die gewählte AC/DC-Stromversorgung die IEC 60601-Zulassung hat.

Die primären Anforderungen für 2X MOPP sind Isolationsspannungen von

mindestens 4000 VAC, Kriechabstände von 8 mm und doppelte Isolierung. Die allgemein verfügbaren DC/DC-Konverter (einschließlich derer, die nach EN60950 zugelassen sind) bieten eine Isolation von 500 VDC bis etwa 1600 VDC. Deshalb sind sie für medizinische Applikationen nicht geeignet. Doch es sind spezielle DC/DC-Konverter verfügbar, die die AP-Anforderungen erfüllen, wenn sie in Verbindung mit solchen regulären, ab Lager lieferbaren Stromversorgungen eingesetzt werden. Durch die Realisierung einer Isolationsspannung von bis zu 5000 V AC, doppelte Isolation und einen Kriechabstand von 8 mm durch die galvanische Trennung im Transformator kann ein DC/DC-Konverter den Patienten auch im Fehlerfall der Hauptstromversorgung immer noch schützen. Damit vermeidet man, dass die Netzspannung an einem der vom AP berührten Körperstellen des Patienten auftreten kann.

### Sichere Stromversorgung

Im Zentrum von Tracos Vorgehensweise zur Bereitstellung von Stromversorgungslösungen für die Medizintechnik steht die hauseigene Transformator-Technologie. Über einen langen Zeitraum entwickelt und sichert dieses spezielle Verfahren die erforderliche Trennung und Isolation und erzielt gleichzeitig eine hinreichende Kopplung zum Betrieb des DC/DC-Konverters.

Eine niedrige Kopplungskapazität zwischen den primären und sekundären Transformatorwicklungen ist ein wichtiger Aspekt zur Implementierung der Schutzwirkung. Werte bis herab zu 10 bis 15 pF stellen sicher, dass nur ein vernachlässigbarer Strom über die Isolationsbarriere fließen kann. Das ermöglicht den Schutz des Patienten entsprechend den Anforderungen nach IEC 60601. Traco implementiert außerdem sein Qualitätsmanagement (QMS) nach den Vorgaben von ISO 13485 sowohl für das Design als auch für die Fertigungsprozesse. Weitere Vorkehrungen in der Fertigung, die über die Anforderungen der Standards hinausgehen, sorgen dafür, dass die Produkte hohen Ansprüchen an die Qualität und die Sicherheit genügen. Komponenten mit Industriequalität werden so selektiert und beschafft, dass die Robustheit des Endprodukts gewährleistet ist. Damit werden Ausführungen, die zum Einsatz in IT-Systemen vorgesehen sind, durch die internen Richtlinien von Traco von der Verarbeitung ausgeschlossen.

Die Qualität der Verarbeitung wird durch Konformität mit dem internationalen Standard IPC-A-610 garantiert. Dabei operiert Traco auf dem Level 3, der höchsten vorgesehenen Ebene. Die Kombination aller dieser Maßnahmen ermöglicht es Traco, für einige seiner Produkte eine Gewährleistung von bis zu fünf Jahren zu bieten. Als Hersteller von Strom-

Power Management ICs  
Switching & Linear  
Regulators

Ethernet &  
PoE Solutions

Timing &  
Synchronization



FPGAs & High Rel  
Solutions

Drivers, Interface ICs,  
PCIe Switches

Power Discretes / HV MOSFETs  
JFETs/ IGBTs / Silicon Carbide ICs

versorgungslösungen ist Traco, anders als die Anbieter von medizinischen Geräten, nicht verpflichtet, Daten zur Risikoabschätzung bereitzustellen. Doch Traco bietet Konformität mit ISO 14971 und stellt daher seinen Kunden die Dateien der Risikoabschätzung für kritische Bereiche, wie Isolierungsbruch, invertierter Betrieb, Ventilatorausfall, Flammbarkeit, mechanischer Schock und anderes mehr zur Verfügung. Die Bereitstellung dieser Daten trägt wesentlich zur Risikoabschätzung für medizinische Endprodukte der Kunden bei. Es spart Zeit und senkt die Kosten in deren Entwicklungsprozessen.

## Umfassendes Produktangebot

Traco bietet sowohl AC/DC- als auch DC/DC-Lösungen für medizinische Applikationen an. Alle von ihnen erfüllen die Anforderung nach 2X MOPP. Sie sind außerdem konform mit den EMC-Anforderungen nach IEC 60601-1 (4. Edition), und sie sind im Sinne der BF-Konformität für alle mit dem Patienten verbundenen Anwendungsteile medizinischer Geräte geeignet. Die AC/DC-Produktlinie umfasst kleine PCB-Module für 5 W über eine Anzahl von Open-Frame Designs für mittlere Leistungen bis zu Stromversorgungen im Gehäuse mit Leistungspegeln bis zu 450 W. Alle diese Stromversorgungen (PSUs) bieten universelle Netzeingänge (85 bis 264 VAC / 120 bis 370 VDC) mit aktiver Leistungsfaktorkorrektur (PFC) oberhalb

100 W. Der Lieferbereich umfasst einfache, duale und dreifache Ausgänge und deckt damit beinahe alle Applikations-Erfordernisse ab.

Tracos Lieferspektrum an DC/DC-Konvertern reicht von PCB-Modulen mit Leistungspegeln von 2 W bis 30 W. Diese Module sind für 2:1-, wie für 4:1-Eingangsbereiche mit nominalen Eingangsspannungen von 5, 12, 24 und 48 V verfügbar. Einfache und duale Ausgänge von 3,3 V DC bis  $\pm 15$  V DC sind ebenfalls im Angebot. Alle für Medizin-Anwendungen zugelassenen DC/DC-Konverter von Traco bieten eine Isolation von 5000 VACeff zwischen Ein- und Ausgang, die für eine Betriebsspannung von 250 VACeff ausgelegt ist. In Verbindung mit ihren minimalen Leckströmen von weniger als 2  $\mu$ A sind sie ideal geeignet zum Einsatz mit AC/DC-Stromversorgungen (PSUs) ohne Zulassung in sicherheitskritischen medizinischen Applikationen.

## Fazit

Der Healthcare-Markt wächst schnell und verändert sich zusehends. Auch die einschlägigen Standards wie IEC 60601 entwickeln sich weiter. Hersteller von medizinischen Geräten müssen damit Schritt halten, da sie verantwortlich für die Sicherheit der Geräte sind. Eine Partnerschaft mit erfahrenen Stromversorgungsanbietern kann die Risiken minimieren. □



### Anschrift

Rogers Germany GmbH  
 Am Stadtwald 2  
 92676 Eschenbach, Germany  
 T +49/9645/92220  
 F +49/9645/922222  
 info@rogerscorp.com  
 www.rogerscorp.com/pes

### Gründungsjahr

1832

### Über Rogers Corporation

Rogers Corporation (NYSE:ROG) ist ein weltweit führender Anbieter im Bereich von Hochleistungsmaterialien, die unsere Welt mit Energie versorgen, schützen und vernetzen. Mit mehr als 180 Jahren Erfahrung liefert Rogers leistungsstarke Lösungen, die saubere Energie, Internetkonnektivität, Sicherheits- und Schutzanwendungen sowie andere Technologien ermöglichen, bei denen es auf Zuverlässigkeit ankommt. Rogers liefert Leistungselektronik-Lösungen für energieeffiziente Motorantriebe, Fahrzeugelektrifizierung und alternative Energien, Elastomer-Material-Lösungen für Abdichtung, Schwingungsmanagement und Aufprallschutz in mobilen Geräten, Transporteinrichtungen, Industrieausrüstung und Leistungsbekleidung sowie Advanced Connectivity-Lösungen für drahtlose Infrastruktur, Fahrzeugsicherheit und Radarsysteme. Mit Hauptsitz in Arizona (USA) betreibt Rogers Produktionsstätten in den Vereinigten Staaten, China, Deutschland, Belgien, Ungarn und Südkorea, mit Joint Ventures und Vertriebsbüros weltweit. In Eschenbach (Oberpfalz) ist das Unternehmen als Rogers Germany GmbH auf keramische Substrate (DCB & AMB) aus Keramik und Kupfer sowie Mikrokanalkühler spezialisiert und zusammen mit ROLINX® Bus-



bars (Rogers BVBA in Evergem, Belgien) ist man ein Teil der Power Electronics Solutions Gruppe (PES) im weltweiten Rogers Konzern. Der Geschäftsbereich PES bietet ausgefeilte Materialtechnologien zur merklichen Steigerung der Effizienz, Wärmeregulierung und Gewährleistung der Qualität und Zuverlässigkeit leistungs- und optoelektronischer Geräte. Die hochentwickelten Materialtechnologien bieten eine Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten rund um die Themen Automotive, Industrie oder erneuerbare Energien. Unter dem Markennamen curamik® werden High-Tech-Lösungen in Eschenbach gefertigt und Kunden in der ganzen Welt beliefert. ROLINX Stromschienen sind konstruierte und gefertigte laminierte Stromschienen, die den strengsten Anforderungen für E-Mobilität, Eisenbahnantriebswandler, Netz-, Wind- und Solarwandler sowie Antriebe für Industrieanwendungen entsprechen. Weitere Informationen finden Sie unter [www.rogerscorp.com/pes](http://www.rogerscorp.com/pes)

### curamik® keramische Substrate

curamik Hochtemperatur/Hochspannungssubstrate bestehen aus reinem Kupfer, das auf ein keramisches Substrat wie  $Al_2O_3$  (Aluminium), AlN (Aluminiumnitrid), HPS ( $ZrO_2$  dotiert) oder  $Si_3N_4$  auf Siliziumbasis (Siliziumnitrid) gebondet ist.

curamik bietet zwei Technologien zum Anbringen des Substrats auf dem Kupfer.

DCB (Direct Copper Bonded) – ein Hochtemperaturschmelz- und Diffusionsverfahren, bei dem das reine Kupfer auf die Keramik gebondet wird, und AMB (Aktives Hartlöten) – ein Hochtemperaturprozess, bei dem das reine Kupfer mit dem keramischen Substrat verlötet wird.

Produkte:

- curamik Power
- curamik Power Plus
- curamik Thermal
- curamik Performance

### ROLINX® Stromschienen

ROLINX Stromschienen sind konstruierte und gefertigte laminierte Stromschienen, die den strengsten Anforderungen für Eisenbahnantriebswandler, Netz-, Wind- und Solarwandler sowie Antriebe für Industrieanwendungen entsprechen. Sie verfügen über eine niedrige Induktivität, kontrollierte Teilentladung, hohe Stromkapazitäten und Kompaktheit.

Produkte:

- ROLINX CapLink Solutions
- ROLINX Compact
- ROLINX Easy
- ROLINX Flex
- ROLINX Housing Solutions
- ROLINX Hybrid
- ROLINX Performance
- ROLINX PowerCircuit Solutions
- ROLINX Thermal



**Anschrift**

SEMIKRON INTERNATIONAL GmbH  
 Sigmundstraße 200  
 90431 Nürnberg, Germany  
 T +49(0)911/6559-0  
 sales@semikron.com  
 www.semikron.com  
 shop.semikron.com

**Produkte**

SEMIKRON ist einer der weltweit führenden Hersteller für Leistungselektronikkomponenten und -systeme im mittleren Leistungssegment (ca. 2kW bis 10MW). Unsere Produkte sind das Herz moderner, energieeffizienter Motorantriebe und industrieller Automatisierungssysteme. Weitere Anwendungen umfassen Stromversorgungen, erneuerbare Energien (Wind, Solar) sowie Elektrofahrzeuge (PKW, Transporter, Busse, LKW, Gabelstapler, etc). Innovative Halbleitermodule von SEMIKRON ermöglichen es unseren Kunden, kleinere, energieeffizientere Leistungselektroniksysteme zu entwickeln. Diese Systeme wiederum helfen, den weltweiten Energieverbrauch zu reduzieren.

**IGBT Generation 7 - Der neue Maßstab für Motorumrichter**

Die IGBTs der 7. Generation stellen die modernste Stufe der IGBT-Chiptechnologien dar. Diese neue Generation wurde speziell



für die Anforderungen von Motorantrieben entwickelt. Die IGBTs zeichnen sich durch eine deutlich geringere Durchlassspannung und eine optimierte Schaltperformance aus. Das du/dt wurde für Motorantriebe optimiert. Weiterhin bietet die Generation 7 eine erhöhte Überlastfähigkeit bis 175°C. In der Anwendung können mit der IGBT Generation 7 höhere Nennströme im gleichen Gehäuse verbaut werden, z.B. 50A in CIB-Topologie im MiniSKiiP der Gehäusegröße 2. Die resultierende Leistungsdichte wird damit um bis zu 45% erhöht. Dies führt direkt zu niedrigeren Systemkosten.

**Für Antriebsumrichter kleiner und mittlerer Leistung**

Als Champion der Leistungsdichte und Standardmodule für kompakte Frequenzumrichter wird der MiniSKiiP als erstes mit IGBTs der Generation 7 verfügbar sein. In CIB- (Converter-Inverter-Brake, Gleichrichter-Wechselrichter-Chopper)

Topologie von 10A bis 150A, sowie als Sixpack bis 200A, beides in 1200V. Der SEMITOP E1/E2 mit Press-Fit-Pins folgt im zweiten Schritt.

**Für höhere Leistungsklassen**

Der 17mm-Industriestandard SEMiX 3 Press-Fit ist ebenfalls mit IGBTs der 7. Generation verfügbar. Als Halbbrücken-Modul bedient er Nennströme von 225 bis 700A in der 1200V-Spannungsklasse.

**Eigenschaften und Vorteile**

- Niedrigere Durchlassspannung  $U_{ce,sat}$
- Höhere Überlastfähigkeit bis 175°C Chiptemperatur
- Höhere Nennströme im gleichen Gehäuse (z.B. 50A CIB im MiniSKiiP Gehäusegröße 2)
- Um bis zu 45 % höhere Ausgangsleistung
- Höhere Leistungsdichte
- Geringere Gesamtsystemkosten
- Umrichter mit höherem Wirkungsgrad

**FIRMENPROFIL**

SEMIKRON ist ein im Jahr 1951 gegründetes Familienunternehmen mit Sitz in Nürnberg. Heute hat das Unternehmen weltweit über 3.200 Beschäftigte 25 Niederlassungen. Dieses internationale Netzwerk mit Produktionsstandorten in Deutschland, Brasilien, China, Frankreich, Indien, Italien, Korea, der Slowakei und den USA garantiert eine schnelle und umfassende Betreuung der Kunden vor Ort. Mit einem Online Shop hat SEMIKRON seine Präsenz für Kunden erweitert.



# 1

ist das ideale Verhältnis zwischen der an der Last anliegenden Wirkleistung (Watt) und der Scheinleistung (VA) in einem nichtlinearen Schaltkreis.

Um diesen Wert möglichst nahe zu kommen, werden in der Elektronik vorzugsweise aktive Oberschwingungsfiler eingesetzt. Übliche Kompensationswerte liegen dabei in dem Bereich um 0,98. Mehr über aktive PFC erfahren Sie in unserem Leistungselektronik-Guide auf Seite 54.

# Treffen Sie die Vordenker in der Industrie!

## INDUSTRY.forward Summit 2020

Die Zukunftskonferenz der Industrie.  
**27. Mai 2020** in Berlin

**150+ Teilnehmer**  
**25+ Speaker**  
**135+ Unternehmen**



**Die Vordenker der Industrie an einem Ort versammeln und vernetzen.  
Voneinander lernen.**

Vernetzung, Digitalisierung und neue Technologien verändern Unternehmen und deren Beziehung zum Kunden. Geschäftsmodelle müssen angepasst oder neu entwickelt werden. Unternehmensperspektiven verschieben sich im Zuge des digitalen Wandels: Der INDUSTRY.forward Summit ist Pulsgeber und liefert eine Blaupause für den Digital Change eines Industrieunternehmens.

**Jetzt Ticket sichern: <https://www.industry-forward.com/get-ticket>**

INDUSTRY  
FORWARD

publish-industry Verlag GmbH Machtlfinger Str. 7 81379 München Tel. +49 151 58 21 19 00

One of our  
key products:  
Trust.

## Leistungshalbleiter von Mitsubishi Electric.

Präzise und effiziente Steuerung von dynamischen Prozessen stellt hohe Ansprüche an die Komponenten. Mit über 30 Jahren Entwicklung und Produktion von IGBTs und der Weiterentwicklung wegweisender Technologien bietet Mitsubishi Electric ausgezeichnetes Know-how, um diese Anforderungen zu erfüllen. Neueste Chip-, Aufbau- und Verbindungstechnologien bieten verlängerte Modullebensdauer, hohe Leistungsdichte für kompakte Bauweise, einfache Systemmontage und Unterstützung von skalierbaren Plattformkonzepten.

### Leistungshalbleiter für industrielle Anwendungen



#### 7. Generation IGBT Module im NX-Gehäuse

- 7. Generation Chip-Technologie mit CSTBT™ IGBT und RFC Dioden Struktur
- Überragende Langzeitzuverlässigkeit durch optimierte Aufbau- und Verbindungs-Technik und Hartverguss
- Hohe Lastwechselfähigkeit durch Einsatz der neuen SLC-Technologie
- Optional erhältlich mit thermischem Interface Material und PressFit- oder Löt-Kontakten
- Umfassendes Produktportfolio für die Spannungsklassen 650 V, 1200 V und 1700 V und in den verschiedenen Schaltungstopologien CIB, 6in1, 7in1 und 2in1



for a greener tomorrow

Mehr Informationen:  
[semis.info@meg.mee.com](mailto:semis.info@meg.mee.com)  
[www.mitsubishichips.eu](http://www.mitsubishichips.eu)



Scannen und bei  
YouTube mehr über die  
Produktsere erfahren.

 **MITSUBISHI  
ELECTRIC**  
*Changes for the Better*