

**ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK**

**Wandler mit weitem  
Eingangsbereich, effizient  
und hochintegriert**

# **UNIVERSELLE POWER**

**ab Seite 10**

## **LEISTUNGSELEKTRONIK**

Sichere und maßgeschneiderte  
Stromversorgung ab S. 14

## **EMBEDDED-SYSTEME**

Robuster Arbeitsspeicher für  
Industriecomputer S. 32

## **RADARSENSOREN**

Mit Sensoren Unsichtbares  
sichtbar machen ab S. 55

**KOMPLEXES BUSINESS?**

**ES GEHT AUCH EINFACH.**

**YOUR SOURCING PLATFORM.**

**WILLKOMMEN BEI DER CONRAD SOURCING PLATFORM.**

Die Plattform zur Beschaffung Ihres gesamten technischen Betriebsbedarfs. Noch einfacher mit unseren individuellen Einkaufsanbindungen - ob Webshop, eKatalog oder direkte eProcurement-Anbindung. Mehr erfahren unter [conrad.de/einfach](https://conrad.de/einfach)



**CONRAD** | BESCHAFFUNG. EINFACH. SCHNELL. UMFASSEND.



**Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E:** Die richtigen Daten am richtigen Ort zur richtigen Zeit – nur so können Unternehmen wichtige Entscheidungen treffen. Edge Computing in Verbindung mit Künstlicher Intelligenz eignen sich ideal für Szenarien, in denen unternehmenskritische Daten eine Analyse und Empfehlung in Echtzeit auf Geräteebene erfordern. Dieser wichtige Zeitvorteil soll gegenüber den Mitbewerbern einen entscheidenden Marktvorteil bringen - oder etwa nicht? Deshalb stelle ich heute an den Experten **Sven Golda**, Sales Manager EMEA bei Adlink, die Frage:

## „BRINGEN EDGE COMPUTING UND KI WETTBEWERBSVORTEILE?“

Unternehmen müssen heute in der Lage sein, ihre Ressourcen remote zu verwalten. Damit ermöglichen Organisationen ihren Teams nicht nur, produktiver zu arbeiten, sondern es lassen sich auch Daten direkt speichern, verarbeiten, analysieren und verwalten. Gerade Technologien wie das Internet of Things (IoT) benötigen Daten in Millisekunden – eine enorm niedrige Latenzzeit ist extrem wichtig und daher nur durch Edge Computing zu verwirklichen.



Generell ist es für jeden Technologiebereich das oberste Ziel, die richtigen Daten zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung zu stellen. Nur dann sind Unternehmen in der Lage, auf Basis detaillierter Analysen die richtigen Entscheidungen zu treffen. Edge Computing hingegen bringt die Datenverarbeitung und -speicherung lokal. Edge Computing wird mit Künstlicher Intelligenz direkt auf der Hardware-Ebene kombiniert, das heißt, das Analysen nicht mehr in der Cloud laufen, sondern direkt auf dem Gerät. Damit sind eine schnelle Analyse und Zugriff gewährleistet.

Edge und AI eignet sich damit ideal für Szenarien, in denen unternehmenskritische Daten eine Analyse und Empfehlung in Echtzeit auf Geräteebene erfordern – auch, um so fundiertere Geschäftsentscheidungen treffen zu können. Das Gerät mit integrierter KI sammelt somit nicht nur Daten. Es agiert als nahezu autonomes und mit Machine-Learning-Fähigkeiten ausgestattetes System, das völlig selbstständig mithilfe von AI-Technik Entscheidungen trifft.

Damit sind Unternehmen wettbewerbsfähiger und können schneller auf Veränderungen am Markt reagieren und somit deutlich schneller innovative Lösungen und Services entwickeln, ihren Umsatz erhöhen und die Kundenerfahrung verbessern.

# TEST!



Mit Lastwiderständen von FRIZLEN die Leistungsfähigkeit von Spannungsquellen testen.

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

### FRIZLEN Leistungswiderstände

- Belastbar
- Zuverlässig
- Made in Germany

**+100** JAHRE **DYNAMIK DURCH WIDERSTAND**

Tel. +49 7144 8100-0  
[www.frizlen.com](http://www.frizlen.com)

# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Im Rampenlicht
- 08 Highlights der Branche
- 10 Titelstory: Universelle Power für Industrieanwendungen
- 12 Titelinterview: DC/DC-Wandler - Energiewandler der besonderen Art

## FOKUS: LEISTUNGSELEKTRONIK & POWER

- 14 Leistungselektronik kontrollieren
- 16 Netzausfälle mit Puffermodulen überbrücken
- 20 Spannungsstörungen mit Sensoren unter Kontrolle
- 24 Maßgeschneiderte Stromversorgungslösungen für Industrieanwendungen

## EMBEDDED-SYSTEME & MIKROCONTROLLER

- 28 SOM-Lösung für multiple Rechenoperationen und KI-Anwendungen
- 32 Zuverlässiger NOR-Flash-Speicher für Embedded-Systeme

## VERBINDUNGSTECHNIK & WIRELESS

- 36 M16-Steckverbinder für Anwendungen mit hoher Kontaktzahl

## EMV/ESD & MESSTECHNIK

- 39 Universelle Softwareplattform für Messgeräte

## STROMVERSORGUNG

- 42 EMI-Eingangsfiler in Schaltnetzteilen optimieren

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 23 Promotion: Storyboard Bressner
- 27 Promotion: Business-Profil CTX Thermal Solutions
- 31 Promotion: Storyboard Siglent
- 41 Impressum & Firmenverzeichnis
- 55 Promotion: Rubrikopener Socionext
- 66 Die Zahl

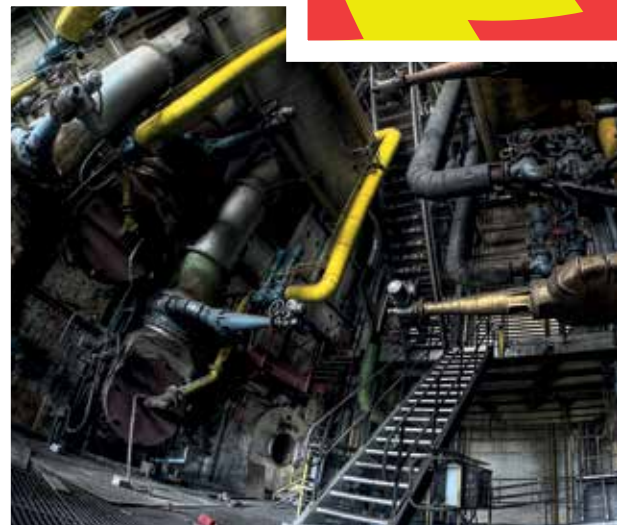
FOKUS

# LEISTUNGSELEKTRONIK & POWER

ab Seite **10**

## TITELSTORY

Universelle Stromversorgung für Industrieanwendungen



**42**

## STROMVERSORGUNG

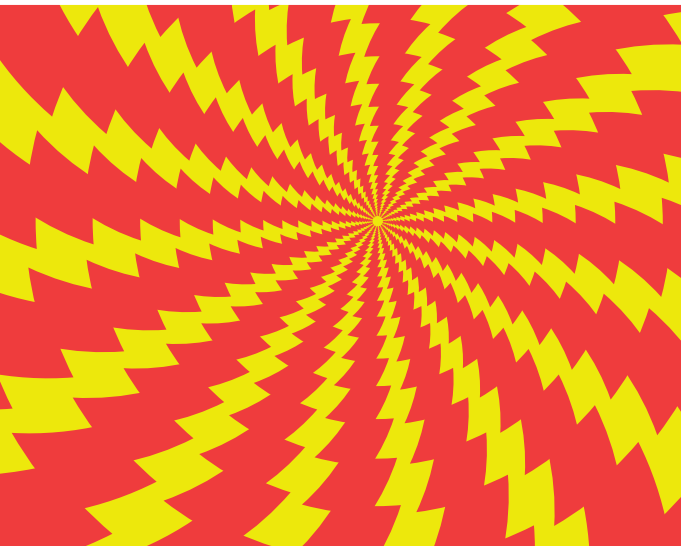
EMI-Eingangsfiler in Schaltnetzteilen optimieren



ab Seite **14**

**FOKUSTHEMA**

Leistungselektronik kontrollieren



**62**

**SENSORTECHNIK**

Entwicklung eines induktiven Ringsensors für raue Umgebungen



**DER ENTWICKLUNGSLEITER**

**46** Die geheime Macht der Industrie 4.0

**OPTOELEKTRONIK, DISPLAYS & HMI**

**50** Individuelle Lichtspiele mit dem Seitenlichtfasersystem M-Fibre

**52** Funktionaler Schichtaufbau bei Folientastaturen

**SPEZIAL: SENSOREN & WIRELESS**

**56** Radarsensoren - Unsichtbares sichtbar machen

**58** Interview zu Radarsensoren: Die Umgebung mit anderen Augen sehen

**60** Effiziente Messdatenverarbeitung von Sensordaten

**62** Induktiver Ringsensor für das Industrieumfeld

**Wärmeleitfolien** **DETAKTA**



**Silikon Soft Pads**

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



**Silikon Soft Pads mit Gewebe**

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



**Silikon Glasgewebe Folie**

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

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

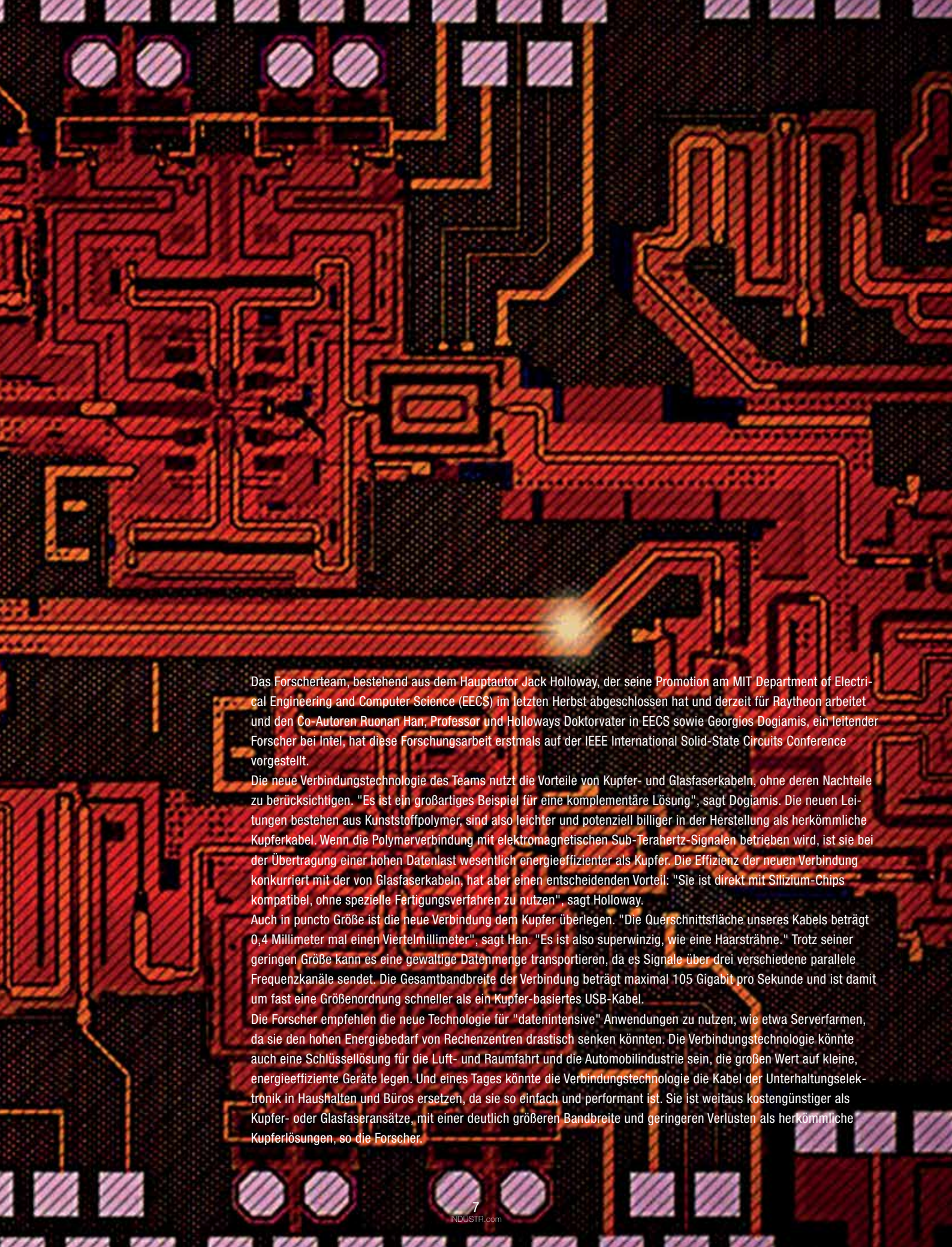
Fax: 040 529 547-11  
E-Mail: info@detakta.de  
Web: www.detakta.de

ENERGIEEFFIZIENZ IN DER MIKROELEKTRONIK VERBESSERN

# SILIZIUMCHIPS MIT HAARFEINEN KABELN VERBINDEN

Forscher haben ein Datenübertragungssystem entwickelt, das Informationen zehnmals schneller als ein USB-Kabel übertragen kann. Die Konnektierungslösung verbindet Hochfrequenz-Silizium-Chips mit einem Polymerkabel, das so dünn wie eine Haarsträhne ist.

TEXT: Daniel Ackerman, MIT BILD: courtesy of the researchers, MIT



Das Forscherteam, bestehend aus dem Hauptautor Jack Holloway, der seine Promotion am MIT Department of Electrical Engineering and Computer Science (EECS) im letzten Herbst abgeschlossen hat und derzeit für Raytheon arbeitet und den Co-Autoren Ruonan Han, Professor und Holloways Doktorvater in EECS sowie Georgios Dogiamis, ein leitender Forscher bei Intel, hat diese Forschungsarbeit erstmals auf der IEEE International Solid-State Circuits Conference vorgestellt.

Die neue Verbindungstechnologie des Teams nutzt die Vorteile von Kupfer- und Glasfaserkabeln, ohne deren Nachteile zu berücksichtigen. "Es ist ein großartiges Beispiel für eine komplementäre Lösung", sagt Dogiamis. Die neuen Leitungen bestehen aus Kunststoffpolymer, sind also leichter und potenziell billiger in der Herstellung als herkömmliche Kupferkabel. Wenn die Polymerverbindung mit elektromagnetischen Sub-Terahertz-Signalen betrieben wird, ist sie bei der Übertragung einer hohen Datenlast wesentlich energieeffizienter als Kupfer. Die Effizienz der neuen Verbindung konkurriert mit der von Glasfaserkabeln, hat aber einen entscheidenden Vorteil: "Sie ist direkt mit Silizium-Chips kompatibel, ohne spezielle Fertigungsverfahren zu nutzen", sagt Holloway.

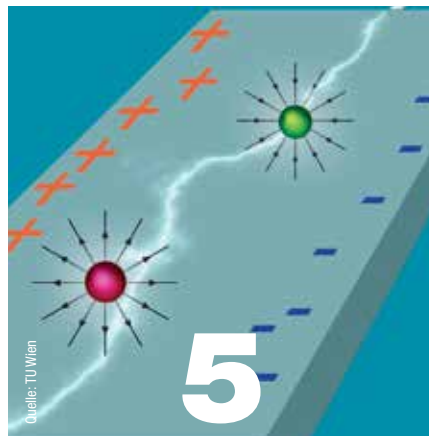
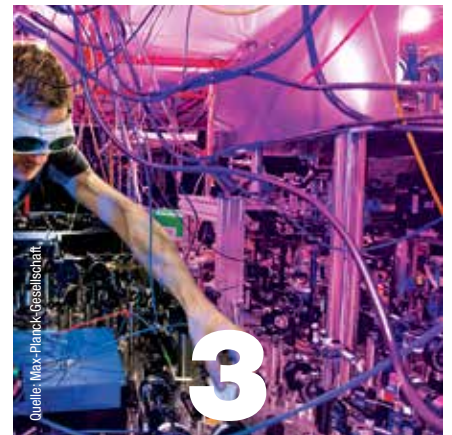
Auch in puncto Größe ist die neue Verbindung dem Kupfer überlegen. "Die Querschnittsfläche unseres Kabels beträgt 0,4 Millimeter mal einen Viertelmillimeter", sagt Han. "Es ist also superwinzig, wie eine Haarsträhne." Trotz seiner geringen Größe kann es eine gewaltige Datenmenge transportieren, da es Signale über drei verschiedene parallele Frequenzkanäle sendet. Die Gesamtbandbreite der Verbindung beträgt maximal 105 Gigabit pro Sekunde und ist damit um fast eine Größenordnung schneller als ein Kupfer-basiertes USB-Kabel.

Die Forscher empfehlen die neue Technologie für "datenintensive" Anwendungen zu nutzen, wie etwa Serverfarmen, da sie den hohen Energiebedarf von Rechenzentren drastisch senken könnten. Die Verbindungstechnologie könnte auch eine Schlüssellösung für die Luft- und Raumfahrt und die Automobilindustrie sein, die großen Wert auf kleine, energieeffiziente Geräte legen. Und eines Tages könnte die Verbindungstechnologie die Kabel der Unterhaltungselektronik in Haushalten und Büros ersetzen, da sie so einfach und performant ist. Sie ist weitaus kostengünstiger als Kupfer- oder Glasfaseransätze, mit einer deutlich größeren Bandbreite und geringeren Verlusten als herkömmliche Kupferlösungen, so die Forscher.

# 6

## HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Infineon erweitert seinen Vorstand, Weidmüller baut ein neues Logistikzentrum, Evonik bringt neues Hochleistungsmaterial für Lithium-Ionen-Akkus auf den Markt und die Firma Maxim Integrated Products wird mit dem Embedded Award ausgezeichnet.





Erweiterte Unternehmensleitung

## Neuer Vorstandsposten

Ab Mitte April umfasst der Infineon-Vorstand fünf statt vier Mitglieder: Neu hinzu kommt das Ressort des Chief Digital Transformation Officers. Der Halbleiterhersteller hat auch schon eine Kandidatin für die Position gefunden. Besetzt wird der neue Posten von Constanze Hufenbecher. Die Entscheidung hat das Unternehmen bei seiner Hauptversammlung am 25. Februar bekanntgegeben.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2571015](https://www.industr.com/2571015)

1

Leistungssteigerung von Lithium-Ionen-Akkus

## Schneller Laden

Evonik hat das Hochleistungsmaterial Siridion Black auf den Markt gebracht. Dabei handelt es sich um ein Silizium-Kohlenstoff-Kompositmaterial für die Anode von Lithium-Ionen-Akkus. Das Unternehmen komplettiert damit sein Angebot an Batteriewerkstoffen, das bereits Aktivmaterialien für Kathoden sowie Metalloxide zur Beschichtung von Separatorfolien enthält.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2571395](https://www.industr.com/2571395)

2

Gekoppelte Qubits

## Quantencomputer

Den Forschern Severin Daiss und Stefan Langenfeld ist es mit weiteren Kollegen des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik gelungen, zwei Qubits zu einem verteilten Quantencomputer zusammenzuschalten. Dafür verbanden sie die Qubits über ein 60 m langes Glasfaserkabel. Der Aufbau stellt den ersten Prototyp eines verteilten rechnenden Quantencomputers dar.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2564583](https://www.industr.com/2564583)

3

Neues Logistikzentrum

## Millioneninvestition

In der Nähe von Eisenach, auf einem über 72.000 m<sup>2</sup> großen Grundstück, entsteht ein Mega-Projekt: Weidmüller baut hier sein neues Logistikzentrum und investiert eine Rekordsumme im zweistelligen Millionenbereich. Die Fertigstellung des Gebäude ist für das Jahr 2022 geplant. Trotz der Corona-Pandemie war es dabei keine Option, das Bauvorhaben aufzuschieben.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2564519](https://www.industr.com/2564519)

4

Festkörperphysik

## Starker Hall-Effekt

Der Hall-Effekt wird in der Industrie verwendet, um Magnetfelder zu messen. Als Forscher der TU Wien ein exotisches Halbmetall aus Cer, Bismut und Palladium untersuchten, stellten sie etwas Ungewöhnliches fest: In dem Material tritt ein gigantischer Hall-Effekt auf, aber völlig ohne Magnetfeld. Den Grund für das Ereignis vermuten Forscher in den Eigenschaften der Elektronen.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2571379](https://www.industr.com/2571379)

5

KI-Beschleuniger gewinnt

## Embedded Award

Die Firma Maxim Integrated Products ist für ihren Low-Power-Neuronale-Netzwerk-Mikrocontroller MAX78000 mit dem Embedded Award 2021 ausgezeichnet worden. Der Preis wurde auf der virtuellen Embedded World übergeben. Maxims Mikrocontroller soll KI-Inferenzen mit weniger als einem Hundertstel der Energie von Softwarelösungen ausführen können.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2571438](https://www.industr.com/2571438)

6



**productware**  
production of electronic equipment

Seit über 30 Jahren der  
EMS-Partner für komplexe  
Baugruppen und Systeme  
im Bereich High Mix /  
Low-Middle Volume.

[www.productware.de](https://www.productware.de)

STROMVERSORGUNG FÜR INDUSTRIE- UND KOMMUNIKATIONSTECHNIK

# Universelle Power für Industrieanwendungen

Immer mehr Applikationen aus der Industrie und Kommunikationstechnik erfordern nicht nur robuste Stromversorgungslösungen mit einem sehr weiten Eingangsspannungsbereich, sondern sind auch hohen Transienten ausgesetzt. Packungsdichten auf Leiterplatten steigen an, Bauteilkosten werden reduziert. Gleichzeitig steht die Branche vor stark wachsenden Marktanforderungen im Bereich der Stromversorgung.

TEXT: Stefan Klein, ROHM Semiconductor BILDER: ROHM Semiconductor; iStock, Danler; Titel: iStock, Danler

Elektronische Geräte, wie sie in der Industrie, Kommunikationstechnik und Automobilbranche zum Einsatz kommen, werden mit Spannungen von z.B. 12, 24 und 48 VDC versorgt und sind hohen Transienten ausgesetzt. Sie erfordern daher einen weiten Eingangsspannungsbereich. Der Eingangsspannungsbereich von DC/DC-Schaltregler-ICs orientiert sich sehr nah an den vorgegebenen Anforderungen und Standards der entsprechenden Branchen.

Industrielle Applikationen aus dem Bereich von eMeter, SPS, Fabrikautomatisierung und industrielle Kommunikation werden beispielsweise mit 12 oder 24 VDC versorgt. Schienenfahrzeuge wie Kleinbahnen oder Straßenbahnen, die mit Versorgungsspannungen von 24 oder 48 VDC versorgt werden, weisen einen dedizierten Eingangsspannungsbereich von bis zu 72 VDC auf.

## Geeignet für Cloud-Server und Basisstationen

Weit höher sind die Anforderungen in der Kommunikationstechnik. In dieser Branche werden Backplanes mit 48 VDC gespeist und es sind Eingangsspannungsbereiche von bis zu 75 VDC erforderlich. Das sind typische Anforderungen von Applikationen wie sie in 5G-Basisstationen und Cloud-Servern verwendet werden. Transienten haben unterschiedliche Ursachen und können elektronische Schaltungen beschädigen. Sie treten sporadisch auf und sind oft schwer reproduzierbar. Beispielsweise entstehen auf Versorgungsleitungen durch wechselnde Lasten Ausgleichsspannungen, die zu Transienten von bis zu 60 V führen. Ihre Impulsformen weisen eine unterschiedliche Anstiegszeit und Impulsdauer auf. Burst-Impulse sind schnelle Transienten, die unter anderem entstehen, wenn über den Kontakten von prellenden Schaltern Ausgleichsvorgänge stattfinden. Atmosphärische Einflüsse wie Blitzeinschlä-

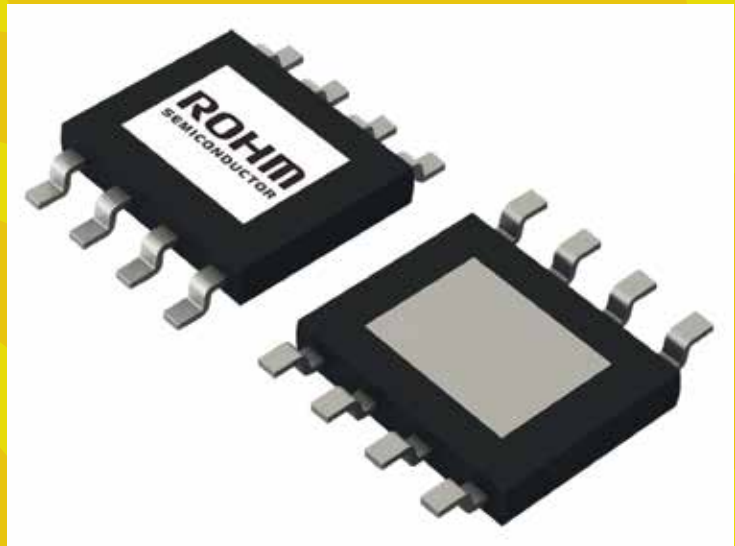
ge führen zu hochenergetischen Transienten. Diese werden Surge-Impulse genannt. Ein Burst-Impuls ist im Gegensatz zum Surge-Impuls in seiner Anstiegszeit und Impulsdauer kürzer und tritt mehrmals hintereinander in Paketen auf.

Bisher verfügten DC/DC Schaltregler über einen Eingangsspannungsbereich bis zu 32 VDC. Sie wurden üblicherweise mit zusätzlichen externen Bauteilen, z.B. Varistoren, Schottky- und TVS-Dioden beschaltet, um vor Zerstörung durch hohe Transienten zu schützen. Verfügt ein DC/DC-Schaltregler-IC über einen weiten Eingangsspannungsbereich, so können zusätzliche externe Schaltungsschutzbauteile entfallen. Dies spart Platz auf der Leiterkarte und reduziert BOM-Kosten. Entwickler von Stromversorgungsschaltungen setzen es sich daher zum Ziel, DC/DC-Schaltregler mit einem hohen Eingangsspannungsbereich von bis zu 75 VDC in ihren Applikationen zu implementieren. Aus diesem Grund hat ROHM seine Produktfamilie der DC/DC-Schaltregler-Serie BD9Gxxx um einen IC mit breitem Eingangsspannungsbereich erweitert.

Der neue Buck-DC/DC-Schaltregler-IC BD9G500EFJ im HTSOP-J8-Gehäuse erlaubt mit seinem Eingangsspannungsbereich von 7,0 bis 76 VDC Transienten bis zu 80 V. Seine geplante lange Verfügbarkeit auf dem Markt und sein weiter Eingangsspannungsbereich ermöglichen einen optimalen Einsatz in der Industrie. Anwendungsbeispiele sind speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), die mit 24 VDC versorgt werden oder Anwendungen aus der Kommunikationstechnik. Hier erfolgt aus einer 48 VDC Backplane die Versorgung von +/-12 V für analoge Schaltungskomponenten.

Dank seiner „Current-Mode-Control-Regeltopologie“ können sogar bei einem maximalen Ausgangsstrom von 5 A stabile Ausgangsspannungen erzeugt werden. Damit lässt sich

Der DC/DC-Wandler besitzt einen weiten Eingangsspannungsbereich und einen hohen Wirkungsgrad.



dieser DC/DC-Schaltregler-IC ideal auch als „POL Converter“ in 5G-Basisstationen einsetzen. Bei der genauen Dimensionierung eines DC/DC-Schaltreglers sind die Dimensionierung und die Auswahl entsprechender passiver Bauelemente wie Spule und Ausgangskondensatoren besonders wichtig. Sowohl Wechselspannungsverluste als auch Gleichspannungsverluste (AC- und DC-Verluste) können bei einer ungünstigen Auslegung der Spule den Wirkungsgrad verschlechtern.

Ein besonderes Merkmal des BD9G500EFJ ist seine flexible, zwischen 100 kHz und 650 kHz einstellbare, Schaltreglerfrequenz. Mit Hilfe dieser Funktion ist es möglich, die Effizienz einer Stromversorgungslösung mit Rücksicht auf die Auswahl der externen passiven Bauelemente zu optimieren. Je nach Anforderung an die Stromversorgung kann mit dem Baustein bei niedriger Schaltreglerfrequenz eine Hochstromlösung mit hohem Wirkungsgrad generiert werden.

### Integrierter MOSFET bringt Vorteile

ROHM hat aus diesem Grund bei der IC-Entwicklung ein besonderes Augenmerk auf die Auslegung des integrierten Highside MOSFETs gelegt, der mit nur wenigen Milliohm einen wichtigen Beitrag zur Erreichung eines hohen Wirkungsgrades erzielt. Der Wirkungsgrad beträgt bei einer Eingangsspannung von 7 V und bei 100 mA Ausgangsstrom 95 Prozent. Selbst bei Vollast des Systems erzielt ein Schaltregler mit dem neuen IC BD9G500EFJ einen Wirkungsgrad von deutlich über 85 Prozent.

Zahlreiche, im IC integrierte Schutzfunktionen, wie Over Voltage Protection, Under Voltage Lockout, Thermal Shutdown und Over Current Protection, bieten die nötigen Überwachungsmöglichkeiten und gewährleisten eine zuverlässige, sichere Funktionsweise einer Stromversorgung. Zeitdruck bei

der Entwicklung und steigende Komplexität der Leiterplatten erfordern ein einfaches und schnelles Stromversorgungsdesign mit DC/DC-Schaltreglern. Das Unternehmen konzentriert sich deshalb auf eine umfangreiche Integration von externen Bauteilen. Hierzu gehört ein MOSFET am Ausgang des Schaltreglers. Dank der Implementierung des MOSFETs in das Gehäuse des DC/DC-Schaltregler-ICs, wird die Entwicklungszeit der Stromversorgung enorm verkürzt. Zudem wird der Platzbedarf auf der gesamten Leiterkarte um ein Drittel reduziert und die BOM-Kosten zusätzlich gesenkt.

### Fazit

Bei ROHMs neuem Produkt BD9G500EFJ handelt es sich dabei um einen asynchronen, nicht-isolierten Current-Mode-DC/DC-Schaltregler-IC mit einem breiten Eingangsspannungsbereich von 7,0 bis 76 VDC. Der IC eignet sich ideal für Schaltungen in der Industrie oder der Kommunikationstechnik, wo bipolare Spannungsversorgungen mit +/- 12 VDC benötigt werden. Die integrierten Funktionen, wie eine einstellbare Schaltregler Frequenz, Soft Start, Over Current Protection (OCP), Under Voltage Lockout (UVLO) und Thermal Shutdown (TSD) oder Over Voltage Protection (OVP) kommen in DC/DC-Schaltreglern zum Einsatz.

Weitere Eigenschaften sind eine geringe Ruhestromaufnahme, ein hoher Ausgangsstrom und ein integrierter Highside MOSFET mit geringem Drain Source Widerstand. Alle Funktionen und Komponenteneigenschaften sind vereint in einem HOSOP-J8-Gehäuse. Die hohe Funktionsvielfalt ermöglicht das Design eines DC/DC-Schaltreglers mit weitem Eingangsspannungsbereich, der ein breites Applikationsspektrum an Stromversorgungen mit hohen Transienten abdeckt und die Realisierung von Stromversorgungen mit hohen Ausgangsströmen und bipolaren Ausgangsspannungen ermöglicht. □



DC/DC-Wandler

# „Energiewandler der besonderen Art“

Aktuelle DC/DC-Wandler müssen nicht nur einen hohen Wirkungsgrad aufweisen, sondern auch universell einsetzbar sein. Dafür ist eine kleine Bauform ein Muss. Was diese aktuellen DC/DC-Wandler sonst noch alles bieten, verrät Andreas Thamm, Director Industrial Applications, Application and Technical Solution Center bei ROHM Semiconductor Europe, im Interview.

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Bernhard Haluschak, E&E **BILD:** ROHM Semiconductor

**ROHM Semiconductor gehört zu den führenden Herstellern von elektronischen Komponenten mit besonderem Fokus auf Analog-Technologie. Weshalb sind Sie in diesem Bereich so stark?**

Seit der Entwicklung der ersten ICs in den 1970er Jahren hat ROHM eine Vielzahl von Produkten für den Consumer-Bereich entwickelt. Basierend auf dieser Expertise ist ein 3-Säulen-Inhouse Entwicklungssystem entstanden, das aus Schaltungsdesign, Layout und Prozessen besteht. Im Laufe der Jahre hat ROHM den Schwerpunkt der Produktentwicklung auf den Automobil- und Industriesektor verlagert. Die über Jahrzehnte gewonnenen Erfahrung in Analog-Technologien hat zu einem umfangreichen Produktportfolio in diesem Sektor geführt. Auch in Zukunft wird diese Technologie konsequent weiterentwickelt werden und ihren Weg, z.B. in Spannungsversorgungs-ICs für Antriebslösungen und ADAS-Anwendungen, finden. Diese Applikationen benötigen ein besonders hohes Integrationslevel, um funktionale Sicherheit zu gewährleisten. ROHM integriert in diesem Bereich analoge Sicherheitsfunktionen besonders platzsparend und kosteneffizient – sehr zur Freude unserer Kunden.

**ROHM hat mit dem BD9G500EFJ einen neuartigen DC/DC-Abwärtswandler entwickelt. Was ist das Besondere an diesem Wandler beziehungsweise welche Features bietet dieser Wandler-Chip?**

Heute verfügbare DC/DC-Wandler bieten üblicherweise einen Eingangsspannungsbereich bis zu 32 V an. Mit der Entwicklung des BDG900EFJ reagiert ROHM auf die wachsenden Marktanforderungen hinsichtlich höherer Eingangsspannungen. Der neue Wandler arbeitet mit einer Weitbereichs-Eingangsspannung von 7 bis 76 VDC, wodurch Transienten bis zu 80 VDC ermöglicht werden. Seine „Current Mode Control“-Regeltopologie erlaubt eine stabile Ausgangsspannung mit einem maximalen Ausgangsstrom von 5 A. Je nach Beschaltung des BD9G500EFJ kann auch eine negative Ausgangsspannung erzeugt werden, wodurch analoge Schaltkreise beim Einsatz zweier dieser ICs mit z.B. +/-15 V versorgt werden können.

**Sie haben in dem Wandler einen High-Side Power MOSFET integriert. Welche Vorteile bringt das für die Entwickler von Leistungselektroniksystemen?**

Die Verwendung des BD9G500EFJ mit einem integrierten MOSFET reduziert die Aufwände bei der thermischen Optimierung der Leiterkarte, da ein zusätzlicher externer MOSFET zu einer erhöhten Wärmeausbreitung auf der Leiterkarte führen würde. Gleichzeitig reduziert ein interner MOSFET die Stückliste des Schaltreglers, wodurch Kosten in der Endanwendung eingespart werden. Die Integration eines MOSFETs mit einem geringem RDS(on) bietet zudem Vorteile in der Erhöhung des Wirkungsgrades. Mit einem internen MOSFET entfallen außerdem zusätzliche Leiterbahnen und unnötige Leiterschleifen, wodurch eine reduzierte elektromagnetische Abstrahlung erreicht wird.

## „Der Kunde und seine Bedürfnisse sind für uns von größter Bedeutung.“

**Unerwünschte Transienten können einen DC/DC-Wandler empfindlich stören. Welche schaltungstechnischen Maßnahmen besitzt dieser Chip, um dies zu verhindern. Können Sie diese kurz im Detail erläutern?**

Der erhöhte Eingangsspannungsbereich des BD9G500EFJ-Wandlers von bis zu 76 V schafft eine Robustheit gegenüber Transienten, die beispielsweise auf einer 48-V-Backplane bis zu 80 V betragen können. Die Funktionsweise wird zum einen durch seinen weiten Eingangsspannungsbereich und zum anderen durch eine zusätzliche interne Schottky Diode im Eingangskreis des BD9G500EFJ sichergestellt. So werden Transienten bis zu 80 V gegen Masse kurzgeschlossen und gewährleisten eine robuste Spannungsversorgung ohne Ausfall. Zusätzliche Schaltungsschutzbauteile entfallen dadurch in der Endanwendung, wodurch wiederum die Stücklistenkosten reduziert werden und Fläche auf der Leiterplatte eingespart wird.

**Für welche Applikationen ist der neue DC/DC-Wandler besonders gut geeignet und warum?**

Bei industriellen Steuerungssystemen sind 24-V- und 48-V-Netzteile aufgrund des höheren Strombedarfs alltäglich geworden. Der ROHM DC/DC-Wandler BD9G500EFJ bietet ausreichend Strom für Niederspannungsversorgungen, die in batteriebetriebenen Anwendungen wie E-Bikes und Elektrowerkzeugen verwendet werden. Darüber hinaus bietet er mit einem absoluten Maximum von 80 V eine hervorragende Konstruktionsspanne für Produkte, die 48 VDC verwenden, wie z. B. industrielle Basisstationen und Server. Sein erweiterter Temperaturbereich von -40 bis +125 Grad Celsius sowie seine Langzeitverfügbarkeit von 10 Jahren ab Start der Massenproduktion prädestinieren ihn für den Einsatz in industriellen Anwendungen.

**Gerade in Krisenzeiten, wie aktuell die Corona-Pandemie verdeutlicht, sind stabile Lieferketten für die produzierenden Unternehmen essenziell. Wie schafft es ROHM, zuverlässige Lieferbedingungen zu realisieren?**

ROHM hat ein vertikal integriertes Produktionssystem etabliert, in dem alle Prozesse, vom Ziehen des Siliziumbarrens bis hin zur Kommerzialisierung, komplett im eigenen Haus durchgeführt werden, was die Produktion von Produkten in hohen Stückzahlen und hoher Qualität gewährleistet. Gerade in Krisenzeiten sind wir dadurch weitestgehend unabhängig von Zulieferern und Subunternehmen und können flexibel auf Marktveränderungen reagieren. Um der starken Nachfrage gerecht zu werden, stimmen wir uns eng mit unseren Kunden ab, optimieren die Lieferkette einschließlich des Produktionssystems und streben eine stabile Versorgung an.

**Warum sollten Elektronikhersteller auf ROHM-Produkte setzen? Was machen Sie besser als Ihre Mitbewerber?**

Durch den hohen Integrationsgrad unserer Fabriken sind wir gegenüber anderen Herstellern, die viele Produktionsschritte auslagern, im Vorteil. ROHM kann damit sehr engmaschige Qualitätskontrollen durchführen, um den hohen Qualitätsanspruch zu sichern und die gesamte Lieferkette im Sinne des Kunden optimieren. Der Kunde und seine Bedürfnisse sind für uns von größter Bedeutung - vom technischen Support während der Design-In Phase neuer Produkte bis hin zu verlässlichen Lieferzeiten. □





ALLES IM GRIFF

# Leistungselektronik kontrollieren

Leistungselektronik hat die Aufgabe elektrische Energie bedarfsgerecht in oder für verschiedene elektrische Maschinen oder Systeme umzuwandeln. Neben der Energieeffizienz spielt die Zuverlässigkeit der leistungselektrischen Komponenten eine entscheidende Rolle. Condition Monitoring heißt dabei das Zauberwort.

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

Die Anforderungen an die Leistungselektronik sind in den letzten Jahren enorm gestiegen. Durch Miniaturisierung oder neue Materialien konnte die Leistungsdichte und die Energieeffizienz stetig erhöht werden. Doch zunehmen rücken Funktionalität und Zuverlässigkeit mehr und mehr in den Fokus der Anwender. Diese werden gerieben durch die steigende Digitalisierung in allen Industriebereichen sowie durch Hypes wie IIOT oder Elektromobilität. Um Systeme der Leistungselektronik sicher zu kontrollieren, ist daher eine Zustandsüberwachung des zwingend erforderlich. Hierzu müssen angepasste Sensoren alle Parameter des leistungselektronischen Systems erfassen. Aus diesen Daten lassen sich dann Rückschlüsse ziehen, wann eine Komponente kurz vor einem Ausfall steht oder seine Lebensdauer erreicht hat.

Die Grundlage dieser Methode beruht auf einem datenbasierten Ansatz. Hierbei werden alle möglichen Sensordaten des Leistungselektroniksystems über den gesamten Lebensdauerprozess gesammelt und in einem Analyseprozess ausgewertet. So lassen sich zum Beispiel bei einem Elektromotor und der dazugehörigen Leistungselektronik Daten wie Leistungsaufnahme, Lagervibrationen oder Temperaturen bestimmter Komponenten sammeln und daraus auf einen möglichen Austausch oder eine Reparatur eines Bauteils schließen. Mit einer entsprechenden Software mit Alarmierungsfunktion hat man so seine Systeme in Echtzeit unter Kontrolle und kann unerwartete, kostspielige Ausfälle des Gesamtsystems vermeiden. □

Netzausfälle mit Puffermodulen überbrücken

# Wartung war gestern

Hohe Anlagenverfügbarkeit und geringe Ausfallkosten sind wichtige Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Anlagenbetrieb. Dies ist aber nur mit zuverlässigen Komponenten und aufeinander abgestimmten Systemen möglich. Die Absicherung – mithilfe Kondensator-basierter Puffermodule für 24 V-Gleichstrom – ist ein wichtiger Bestandteil der Gesamtinstallation, um Spannungsschwankungen auszugleichen und Ausfälle zu verhindern.

**TEXT:** Andreas Schamber, Phoenix Contact Power Supplies

**BILDER:** Phoenix Contact; iStock, Leyn

Mit der digitalen Transformation zur Industrie 4.0 stehen die Betreiber von Fertigungsanlagen vor neuen Herausforderungen. Maschinen und Anlagen sowie deren elektrische Einrichtungen werden zunehmend intelligenter – und dadurch komplexer im Aufbau. Die Anforderungen an das Monitoring und an die Zuverlässigkeit der Anlagen steigen stetig – auch weil deren Wirtschaftlichkeit mehr und mehr in den Vordergrund rückt. Maschinenstillstände verursachen Mehrkosten, die sich niemand leisten kann.

## Zuverlässigkeit und inkludierte Anlagenüberwachung

Für den zuverlässigen Betrieb von Anlagen ist eine sehr stabile Spannungs-

versorgung von besonders großer Bedeutung. Spannungsschwankungen und Spannungsspitzen entstehen etwa durch:

- Zu- und Abschaltung von Teilen eines Netzes
- Zu- und Abschaltung von leistungsstarken Verbrauchern – hier entstehen Überspannungen
- Schalten der Relais und Leistungsschalter sowie Auslösen der Sicherungen – hier entstehen häufig transiente Spannungsspitzen
- Überlastung von Netzen – hier entstehen häufig temporäre Unterspannungen von wenigen Sekunden bis zu mehreren Stunden

Solche diversen Spannungsschwankungen können zur Folge haben, dass Fertigungsprozesse unverhofft unter-

brochen werden und Datenverluste entstehen. Im schlimmsten Fall werden die Anlagen stark beschädigt und fallen aus. Vermieden werden derartige Schäden und Ausfälle mithilfe von geeigneten Puffermodulen, in denen die benötigte Energieversorgung aus den Energiespeichern für bestimmte Zeit zur Verfügung gestellt wird.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt für mehr Sicherheit und Transparenz ist die Nah- und Fernüberwachung von Anlagen. Auf diese Weise können Ausfälle in Maschinen und Anlagen schneller erkannt und zeitnah vor Ort beseitigt werden. Auch eine Fehleranalyse hilft dem Techniker, das Problem lokal einzugrenzen und geeignete Maßnahmen sofort einzuleiten.







Diese Funktionen – sowie noch weitere darüber hinaus – übernehmen die wartungsfreien Puffermodule von Phoenix Contact. Mithilfe dieser Puffermodule – die auch als Kapazitätsmodule bezeichnet werden – aus der inzwischen vierten Generation der Produktlinie „Quint“ ist es möglich, Spannungsunterbrechungen auf der 24-V-Gleichstromseite auszugleichen und dabei die notwendigen Statusmeldungen an die angeschlossene Steuerung oder an den Industriecomputer zu übermitteln.

Bei kritischen Zuständen – etwa bei Spannungseinbrüchen oder bei einem Totalausfall – können betriebsnotwendige oder sicherheitsrelevante Funktionseinheiten mit Energie versorgt werden, um die Prozesse sicher abzuschließen oder Anlagenbereiche in einen sicheren Zustand zu überführen. Zudem können die Daten auf Industrie-PCs gesichert und diese gezielt und kontrolliert heruntergefahren werden.

Zusätzlich können Signalein- und -ausgänge am Gerät für die Betätigung von Relais genutzt werden. Externe

Leuchtmelder für die Vor-Ort-Signalisierung lassen sich ebenfalls problemlos anschließen. Dazu ist nur eine direkte Verbindung zwischen dem Signalausgang „Alarm“ und dem SGND-Eingang (Signal Ground, Signalmasse) am Gerät erforderlich.

### Für lange Zeit sicher und wartungsfrei

Soll eine Anlage über viele Jahre sicher und effizient und zudem ohne unnötige Reparaturkosten betrieben werden, müssen alle Komponenten für die Elektroinstallation sorgfältig ausgewählt werden. Dabei spielen Sicherheit und Langlebigkeit der Komponenten eine wichtige Rolle. Auch Puffermodule sollten die Anforderungen an die Langlebigkeit erfüllen, um Spannungsschwankungen und Netzunterbrechungen immer zuverlässig ausgleichen zu können. Das oberste Ziel sollte es sein, einen Netzausfall verzögerungsfrei zu überbrücken, um die Betriebssicherheit von Maschinen und Anlagen jederzeit zu gewährleisten. Die Puffermodule gibt es in zwei Produktklassen: Puffermodule auf Basis von Elektrolyt-Kondensatoren für kurze Pufferzeiten bis zu einigen Sekunden und Puffermodule auf Basis von Doppel-

## Forcierte Entwärmung

- verschiedenartige Lüfteraggregate zur Abfuhr hoher Verlustleistungen
- kompakter Aufbau und homogene Wärmeverteilung
- exakt plangefräste Halbleitermontageflächen
- Sonderlösungen nach Ihren Vorgaben



**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](mailto:info@fischerelektronik.de)



Ausfallsicher in die Industrie 4.0: Mit dem Puffermodul Quint 4 CAP wird die Anlagenverfügbarkeit weiter erhöht.

schicht-Kondensatoren für längere Pufferzeiten bis zu einigen Minuten.

Die Puffermodule aus der Baureihe Quint, die auf Elektrolyt-Kondensatoren basieren, eignen sich für kurze Spannungsunterbrechungen bis zu einigen Sekunden. Damit können auch Lasten bis zu 40 A gestützt werden. Zusätzlich besitzen die Puffermodule weitere wertvolle Funktionen – wie das Begrenzen der Einschaltströme – um die Netzteile vor Überlastung zu schützen. Zum Schutz der Puffermodule vor möglichen elektrischen Fehlern wurden zahlreiche Schutzmechanismen implementiert. So ist es mithilfe der internen Spannungs- und Stromüberwachung möglich, die Module bei Abweichung von festgelegten Grenzwerten sicher abzuschalten. Damit soll sichergestellt werden, dass es in der Applikation nicht zu Überlastung oder Überhitzung kommt.

Weitere Vorteile der Puffermodule sind die umfangreiche optische Signalisierung sowie die erhöhte Konnektivität durch digitale Ausgänge. Die Quint-Produktfamilie der vierten Generation wird kontinuierlich mit neuen Puffermodulen auf Basis von Doppelschicht-Kondensatoren erweitert. Dank höherer Energiedichte erreichen die Module deutlich längere Pufferzeiten – bis hin zu einigen

Minuten. Zudem verfügen die Module über weitere nützliche Sicherheitsfunktionen für den Eigen- und Anlagenschutz.

Dabei geht es um Funktionen wie einen „Softstart“ von Lasten mit hohem Einschaltstrom sowie um eine Überwachung der internen Funktionseinheiten. Mithilfe einer integrierten Temperaturmessung ist es möglich, die einzelnen Funktionseinheiten beim Erreichen von kritischen Temperaturen abzuschalten, um die Applikation und das Puffermodul vor Überhitzung und Beschädigung zu schützen. Auch Überlast bei Kurzschlüssen oder Unter- und Überspannungen werden vom Puffermodul sicher erkannt und signalisiert. Diese Funktionen ermöglichen eine gezielte Diagnose von Fehlerzuständen – sie erhöhen damit merklich die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlage.

Sicherheitsrelevant ist auch die Funktion „PC Shutdown“, die ein geregeltes Herunterfahren nach vorgegebener Pufferzeit erlaubt. Damit lassen sich angeschlossene Industrie-PCs auf einfache Weise so lange mit Energie versorgen, bis sie durch gezieltes Herunterfahren ohne Datenverlust in einen sicheren Zustand gebracht werden können. Wenn eine bestimmte, vorher festgelegte Pufferzeit überschritten wird, geht über die

USB-Schnittstelle ein Signal zum IPC, der dann automatisch herunterfährt. Kehrt die Spannung während des Herunterfahrens des IPCs zurück, startet das Puffermodul anschließend den IPC automatisch. Dafür muss der Anwender lediglich die Konfigurations-Software auf seinem IPC installieren und bedarfsgerecht konfigurieren.

Zusätzlich bietet die Software eine Überwachung der angeschlossenen Geräte, und Meldungen werden netzausfallsicher abgelegt. Nach Bedarf kann die Software auch eine Nachricht an Service-Mitarbeiter senden. Außerdem bietet die Software vielfältige Einstellmöglichkeiten und Funktionen, um die Energieversorgung durch Puffermodule optimal auf die entsprechende Applikation hin abzustimmen.

## Fazit

Bei immer intelligenteren Industrieanlagen verlangen die steigenden Anforderungen an Sicherheit und Anlagenverfügbarkeit nach neuen Lösungen. Ziel ist es, die Anlagenversorgung ohne unnötige Betriebsunterbrechungen und Datenverluste aufrecht zu erhalten.

Schwankungen der Spannung in einer Fertigungsanlage sind nicht vorher-

Auf der sicheren Seite: Bei kurzen Unterbrechungen der Spannung bis zu einigen Minuten übernimmt sofort das Puffergerät die Energieversorgung auf der 24-V-Gleichstromseite.



sehbar – daher sind die Puffermodule aus der Serie Quint 4 CAP zur Unterstützung der Spannungsversorgung sinnvoll. Damit werden Spannungsschwankungen ausgeglichen und Industrie-PCs sicher heruntergefahren. Auch die Überwachung und vorausschauende Wartung ist

mit neuen Kommunikationsschnittstellen an den Puffermodulen möglich.

Dies alles dient nicht nur zur Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit, sondern reduziert auch unerwartete Kosten für Wartung, Reparatur und Fehlersuche.

Und es ermöglicht eine längere Nutzung im Feld dank robuster Technologie. Die neue Speichertechnologie für kurze Spannungsunterbrechungen ist eine weitere Option, Netzschwankungen zu überbrücken und so die Anlagenverfügbarkeit weiter zu erhöhen. □

# TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

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



KI  
KÜNSTLICHE  
INTELLIGENZ



TRS2

RAUE  
UMGEBUNG



TIB80-EX

MOBILITÄT



TSR1WI

SENSORIK



TBA1

IOT-KOMMU-  
NIKATION



TRI20

## Stromversorgungen für die Industrie

**DC/DC from 1–300 Watt**  
**AC/DC from 2–1000 Watt**

- Grosse Auswahl an Befestigungsvarianten und Formfaktoren
- IEC/EN/UL 62368-1 Zulassung
- EMV Immunität gemäss IEC 61000-6-2
- Ergänzendes Portfolio für raue und schwierige Umgebungen z.B. ATEX
- 3 Jahre Produktgewährleistung

Für weitere Informationen, Datenblätter und Zertifikate besuchen Sie unsere Website [www.tracopower.com](http://www.tracopower.com)

OBERWELLEN MIT SPANNUNGSSENSOREN IN SCHACH HALTEN

# Spannungsstörungen unter Kontrolle

Von Windkraftanlagen bis hin zur Bahntechnik ist der Schutz von Motoren vor außergewöhnlichen elektrischen Situationen von entscheidender Bedeutung. Da immer mehr Energie aus erneuerbaren Quellen wie der Windkraft erzeugt wird, kommt es auch darauf an, dass Motoren eine qualitativ hochwertige Stromversorgung erhalten.

TEXT: Damien Leterrier, LEM BILDER: LEM; iStock, SpicyTruffel

Eine wichtige Überlegung dabei ist, die Zuverlässigkeit und Sicherheit des Systems bei der Umwandlung der Primärspannung von einem Gleichspannungs- in ein Wechselspannungs-System unter allen Umgebungs- und Temperaturbedingungen zu gewährleisten.

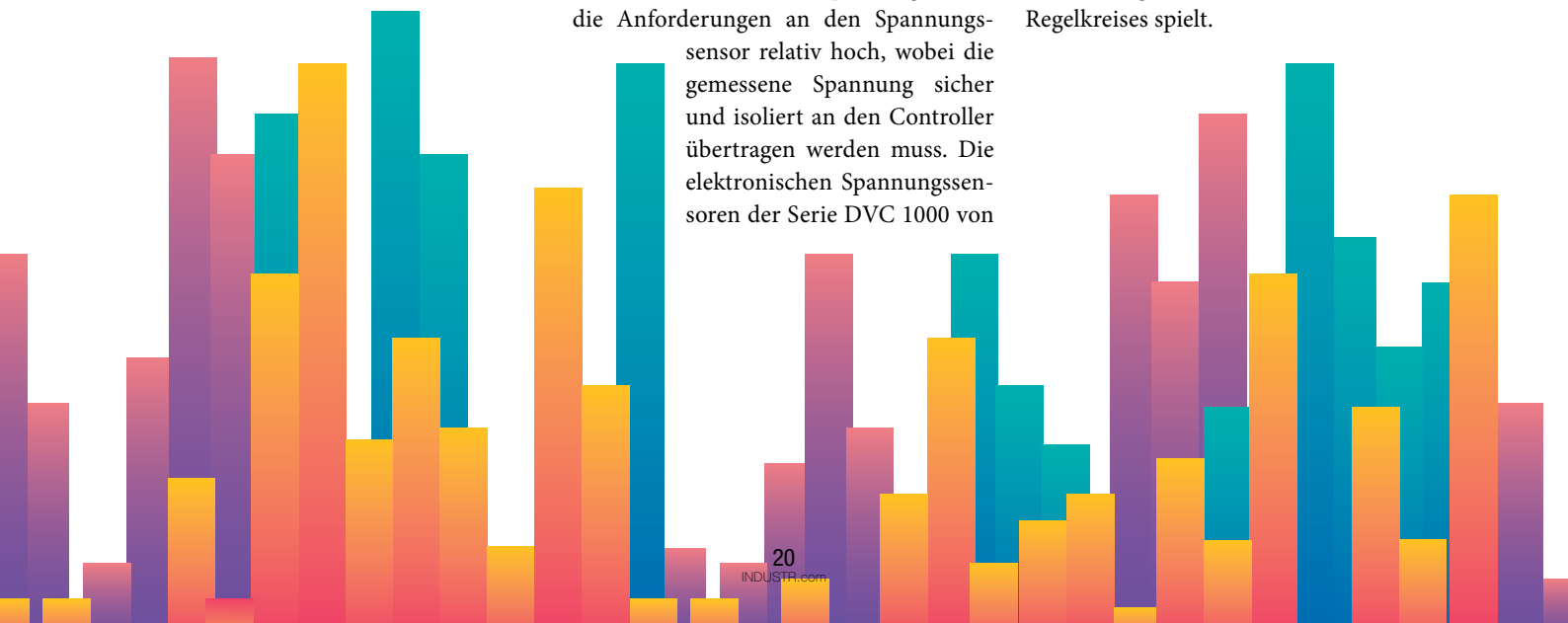
Die steigende Nachfrage nach erneuerbarer Energie ist einer der Treiber für den Ausbau der Windenergie. In Windkraftanlagen kommt in der Regel ein Drehzahlregler zum Einsatz, der mit dem Stromrichter zusammenarbeitet, um den erzeugten Strom in das Netz zu speisen. Ein häufiges Problem in der Leistungselektronik sind jedoch Oberwellen, die erzeugt und als Störung weitergeleitet werden und die Qualität des eingespeisten Stroms drastisch verringern.

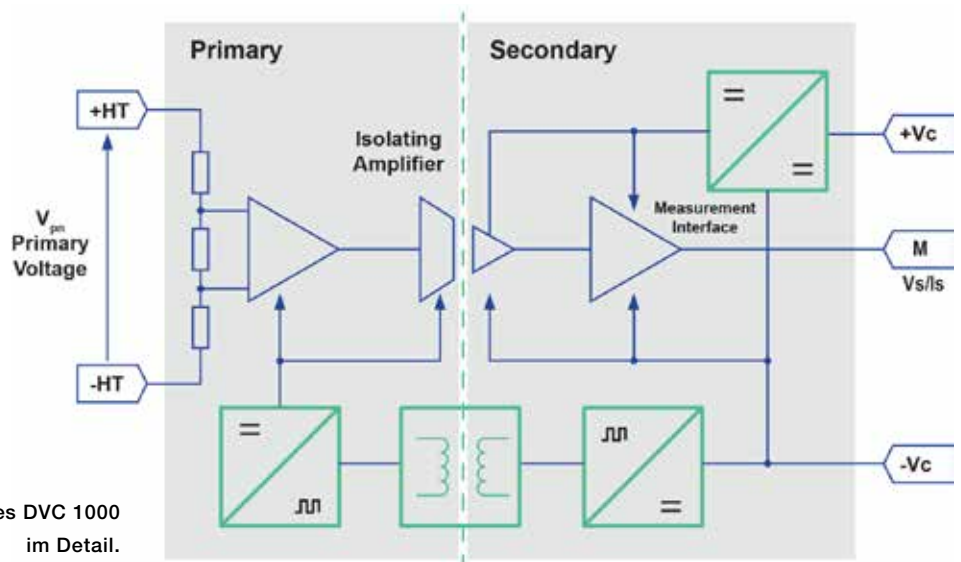
Verschiedene Arten von Filtern können harmonische Verzerrungen auf akzeptable Werte reduzieren. Diese Filter gleichen die Oberwellen nichtlinearer Lasten aus und werden meist nahe am Verzerrungspunkt installiert. Eine der gebräuchlichsten Techniken ist der Einsatz eines aktiven Leistungsfilters, der die verzerrte Wellenform durch Einspeisen einer entsprechend anti-harmonischen Wellenform „repariert“.

Eine anti-harmonische Signalform wird dann unter Verwendung der p-q-Theorie als Referenzsignal für das APF-Schalten erzeugt. Mit Hilfe der Clarke-Transformation werden dann die 3-Phasen-Koordinaten in äquivalente 2-Phasen- $\alpha$ - $\beta$ -Koordinaten für Spannung und Strom umgewandelt. In einem System mit hohen Strömen und Spannungen sind die Anforderungen an den Spannungssensor relativ hoch, wobei die gemessene Spannung sicher und isoliert an den Controller übertragen werden muss. Die elektronischen Spannungssensoren der Serie DVC 1000 von

LEM bieten diesen hohen Grad an Isolationsspannung bis zu 4,2 kV. Durch ihren modularen Aufbau lassen sie sich so nah wie möglich an der Last installieren und können so auch in beengten Platzverhältnissen eingesetzt werden.

In der Bahntechnik muss der Umrichter für Hilfsbetriebe, der Lasten wie Lüfter, Gebläse, Beleuchtung oder Batterieladegeräte mit Strom versorgt, eine strenge Überwachung der Oberwellen durchführen. Dabei kommt es darauf an, kein Signal mit einer Frequenz von 50 Hz erneut in die Fahrdrachtspannung zurück zu speisen, da dies zu Störungen der Gleisanlagen und damit zu einem Sicherheitsrisiko führen kann. Die Umrichter sind daher häufig mit einem Spannungssensor gekoppelt, der das Signal überwacht und eine wichtige Rolle für die Sicherheit des Regelkreises spielt.






Das Schaltbild des DVC 1000 im Detail.

Wie bereits erwähnt, ist der Schutz des Motors ständig erforderlich. Die meisten elektrischen Antriebe enthalten einen Umrichter, der Wechselstrom in ein DC-Signal mit hoher Spannung umwandelt. Dies wird als DC-Zwischenkreis bezeichnet und dient zur Versorgung von Umrichtern, die die getakteten Ströme zur Versorgung des Motors erzeugen. Die DC-Zwischenkreisspannung muss kontinuierlich geregelt werden. Unter bestimmten Betriebsbedingungen kann ein Motor als Generator fungieren und über das Leistungselektronikbauelement des Wechselrichters und/oder die Rückarbeitsdioden eine hohe Spannung in den Zwischenkreis


zurückspeisen. Diese Spannung erhöht die Zwischenkreisspannung, und die IGBTs (Bipolartransistoren mit isoliertem Gate), die den Motor antreiben, können durch eine hohe (und möglicherweise schädliche) Stoßspannung belastet werden. Ein isolierter Spannungssensor ist dann erforderlich, um das Sensorsignal zur Steuerungseinheit des Umrichters zurückzugeben, wodurch die gesamte Anwendung im Falle einer schädlichen Überspannung sicher abgeschaltet wird.


Neben Überspannungen können Unterspannungen ebenso gefährlich sein. Betrachtet man einen Umrichter mit 600 V

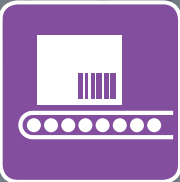
Nennspannung, sollte die Überspannung etwa 1000 V betragen, während die Unterspannung bei etwa 400 V liegen sollte. Zwischen diesen beiden Grenzwerten sollte der gleiche Spannungssensor verwendet werden können. Es gibt verschiedene Bedingungen, die zu einem Spannungsabfall führen können – die häufigste ist der Verlust einer Phase. Der Spannungssensor kann sich auf der AC-Eingangsseite des Gleichrichters oder besser direkt am DC-Zwischenkreis befinden. Die Installation eines Spannungssensors auf beiden Seiten des Systems stellt mehr Informationen bereit und ist somit für das Gesamtsystem viel sicherer.


**DEUTRONIC**   
EDWANZ group


Electronics for **Power**

**+**  **-**

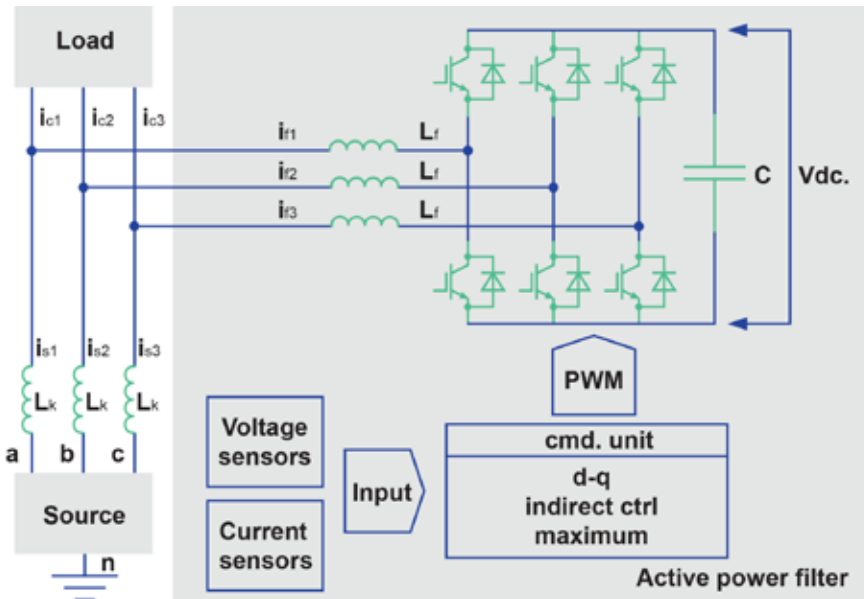
**+**  **-**

**+**  **-**

**+**  **-**

**+**  **-**

**Charging Technology**    **Transportation**    **Logistics**    **Test & Automation**    **+ MORE**



So funktioniert prinzipiell ein aktiver Power-Filter.

Motorantriebe sind nicht die einzige Anwendung, die galvanisch isolierte Spannungssensoren erfordern. Andere Anwendungen wie etwa Solarwechselrichter und USVs erfordern diese Funktionen ebenfalls, um den Schutz und die Sicherheit der Anwendung zu gewährleisten. In solchen Fällen muss ein Spannungssensor die DC-Zwischenkreisspannung genau messen und dabei die Isolation zwischen der Hoch- und Niederspannungsseite gewährleisten. Dabei stellt sich die Frage, wann eine isolierte Spannungserfassung erforderlich ist und wann ein nicht isolierter Sensor oder ein einfacher Widerstandsteiler genügt? Es gibt zwei wesentliche Gründe für den Einsatz eines solchen Sensors:

**Erster Fall:** Wenn der Mikrocontroller, der den A/D-Wandler enthält, nicht auf denselben Massepunkt bezogen ist wie die Spannungsmessung am Widerstandsteiler. Hier ist Vorsicht geboten, da zwischen verschiedenen Erdungen im System zu unterscheiden ist. Indem sowohl das zu messende Signal als auch der entsprechende Mikrocontroller isoliert wird, lassen sich eventuelle Schäden am System durch unvorhergesehene Ereignisse wie induktive Spitzen oder Blitzschläge vermeiden.

**Zweiter Fall:** Hier lautet die zweite Frage: Welche Sicherheitsbestimmungen er-

fordern eine galvanische Trennung, anstatt sich nur auf das Widerstandsnetzwerk zu verlassen? Für Sicherheitszertifizierungen reicht ein Widerstandsnetzwerk häufig nicht aus, um eine sichere Trennung des Systems zu gewährleisten. Die Spannungsmessung muss dann über einen isolierten Kanal erfolgen, um eine angemessene Sicherheitsbarriere zu gewährleisten.

Ist das gesamte System auf verschiedene vorhandene Geräte ausgelegt, wird das Einhalten der Sicherheitsanforderungen, ohne spezifische Bauelemente zu definieren, kostengünstiger, da sich die vorhandenen Systeme (z.B. eine Steuerung oder SPS) für die Überwachung nutzen lassen. In diesem Fall sorgt der DVC 1000 für die notwendige benutzerfreundliche Spannungsmessung mit entsprechender Isolation für den Controller. Diese direkte Messung wird über die Standardschnittstelle ( $\pm 10$  V oder 4 bis 20 mA) des DVC 1000 noch einfacher, da diese zu den Standard-Analogeingängen des Controllers kompatibel ist. Die Vielseitigkeit des DVC 1000 bei der AC- und DC-Messung ermöglicht dabei eine Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen.

Für eine höhere Integration ist der DVC 1000 zur weiteren Platzersparnis auch in einer Leiterplatten-/ PCB-montierbaren

Version (DVC 1000-P) erhältlich. Ebenso wie die Version für den Schalttafeleinbau (DVC 1000) ist sie autark und benötigt keine zusätzlichen Komponenten. Da die Designs immer kleiner werden, hat LEM eine neue Technik für diese Spannungsmessungen entwickelt. Basierend auf einem Trennverstärker entstand daraus die DVC-Serie. Um das Angebot an digitalen Spannungssensoren mit kleineren Abmessungen zu vervollständigen, hat die Firma zudem einen neuen Spannungssensor zur Messung von hohen Spannungen bis zu 1000 Veff und 1500 Vpeak konzipiert.

Zur Messung der Spannung (UP) verwendet die DVC-Serie nur bekannte Elektronikbauelemente, wobei die Hauptkomponente ein Trennverstärker ist. Die zu messende Spannung (UP) wird über ein internes Widerstandsnetzwerk und einige Bauelemente direkt an die Primäranschlüsse des Sensors angelegt, sodass das Signal einen Trennverstärker speisen kann. Dadurch lässt sich ein isoliertes Signal zurückgewinnen und aufbereiten, um am Sensorausgang eine Spannung oder einen Strom zu liefern, was dann eine genaue Darstellung der Primärspannung widerspiegelt. Ein interner isolierter DC/DC-Wandler dient dabei zur Versorgung der ganzen Elektronik im Primärkreis. □

# SCHLÜSSELFERTIGE LÖSUNGEN ALS FULL-SERVICE

Spezialisierte Hersteller Bressner Technology erklärt, wie Sie technische Probleme bei der Zusammenstellung industrieller PCs vermeiden und von welchen Mehrwert-Dienstleistungen Sie profitieren können.

TEXT + BILD: Bressner

Bei der Zusammenstellung von Komplettsystemen gibt es Verschiedenes zu beachten, angefangen mit der richtigen Gehäusegröße von Server PCs. Nicht nur die richtige Höheneinheit, sondern auch die Tiefe der Geräte muss auf den jeweiligen Serverschrank abgemessen werden. Modelle mit 430 oder 482 Millimetern Tiefe gehören hier zum Standard. Sind die 19-Zoll Systeme zu lang, passen diese schlimmstenfalls nicht in den Schrank oder die rückseitige Verkabelung wird beim Einbau verklemmt. Ein weiteres Problem erzeugen die Gehäuse von lüfterlosen Embedded PCs. Die entstehende Abwärme kann trotz Kühlkörpern zu einer Überhitzung der Geräte führen. IT-Experte Bressner Technology rät Ihnen daher, diese in belüfteten Schaltschränken zu installieren.

Bei der Hardware liegt die häufigste Ursache von Kompatibilitätsproblemen darin, dass die Modell-Generation der Einzelkomponenten nicht mit der Version des Chipsatzes bzw. des Sockels übereinstimmt. Ein Intel® Prozessor der neunten Generation funktioniert beispielsweise nicht auf einem 8th Gen-Chipsatz und PCIe-basierte Steckkarten (z. B. Soundkarten) werden manchmal nicht vom Mainboard erkannt. „Solche Probleme können zwar durch ein BIOS-Update behoben werden“, erklärt Gabor Paxian, Senior Account Manager für Industrie PCs bei Bressner Technology, „allerdings bieten nicht alle Hardware-Hersteller diese Option an, daher sollten Kunden besser darauf achten, dass die CPU-Generation mit der des Chipsatzes übereinstimmt. Die richtige Version ergibt sich meistens aus dem Mainboard selbst.“

Seit der sechsten Generation von Intel Prozessorstrukturen wird in industriellen Computern DDR4 als Standard-Arbeitspeicher verbaut. So manche Kunden und Systemintegratoren sind sich jedoch nicht bewusst, dass ein DDR4 RAM-Riegel rein physikalisch nicht auf einen DDR3-Sockel passt. Selbiges gilt auch für frühere Versionen, da jede Generation einen dedizierten Steckplatz hat.

## Bressner Technology kombiniert verschiedene Mehrwert-Dienstleistungen

Einkäufer und IT-Ingenieure werden heutzutage mit einer Vielzahl an industriellen Computersystemen konfrontiert. Eingebettete Hardware (Embedded PCs), SPS-Systeme, 19 Zoll Server, All-in-One Panel PCs sowie tragbare Geräte und Onboard-Computer gehören zu den am häufigsten angefragten Hardware-Lösungen. Das Kerngeschäft von Systemhaus und Hardware-Anbieter Bressner Technology besteht hierbei aus der Zusammenführung verschiedener Mehrwert-Dienstleistungen, einschließlich maßgeschneiderter Hardware, um Kunden individuelle Lösungen „schlüsselfertig“ anbieten zu können.

Als Full-Service-Anbieter durchläuft das Unternehmen Bressner Technology eine nahtlose Fertigungskette, die von der Experten-Beratung, Planung und Konzeption bis hin zur Individualisierung, Qualitätskontrolle und technischem Post-Sales Support reicht. □

MASSGESCHNEIDERTE STROMVERSORGUNGS-LÖSUNGEN  
FÜR INDUSTRIEANWENDUNGEN

# Zuverlässige Stromversorgung

In der Welt der Wissenschaft und des Engineerings gilt die richtige Vorbereitung seit jeher als Schlüssel zum Erfolg. Wer auf einer Leiterplatte einen Fehler entdeckt oder analysiert, wieso ein fast fertiggestelltes elektronisches System die elektromagnetische Verträglichkeitsprüfung (EMV) nicht bestanden hat, erinnert sich womöglich an Benjamin Franklin, der sagte: „Vorbeugen ist besser als heilen“.

TEXT: Traco BILDER: Traco; iStock, cnythzl

Wenn es darum geht, das Design für ein elektronisches Gerät zu entwickeln, ist die Auswahl der Stromversorgung von wesentlicher Bedeutung. Denn sie bildet die Grundlage für alle anderen Einheiten. Heutzutage steht Engineering-Teams eine Vielzahl an kommerziellen, lagermäßig lieferbaren Standardlösungen (COTS, commercial-off-the-shelf) zur Verfügung, die alle Bedürfnisse abzudecken scheinen. Selbst für Geschäftsfelder mit hohen Anforderungen wie die Medizinbranche mit all ihren Normen und Zertifizierungen ist das Angebot groß.

Trotzdem gibt es Lücken im standardisierten Angebot: fehlende Zertifizierungen, fehlende Ausgänge im Vergleich zur Spezifikation, nicht erfüllte zusätzliche Umweltauflagen oder unzureichende Leistung, um nur einige zu nennen. Dann stellt sich die Frage, ob die Stromversorgung lieber intern entwickelt oder vielleicht doch an den Spezialisten ausgelagert werden soll.

## Riskante Lösungen - nein Danke

Die Entscheidung „intern vs. extern“ stellt Ingenieure oft vor ein Dilemma. Wenn man sich der Herausforderungen der Entwicklung von elektronischen System bewusst ist und die zu entwickelnde Anwendung bis ins kleinste technische Detail kennt, mag es sicherer erscheinen, sich dem Design der optimalen Stromversorgung trotz zusätzlicher Herausforderungen selbst anzunehmen. Immerhin funktioniert die Steuerung der Teileversorgungskette bereits, man hat den Überblick über veraltete Komponenten und die Kapazität für die Fertigung ist vorhanden. Andererseits kann das Stromversorgungsdesign, sofern es nicht zu den

Kernkompetenzen des Entwicklungsteams zählt, schnell einmal von anderen Aufgaben ablenken und zu Verzögerungen im Projekt führen, wenn beispielsweise die Entwicklung nicht nach Plan verläuft.

Lagert man das Design aus, bedeutet das, dass man über die gesamte Projektdauer einen externen Partner betreuen muss. Auch hierfür benötigt man interne Ressourcen und ein gewisses Maß an Know-how. Aber wenn wir davon ausgehen, dass man mit einem Partner, der über die notwendigen technischen Kompetenzen verfügt, eine Vertrauensbasis aufbauen könnte, wäre es in weiterer Folge und eine Erleichterung, die Verantwortung für die Entwicklung einer Stromversorgungslösung vertrauensvoll abgeben zu können.

Der Austausch mit externen Experten bringt oft zusätzliche Vorteile mit sich. Häufig eröffnen sich neue Perspektiven und Möglichkeiten, auf die ein internes Team nicht kommen würde. Dank der umfassenden Erfahrung aus verschiedensten Projekten und Branchen können innovative Ansätze entstehen. Die weitreichende Kompetenz im Bereich der Stromversorgung ermöglicht den externen Experten Konzepte oder Systemarchitekturen auszuarbeiten, die sonst vielleicht nur deshalb verworfen würden, weil sie zuvor noch nie direkt ausprobiert oder in Erwägung gezogen worden waren.





Besonders, wenn man in neue Märkte mit strengen und komplexen Sicherheitsstandards vordringen möchte, ist die Zusammenarbeit mit einem kompetenten Partner von Vorteil. Da bei der Stromversorgung medizinischer Anwendungen sowohl die Anwender- als auch die Patientensicherheit gewährleistet werden muss, müssen die Anforderungen von Normen wie IEC 60601 und ISO 14971 erfüllt werden. Viele robuste Anwendungen stützen sich auf Normen wie EN 50155, die für die Eisenbahnindustrie entwickelt wurden, da es keine spezifischen Alternativen für ihren Sektor gibt. Ohne entsprechende Vorkenntnisse dieser Normen ist es schwierig, deren Einhaltung sicherzustellen, wenn ein Produkt entwickelt werden soll, das außerhalb der üblichen Expertise des Teams angesiedelt ist.

Eine „kundenspezifische“ Stromversorgungslösung bedeutet nicht automatisch ein neues, noch nie dagewesenes und teures Design. Denn es existieren bereits Lösungen für beinahe alle Anwendungsfälle. Die Entscheidung für ein bestehendes Standardprodukt mit geringfügigen Änderungen oder einer zusätzlichen Zertifizierung ist deshalb oftmals eine gute Alternative, um mit sehr geringem Mehraufwand zu einer passenden Stromversorgungslösung für eine Fertigungsanlage zu kommen.

## Nicht durch die ganze „Röhre“ laufen

Ein existierendes Standardprodukt als Ausgangspunkt für eine Lösung nach Maß - diesen Fall hatten wir auch in Deutschland und zwar im nationalen Forschungszentrum DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron). Letzteres forscht mit einem Teilchenbeschleuniger zur Struktur von Materie. Fallen elektronische Systeme oder die Stromversorgung aus, kommt es zu Verzögerungen bei den sorgfältig vorbereiteten Experimenten. Im Fall eines Ausfalls muss ein Mitglied des Engineering-Teams mitten in der Nacht durch die ganze „Röhre“ laufen, um diesen Experimentier-Giganten zu reparieren. Bei 3,3 Kilometern kann das schon eine Weile dauern.

Es war von Anfang an klar, dass die ausgewählte Stromversorgung eine außergewöhnlich hohe Zuverlässigkeit unter schwierigen elektrischen Bedingungen gewährleisten muss. Die Wahl fiel deshalb auf ein 24-V- / 240-W-Netzteil, das bereits einem Großteil der Anforderungen entsprach. Allerdings mussten einige Modifizierungen vorgenommen werden, damit diese dedizierte Lösung restlos alle Wünsche erfüllt. Zusätzlich war eine CE-Zertifizierung zwingend erforderlich.

# DIE ALL-IN-ONE-LÖSUNG DER LEISTUNGSELEKTRONIK

**EA-PSB 10000:** Das smarte Kraftpaket mit der höchsten Leistungsdichte im Markt



**Elektro-Automatik**

- Bidirektional, Autoranging, regenerativ
- Digitale Steuerung
- Wirkungsgrad bis zu 96%
- Luft- oder Wasserkühlung
- Integrierter Funktionsgenerator sowie farbiges TFT Display
- Batterie-, Brennstoffzellen- und Photovoltaiksimulation
- 30kW Leistung auf 4HE, 19“, bis 2000V, bis 1000A



Ideal für viele Anwendungen:



BATTERY PACKS



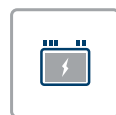
BATTERY CELLS



FUEL CELLS



EV CHARGING SYSTEMS



HV-CONVERTER



EV / PHEV



ON-BOARD CHARGERS



HV-FUSES



Oft ist ein existierendes Standardprodukt der Ausgangspunkt für ein kostenloses Gespräch über eine maßgeschneiderte Stromversorgung. Die erforderlichen Änderungen können von geringfügigen Änderungen bis hin zu einer kompletten Umgestaltung reichen.

Das Entwicklungsteam wandte sich an die Abteilung für maßgeschneiderte Stromversorgungslösungen von Traco Power, um diese Schwierigkeiten zu besprechen. So konnte die einzigartige Betriebsumgebung umfassend beurteilt und die notwendigen Änderungen unter Ingenieuren besprochen werden. Kostenlose Beratungsgespräche dieser Art sind äußerst wichtig, um sich ein klares Bild über die oft komplexen Anwendungen zu machen und dem Entwicklungsteam die Möglichkeit zu geben, das Für und Wider der einzelnen Möglichkeiten und alternativen Ansätzen abzuwägen. Zu diesem Zeitpunkt konnte ein weiteres Anliegen des DESY-Teams angesprochen werden: langfristige Verfügbarkeit und schnelle Lieferung von Ersatzteilen. Dies war zwingend notwendig, da Ersatzteile bei einem Ausfall der Stromversorgung kurzfristig und für viele Jahre verfügbar sein müssen, um das am Experiment arbeitende Team zu unterstützen.

### Weniger ist mehr

Das Engineering-Team von Traco Power stützt sich auf folgendes Motto: „Perfektion ist nicht dann erreicht, wenn es nichts mehr hinzuzufügen gibt, sondern wenn man nichts mehr weglassen kann“ (Zitat: Antoine de Saint Exupéry). Auf das Design von Stromversorgungen umgemünzt bedeutet dies, dass die Funktion und Notwendigkeit jeder einzelnen Komponente bei regelmäßigen Peer-Reviews hinterfragt werden. Dies führt nicht nur zu einer wettbewerbsfähigen Lösung, sondern erhöht auch die Zuverlässigkeit, da es weniger Fehlerquellen gibt. Zudem scheut die Abteilung für Qualitätssicherung keine Mühen, um die Lieferkette für alle verwendeten Komponenten zu sichern, damit auf lange Sicht ein optimaler Betrieb gewährleistet werden kann. Wenn möglich, wird auf doppelte Beschaffungsquellen zurückgegriffen. Somit haben selbst Lieferengpässe keine Auswirkungen auf die

Herstellung von kundenspezifischen Stromversorgungsprodukten. Des Weiteren werden Komponenten oft Prüfungen unterzogen, um über die in den Datenblättern angegebenen Informationen hinausgehende Einblicke in das Produkt zu erhalten. Diese in einer zentralen Datenbank gespeicherten Informationen sind für das für kundenspezifische Designs zuständige Team unverzichtbar, um die uneingeschränkte Funktionsfähigkeit der Stromversorgung unter extremen Betriebsbedingungen gewährleisten zu können. Zur Sicherstellung der Qualität von Komponenten werden diese beim Wareneingang oft zusätzlichen Prüfungen unterzogen. Sind trotz der umfassenden Kontrollmechanismen nicht alle Bedenken hinsichtlich der Verfügbarkeit von Komponenten einer maßgeschneiderten Stromversorgungslösung zerstreut, soll die Fertigung vielleicht selbst in die Hand genommen werden. Auch diesen Wunsch kann Traco seinen Kunden erfüllen. Wer möchte, erhält einfach sein maßgeschneidertes Stromversorgungsdesign. So kann der Kunde entweder auf die Strategie der doppelten Beschaffung zurückgreifen, indem er seine Fertigungsressourcen mit jenen von Traco zusammenlegt, oder sich ausschließlich auf seine eigene Fertigungslieferkette verlassen.

### Fazit

Genauso wie ein Haus auf ein solides Fundament angewiesen ist, benötigt Ihre Anwendung eine verlässliche Stromversorgung mit optimalem Design. Auch wenn das Angebot an verfügbaren Standard-Stromversorgungen schier unendlich scheint, kommt es vor, dass genau die benötigte Lösung nicht ohne weiteres verfügbar ist. Bevor man die Anwendung an die Leistungsfähigkeit eines Standardprodukts anpasst, lohnt es sich nachzufragen, ob ein teilweise oder vollständig maßgeschneidertes Stromversorgungsdesign nicht vielleicht sinnvoller wäre. □



### Anschrift

CTX Thermal Solutions GmbH  
 Lötscher Weg 104  
 41334 Nettetal, Germany  
 T +49/2153/7374-0  
 F +49/2153/7374-10  
 info@ctx.eu  
 www.ctx.eu

### Leistungselektronik effizient kühlen

Kühlkörper der CTX Thermal Solutions GmbH (CTX) sichern die Funktionalität und Langlebigkeit elektronischer Bauteile. Moderne Leistungselektronik zeichnet sich durch eine hohe Leistungsdichte und damit eine hohe thermische Belastung aus. Zur Wahrung einer zuverlässigen Funktion und langen Lebensdauer ist eine effiziente Kühlung unabdingbar. CTX verfügt als Spezialist für applikationsspezifische und standardisierte Kühllösungen über eine umfassende technische Kompetenz im Bereich Wärmebeherrschung und Kühlung von Leistungselektronik. Das

#### GRÜNDUNGSJAHR

1997

#### MITARBEITER

über 30

#### PRODUKTE

- Hochleistungskühlkörper
- Flüssigkeitskühlkörper
- Druckgusskühlkörper
- Profilkühlkörper
- Embedded-Kühlkörper
- LED-Kühlkörper
- Leiterplatten-Kühlkörper
- SMD-Kühlkörper
- Clips und Federn
- Elektronikgehäuse
- Lüfter und Gebläse
- Drehknöpfe

#### ZERTIFIZIERUNGSSTAND

ISO 9001:2015, ISO 14001:2015



Unternehmen mit Sitz im nordrhein-westfälischen Nettetal besitzt langjährige Erfahrung in Design und Vermarktung von Kühllösungen und liefert passgenaue Kühlkörper für Anwendungen in den unterschiedlichsten Branchen.

### Breites Produktportfolio

Vom Wettbewerb differenziert sich CTX durch das außergewöhnlich breite Angebot an Kühlkörpern und unterschiedlichen Kühlkonzepten. Neben sofort lieferbaren Standardausführungen umfasst das CTX-Kühlkörper-Portfolio insbesondere spezielle, maßangefertigte Kühllösungen. Dazu zählen Kühlelemente für die Hochleistungselektronik, die Automobil-, Haushalts- und Unterhaltungselektronik sowie für industrielle Netzteile, Computer und für den Bereich der regenerativen Energien, der Haustechnik und der LED-Kühlung. Die Kühlkörper reichen von nur wenigen Millimeter großen und einige Gramm leichten Kühlelementen für SMD-Bauteile bis hin zu zwei Meter langen und 200 Kilo schweren Kühlkörpern für Wechselrichter in der Bahntechnik. Auch die Kühlungsarten sind so unterschiedlich wie die Anwendungen selbst: von natürlicher Konvektion über Luftkühlung mit Gebläsen bis hin zu Wärmetransport durch Flüssigkeiten oder Heatpipes zur Kühlung von Halbleiterelementen.

### Passiv, aktiv oder flüssigkeitsgekühlt

Die Art der Kühllösung ergibt sich aus den Platz- und Einbauverhältnissen in Abhängigkeit zur Verlustleistung des zu kühlenden elektronischen Bauteils. Diese Parameter bestimmen, ob eine passive Kühlung mit natürlicher Konvektion ausreicht oder

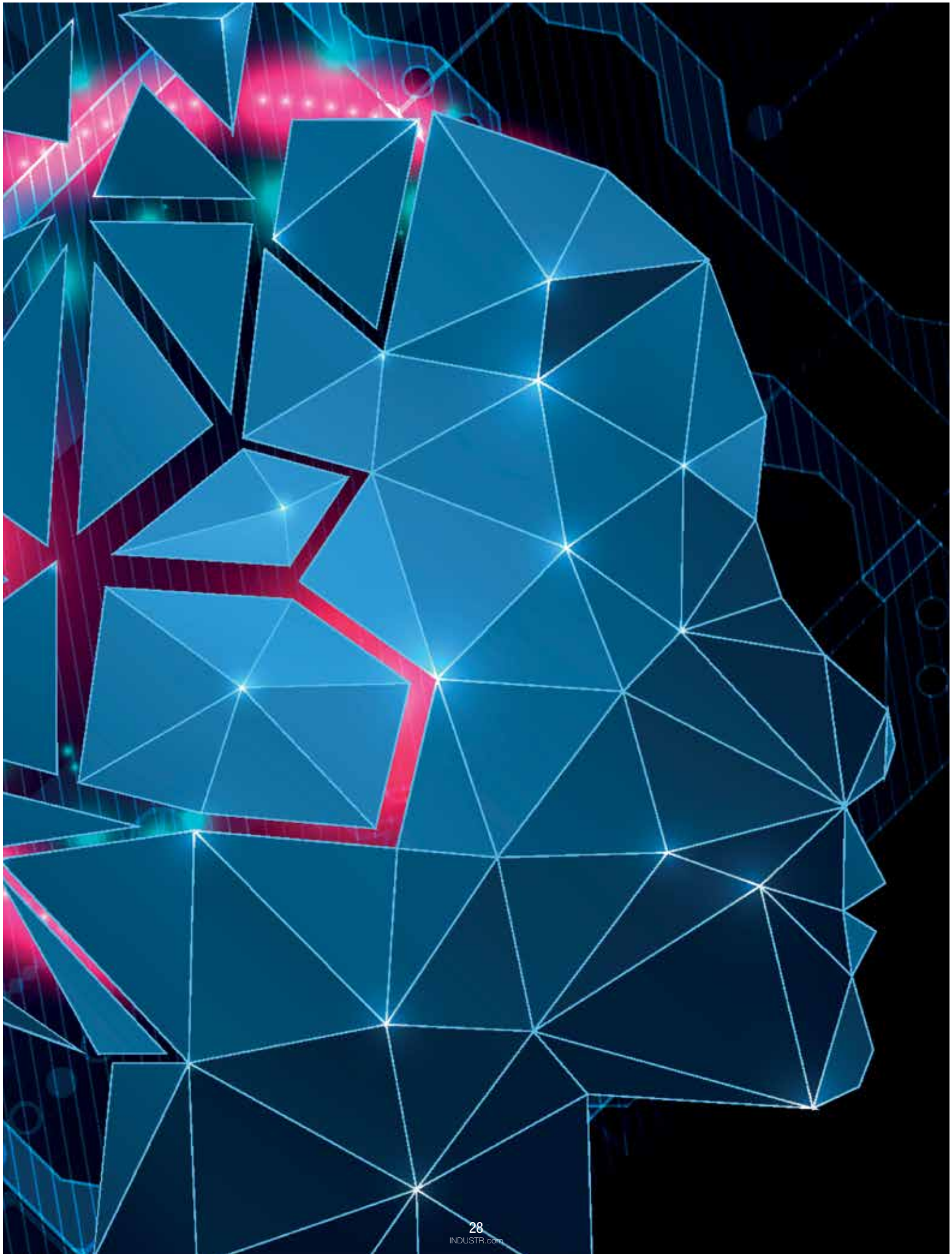
ob die Höhe der Verlustleistung eine aktive Kühlung mit Lüfterunterstützung erforderlich macht. Reicht auch eine forcierte Kühlung nicht aus, wird auf Flüssigkeitskühlung zurückgegriffen. CTX bietet für jede Applikation die passende Flüssigkeitskühllösung. Lieferbar sind anwendungsspezifische Systeme mit Kühlplatten aus Kupfer oder Aluminium und eingelegten Rohren aus Kupfer oder Edelstahl sowie mit extrudierten oder kernlochgebohrten Kühlkanälen, Flüssigkeitskühlkörper, deren Ober- und Unterplatte mittels Reibrührschweißen verbunden sind, sowie Varianten aus hochtemperaturverlötetem Aluminium. Speziell für den Volumenbereich bieten sich Druckgusskühlkörper mit eingepressten oder integrierten Kühlrohren an.

### Reibrührschweißen

Kühlkörper für die Leistungselektronik werden zunehmend mittels Reibrührschweißen (FSW) gefertigt. Das innovative Kaltschweißverfahren wird zur Verbindung mehrerer Kühlkörperbasismodule eingesetzt. So können große Kühlkörperbreiten bei gleichzeitig großer Rippenhöhe erreicht werden. Diese Technologie eignet sich speziell für die Herstellung von Kühlkörpern aus Aluminium.

### Thermische Simulation

Bei der optimalen Dimensionierung der Kühllösung und der Klärung der Frage nach passiver oder aktiver Kühlung kann eine thermische Simulation helfen. Vorteil: Durch die Simulation entfällt der kostspielige Part der Prototypenfertigung oder wird zumindest erheblich reduziert. □



SOM-LÖSUNG FÜR MULTIPLE RECHENOPERATIONEN UND KI-ANWENDUNGEN

# Vielseitiges Rechengenie

Die System-On-Module-Lösung Trizeps VIII Plus ist für sehr datenlastige und rechenintensive Anwendungen konzipiert. Mit der integrierten KI-Unterstützung und der umfangreichen Ausstattung eröffnet diese SOM-Lösung ein breites Anwendungsspektrum in der Industrie.

TEXT: Keith & Koep BILDER: Keith & Koep; iStock, KrulUA

Das SBCSOM von Keith & Koep vereint die Vorteile aus den beiden Produktwelten Single Board Computer (SBC) und System on Module (SOM), da dieses Produkt ein Prozessormodul um grundlegende Komponenten und Schnittstellen ergänzt. Der Vorteil gegenüber klassischen SOM-Lösungen liegt somit darin, dass es kein zusätzliches Baseboard benötigt und sofort einsatzbereit ist. Das kann je nach Anforderung Zeit und Kosten bei der Entwicklung, bei Tests und in der Produktion sparen. Die SBCSOM-System wird mit einem NXP i.MX 8M

Mini Prozessor angeboten und verfügt über alle grundlegenden Komponenten. Zudem bietet das Unternehmen zum SBC-SOM auch ein spezielles Evaluation-Kit an, mit dem die Softwareentwicklung direkt gestartet werden kann, auch wenn das endgültige Hardware-Design noch nicht endgültig feststeht. Das Entwickler-Kit besteht aus verschiedenen Komponenten wie einem 7-Zoll-IPS-Display und einem Erweiterungs-Board, welches über einen USB-Hub mit zwei USB-Anschlüssen und einem zusätzlichen 100-Mbit-Ethernet-Port verfügt.



## Ihr Design in neuem Gewand

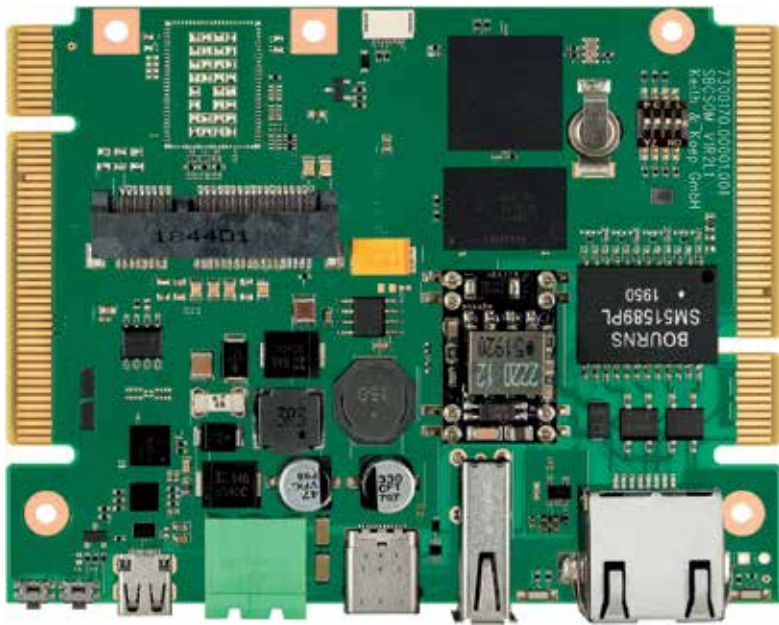
### Curiosity-Entwicklungsplattform vereinfacht

Die kostengünstige Curiosity-Nano-Entwicklungsplattform bietet eine Vielzahl von PIC®- und SAM-Evaluierungskits auf Basis von 32-Bit-Arm®-Cortex®-Mikrocontrollern (MCUs), mit denen sich auf einfache Weise verschiedene Architekturen für Ihr 32-Bit-Embedded-Design erkunden lassen. Arbeiten Sie mit einer All-in-One-Entwicklungsplattform oder passen Sie sie an Ihre individuellen Anforderungen an.

Die 32-Bit-basierten Curiosity-Nano-Evaluierungskits lassen sich mit Curiosity Nano Base for Click boards™ skalieren, sodass eine Entwicklungsumgebung bereitsteht, die Ihr Projekt von der Konzeptphase bis zum funktionierenden Prototyp auf einer einzigen Plattform begleitet. Durch die integrierte Debug- und Programmierfunktion ist kein externer Programmierer erforderlich, was Entwicklungskosten einspart.

Microchip bietet im integrierten Software-Entwicklungs-Framework MPLAB® Harmony eine Reihe von Beispielen, inklusive Stückliste (BOM), Anwendercode und Anwendungshinweisen, um Ihr Design zu beschleunigen und Ihr Produkt schneller auf den Markt zu bringen.





Die System-On-Module-Lösung Trizeps VIII Plus ist besonders für rechenintensive Anwendungen geeignet.

## Lücke zwischen SBC und SOM geschlossen

In der Entwicklung herkömmlicher SOM-Lösungen, wird häufig auf fertige Baseboards zurückgegriffen. Vordefinierte Lösungen sind allerdings in der Regel komplex und relativ kostenintensiv, weil damit eine Vielzahl von Anwendungsfällen abgebildet werden muss. Die verfügbaren Standard-Baseboards dienen dabei vorrangig zur Evaluierung von Projekten mit kleinen Stückzahlen. Sollen die Kosten für das Gesamtprodukt gesenkt werden, muss in der Regel mit weiterem Zeit- und Entwicklungsaufwand ein spezielles Board gefertigt werden, das lediglich über die Schnittstellen verfügt, die der Kunde für seinen speziellen Anwendungsfall benötigt. Hierzu müssen viele Teile, wie zum Beispiel das Netzteil und die benötigten Schnittstellen, neu gestaltet werden. Es gilt also abzuwägen, ob unter Berücksichtigung des Kosten- und Zeitfaktors ein kundenspezifisches Board entwickelt oder besser ein Standard-Baseboard verwendet werden soll. Hier schließt das neue SBCSOM von Keith & Koep die Lücke. Es bietet eine kostengünstige, sofort einsatzbereite modulare Lösung, die mit einem NXP i.MX 8M Mini Prozessor und allen wesentlichen Komponenten und Schnittstellen ausgestattet ist. Hierzu gehören unter anderem Systemkomponenten wie ein industriefähiges Netzteil, Ethernet/POE, USB, WLAN/Bluetooth, mini HDMI, LVDS, PCIe, sowie µSD und SIM Card.

## Erweiterungsmöglichkeiten des SBCSOM

Im Gegensatz zu einem klassischen SBC werden beim SBCSOM weitere Funktionen über zwei System Connectoren an den Seiten (CARD-Edge) bereitgestellt, an denen Extensi-

on-Boards angeschlossen werden können. Diese sind in der Regel einfach und kostengünstig herzustellen und können sogar später in das Layout des SBCSOM-Boards übernommen werden. Hier drin begründet sich die Besonderheit und Einzigartigkeit des SBCSOM. Das aktuelle Extension-Board verfügt über ein USB-Hub mit zwei USB-Anschlüssen und einem zusätzlichen 100-Mbit-Ethernet-Port. Weitere standardisierte Boards sind in Planung. Denkbar sind auch Erweiterungen als Eigenentwicklung, bei denen die Kunden einfach und ohne großen Kostenaufwand eigene Schnittstellen hinzufügen. Dadurch wird das SBCSOM-System zu einem höchst modularen System, das Entwicklungsprozesse deutlich beschleunigt sowie flexibel nach und nach ergänzt werden kann.

Die modulare Lösung ermöglicht es, Prototypen und 0-Serien-Muster deutlich schneller zu entwickeln. Im weiteren Projektverlauf und mit steigenden Stückzahlen können Kunden zu jeder Zeit entscheiden, ob aus dem SBCSOM ein klassischer SBC werden soll, ohne in der Entwicklung von vorne beginnen zu müssen. Dabei profitieren die Kunden von den Vorteilen die Keith & Koep in seinem Portfolio hat, wie Wartung, Bauteilbeschaffung oder PCN-Prozess (Product Change Notification) der Bauteile.

Das SBCSOM kann mit den gängigen Betriebssystemen wie Android 9, Windows 10 IoT und Linux betrieben werden. In naher Zukunft wird die Lösung auch in die bewährten HMI vom Schwesterunternehmen Garz & Fricke integriert. In Zusammenarbeit mit dem Unternehmen e-GITS, ebenfalls Teil der Garz & Fricke Group, wird Kunden auch die Cross-Plattform-Applikationsentwicklung angeboten. □



# Messtechniklösungen für die IoT-Entwicklung

Das Design von IoT-Geräten stellt aufgrund der diversen Anforderungen aus den Bereichen Analog-, Digital-, HF-Technik und der DC-Versorgung eine große Herausforderung für Entwickler und Messtechnik dar.

TEXT + BILD: Siglent

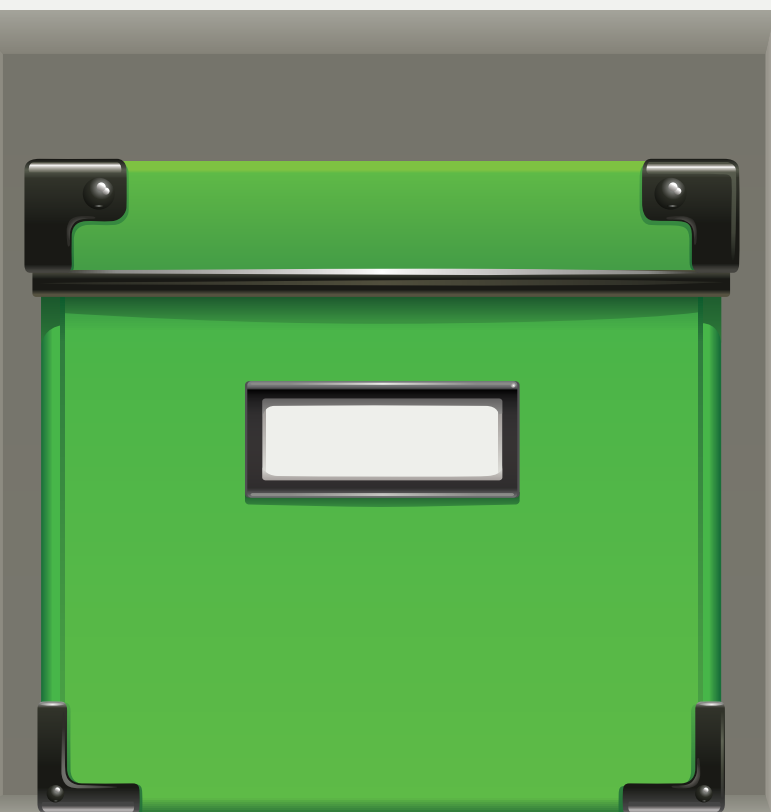
Ausgehend von aktuell ca. 30 Milliarden vernetzten IoT-Geräten wird bis zum Jahr 2025 ein Anstieg auf über 75 Milliarden erwartet. Die am stärksten wachsenden Bereiche sind der Privatanwendermarkt (z.B. Smart Home, Wearables), die Medizintechnik (z.B. Patientenüberwachung, automatisierte Medikamentierung), Produktionssteuerung und -überwachung (z.B. KI, Predictive Maintenance) sowie die Vernetzung von Fahrzeugen und der Infrastruktur in den Städten. Die Themen IT-Sicherheit und Zuverlässigkeit der Hardware sind zwei zentrale Themen der Entwicklung, denn in den meisten Fällen wäre es fatal, wenn IoT-Geräte gehackt werden oder ausfallen. Als Hersteller von elektronischer Messtechnik ist unser Ziel, den Entwicklern beim Bewältigen der Herausforderungen des Hardwaredesigns mittels passender Messgeräte zu helfen.

Wie im Vorspann bereits erwähnt, liegt die besondere Herausforderung bei der Entwicklung von IoT-Geräten darin, dass so gut wie alle Spezialbereiche der Elektronik auf einem relativ kleinen Raum integriert sind. Meist existiert ein Teil mit überwiegend analoger Technik. Hier werden zum Beispiel Spannungen oder Ströme vom Sensor aufgenommen, angepasst und für die weitere Verarbeitung digitalisiert. Diese Daten werden dann mittels serieller „intra-modul“ Kommunikation z.B. mittels SPI-Bus an den Digitalteil übergeben.

Dort werden die Daten in einem Mikrocontroller weiterverarbeitet und entweder lokal gespeichert oder auch für die Funkübertragung kodiert und an den Hochfrequenzteil übergeben und von dort zum Host übertragen. Nicht zu vergessen ist, dass alle genannten Teile des Systems noch mit den passenden Spannungen versorgt werden müssen.

Die Messgeräte von Siglent bieten standardmäßig viele Funktionen und können damit sehr variabel eingesetzt werden. Alle Oszilloskope haben serielle Busse wie I2C, SPI, UART ab Werk integriert. Ebenso ist die Funktion zur Erstellung von Bode-Diagrammen Standard. Bode-Plots werden häufig zur Optimierung von DC/DC-Wandlern, wie sie auch auf IoT-Geräten zu finden sind, verwendet. Optional können die Oszilloskope noch um 16 Digitalkanäle erweitert werden. Somit kann man bereits einen großen Teil der notwendigen Messungen mit einem Gerät erledigen. Theoretisch könnten die Oszilloskope auch für die Frequenzanalyse verwendet werden. Die integrierte Frequenzdarstellung (mittels FFT) ist aber in puncto Genauigkeit und Dynamik nicht mit einem HF-Analysator vergleichbar. Daher empfiehlt es sich einen Spektrum Analysator zu verwenden. Siglent bietet hier ebenfalls eine sehr leistungsstarke und flexible Lösung an. Die Serie SVA1000X hat neben der Spektrumanalyse standardmäßig noch die Vektornetzwerkanalyse integriert. Hiermit kann z.B. die Antenne des IoT-Gerätes überprüft, angepasst oder optimiert werden. Ferner können optional eine Vektorsignalanalyse (Sendesignaltest) und eine EMV-Messfunktion ergänzt werden. So dass auch hier mit nur einem Gerät alle wichtigen Messungen erledigt werden können und ebenfalls die EMV-Zulassung vorbereitet werden kann.

Zusätzlich zu den beiden vorgestellten Produktkategorien bietet Siglent weitere für die IoT-Geräteentwicklung nützliche Geräte an. Hierzu zählen elektronische DC-Lasten u.a. für Batterietests, DC-Labornetzteile, digitale Multimeter sowie HF-Signalgeneratoren für die Entwicklung von Empfängerschaltungen. Damit kann Siglent die Entwickler in allen Bereichen des IoT-Geräte Designs mit passender Messtechnik unterstützen. □



NOR-FLASH-SPEICHER FÜR EMBEDDED-SYSTEME

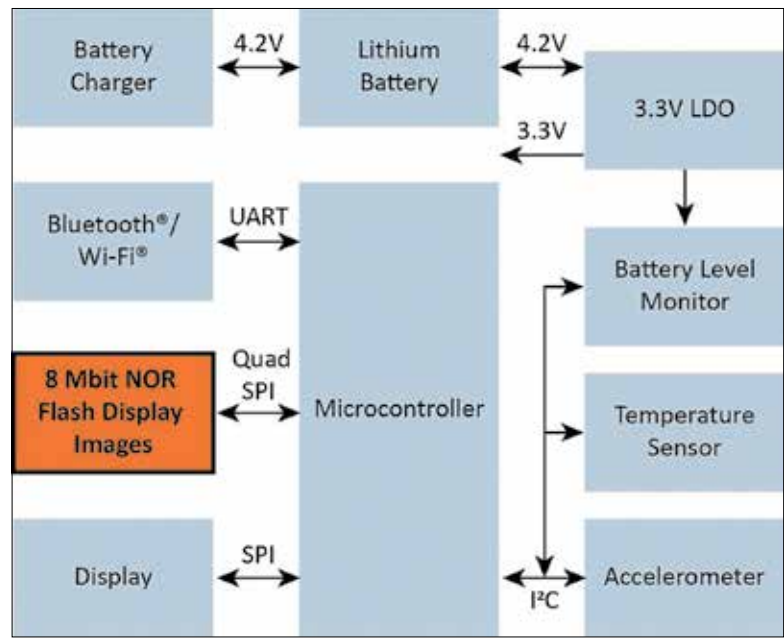
## Zuverlässiger Embedded-Speicher

Während einige Anbieter NOR-Flash-Speicherprodukte direkt auslaufen lassen und sogar EOL deklarieren, kann Microchip die Verpflichtung die Verfügbarkeit für mittlere, kleine und sogar großvolumige Anwendungen sicherstellen, nachkommen.

TEXT: Grant Hulse, Microchip BILDER: Microchip; iStock, bananahuman



Mit dem Mikrocontroller als Herzstück eines Embedded Systems werden verschiedene andere IC-Technologien, einschließlich NOR-Flash, für verschiedene Anwendungen benötigt.



Kleine eigenständige und eingebettete Systeme, wie Garagentoröffner, elektrische Bohrmaschinen, Fertigungsanlagen und medizinische Analysensysteme, enthalten in der Regel einen 8-Bit- oder 16-Bit-Mikrocontroller (MCU), der von einer Sammlung analoger und sensorischer integrierter Schaltkreise (ICs), Anzeige- und Kommunikationsschnittstellen-ICs und in einigen Fällen SRAM-, EEPROM- und NOR-Flash-ICs umgeben ist, die nicht im ausgewählten Mikrocontroller enthalten sind. Die Hersteller von Endgeräten sind am glücklichsten, wenn diese industriellen oder medizinischen Produkte noch 20 Jahre oder sogar länger auf dem Markt sind. Wenn ein IC-Lieferant ein End-of-Life (EOL) ankündigt, das durch die Umstellung auf einen neuen Prozessknoten verursacht wird, kommt es für diese Systemhersteller typischerweise zu einem Requalifizierungs-Wirrwarr, das Entwicklungsressourcen ablenkt und unerwartete Ausgaben für bestehende Programme verursacht. NOR-Flash-ICs (typischerweise 1 Mbit bis 8 Mbits ist alles, was in diesen Produkten benötigt wird) sind ein besonders belastendes Bauteil für die Langlebigkeit. Dies liegt daran, dass die Mitglieder der NOR-Flash-Familie mit größerer Dichte (256 Mbit bis 1 Gbit+) die Geschäftsentcheidungen der Speicherhersteller vor-

antreiben, so dass ein ständiger Druck zu kleineren Geometrieprozessen und kürzeren Produktlebenszyklen besteht. In diesem Artikel werden das Problem der Langlebigkeit von NOR-Flash-Hauptspeicher und die dedizierte Lösung von Microchip erörtert.

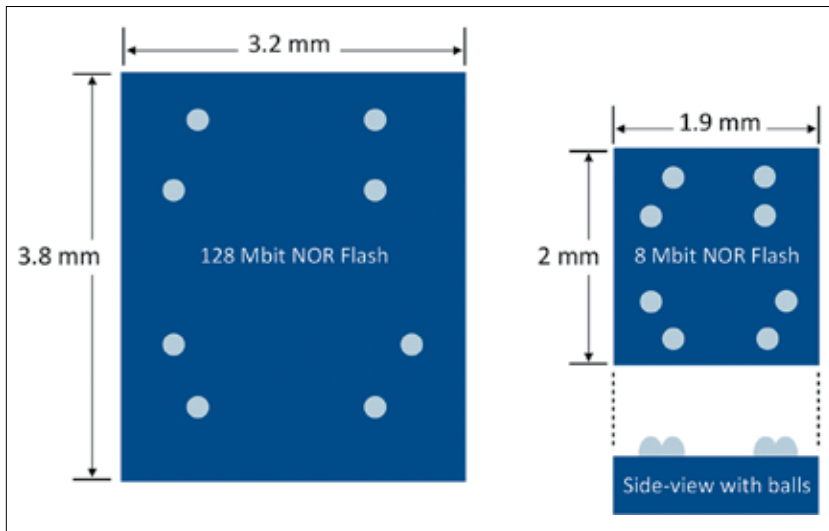
### Speicher mit geringer Dichte

Führende NOR-Flash-Anbieter konzentrieren sich zu Recht auf ihre margenstarken, hochvolumigen Speicherteile mit hoher Dichte. Jedes Unternehmen hat die Verantwortung, sich auf seine Stärken zu konzentrieren, um den Gewinn zu maximieren und gleichzeitig seinen Kunden den größten Wert und die niedrigsten Kostenpunkte zu bieten. In den vier Jahrzehnten von NOR Flash bedeutete dies, dass die überlebenden Speicherlieferanten ihre Produkte mit geringerer Dichte aus den vergangenen Jahren hinter sich lassen mussten. Während das Angebot am oberen Ende der Dichte nach oben geht, wird ein paar Jahre später das Angebot am unteren Ende der Dichte EOL'ed und das untere Ende geht ebenfalls nach oben. Für Anbieter von Embedded-Systemen mit einer Produktlebensdauer von 20 Jahren können diese IC-Unterbrechungen nicht nur eine neue Version des Teils des aktu-

ellen Anbieters, sondern auch einen neuen Anbieter bedeuten.

Eine Lösung für dieses schmerzhafteste Problem besteht darin, das Systemdesign "zukunftsicher" zu machen, indem ein 128-Mbit-NOR-Flash-IC verwendet wird, um 4 Mbits des Benutzerprogrammcodes zu speichern. Dieser Ansatz kann eindeutig zu Ineffizienzen beim Stromverbrauch und den Gesamtsystemkosten führen. Eine andere Lösung ist die Verwendung eines nicht-traditionellen NOR-Flash-Speicherlieferanten, der andere geschäftliche Gründe hat, das gleiche Speicherprodukt für 20+ Jahre zu liefern. Dieser Anbieter hat vielleicht nicht die Größenvorteile beim Speichervolumen, um zum Zeitpunkt des ersten Preisangebots die niedrigsten aktuellen Kosten zu bieten, aber im Laufe der Zeit, wenn man die wahrscheinlichen Requalifizierungskosten und die verlorenen Entwicklungsressourcen für diese Requalifizierungen berücksichtigt, ist er höchstwahrscheinlich eine viel kostengünstigere Lösung für dieses Lieferproblem.

Microchip hat diese sich entwickelnde Situation schon vor Jahren erkannt, da sie sich auf eine breite Embedded-Kundenbasis auswirkt. Die negativen Auswirkungen



Ein 128-MBit-NOR-Flash-IC im Vergleich zu einem 8-MBit-NOR-Flash-IC zeigt deutliche Vorteile.

dieses Dichte-Trends auf Geschäftspläne und Geschäftsziele erforderten eine strategische Kurskorrektur. Das Ergebnis ist ein nicht-traditioneller NOR-Flash-Speicher-IC-Lieferant, der auch serielle SRAM-ICs, serielle EEPROM-ICs, Analog- und Sensor-ICs anbietet. Diese "anderen geschäftlichen Gründe" liefern die Motivation, NOR-Flash-ICs mit geringer Dichte so lange zu liefern, wie die Kunden sie benötigen. Außerdem ist zu beachten, dass diese Speicherprodukt-Ambitionen derzeit oberhalb von 64-Mbit-Dichten aufhören, wo fokussierte Speicherlieferanten noch für die nächsten 20 oder mehr Jahre Produkte liefern werden.

Auf der ersten Abbildung ist eine Darstellung, der besprochenen Systemtypen zu sehen: ein Mikrocontroller, umgeben von anderen integrierten Schaltkreisen, die der eingebetteten Anwendung Leben und Zweck verleihen. In diesem Beispiel enthält das 8-Mbit-NOR-Flash [hervorgehoben] einige verschiedene Display-Bilder, die über den Touchscreen-Display-Ausgabe-IC freigegeben werden, wann immer der eingebettete Programmcode dies erfordert. Die wichtigsten Merkmale dieses externen NOR-Flash-Speicher-ICs sind: 8 Mbits, Standard-SPI-Schnittstelle, niedriger Standby-Strom, niedriger Schreibstrom, kleine Fläche und seit 20 Jahren in der Produktion verfügbar.

## NOR-Flash mit geringer Dichte

Wie bereits erläutert, passt Low-Density-NOR-Flash vielleicht nicht in die Pläne oder Strategie der großen NOR-Flash-Anbieter, aber es passt hervorragend in das Produktangebot und die Strategie eines Embedded-Unternehmens für einen Systemansatz. Ein typischer Haushalt hat zum Beispiel leicht mehrere Dutzend Embedded-Systeme mit 8-Bit-, 16-Bit- oder sogar 32-Bit-MCUs. Die meisten dieser Systeme benötigen keine große Menge an Code, wobei das NOR-Flash oft Programmcode, Kalibrierungsdaten, Kalibrierungsparameter, Ereignisprotokolle bereitstellt.

Obwohl viele MCUs mit eingebautem Flash ausgestattet sind, um diese Aufgaben abzudecken, gibt es Situationen, in denen externes NOR-Flash für einige dieser Aufgaben sinnvoller ist. Häufige Gründe sind der Kostenkompromiss zwischen der Gesamtsystem-Stückliste (BOM) und den angebotenen Mikrocontroller-Flash-Größen, die Fehlanpassung von Mikrocontroller-Funktionen im Vergleich zu eingebetteten Flash-Größen, die schnellere Reflash-Zeit für Testsätze während der Linienfertigung oder systeminterne Reflash-Ereignisse für Feld-Upgrades.

Darüber hinaus verwenden anwendungsspezifische integrierte Schaltungen

(ASICs) mit geringerer Gatterzahl wie FPGAs (Field-Programmable Gate Arrays) und CPLDs (Complex Programmable Logic Devices) kleine NOR-Flash-Speicher für die In-Application-Programmierung, den Boot-Code und den Execute-in-Place-Betrieb (XIP). NOR-Flash-Speicher-ICs eignen sich perfekt für XIP-Anwendungen, da sie einen geringen Standby-Stromverbrauch haben und über eine serielle Standardschnittstelle wie SPI direkt ansprechbar sind.

Erhältlich in 8-Pin-Gehäusen, wie z.B. einem 8-poligen SOIC und einem 8-poligen WDFN (6 mm x 5 mm), sind NOR-Flash-Speicherbausteine mit geringer Dichte auch sehr board-effizient. Für Anwendungen mit begrenztem Platz auf der Leiterplatte, wie z.B. eine elektrische Zahnbürste, bietet ein Wafer Level Chip Scale Package (WLCSP) eine erhebliche Platzersparnis von fast 69 Prozent.

## Schnellere ReFlash-Zeiten

Obwohl Microchip ein nicht-traditioneller Speicherlieferant ist, stellt das Unternehmen eine Menge FLASH-Speicher her. Jedes Jahr werden Milliarden von Mikrocontrollern ausgeliefert, die Flash enthalten. Außerdem besteht ein erheblicher technischer und strategischer Vorteil in einem Flash-Speicher, der als Super-

Requirement	128 Mbit NOR Flash IC	8 Mbit NOR Flash IC	Improvement
Needs 8 Mbits	✓	✓	
Standard SPI interface	✓	✓	
Low Standby Current	45 – 55 µA	30 µA max	1/3 less
Low Write Current	30 – 35 mA	25 mA	1/4 less
Area (WLCSP package)	12.2 mm <sup>2</sup>	3.8 mm <sup>2</sup>	69% less [FIGURE 2]
Product longevity			Supplier's business strategy favors the 8 Mbit IC

Ein 128-MBit-NOR-Flash-IC und ein 8-MBit-NOR-Flash im Vergleich. Es wird deutlich, dass der 8-Mbit-NOR-Flash-IC die Anforderungen der Embedded-Anwendung am besten erfüllt.

Flash®-Technologie bezeichnet wird. Diese Flash-Speicherzellen sind so strukturiert, dass sie die branchenweit schnellsten Löszeiten bieten, wobei die Blocklöszeiten 20x schneller und die Löszeiten für den gesamten Chip 1000x schneller sind.

Während das Reflashen eines NOR-Flash-Speichers in der Welt der großen NOR-Flash-Speicherlieferanten nicht üblich ist, kann es in kleinen Embedded-Systemen zu einem großen Vorteil werden, da es die Herstellungskosten senkt und eine stromsparende und schnelle Möglichkeit zur Aufrüstung eines Feldsystems bietet.

Um auf den obigen 128-Mbit-Vergleich zurückzukommen: Ein 128-Mbit-NOR-Flash (ohne SuperFlash) hat eine typische maximale Blocklöszeit von 0,7 bis 1 Sekunde. Im Gegensatz dazu hat das 8-Mbit-NOR-Flash (mit SuperFlash-Erweiterung) eine maximale Block-Löszeit von nur 25 ms. Daraus ergibt sich im Vergleich dieser beiden Speicherlösungen ein Performancegewinn von bis zu Faktor 30. Zusätzlich zur der möglichen Zeitersparnis beträgt der Stromunterschied zwischen Löschen und Wiederbeschreiben zirka 800 ms \* 33 mA bei jedem Block-Löschen für einen Wiederbeschreibungszyklus.

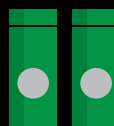
## NOR-Flash-Designs einbetten

Als Unternehmen für intelligente, vernetzte und sichere Embedded-Steuerungs-lösungen hat Microchip eine Perspektive auf viele Bereiche von Embedded-Systemen, und NOR-Flash ist ein integraler Bestandteil dieses Einblicks. Um Vertrauen in Designs zu schaffen, die eine Nutzungsdauer von Dutzenden von Jahren haben können, ist es gängige Praxis, die Verfügbarkeit so lange zu gewährleisten, wie Kunden Ersatzprodukte benötigen. Diese Langlebigkeit stellt sicher, dass Kunden das bekommen, was sie brauchen. □

# CONNECT IO-LINK SENSORS WITH REAL-TIME ETHERNET



[hilscher.com/  
netFIELD](http://hilscher.com/netFIELD)



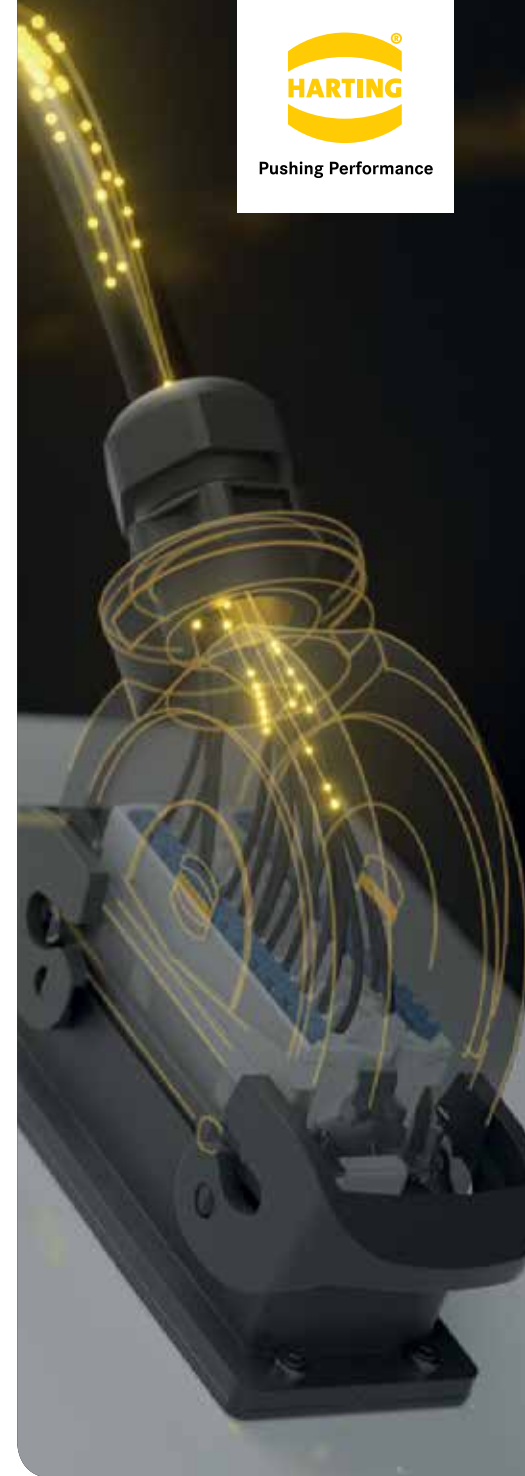


M16-STECKVERBINDER FÜR ANWENDUNGEN MIT HOHER KONTAKTZAHL

## Kontaktfreudiger Stecker

Seit den frühen Anfängen in der Audiobranche vor mehr als 50 Jahren zählt der M16-Steckverbinder als eine verlässliche Steckverbinderlösung für eine große Zahl verschiedenster Anwendungen im Innenbereich. Insbesondere dank der kontinuierlichen Weiterentwicklung und Verbesserung ist der M16-Steckverbinder heute die ideale Wahl für Systemspezifikatoren, die nach einem kosteneffektiven und robusten Steckverbinder mit Verschraubung Ausschau halten, der bis zu 24 Kontakte aufnehmen kann – mit oder ohne EMI-Abschirmung.

TEXT: binder BILDER: binder; iStock, filo



M16-Steckverbinder wurden ursprünglich für die Anforderungen des Deutschen Instituts für Normung (DIN) entwickelt, das eine Norm für Rundsteckverbinder für analoge Audiosignale aufgestellt hatte. Diese waren für viele Jahre weit verbreitet und in der gesamten Audiobranche und bei den Kunden allgemein als DIN-Steckverbinder bekannt.

## Hohe Kontaktzahl und Schutzart bis IP68

„Obwohl sie immer noch im ungeschirmten, originalen DIN-Format mit IP40 erhältlich sind, lassen sich die neuesten M16-Steckverbinder kaum noch mit den frühen Audioversionen vergleichen“, meint Sascha Döbel, der Produktmanager für M16-Steckverbinder bei binder. „Angetrieben durch die marktweite Nachfrage nach geringeren Kontaktwiderständen, höheren Polzahlen und besseren Schutzarten, sind die heutigen M16-Steckverbinder mit 2 bis 24 Kontakten bestückt. Sie sind überwiegend mit Metallgehäuse, mit oder ohne Abschirmung vor elektromagnetischer Störung (EMI) ausgeführt, und bieten Schutzart IP67 oder für bestimmte Ausführungen auch IP68“, erläutert Sascha Döbel weiter.

Die Vielseitigkeit der Anwendung wird durch ein breites Spektrum an verfügbaren Alternativen für die Kabelkonfektion mit geraden oder Winkel-Steckverbindern gewährleistet, die wahlweise gelötet, geschraubt oder gecrimpt werden können. Es sind ebenfalls vorkonfektionierte, umspritzte Kabel erhältlich und die Optionen sind gleichermaßen vielfältig und umfassend, wenn es um Flanschsteckverbinder für die vorder- oder rückseitige Montage als Standard für Lötkeleinführungen und für die vorderseitige Montage für tauchgelötete und vorkonfektionierte flexible Leiterplatten geht.

Diese Steckverbinderart hat sich dank der robusten Auslegung und exzellenten Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen als M16-Steckverbinder bei der Anbindung von MSR-Technik und Sensorik im Innenbereich etabliert, wo höhere Polzahlen als die von M8- und M12-Steckverbindern benötigt werden. Zu den weiteren Anwendungen gehören neben pneumatischen Steuerungen und Gas- und Druckmessungen auch Drehmomentaufnehmer und Drehzahlregler.

## Einsatzbereit für 5G

Zu den neuesten Anwendungsbereichen der M16-Steckverbinder gehört das bevorstehende Rollout der 5G-Netze, wo die AISG-konformen Steckverbinder von binder für den erforderlichen IP-Schutz bei ausgewählten Anlagen im Außenbereich sorgen sollen. Die AISG (Antenna Interface Standards Group) definiert Standards für die Steuerung und Überwachung von Antenna Line Devices (ALD) in der Mobilfunkbranche.

Die M16-Steckverbinder der binder-Baureihen 423 und 723 sind zum Beispiel als 8-polige DIN-Ausführungen erhältlich, bei denen vier oder fünf Kontakte genutzt werden. Die AISG C485-konformen Produkte sind als männliche und weibliche Kabel- und Flanschsteckverbinder mit Abschirmung erhältlich. Die für sämtliche Funknetze einsetzbaren Steckverbinder erfüllen im gesteckten und verriegelten Zustand die Anforderungen gemäß Schutzart IP68 und überzeugen auch unter extremen Außenbedingungen durch höchste Zuverlässigkeit.

## Datenübertragung bis 10 Gbit/s

Zu den neuesten Erweiterungen des M16-Angebots von binder gehört ein X-kodierter Steckverbinder, der die Über-

## Der schnellste Draht zum Schaltschrank

Schaltschränke kompakt planen und schneller fertigstellen mit innovativen Connectivity-Lösungen von HARTING.

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



Die M16-Steckverbinder kann in vielen Anwendungen eingesetzt werden.

tragungsgeschwindigkeiten leisten kann, die die sensorbasierten und automatisierten Produktionseinrichtungen von heute erfordern. Die Datenübertragungswerte beeindrucken mit bis zu 10 Gbit/s.

Dank der Kombination aus hoher Polzahl und kompakten Abmessungen bei 18,5 mm Durchmesser und 60 mm Länge bieten M16-Steckverbinder eine ausgezeichnete Alternative zu höherpreisigen Steckverbindersystemen. Kürzere Sonder- und Winkelausführungen mit einer Höhe von gerade einmal 37 mm ermöglichen den Einbau auch in Anwendungen mit bekanntermaßen wenig Platz. Die M16-Steckverbinder neh-

men Kabel mit Durchmessern von 4 mm bis 10 mm auf und sind bei einer Stoßspannungsfestigkeit bis 1500 V und 250 V Nennspannung bis 7 A stromtragfähig (bei 40 Grad Celsius). Aufgrund der steigenden Anforderungen der Gerätehersteller in Bezug auf EMV-Verträglichkeit erfordern jetzt immer mehr Anwendungen geschirmte Kabelsysteme, was bei den Steckverbindern gute Abschirmeigenschaften voraussetzt. Optimale Ergebnisse lassen sich nur durch eine 360-Grad-Rundumschirmung erreichen, die hier durch integrierte Abschirmringe realisiert wird und ausgezeichnete Dämpfungseigenschaften über einen großen Frequenzbereich bietet.

Sascha Döbel mit einem abschließenden Überblick über das M16-Produktangebot: „Wir bei binder sind der Überzeugung, dass die Flexibilität durch die breit gefächerte Auswahl an M16-Steckverbindern zusammen mit der scheinbar endlosen Optionsvielfalt bei vergleichsweise geringen Kosten mit ein Grund sind für die kontinuierlich zunehmende Beliebtheit des M16-Steckverbinders und die bemerkenswerte Ausweitung seines Einsatzbereichs von den bescheidenen Mikrofonanwendungen in den 1960ern hin zu den neuesten Kommunikations- und Sicherheitssystemen, die uns heute alle in vielen Anwendungen betreffen.“ □



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

+ zum Beispiel der IP68-Rundsteckverbinder SP13 von Weipu. [www.mes-electronic.de](http://www.mes-electronic.de)



MULTIFUNKTIONALE  
SOFTWAREPLATTFORM FÜR MESSGERÄTE

## MESSDATEN RICHTIG BÜNDELN

Mit einer multifunktionale Plattform, die Messdaten von verschiedenen Messgeräten erfasst, lassen sich Entwicklungen von Systemen deutlich verkürzen. Eine solche integrierte Software, wie sie Yokogawa entwickelt hat, unterstützt die Entwickler, indem sie ein klareres Bild liefert, wie die getesteten Geräte auf Ereignisse und Steuersignale reagieren.

TEXT: Yokogawa BILDER: Yokogawa; iStock, GeorgePeters

Die von dem Messtechnik-Unternehmen entwickelte integrierte Softwareplattform ist in der Lage, die Daten mehrerer Messgeräte auf demselben Bildschirm zeitlich synchron darzustellen. Dies gibt Entwicklern ein klareres Bild über das Verhalten elektronischer und mechanischer Komponenten in Korrelation zu deren ansteuernden Signalen und Schaltvorgängen. Die IS8000 Mess- und Analyse-Software will das Problem, anspruchsvolle Produkte wie Motorumrichter zu entwickeln, für die häufig mehrere Geräte zur Erfassung aller Messdaten erforderlich sind, lösen.



Der ScopeCorder DL950 vereinfacht die High-Speed Datenerfassung und ermöglicht Herstellern genaue Einblicke bei der Entwicklung neuer Produkte.

Oszilloskope bieten hier eine hohe Abtastrate für eine Detailbetrachtung der Kurvenformen, der ScopeCorder zum Beispiel kann viele Arten von Signalen in hoher Auflösung anzeigen, während Leistungsanalytoren eine unübertroffene Genauigkeit bei Leistungsmessungen bieten. Die Bedienung dieser mehreren Geräte kann jedoch aufgrund der unterschiedlichen Benutzeroberflächen und der Notwendigkeit, das Timing der verschiedenen Eingangssignale zu korrelieren, schwierig sein.

Die IS8000-Softwareplattform stellt sich dieser Herausforderung, indem sie das Timing, die Steuerung und die Datenerfassung einer Reihe von Messgeräten mithilfe eines IEEE1588 PTP Protokolls (Precision Time Protocol) nahtlos integriert und so eine umfassende und integrierte Messlösung bietet. Es können auch ausgewählte Messgeräte anderer Hersteller in die konsolidierte Auswertung mit einbezogen werden. Durch die Zusammenarbeit von Geräten in ihrer Gesamtheit werden kohärente Messungen während der Produktentwicklung sichergestellt. Dies erleichtert das Debuggen und Analysieren von Daten, indem alle Messungen auf einem einzigen Display angezeigt werden. Darüber hinaus können Daten problemlos mit anderen Nutzern geteilt werden.

Die Verwendung der Software führt zu einer höheren Effizienz, da weniger Zeit für die Entwicklung von Testmethoden benötigt wird; stattdessen kann diese für die Erfassung und Auswertung tatsächlicher Testdaten investiert werden. Des Weiteren stellt sie Softwarepakete zur Verfügung, um eine gründlichere Datenanalyse zu ermöglichen. Beispielanwendungen für die IS8000 Software umfassen das Testen von Motoren und Umrichtern für Produkte wie Fahrzeuge, Aufzüge, Klimaanlage und Stromerzeugungsgeräte.

Für Messungen mit hohen Abtastraten kann die Softwareplattform mit dem DL950 ScopeCorder via der optionalen 10 Gigabit Ethernet-Schnittstelle verbunden werden, um bis zu 8 Kanäle mit 10 MS/s in Echtzeit auf den PC zu streamen. Dies bedeutet, dass längere Messzeiten für z.B. Gate-Signale und Schaltschwellen von Mehrphasen-Wechselrichtern möglich sind. Mit der Software können zum Beispiel der Leistungsanalytator WT5000, der DL950 ScopeCorder und das Oszilloskop DLM5000 über einen entsprechenden PC konfiguriert, ferngesteuert und überwacht werden. Zusätzliche Hochgeschwindigkeitskameras von Drittanbietern können ebenfalls gesteuert werden, wodurch die Bedienung und Steuerung verschiedener Instrumente zur Messung von Leistung, physikalischen Phänomenen, Video und Steuersignalen vereinfacht wird. Zudem können die Anwender bis zu 16 voneinander unabhängige FFT-Analysen vornehmen.

Benutzerdefinierte Berichte können einfach durch Drag and Drop von Messdaten, Kurvenformen und Grafiken auf das Berichtsblatt generiert werden. Zudem besteht die Möglichkeit, Hochgeschwindigkeitskamerabilder zu synchronisieren, sodass die physischen Aktionen von Geräten mit Steuerungs- und aktuellen Kurvenformen korreliert werden können.

Ein optionales Softwarepaket IS8011 / IS8012 ist auch verfügbar, mit dem Harmonischen-Analysen nach IEC/EN 61000-3-2, IEC/EN 61000-3-12 sowie Messungen von Spannungsschwankungen und Flicker nach IEC/EN 61000-3-3, IEC/EN 61000-3-11 mit dem Präzisions-Leistungsanalytator WT5000 durchgeführt werden können. Der Anwender kann den gewünschten Standard auswählen, sich die Messwerte grafisch und numerisch anzeigen, Grenzwerte überwachen und sich abschließend automatisch einen Report generieren lassen.





Mit der IS8000 Software lassen sich eine Vielzahl von Messungen aus verschiedenen Messgeräten zusammenzuführen.

Während ein Leistungsanalysator dafür entwickelt ist, Leistungsanalysen hochpräzise durchzuführen, erfasst ein Scope-Corder optimale dynamische Änderungen von Kurvenformen mit hoher Abtastrate und hoher Auflösung. Es ist jedoch äußerst schwierig, die gesamten Daten zwischen einzelnen Geräten wie dem ScopeCorder und dem Leistungsanalysator zuverlässig zu korrelieren. Die IS8000 Software liefert da die Lösung, denn sie kann gleichzeitig sowohl die genaue Leistungsanalyse durchführen als auch die genaue Kurvenform der Messung darstellen.

Eine weitere Applikation ist die Bewegungsanalyse unter Verwendung von Video- und Sensorsignalen von Prozessen und Ereignissen wie Verbrennung, Schneiden und Vibration. Einige mechanische Bewegungen werden durch elektrische Signale gesteuert oder stehen in engem Zusammenhang damit. Möglicherweise sind sowohl Videobilder als auch Signalkurvenformen erforderlich, um alle Maschinenparameter zu justieren. Hochgeschwindigkeitskamera- und Datenerfassungssysteme teilen nur das Triggersignal, sodass Videobild- und Kurvenformdaten einzeln erfasst werden. Die IS8000 Software kann zu jedem Zeitpunkt mit jedem Gerät synchronisiert werden, sodass physikalische Ereignisse genau an die Kurvenform-Timings angepasst werden können.

„Mit der IS8000 Software fällt es Entwicklern viel leichter, eine Vielzahl von Messungen aus verschiedenen Messgeräten zusammenzuführen“, sagt Terry Marrinan, Yokogawas Vizepräsident Test- & Messtechnik für Europa und Südostasien: „Die Korrelation des Timings von Kurvenformen von verschiedenen Messgeräten liefert ein viel genaueres Bild des Verhaltens komplexer Systeme und wird die Entwicklung neuer Produkte viel schneller und einfacher machen.“ □

## 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), Julia Papp (-917);

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

**Head of Sales** Andy Korn

**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Leopold Bochtler (-922), Beatrice Decker (-913), Carolin Dittrich (-899), Caroline Häfner (-914), Mirjam Holzer (-917); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2021

**Sales Services** Florian Arnold (-924), Isabell Diedenhofen (-938), Ilka Gärtner (-921); sales@publish-industry.net

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

**Geschäftsführung** Kilian Müller

**Leser- & Aboservice** Tel. +49.(0)61.23.92.38-25.0, Fax +49.(0)61.23.92.38-2.44; leserservice-pi@vuservice.de

**Abonnement** Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 7 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompendium.

**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 Bezugsbetrags. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuservice.de

**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing)

**Herstellung** Veronika Blank-Kuen

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

**Druck** F&W Druck- und Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

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

**ISSN-Nummer** 1869-2117

**Postvertriebskennzeichen** 30771

**Gerichtsstand** München

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



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

## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
AdTime .....	62	MES .....	38
Althen .....	61	Microchip .....	29, 32
Binder .....	36	MIT .....	6
Bressner .....	23	Phoenix Contact .....	16
Conrad .....	2	Productware .....	9
CTX .....	27	Rohde & Schwarz .....	42
Detakta .....	5	Rohm .....	Titel, 10, 12
Deutronic .....	21	Schukat .....	45
Display .....	51	Siglent .....	31
EAElektro .....	25	Socionext .....	55, 56, 58
Evonik .....	8	Strobl .....	48, 64
Fischer .....	17	Synostik .....	47
Frizlen .....	3	Traco .....	19, 24
Harting .....	37	TU Wien .....	8
Hilscher .....	35	Turck duotec .....	62
Infineon .....	8	Weidmüller .....	8
Keith & Keop .....	29	Yokogawa .....	39
Kingbright .....	53	Zabel .....	53
LEM .....	20	Ziehl .....	68
Max-Planck-Institut .....	8		
Maxim Integrated Products .....	8		
Mentor .....	50		

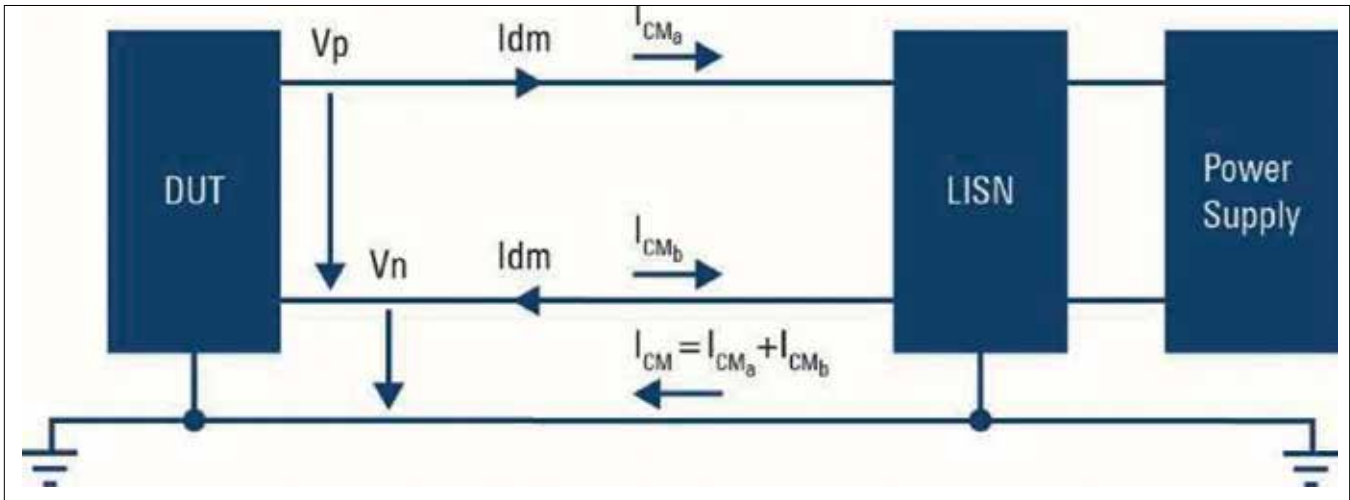


OPTIMIERUNG VON EMI-EINGANGSFILTERN FÜR SCHALTNETZTEILE

# Elektronikausfälle vermeiden

Jedes Schaltnetzteil (SNT) benötigt ein Netzfilter beziehungsweise EMI-Eingangsfiler (Electro Magnetic Interference), um Störungen auf Versorgungsleitungen sowie die damit verbundenen Störungen in weiteren, mit den Versorgungsleitungen verbundenen Komponenten oder Systemen zu vermeiden. Folglich sind das Design und die Optimierung des Eingangsfilters wichtige Aspekte bei der Entwicklung von Schaltnetzteilen.

TEXT: Marcus Sonst, Rohde & Schwarz BILDER: Rohde & Schwarz; iStock, Medesulda



Verlauf von Gleichtakt-/Gegentaktstörstrom.

Bei einem EMI-Eingangsfiler kommen Filterelemente sowohl für Gleichtakt- als auch für Gegentaktstörungen zum Einsatz, jedoch werden diese Elemente selten getrennt optimiert. Insbesondere für Anwendungen mit hohen Leistungen kann dies dazu führen, dass das EMI-Filter wesentlich größer ausgelegt wird als eigentlich erforderlich.

In diesem Artikel beschreiben wir eine einfache Methode zur Trennung von Gleichtakt- und Gegentakt-Störanteilen mittels einer Netznachbildung (LISN, Line Impedance Stabilization Network) mit zwei Ausgängen und eines Oszilloskops mit mindestens zwei Kanälen. Damit ist es möglich, Gleichtakt- und Gegentakt-Filterkomponenten getrennt zu optimieren und damit genauere Informationen für die Entwicklung eines optimalen Eingangsfilters zu gewinnen.

## Elektromagnetische Störungen

Da hohe Ströme geschaltet werden, erzeugen Schaltnetzteile erhebliche Störungen. Die Wahl der SNT-Topologie ist daher von großer Bedeutung und beeinflusst das Filterdesign. Beispielsweise erzeugt eine Dual Interleaved Boost-Topologie (Wandlerstruktur für Dual-Interleaved-Betrieb) weniger Störungen als ein einfacher Aufwärtswandler. Nach der Auswahl der To-

pologie sind mehrere Designparameter zu beachten, die den Störpegel beeinflussen. Ein Schlüsselparameter ist die Schaltfrequenz des Wandlers. Sehr häufig wird im Interesse einer kompakten Bauform eine hohe Schaltfrequenz gewählt. Hohe Schaltfrequenzen können jedoch zu übermäßig hoher EMI-Belastung führen. Es ist daher wichtig, den Zusammenhang zwischen den Anstiegs- und Abfallzeiten des Schaltelements und den erzeugten elektromagnetischen Störungen zu verstehen.

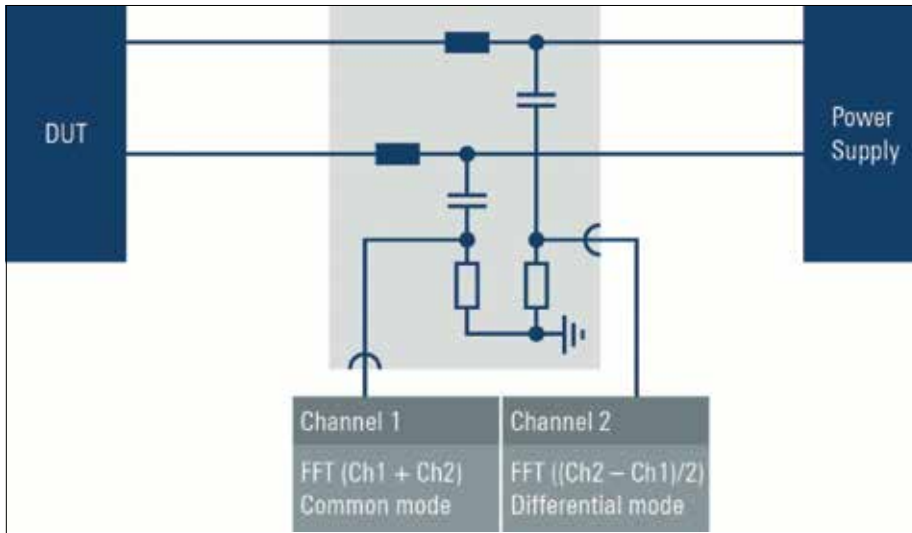
Typischerweise sind schnelle Schaltelemente die erste Wahl. Heutzutage sind sogar Wide-Bandgap-Bauelemente (Bauelemente mit großer Bandlücke) auf SiC- oder GaN-Basis in Leistungswandler-Designs sehr verbreitet, da sie einen höheren Wirkungsgrad ermöglichen. Solche schnellen Schaltelemente erhöhen die Störungsbelastung, wenn das Design nicht sehr sorgfältig auf deren Unterdrückung ausgelegt ist. Neben der Festlegung der Designparameter ist es stets hilfreich, die parasitären Elemente im gesamten Design – einschließlich der Leiterplatte – zu minimieren. Beispielsweise erzeugt das Hochspannungsschaltelement zusammen mit einer Verbindung zu einem Metallgehäuse für die Kühlung eine parasitäre Kapazität, über die Gleichtaktstörungen aus dem System in die umgebende Schaltung gelangen können.

## EMI-Eingangsfiler im Detail

Ein EMI-Eingangsfiler besteht typischerweise aus zwei Funktionseinheiten: eine zur Unterdrückung von Gleichtaktstörungen und eine zur Unterdrückung von Gegentaktstörungen. Im Fall von AC/DC-Wandlern sind die wichtigsten Elemente der Gegentakt-EMI-Filterkomponente die Gegentakt-Induktivitäten und die X-Kondensatoren. Bei der Gleichtakt-EMI-Filterkomponente sind dies die Gleichtakt-Drossel und der Y-Kondensator. In einigen Fällen kann auf die Gegentakt-Induktivitäten verzichtet werden, da die Gleichtakt-Drossel auch als Gegentakt-Induktivität fungieren kann.

## Gleich- & Gegentaktstörungen

Die EMV-Norm verlangt, dass leitungsgebundene elektromagnetische Störstrahlung auf beiden Versorgungsleitungen gemessen werden. Dabei müssen die Spannungen bei jeder Frequenz innerhalb des gegebenen Frequenzbereichs unter dem spezifizierten Grenzwert liegen. Diese Messung wird nacheinander auf den beiden Versorgungsleitungen durchgeführt. Während dies ausreicht, um die Anforderungen der Norm für leitungsgebundene EMI-Tests zu erfüllen, liefert es jedoch keinen Einblick in die Mechanismen der Störungsausbreitung, da bei der Messung



Messaufbau zur Trennung von Gleichtakt- und Gegentaktsignal.

eine Kombination aus Gleichtakt- und Gegentaktstörungen auf den Leitungen erfasst wird. Die Prinzipschaltung zeigt den dedizierten Verlauf des Störstroms innerhalb des Systems.

Der Gleichtakt-Störstromanteil  $I_{cm}$  fließt vom Messobjekt (DUT, Device Under Test) auf beiden Leitungen in die Netznachbildung (LISN) und über den externen Massepfad wieder zurück zum Messobjekt, so dass im externen Massepfad die Summe der Ströme der beiden Leitungen fließt. Amplitude und Phase sind auf beiden Leitungen – der positiven und der negativen – gleich. Der Gegentakt-Störstromanteil nimmt einen anderen Weg. Der Strom auf der positiven Leitung fließt in die Netznachbildung und auf der negativen Leitung zurück zum Messobjekt. Die beiden Ströme unterscheiden sich nur in der Phase; sie ist um 180 Grad versetzt, so dass sich die Ströme idealerweise gegenseitig auslöschen. Mit nur wenig Mathematik ist es möglich, die Terme für Gleichtakt- und Gegentaktstörungen zu trennen. Mittels der Ströme auf den beiden Leitungen:

$$I_p = I_{CMa} + I_{DM}$$

$$I_N = I_{CMb} - I_{DM}$$

lassen sich leicht die Spannungen auf den beiden Leitungen berechnen:

$$V_p = (I_{CMa} + I_{DM}) * Z_{LISN}$$

$$V_N = (I_{CMb} - I_{DM}) * Z_{LISN}$$

Basierend auf dem Zusammenhang zwischen den Spannungen auf den beiden Leitungen und den Gleichtakt- und Gegentaktspannungen

$$V_p + V_N = V_{CMa} + V_{CMb}$$

können nun die Gleichtakt- und Gegentaktspannung so berechnet werden:

$$V_{CM} = \frac{V_p + V_N}{2}$$

$$V_{DM} = \frac{V_p - V_N}{2}$$

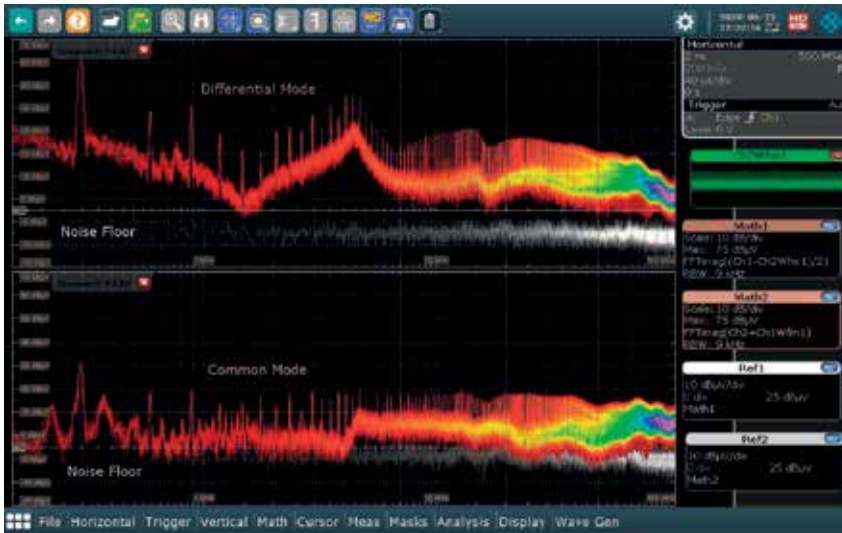
Die einfache Subtraktion ergibt einen Wert, der doppelt so hoch ist wie der Gegentakt-Störpegel, d.h. um 6 dB höher, was bei der Ergebnisauswertung berücksichtigt werden muss.

Diese einfache Berechnung erlaubt also die Unterscheidung zwischen Gleichtakt- und Gegentaktstörkomponente (wobei vom Gegentaktergebnis 6 dB zu subtrahieren sind). Der Ansatz liefert die zuverlässigsten Ergebnisse, wenn der Messaufbau (Kabel, Komponenten der Netznachbildung usw.) möglichst symmetrisch ist. Die Störungen auf den beiden Leitungen müssen gleichzeitig gemessen werden.

Das Bild oben zeigt einen einfachen, aber effektiven Aufbau zur Trennung von Gleichtakt- und Gegentaktstörungen. Eine Netznachbildung mit zwei Ausgängen wird verwendet (oder alternativ zwei identische Netznachbildungen), um beide Versorgungsleitungen abzutasten. Die Signale werden von den beiden Kanälen eines Oszilloskops erfasst. Das Oszilloskop berechnet die Summen- und Differenzsignale mit Hilfe einer Fast Fourier Transformation (FFT), wodurch ein direkter Zugriff auf das Gleichtakt- und Gegentakt-Störsignal möglich ist.

Obwohl jede Asymmetrie zwischen den beiden Netznachbildungen sich in gewisser Weise auf das Messergebnis auswirkt, liefert diese Methode in der Praxis recht genaue Ergebnisse. Wichtige Aspekte, die es zu berücksichtigen gilt, sind die Verwendung von Kabeln mit derselben Länge sowie ausreichender Qualität, um zeitliche Verschiebungen oder Amplitudenverlust zu vermeiden, was sich direkt auf die Fähigkeit, die Störanteile zu trennen, auswirken würde.

Weiterhin sollte das Oszilloskop ein ausreichend rauscharmes Frontend besitzen, die direkte Eingabe von Frequenzparametern wie Start- und Stoppfrequenz und Auflösungsbandbreite erlauben und über eine ausreichend schnelle FFT verfügen.



Messung ohne EMI-Filter.

## Fallstudie

Bei der folgenden Demonstration des beschriebenen Lösungsansatzes dient ein einfacher Abwärtswandler als Messobjekt. Das Messobjekt-Eingangsfiler ist ein einfaches LC-Pi-Filter, das Gegentaktstörungen sehr effektiv dämpft. Der Messaufbau ist so ausgelegt, dass sich das LC-Pi-Filter einfach aktivieren oder deaktivieren lässt. Auf der Leiterplatte befinden sich keine Gleichtaktfilter; daher ist eine externe Gleichtaktdrossel an die Leiterplatte angeschlossen. Der Abwärtswandler besitzt kein Gehäuse – die Leiterplatte ist einfach auf einen Isolierblock auf einer metallischen Masseplatte aufgesetzt. In diesem Messaufbau wird so die Erzeugung übermäßiger Gleichtaktstörungen vermieden.

Bei der ersten Messung (siehe Abbildung) wurden die Spitzenwerte im Amplitudenspektrum der Versorgungsleitungen dargestellt. Zuvor wurde mit einer Referenzpegelmessung der Störpegel des Systems bei ausgeschaltetem Messobjekt ermittelt. Die zusätzlichen 6 dB bei der Ermittlung der Gegentaktstörung wurden kompensiert, indem die Störanteile auf beiden Kanälen vor der Durchführung der FFT getrennt durch 2 geteilt wurden. Für die Gleichtaktstöranteile wurde dagegen das unveränderte Ergebnis der Summgleichung verwendet, da der Ge-

samtbetrag der Gleichtaktstörungen der Summe auf den beiden Messkanälen entspricht. > Weitere Details zur EMI-Messung können Sie in der Online-Ausgabe dieses Artikels nachlesen.

## Fazit

Ein effektives EMI-Eingangsfiler-Design ist für die Erfüllung der EMI-Normen für leitungsgebundene Störungen bei Schaltnetzteilen von entscheidender Bedeutung. In vielen Fällen besteht das EMI-Filter aus einem Gleichtakt- und einem Gegentaktfilter. Beide Komponenten müssen entwickelt und optimiert werden. Präzise Informationen über die Gleichtakt- und Gegentaktstöranteile erleichtern das Design und die Optimierung von EMI-Eingangsfilern erheblich.

Mittels einer Netznachbildung mit zwei Ausgängen (oder alternativ zwei identischen Netznachbildungen) und einiger Berechnungen an einem Oszilloskop lassen sich Gleichtakt- und Gegentaktstörungen direkt am Oszilloskop voneinander trennen. Damit erhalten Entwickler ein effektives Werkzeug zur Optimierung der beiden Komponenten eines EMI-Filters mit Hilfe der FFT-Funktion des Oszilloskops – ein Messgerät, auf das kein Entwickler von Versorgungsschaltungen verzichten kann. □

# Slim U-Bracket



## MEAN WELL Power Supplies Serie UHP

- Leistung 200 bis 2.500 Watt
- Hoher Wirkungsgrad bis 96 %
- Lüfterloses Design
- EN62368-1, EN60335-1
- 3 Jahre Herstellergarantie

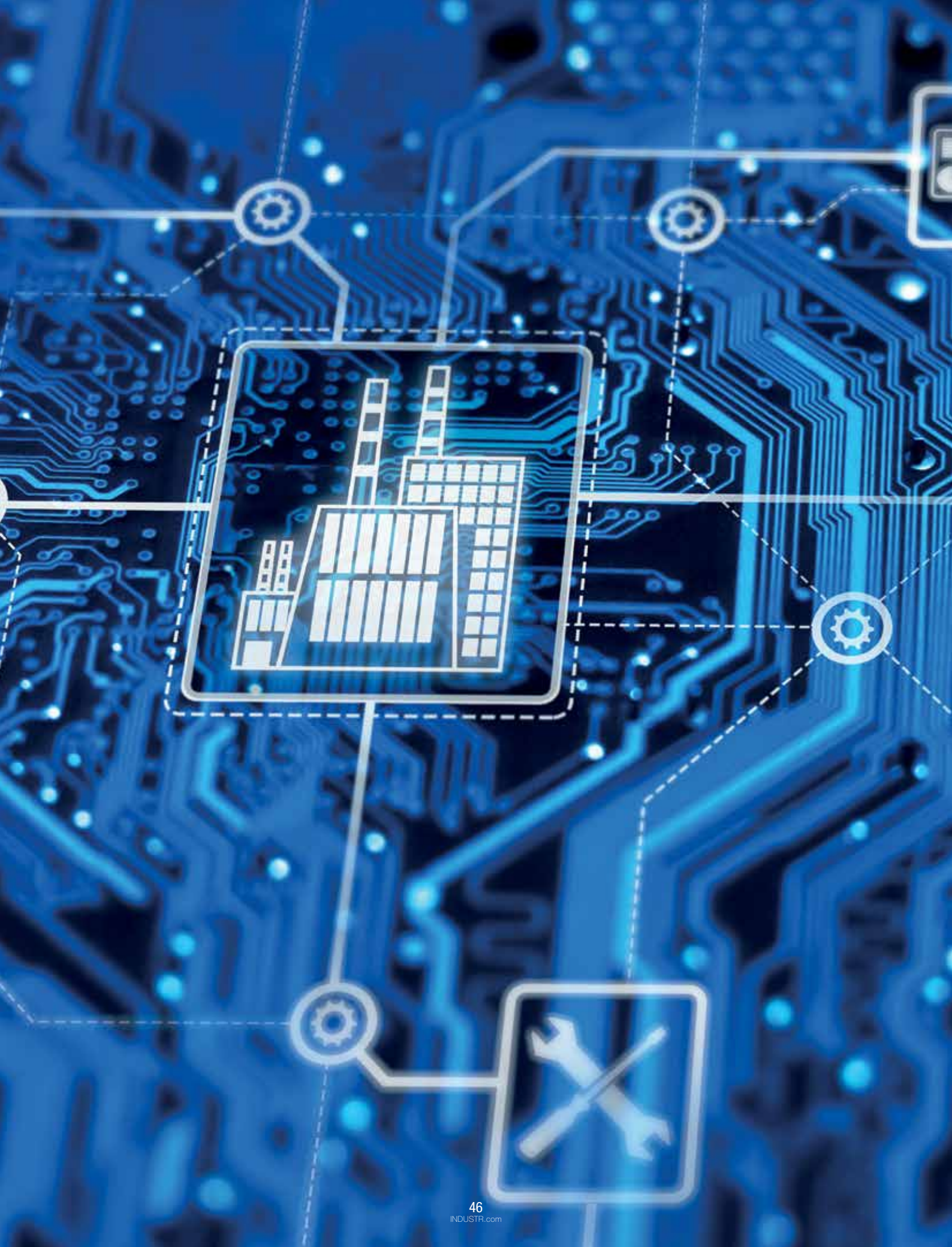
## Distribution by Schukat electronic

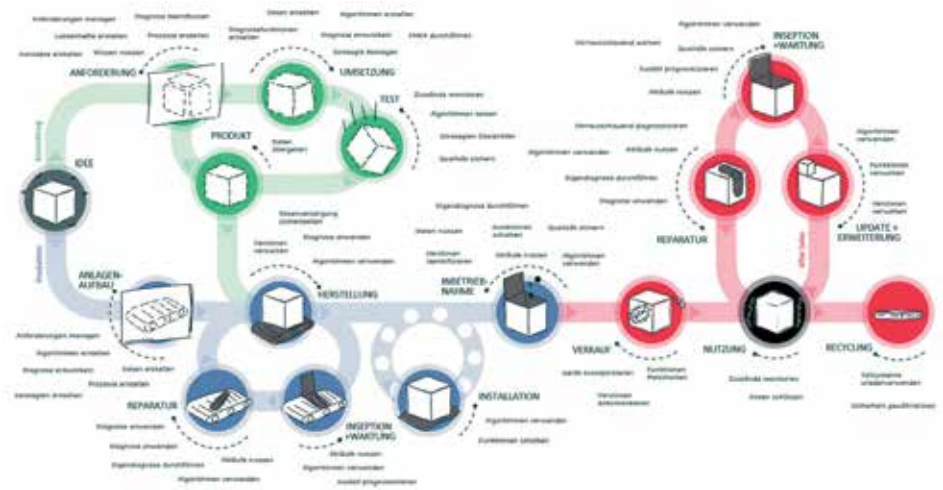
- Über 250 Hersteller
- 97 % ab Lager lieferbar
- Top-Preise von Muster bis Serie
- Persönlicher Kundenservice

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

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

**SCHUKAT**  
electronic





Die wichtigsten Stationen des Produktlebenszyklus.

WIE DIE TECHNISCHE SYSTEMDIAGNOSTIK DEN ERFOLG NEUER TECHNOLOGIEN VORANTREIBT

# Die geheime Macht der Industrie 4.0

Produktionsprozesse und Kapazitätsauslastungen werden stetig verbessert. Individuelle Kundenwünsche werden effizienter umgesetzt. Produktionskosten und Personalkosten werden reduziert. Wartungen, Inspektionen und Anlagenverbesserungen werden optimiert geplant und durchgeführt. Neue Geschäftsmodelle und neue Kundengruppen werden schneller erschlossen. Kunden, Partner und Lieferanten sind direkt in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse eingebunden.

TEXT: Heino Brose, Synostik BILDER: Synostik; iStock, Traitov

Bei näherer Betrachtung geht es im Einzelnen um Vernetzung von Systemkomponenten, Digitalisierung von Prozessketten und Ermitteln und Analysieren von großen Datenmengen. Es ist daher zu erwarten, dass die Anzahl der Systemkomponenten und ihrer Funktionalitäten stark ansteigt. Zusätzlich wird sich die Vernetzung von verteilten Komponenten erhöhen. Und schließlich sind es nicht nur die Industrieanlagen selbst, sondern auch deren Anbindungen an vor- oder nachgelagerte technische Systeme, die zu steigender Komplexität führen.

Diese Komplexitätserhöhung hat Auswirkungen auf das Systemverhalten und fordert weitere Aufgaben in der Systementwicklung. So müssen z.B. neue, effizientere Strategien für Instandhaltung, Inspektion und Wartung entwickelt werden. Neue oder erweiterte Funktionalitäten

für Software-, Daten- und Variantenmanagement sind notwendig. Die vorhandenen Sicherungs- und Schutzmaßnahmen müssen geprüft und angepasst werden. Die Lösungen zu diesen Aufgaben liegen in einem bislang wenig beachteten Gebiet – dem der Systemdiagnostik.

Die Systemdiagnostik ist die geheime Macht und der entscheidende Motor für eine erfolgreiche Umsetzung der Industrie 4.0. Im Gegensatz zu ihrem Ansehen vor einigen Jahren wird sie heute oft ignoriert, belächelt, vergessen oder nicht wahrgenommen. Ist nicht so „sexy“ wie autonomes Fahren, Parkplatz-Apps, KI, Big Data, IoT oder Digitaler Zwilling. Um die Systemdiagnostik wieder ins verdiente Blickfeld zu rücken, wagen wir die These: „Im Hintergrund der Industrie 4.0 macht die technische Systemdiagnostik Innovationen überhaupt erst möglich.“

## Systemdiagnostik in der Fahrzeugindustrie

Seit der Jahrtausendwende steigt in der Fahrzeugentwicklung die Anzahl der Funktionen kontinuierlich an und mit ihnen die Anzahl der beteiligten Teilkomponenten sowie deren Vernetzung untereinander. Dies führte zu zwei Entwicklungen:

Zum einen erhöht sich die Anzahl der potenziellen Fehler. Nicht nur mit der Anzahl der Funktionen, sondern auch mit dem Grad ihrer Vernetzung, da hier zusätzliche Fehlerquellen lauern. Zum anderen setzen sich Fehler von Teilkomponenten in diesen ständig komplexer werdenden Gesamtsystemen – oft schleichend und unbemerkt – über mehrere Funktionen fort. Über Fehlerspeichereinträge ist die eigentliche Ursache oft nicht mehr direkt zu identifizieren. Im Ergeb-

## Anwender-Workshop

29.04.2021 • 10:00 - 17:00 Uhr

**netX**  
networX on chip  
Hilscher  
NETX 90



Glückliche Hochzeit:

## Industrial Real-Time-Ethernet und IoT geben sich das Jawort

PROFINET, OPC UA und Webserver mit dem netX 90

Inhalte des Workshops:

### Theoretischer Teil:

- netX 90 Grundlagen
- Struktur und Wirkungsweise Hilscher DPM - Dual Port Memory
- cifX API - Softwareschicht
- netPROXY Technology, netPROXY HOST API
- Konfiguration OPC UA Server, Objekte verwalten

### Praktischer Teil:

Inbetriebnahme PROFINET Gerät mit OPC UA und Webserver:

- netXSTUDIO Projekt aufsetzen, Applikationsseite programmieren
- Communication STUDIO Projekt aufsetzen, OPC UA Konfiguration erstellen
- Inbetriebnahme des Geräts innerhalb eines PROFINET Netzwerkes mit SPS

Die Teilnehmerzahl ist auf 14 Personen begrenzt.  
Die Teilnahmegebühr pro Person beträgt EUR 99,00 netto zzgl. MwSt. In der Gebühr sind enthalten: Teilnahme am Workshop, ein Teilnahmezertifikat, Seminarunterlagen, Mittagessen und Erfrischungen während der Pausen.

Anmeldung unter: Telefon: 0 6190 - 99 07 - 0 oder E-Mail: TReeck@hilscher.com



Detailliertes Programm



oder Anmeldung unter:  
[www.automatisierungstreff.com/workshops](http://www.automatisierungstreff.com/workshops)



Die Systemdiagnostik besteht aus vielen einzelnen Bausteinen.

nis ist der Aufwand für Fehlersuche und -behebung deutlich angestiegen. Um dem entgegenzuwirken haben einige Automotive Hersteller bereits 2005 für ihre Steuergeräte und deren Subsysteme Diagnoseobjekte, Diagnosekommunikation und Diagnosebeschreibungen standardisiert. Gleichzeitig wurden die Diagnosefunktionalitäten erweitert. Die Digitalisierung der Systemdiagnostik war geboren, dem durch Komplexitätserhöhung steigenden Analyseaufwand konnte somit gut entgegengewirkt werden.

### Was ist die technische Systemdiagnostik?

Vom Grundgedanken her wurde die Systemdiagnose entwickelt, um Fehleranalysen von technischen Systemen zu unterstützen. Ein technisches System lieferte im Fehlerfall einfache Fehlercodes oder Messwerte, die von einem Mechaniker unter Zuhilfenahme eines externen Systems ausgewertet wurden. Damit hatte sich die Meinung etabliert „Systemdiagnostik ist Fehlersuche“. Diese Sichtweise hält sich bis heute. Dabei hat sich die Systemdiagnostik in den letzten 20 Jahren stark gewandelt, insbesondere deckt sie heute zahlreiche Aufgaben über den gesamten Produktentstehungsprozess ab. So

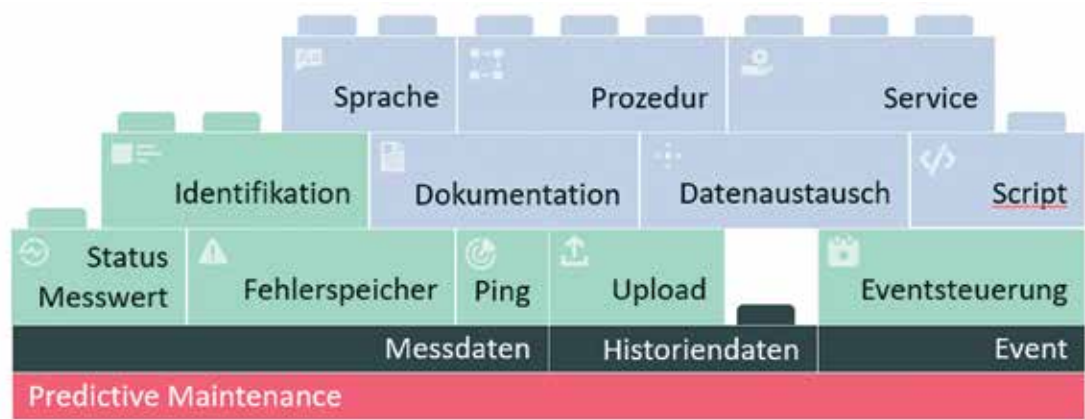
definieren Fachexperten den Begriff der Systemdiagnostik heute entsprechend umfassend: „Systemdiagnostik ist die Lehre und Kunst, Zustände von Systemen strukturiert zu erfassen, einzustellen und zu beschreiben. Darunter werden alle Methoden, Algorithmen, Datenformate, Prozesse, Verfahren und Tools verstanden, deren Ziel die Entwicklung, Herstellung, Reparatur und Wartung einer elektronischen Komponente ist. Die Anwendung der Systemdiagnostik umfasst das Konzeptionieren, Spezifizieren, Entwickeln, Testen und Produzieren sowie das Funktionieren, das Updaten, das Reparieren und das Warten des Systems.“ Die technische Systemdiagnostik beinhaltet damit heute allgemein genommen alle Funktionalitäten, die ein technisches System nicht in seiner eigentlichen Funktion ausübt.

### Ziele der technischen Systemdiagnostik

Die zentralen Fragestellungen der heutigen technischen Systemdiagnostik lauten wie folgt:

- Wie können die Zeiten für Inbetriebnahme und Update verringert werden?
- Wie können Fehler im System vermieden werden?





Die Prädiktive Systemdiagnostik vermeidet Fehler im System.

- Wie kann die Systemzuverlässigkeit erhöht werden?
- Wie kann die Bedien- und Instandhaltungsfreundlichkeit erhöht werden?
- Wie können Wartungs- und Instandhaltungskosten verringert werden?
- Wie können Kundendienst und Support vereinfacht und beschleunigt werden?
- Wie kann die Kundenzufriedenheit erhöht werden?

Alle Entwicklungen im Bereich der Systemdiagnostik haben das Ziel, diese elementaren Fragen zu beantworten. Als Beispiel sei hier die „Prädiktive Diagnostik“ erwähnt. Sie ist in Bezug auf die Erreichung der Ziele der Systemdiagnostik eine starke Instandhaltungsstrategie. Sie vermeidet Fehler im System, erhöht die Systemzuverlässigkeit, Wartungskosten und Standzeiten werden reduziert. Kundenzufriedenheit wird gesteigert. Zudem zahlt sich der erhöhte Aufwand für die Analyse und Entwicklung der prädiktiven Diagnostik schnell aus.

### Aufgaben der Systemdiagnostik

Die Anwendungsbereiche der Systemdiagnostik finden sich im gesamten Le-

benszyklus eines technischen Systems. In der Phase der Produktentwicklung spielt die Systemdiagnostik eine große Rolle vor allem beim Testen und Updaten der Systeme. In der Phase der Herstellung des Produkts sind die bedeutendsten Anwendungsfälle Datenversorgung, Versionsverwaltung und Inbetriebnahme. In speziellen Fällen werden die Fehlersuche, die Geräteeinstellungen und die Qualitätssicherung des Produkts mit systemdiagnostischen Methoden durchgeführt.

In der anschließenden Phase von Verkauf und Vertrieb wird die Systemdiagnostik vor allem dazu verwendet, um das Produkt zu transportieren und spezielle Kundenfunktionen freizuschalten. In der Anwendungsphase werden heute oft Monitoring-Funktionen aktiviert, um Daten für spezielle Analysen aufzuzeichnen, die dann für kommende Entwicklungen herangezogen werden können.

In der Phase des Kundendienstes sind die Hauptaufgaben der Systemdiagnostik Reparatur, Inspektion, Wartung, Funktionsupdates und nachträgliche technische und funktionelle Erweiterungen. Daten-, Software-, Funktions- und Variantenmanagement spielen ebenfalls eine größere Rolle, sowie das Übersetzen der Informa-

tionen in bestimmte Sprachen, das Rücksetzen auf Werkseinstellungen und die Systemkalibrierung. Nicht zu vergessen sind die Aufgaben zu Safety und Security. In der letzten Phase des Recyclings werden diagnostische Methoden in Einzelfällen ebenfalls noch genutzt.

### Fazit

Die Komplexität technischer Systeme mit ihren internen Vernetzungen und Anbindungen an vor- oder nachgelagerte Systeme wird weiterhin stark zunehmen. Damit einher geht eine stetig wachsende Anzahl an Aufgaben und Daten, die nur mit intelligenten Methoden, Algorithmen und Tools bewältigt werden kann. Die Entwicklung der Systemdiagnostik in der Fahrzeugtechnik in den letzten beiden Jahrzehnten war darauf ausgerichtet, technische Innovationen über den gesamten Lebenszyklus überhaupt erst zu ermöglichen. Die Lernerfahrung hier war, dass der Fokus auf kundenerlebte Funktionen nicht ausreicht. Überträgt die Industrie die entwickelten, geprüften und etablierten Funktionalitäten auf ihre technisch hochkomplexen Systeme, so ist zu erwarten, dass sie die Revolution zur 4.0 meistert und sich der Erfolg – vor allem der wirtschaftliche – schnell einstellt. □

SEITENLICHTFASERSYSTEM M-FIBRE

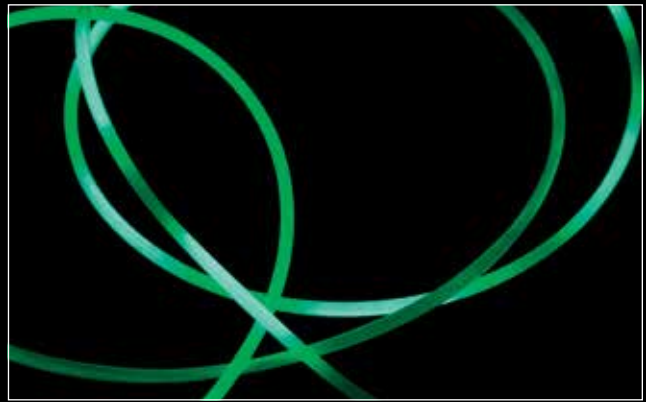
# Individuelle Lichtspiele

Seitenlichtfasersysteme ermöglichen es, auf ebenso einfache wie faszinierende Weise, bauraumoptimiert und leicht installierbar, eine funktionale oder dekorative Linienbeleuchtung in unterschiedlichste Produkte zu integrieren und so vielfältigen funktionalen, ästhetischen und emotionalen Nutzen zu schaffen. Neue Baukomponenten des flexiblen Fasersystems ermöglichen jetzt die passgenaue Konfiguration für Anwendungen in unterschiedlichsten Umgebungshelligkeiten.

TEXT: Mentor BILDER: Mentor; iStock, dzubanovska



Individuell konfigurierbar: Das Seitenlichtfasersystem M-Fibre lässt sich kundenspezifisch an die Bedürfnisse unterschiedlichster Applikationen anpassen – von Anwendungen bei Tageslicht oder direkter Sonneneinstrahlung, bei Nacht oder in der Dämmerung. Auch Multicolor- oder Lauflichtlösungen sind möglich.



Für verschiedenste Anwendungsbereiche liefert Mentor ein System aus aufeinander abgestimmten Seitenlichtfasern und kompakten, leistungsstarken LED-Modulen – für den Prototypenbau auch mit passenden Treibern. Die LED-Module der M-Fibre sind mit nur einer LED ausgestattet – der Kunde wählt zwischen einer weißen, einer monochromen oder einer RGB-Version. Die LED-Module bieten bauraumoptimierte Lösungen in zwei Leistungsvarianten. Je nach Kombination von Faserlänge und LED-Modul sind verschiedenste Konfigurationen des Seitenlichtfasersystems möglich – individuell angepasst an den Bauraum im betreffenden Produkt sowie an die Umgebungshelligkeit der entsprechenden Anwendung. So wird bereits bei der Konfiguration der Lichtkomponente sichergestellt, dass der vorhandene knappe Bauraum optimal genutzt wird und die produktintegrierte Beleuchtung in der jeweiligen spezifischen Anwendungssituation zur Geltung kommt.

## Kundenspezifische Lösungen

Das breite Standardsortiment wird durch eine Vielzahl an unterschiedlichen Möglichkeiten für kundenspezifische Lösungen ergänzt. Sowohl die Zahl der Einzelfasern wie auch Durchmesser, Material und Farbe des Mantels sind variabel und lassen sich so an die Anforderungen der entsprechenden Anwendung anpassen. Auch die LED-Module sind individuell konfigurierbar. Die gezielte Modulation des Aktivierungsprozesses macht es möglich, die Fasern nur partiell leuchten zu lassen. Durch die Kombination solcher Fasern mit mehreren Lichtquellen lassen sich mehrfarbige Anwendungen oder dynamische Lichtszenarien realisieren.

## Warum M-Fibre?

„Anders als andere auf dem Markt verfügbaren Produkte aus polyoptischen Lichtfasern ist die M-Fibre keine Rollenwaren mit den bekannten Nachteilen“, erklärt Detlef Reintges, Vertriebsleiter bei Mentor. Die lichtstreuenden Strukturen im Inneren der vier polyoptischen Einzelfasern werden mittels eines abrasiven Verfahrens exakt auf die konkrete Länge optimiert. Eine integrierte Mischlinse sorgt im Inneren der RGB-Module für eine gute Farbdurch-

mischung und einen gleichbleibenden Farbeindruck. Auch über längere Strecken und in engen Biegeradien überzeugt die flexible Seitenlichtfaser so mit einer homogenen Ausleuchtung bei gleichbleibender Helligkeit bei einem Abstrahlwinkel von 360 Grad. Die dünne, flexible und formbare Faser ist für vielfältige Beleuchtungsszenarien einsetzbar und findet Anwendung in der Automobilindustrie, im Maschinen- und Gerätebau sowie der Haus- und Gebäudetechnik, in Arbeits- und Wohnmöbeln, Haushaltsgeräten sowie in der Sicherheitsbranche. Dank des modularen Aufbaus des Systems können Fasern oder LED-Modul bei Bedarf schnell und unkompliziert ausgetauscht werden. □



...since 1984

LCD  
LED

TOUCH  
TFT

Not only a project,  
it's a Partnership!

TOUCH  
OLED  
KEYPADS





COLOUR UP



YOUR LIFE

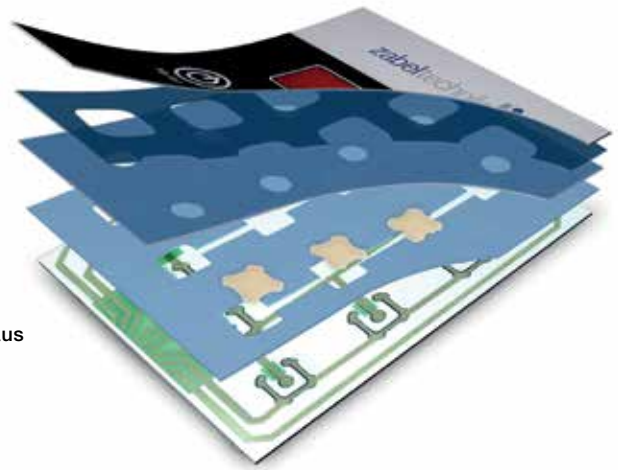


www.display-elektronik.de

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda  
Tel. 060 43 - 9 88 88-0 · Fax 060 43 - 9 88 88-11

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





Eine Folientastatur besteht aus unterschiedlichen Layern.

## FOLIENASTATUREN

# Funktionaler Schichtaufbau

Auch im digitalen Zeitalter sind Folientastaturen aufgrund ihrer haptischen Eigenschaften und Funktionalität sehr gefragt und beliebt. Durch den spürbaren Druckpunkt können sie auch mit Handschuhen bedient werden und um weitere Eigenschaften, wie etwa eine antibakterielle Oberfläche, ergänzt werden.

TEXT: Zabel BILDER: Zabel; iStock, ~UserGI15966731

Jede Folientastatur besteht aus mindestens fünf Ebenen. Die Dekorfolie, die durch Sieb- oder Digitaldruck ein individuelles Erscheinungsbild erhalten kann, ist die oberste Schicht. Darunter befinden sich zwei Schaltfolien, die mit Distanzfolien voneinander getrennt sind. Dazwischen ist eine Klebefolie, die die jeweiligen Schichten miteinander verbindet. Zwischen den einzelnen Folien können zusätzliche Schnappscheiben eingefügt werden, die einen deutlich spürbaren Druckpunkt

erzeugen. Die Betätigungskraft der einzelnen Tasten kann so je nach Bedarf und Anwendungsbereich bestimmt werden.

Neben der völligen Gestaltungsfreiheit der Dekorfolie sowie der Betätigungskraft gibt es noch weitere Ausführungsmöglichkeiten der einzelnen Tasten. Durch diverse Prägearten ist es möglich, jede Taste unabhängig voneinander zu individualisieren und so die Fingerführung zu optimieren. Neben

# Kingbright

Kingbright Electronic Europe GmbH

■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

## NEUE DOME-LENS SMD-LED MIT 0,65 MM HÖHE KPHD-1608 SERIE

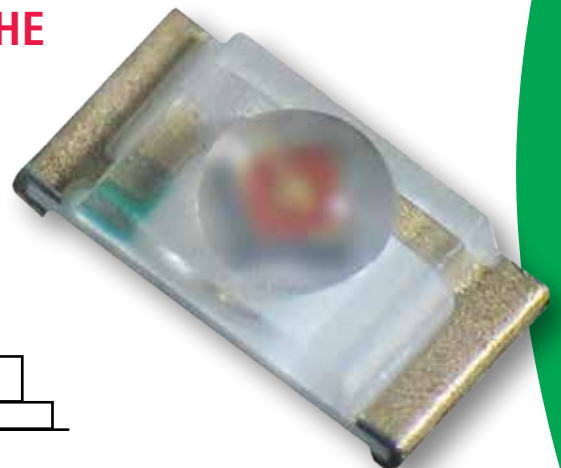
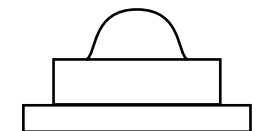
### Eigenschaften:

Abmessung = 1,6 mm x 0,8 mm x 0,65 mm

Durchmesser der Linse = 0,7 mm

Erhältlich in den Farben rot, orange, grün, gelb und blau

Hohe Helligkeit





Eine Tastaturelement besteht aus verschiedenen Komponenten.

der einfachen Domprägung, die eine Taste rundlich erhöht, können bei der Randprägung auch lediglich die Konturen der jeweiligen Taste gewölbt werden. Auch eckige Tasten sind dank der Hochprägung realisierbar.

Die Palette der Tasten-Eigenschaften einer Folientastatur bietet also aufgrund des spürbaren Druckpunkts, dem gewählten Erscheinungsbild und der individuellen Tastenausführung noch immer diverse Vorteile gegenüber vergleichbaren Eingabesystemen. Dabei haben die Tasten eine hohe Lebensdauer von etwa 1 Million Schaltzyklen.

### Folientastatur können mehr

Gerade bei medizinischen Anwendungen sind diese Eingabegeräte häufig vertreten, da die Tastaturen zusätzlich mit einer antibakteriellen Oberfläche bestückt werden können. Die Oberflächenbeschichtung wird auf die Dekorfolie geklebt und beeinflusst das optische Erscheinungsbild nur marginal. Durch zusätzliche Beschichtungen können Folientastaturen auch vollständig gegen Wasser und Staub geschützt werden, UV-beständig oder lösungsmittelresistent sein. Bei der Folientastatur handelt es sich um eine vergleichsweise sehr flache Tastatur. Sie wird auf das jeweilige Bedienelement aufgeklebt und ist daher sehr leicht austauschbar und in der Wartung deutlich kostengünstiger als andere Tastaturen.

Sehr beliebt bei der späteren Montage sind Frontplatten aus Aluminium, die durch Bolzen problemlos vor Ort zu montieren sind. Je nach Bedarf ist eine Kombination mit Displays oder Touchscreens möglich, die mit einem Fenster in der

Folientastatur umgesetzt werden können. In der Tastatur können Fenster in verschiedenen Techniken realisiert werden:

Die einfachste und kostengünstigste Variante ist die Ausstanzung. Die oberste Dekorfolie ist glasklar (oder auch eingefärbt) und gibt so einen direkten Blick auf das darunterliegende Display. Für größere Displays können hinter das Fenster eine durchsichtige Scheibe auflaminiert werden, sodass die Folie nicht mehr durchgedrückt werden kann.

Es ist zudem möglich, die Folientastatur punktförmig oder flächendeckend mit LED zu beleuchten. Die Folientastaturen heute verwenden die besonders flachen LEDs, um ein optisches Signal entweder an einer Taste oder an einem anderen Punkt anzuzeigen.

Neben kundenspezifischen Trägerplatten und Gehäusen bietet das Unternehmen Zabel Technik Folientastaturen in jeder Ausführung an. Durch viele bereits realisierte Projekte hat die Firma große Erfahrung und bietet bestmögliche Beratung, selbst für anspruchsvolle Produkte. Seit mehreren Jahren unterstützt das Unternehmen von der ersten Idee bis zum fertigen Serienprodukt Kunden, die kundenspezifische Bedieneinheiten benötigen.

Das Unternehmen hat sich inzwischen sehr fundiert auf dem Markt etabliert, sodass es die Anzahl der CNC-Fräsmaschinen verdreifacht hat, um Kundenanfragen zeitnah und ohne Umwege realisieren zu können. Zabel Technik bietet neben Folientastaturen auch den Gehäusebau aus verschiedenen Materialien wie Edelstahl, Aluminium und Kunststoff mit an. □

# SPEZIAL WIRD PRÄSENTIERT VON: socio**n**ext™

## SENSOREN & WIRELESS UNSICHTBARES SICHTBAR MACHEN

### **RADARSENSOREN**

Unsichtbares sichtbar machen **SEITE 56**

### **INTERVIEW ZU RADARSENSOREN**

Die Umgebung mit anderen Augen sehen **SEITE 58**

### **SENSOREN IM IIOT**

Effiziente Verarbeitung von Sensordaten **SEITE 60**

### **ROBUSTE SENSOREN**

Induktiver Ringsensor für die Industrie **SEITE 62**

## Radarsensoren für die super-smarte Gesellschaft

# Unsichtbares sichtbar machen

Sensoren spielen eine bedeutende Rolle bei der Verwandlung heutiger Immobilien in Smart Homes mit Geräten von Türklingeln bis zu Thermostaten. Mithilfe der IoT-Funktionalität nutzen diese "intelligenten" Produkte eingebaute Sensoren, um viele Vorgänge auszulösen und sind in der Lage, sich automatisch einzuschalten, sobald eine menschliche Aktivität erkannt wird. Socionext hat das Potenzial neuer Sensortechnologien erforscht und eine Reihe von Radarsensorprodukten für Heimanwendungen, mobile Geräte oder Industrieanlagen entwickelt.

TEXT: Matthias Neumann, Socionext BILDER: Socionext; iStock, sarah5; RO, sarah5

Diese Produkte sind mit einem Netzwerk verbunden und können miteinander interagieren und Dienste anbieten, die menschliches Verhalten erkennen, analysieren und sogar vorhersehen. Mit dieser neuen Generation von technologischen Geräten, bei denen die digitale Transformation im Mittelpunkt steht, ermöglichen eine nahtlose Integration der physischen und der digitalen Welt. Die wichtigsten Elemente für die digitale Transformation sind dabei hochsensible, kompakte, kostengünstige und stromsparende Sensortechnologien, die in verschiedene IoT-Geräte implementiert werden können.

## Warum machen Radarsensoren Sinn?

Ein Radarsensor ist ein elektronisches Gerät, das dazu dient, die Position und Bewegung eines Objekts in einer bestimmten Entfernung zu erkennen. Der Erfassungsbereich für eine kurze Entfernung beträgt bis zu mehreren Metern und er kann jedes Objekt erkennen, das in den Erfassungsbereich fällt. Radarsensoren arbeiten mit elektromagnetischen Wellen, die von Objekten reflektiert werden und sich mit einer bekannten Geschwindigkeit ausbreiten. Sie werden weniger von Schaum, Nebel, Pulver und Staub beeinträchtigt, die die Signale anderer Sensortechnologien stören können. Außerdem können sie hinter nicht-metallischen Oberflächen, Wänden, Glas- oder Kunststoffgehäusen arbeiten. Radarsensoren können den Standort und die Bewegung von Personen erkennen, ohne Bilder oder Töne aufzuzeichnen, und bieten daher Anonymität.

In der Vergangenheit haben viele IoT-Geräte Passiv-Infrarot (PIR) als Sensor zur Bewegungserkennung verwendet. PIRs sind seit langem auf dem Markt und haben sich gut etabliert. Viele Jahre lang waren sie die einzige Wahl für die Bewegungserkennung in Sicherheitsanwendungen. Aber PIR-Sensoren haben bestimm-

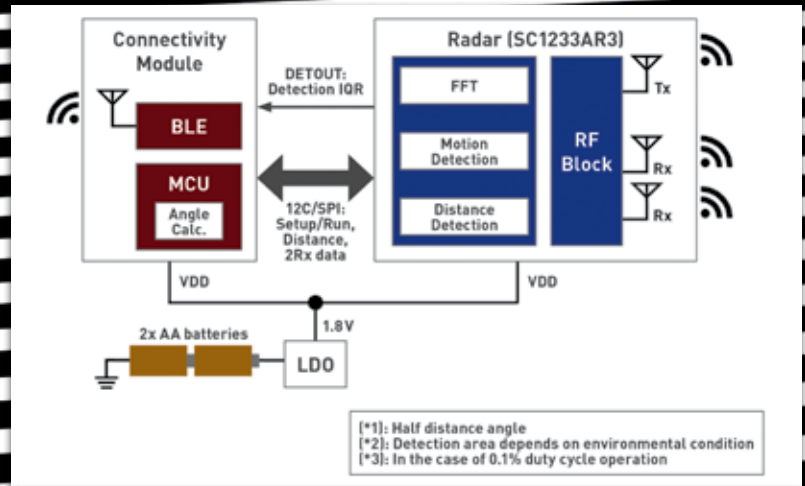
te Einschränkungen, die in Smart Home-Anwendungen nicht wünschenswert sind. PIRs bieten nur eine einzige Art von Daten - nämlich EIN und AUS. Für ein modernes IoT-Gerät in einer "Gesellschaft 5.0" ist das nicht ausreichend. Moderne Radarsensoren mit FMCW-Sensormodus bieten mehr Informationen als nur Bewegungserkennung Ein/Aus, wie z.B. Entfernung und Anwesenheit, und falls der Radar mit mehreren Antennen ausgestattet ist, kann der Sensor auch Informationen über den Winkel ausgeben. Die Radartechnologie ist robuster gegenüber Umwelteinflüssen. Insgesamt haben Radarsensoren viel weniger Fehlerkennungen als PIR-Sensoren. Der Nachteil bei vielen heutigen Lösungen ist jedoch, dass sie oft eine Modulbauweise aus mehreren Komponenten sind. Der Radarsensor ist mit einer externen Antenne verbunden, was tiefgreifendes Know-how des analogen HF-Designs für Antennen- und PCB-Design erfordert. Der Ausgang eines solchen Sensors sind I/Q-Daten, die eine leistungsstarke Signalverarbeitung auf der Host-CPU und Software-Algorithmen zur Berechnung der Entfernung benötigen.

## All-in-One- und 24-GHz-Radarsensoren

Vor diesem Hintergrund hat Socionext eine Serie von hochintegrierten Single-Chip-Hochfrequenzsensoren für 24 GHz und 60 GHz mit extrem niedrigem Stromverbrauch entwickelt. Die SC1230-Serie umfasst 2 Produkte, die den Standort und die Bewegung von Personen mit einem ultrahohen Grad an Empfindlichkeit erkennen können. Der SC1232AR3 misst die Anwesenheit und die Entfernung eines Objekts, während der SC1233AR3 zusätzlich die Möglichkeit bietet, die Richtung zu erkennen.

Diese Serie ist in der Lage, eine extrem niedrige Leistungsaufnahme in einem ultrakompakten Format von 9 mm x 9 mm zu erreichen, während sie gleichzeitig eine hohe Leistung bietet. Durch





Mit dem Radarsensor lässt sich ein weites Spektrum an Anwendungen abdecken.

die Integration grundlegender Signalverarbeitungsfunktionen in das Sensorgerät wird die Anzahl der externen Komponenten reduziert, was eine einfachere Anwendung ohne spezielle Kenntnisse der Signalverarbeitung ermöglicht.

Das All-in-One-Paket besteht aus einer eingebauten Antenne, einem Funkschaltkreis, einem A/D-Wandler und einer Schaltung zur Entfernungsberechnung und verfügt über eine eingebaute Bewegungserkennungsfunktion, die den Abstand zu einem Objekt erkennt und bei Erkennung einer Bewegung ein Signal ausgibt. Das Erkennungsergebnis kann nach dem Einrichten des Systems von der Host-MCU über I2C/SPI fix ausgelesen werden. Er arbeitet mit einer Leistungsaufnahme von 0,5 mW für die Erkennung von Personen bei einem Tastverhältnis von 0,1 Prozent im Bewegungserkennungsmodus.

Dank des integrierten Spannungsreglers kann der Chip mit einer einzigen Spannungsversorgung von 1,8 V betrieben werden, was die Komplexität des Designs und die BOM-Kosten reduziert. Der SC1232AR3 verfügt über eine digitale Strahlformungsfunktion, die eine Auswahl des Sichtfelds (Field of View - FOV) von entweder 120 oder 95 Grad bietet. Die Reduzierung des FOV auf 95 Grad ermöglicht es dem Radarsensor, in engen Räumen genauer zu arbeiten, da mögliche Reflexionen vermieden werden. Der Erfassungsbereich beträgt 8 m zur Frontseite.

Der SC1233AR3 verfügt über ein duales Empfangsantennensystem, das eine 2D-Winkelerfassung ermöglicht. Das Sichtfeld beträgt 120 Grad mit einem Erfassungsbereich von 8 m in der Frontrichtung. Zur Winkelerkennung gibt er durch das eingebaute Signal Processing vorverarbeitete Daten aus, so dass Winkelinformationen mit einer einfachen Beispielrechnung mit Hilfe einer externen MCU gewonnen werden können.

## Effiziente 60-GHz-Breitband-Radarsensoren

Die SC1220-Serie integriert gleich mehrere Antennen für Receiver und Transmitter. Dadurch ist die Serie ideal geeignet für fortschrittliche Anwendungen bei denen es nicht nur um Detektion und Lokalisierung sondern auch Klassifizierung von Objekten und Bewegungen geht, wie zum Beispiel die Bedienung von Geräten durch Handgesten. Durch die sehr hohe Bandbreite von bis zu 6,8 GHz können Bewegungen im Millimeterbereich erfasst werden. Sie arbeiten mit einer sehr geringen Leistungsaufnahme von 1 - 2,5 mW, sind sehr hoch integriert und einfach zu bedienen und beinhalten Antennen, Signal Processing, einen FIFO-Speicher, eine SPI-Schnittstelle und einen intelligenten Sequenzer zur Leistungssteuerung. Wie auch die anderen Chips erfordern sie kein spezielles HF-Know-how. Der SC1220AT2 ist in der Lage, dreidimensionale Bewegungen wie das Heben und Senken der Hände oder Fingerbewegungen einer Person zu erkennen. Der SC1221AR3 bietet eine hochpräzise Erkennung von zweidimensionalen Bewegungen und erkennt gleichzeitig mehrere bewegte Objekte innerhalb eines festgelegten Bereichs von bis zu 10 m.

## Ein Zukunftsausblick

Diese Sensorgeräte repräsentieren die Art von intelligenten Geräten, die benötigt werden, um auf dem Weg zur superintelligenten Gesellschaft - der "Society 5.0" - voranzukommen und so den wirtschaftlichen Fortschritt mit der Lösung sozialer Probleme durch ein System ausgleicht, das den Cyberspace und den physischen Raum hochgradig integriert. Socionext erforscht das Potenzial neuer Sensortechnologien und entwickelt neue Radarsensorprodukte, um deren Einsatz nicht nur für Heimanwendungen, sondern auch für mobile Geräte, Industrieanlagen, Automobilbau, Sicherheit und Überwachung zu erweitern. □



Radarsensoren für Industrie und mehr

## „Die Umgebung mit anderen Augen sehen“

Moderne Radarsensoren transformieren die reale Umgebung in eine digitale Welt. Socionext hat hochpräzise Miniatur-Radarsensoren für unterschiedliche Anwendungen entwickelt, die durch elektromagnetische Wellen eine zuverlässige Erkennung, Lokalisierung und Klassifizierung von Objekten im Erfassungsbereich der Sensoren gewährleisten. Was die aktuellen Radarsensoren sonst noch alles bieten, verrät Herr Matthias Neumann, Senior Manager Application bei Socionext, im Interview.

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Bernhard Haluschak, E&E **BILDER:** Socionext; iStock, sarah5

**Wie hat sich die Radarsensor-Technologie in den letzten Jahren verändert beziehungsweise weiterentwickelt?**

Radarsysteme haben den Ruf, komplex zu sein, da immer ein analoges Antennen-Design notwendig ist. Zudem sind sie durch die aufwendige Technologie häufig teuer, zu groß und verbrauchen zu viel Strom. Durch die Verwendung der CMOS-Technologie sind wir jetzt in der Lage deutlich kleinere Bauformen mit einem sehr geringen Stromverbrauch und zu einem attraktiven Preis zu realisieren sowohl im 24- als auch im 60-GHz-Bereich. Diese Radarsensoren in einem All-in-One-Gehäuse besitzen mehrere eingebaute Transmitter- und Receiver-Antennen, Funkschaltungen, AVD-Wandler und Schaltungen zur Entfernungsberechnung. Das sind große Pluspunkte, die auch neue Anwendungsfälle entstehen ließen und sicherlich zu den größten technologischen Sprüngen in den letzten Jahren zählen.

**Welche Vorteile bieten Radarsensoren gegenüber Kamera-, Infrarot- oder Ultraschallsensoren bei der Erkennung von Bewegungen etwa durch Personen oder Fahrzeugen?**

Bei der Betrachtung der verschiedenen Sensortypen gibt es diverse Aspekte zu berücksichtigen. Ein Infrarotsensor zum Beispiel detektiert ein Objekt mittels Infrarotlichtwellen durch aktivieren oder deaktivieren eines Schaltausgangs. Die Qualität des erkannten Objektes (zum Beispiel groß oder klein) bleibt dabei unberücksichtigt. Eine Kamera dagegen kann aus einem Bild ganz viele Informationen extrahieren, nicht nur die Bewegung, sondern auch noch weitere Details des Objekts – ist aber durch die vielen benötigten Komponenten sehr komplex im Aufbau. Ein weiteres Thema ist die Genauigkeit und Zuverlässigkeit bei wechselnden Umwelteinflüssen. Infrarotsensoren reagieren gerade in Bezug auf Temperatur sehr empfindlich und Kamera-basierte Systeme haben Probleme mit kritischen Lichtverhältnissen oder Dreck auf der Kameralinse. Radarsensoren dagegen sind in diesem Umfeld sehr robust gegenüber wechselnden Umweltbedingungen und liefern zuverlässige Ergebnisse. Darüber hinaus können Radarsensoren sogar Materialien durchdringen. Zum Beispiel kann dieser eine Person vor einer Haustür erkennen, auch wenn davor ein großer Busch die Sicht auf die Person und Haustür verdeckt. Auch Regen ist für Radar kein Problem. Die Stärken von Radarsensoren sind demzufolge das Detektieren, Lokalisieren und mit den aktuellsten Systemen sogar das Klassifizieren von Objekten. Im Gegensatz zu Kamerasystemen sind sie deutlich günstiger und unempfindlicher gegenüber wechselnden Umweltbedingungen. Auch das Thema Datenschutzgrundverordnung und hier speziell Privacy durch nicht autorisierte Kameraaufnahmen von Personen spielt keine Rolle.

**Sie bieten eine Vielzahl von unterschiedlichen Radarsensoren an. Wie unterscheiden sich diese technologisch und in puncto Anwendungsgebiet voneinander?**

Socionext bietet aktuell Produktlinien für 24- und für 60-GHz-Radarsensoren an. Aber auch ASIC-Lösungen für 76- und 79-GHz-Anwendungen haben wir im Portfolio. Die 24-GHz-Technologie ist gegenüber 60-GHz-Sensoren deutlich robuster. Zum Beispiel sind die Reichweite und die Durchdringung durch Materialien größer. Damit eignen sie sich generell besser für den Außenbereich sowie im häuslichen Umfeld wie Küche oder Bad, wo viel Feuchtigkeit entsteht. Bei den 24-GHz-Sensoren fokussieren wir unser Anwendungsspektrum hauptsächlich auf Bewegungserkennung und Lokalisation. Wo befindet sich die Person im Raum in Bezug auf Erfassungswinkel, Bewegung und Entfernung. Unsere 60-GHz-Sensoren sind für den erfahrenen Anwender konzipiert, da diese Technologie mit einer Vielzahl von Antennen arbeitet und entsprechend viele Informationen liefert, die über die reine Bewegungserkennung hinausgeht. Die Anwendungsgebiete dieser Sensoren beinhalten drei Kategorien: Das sind Detection, Localisation und Classification von Objekten. So lassen sich diese Sensoren ideal etwa im medizinischen Umfeld für Vital-Sensing-Aufgaben oder im Automobilbereich für die Child Presence Detection sowie Gestensteuerung einsetzen. Auch im Industrie- oder Security-Umfeld sind diese Sensoren durch Ihre Robustheit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit uneingeschränkt einsetzbar.

**Wie unterstützen Sie Kunden bei der Entwicklung ihrer eigenen spezifischen Radar-basierten Lösungen?**

Socionext offeriert für alle Radarsensoren Development-Kits. Das heißt, der Kunde bekommt ein komplettes Paket, bestehend aus einer Hardware inklusive Radarsensor und eine PC-Software zur Evaluierung. Mit einer grafischen Benutzeroberfläche lassen sich alle Parameter sehr leicht konfigurieren und einstellen, sodass der Kunde in der Lage ist, seinen Anwendungsfall in puncto Performance und die Eignung des Radarsensor zu testen. Für die weitere Implementierung liefert Socionext auch den Sourcecode sowie die Libraries und die Applikationen, sodass der Kunde sein Zielsystem mit dem Radarsensor direkt in seine bestehende Anwendung portieren kann. Natürlich bieten wir unseren Kunden auch Support während ihrer Entwicklungsphase von neuen Systemen an, damit zum Beispiel das Gehäusedesign keinen negativen Einfluss auf die Empfindlichkeit der Radarsensoren ausübt. Dafür stellen wir an all unseren Standorten weltweit lokalen Support bereit. So können wir den Kunden auch direkt bei Problemen unterstützen und helfen. Darüber hinaus stellen wir Guidelines und Handbücher zur Verfügung, um die optimale Leistung und Zuverlässigkeit beim Design von Applikationen zu gewährleisten.

**Der Radarsensor-Markt ist hart umkämpft. Wie differenzieren Sie sich von Ihren Mitbewerbern? Was machen Sie besser?**

Im Bereich 24-GHz-Sensoren hat Socionext eine gewisse Alleinstellung, da wir der einzige mir bekannte Anbieter sind, der einen 24-GHz-Radarsensor offeriert, in dem die Antenne integriert ist. Zudem benötigen alle unsere All-in-One-Solutions kein komplexes RF-Design und das Signal Processing ist auch bereits inkludiert. Der Kunde benötigt keine zusätzliche Software und Algorithmen, sondern kann fast wie bei einem PIR-Sensor die Informationen direkt aus dem Sensor auslesen oder über die Zustandsabfrage eines Chip-Pins eine Bewegung erkennen. Diese reduzierte Komplexität in Verbindung mit den geringen Abmessungen des Sensors und der niedrigen Leistungsaufnahme ist im 24-GHz-Bereich wohl einmalig auf dem Markt. Bei den 60-GHz-Sensoren haben wir zwei Transmitter- und vier Receiver-Antennen in unterschiedlichen Konstellationen für 2D- und 3D-Anwendungen auf kleinstem Raum verbaut. Auch hier haben wir das Signal-Processing (FFT) im Sensor integriert, sowie einen Spannungsregler, der den Sensor mit einer Spannungsversorgung von nur 1,8 V versorgt und eine PLL-Schaltung, sodass nur noch ein externer Oszillator für die Beschaltung nötig ist. Diese ganzen Aspekte machen unsere Radarsensor-Lösungen sicherlich besonders und einzigartig.



Mit intelligenten Sensoren lassen sich Daten effizient erfassen und verarbeiten.



## SENSOREN IM INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

# EFFIZIENTE MESSDATENVERARBEITUNG VON SENSORDATEN

Anwender von Messtechnik benötigen zunehmend mehr Möglichkeiten der Vernetzung und Digitalisierung. Spätestens, wenn es darum geht, verschiedene Standorte auszurüsten, stellt sich die Frage, wie es gelingt, die Messdaten an einer zentralen Stelle zusammenzuführen und weiter zu verarbeiten.

TEXT: Althen BILDER: Althen; iStock, NatalyaBurova

Eine intelligente Vernetzung der Produktionsdaten bringt zahlreiche Vorteile für Anwender. Um Daten für mehrere Standorte sichtbar zu machen, müssen Vernetzung, Digitalisierung und eine zentrale Plattformlösung implementiert werden. Hier sind auch die Hersteller von Mess- und Sensortechnik gefragt, ihre Kunden bei der Umsetzung zu unterstützen und individuelle Konzepte zu entwickeln.

Das reine Bereitstellen der Daten ist dabei nur der erste Schritt. Erst die intelligente Interpretation bildet die Grundlage für gesteigerte Effizienz in der Produktion, etwa durch Predictive Maintenance. Die mobile Überwachung von Betriebszuständen reduziert auch die Notwendigkeit für manuelle Eingriffe.

Zum Beispiel Althen erweitert sein Lösungsangebot ständig, um das übergreifende Thema IIoT mit Schnittstellen für Sensorik und Datenübertragung sowie Auswertung und Visualisierung abzudecken. Peter Rohrmann, Director New Business Development bei Althen, nennt als eine der Hauptaufgaben die zuverlässige Digitalisierung der heute noch verbreiteten analogen Sensorsignale. Erst dieser Schritt ermöglicht die IT-technische Verwertung der Daten, die Übertragung auch über große Entfernungen.

Die nachträgliche Digitalisierung bereits vorhandener Sensoren und Messtechnik lässt sich teilweise auch mit kostengünstigen Produkten effektiv durchführen. Noch etwas weiter gedacht ist es auch möglich, die so gewonnenen Informationen ins Warenwirtschaftssystem einzubringen, um rechtzeitig Ersatzteile zu bestellen und Personal-Ressourcen für eine Wartung einzuplanen. So lassen sich mit Hilfe der Messtechnik Prozesse unternehmensweit optimieren.

Von der Messaufgabe hängt es auch ab, ob Daten konstant übertragen werden oder ob es reicht, beim Überschreiten bestimmter Werte ein Alarmsignal auszugeben. Nicht immer ist es nötig und ratsam, alle verfügbaren Daten zu sammeln und auszuwerten, da dies erhebliche Übertragungskapazitäten und Ressourcen bindet.

Hier versteht sich das Unternehmen als Partner, der die Kunden zur passenden Messtechniklösung berät. Rohrmann hierzu: „Der Bedarf an präzisen Messdaten ist zunächst einmal universell. Unser Ziel ist es, unseren Kunden Lösungsvorschläge zu unterbreiten, wie eine Aufgabe am besten – und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte – zu lösen ist.“ □

ENTWICKLUNG EINES INDUKTIVEN RINGSENSORS FÜR RAUE UMGEBUNGEN

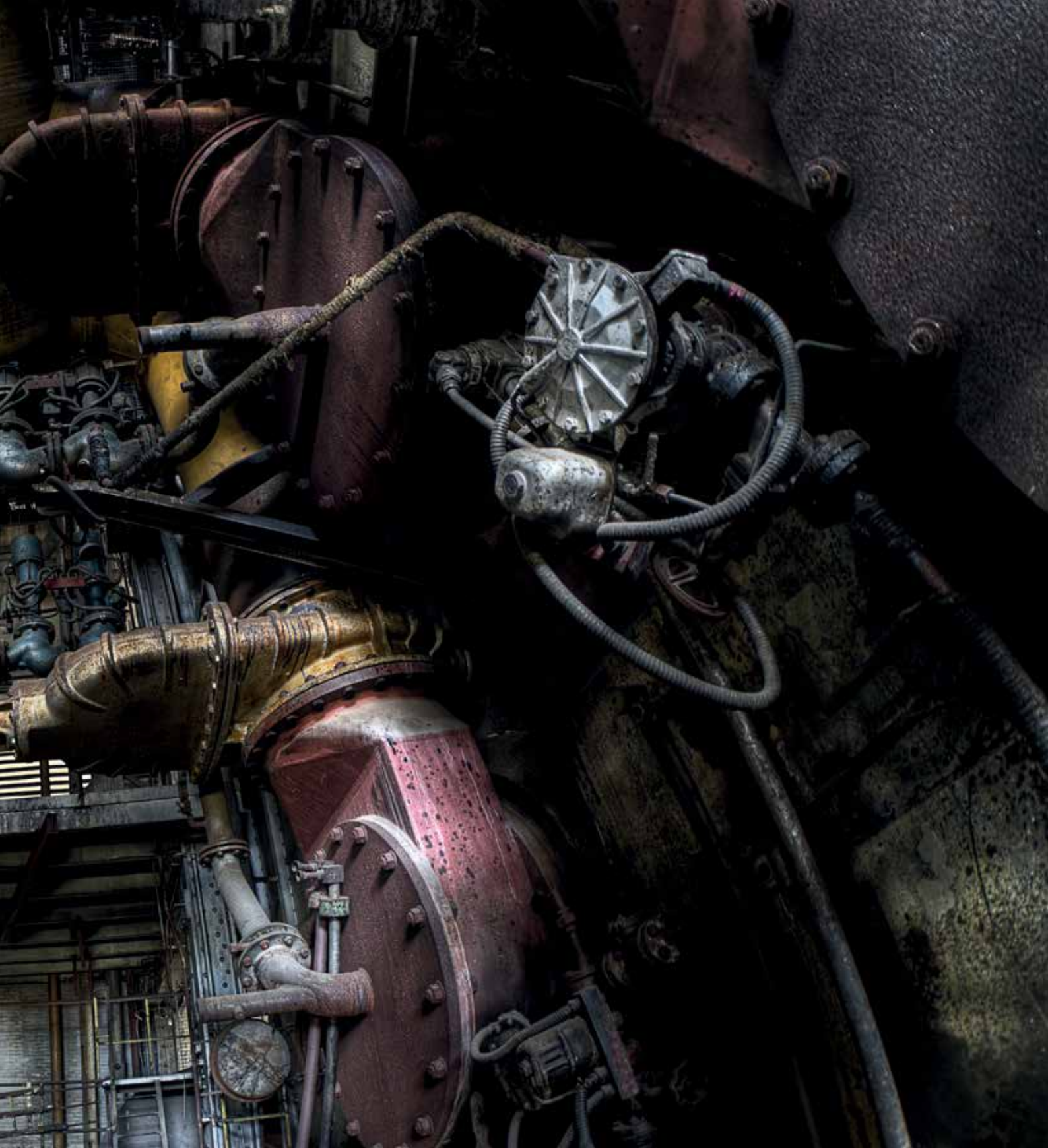
# Über die Belastungsgrenze hinaus

Der Elektronikentwickler Turck duotec wurde von AdTime, Hersteller von Bearbeitungsmaschinen für Uhren, beauftragt, einen induktiven Ringsensors zu entwickeln, der den Arbeitsbedingungen in rauen Umgebungen standhält und gleichzeitig den Werkzeugzustand zuverlässig überwacht. Das Interview mit Pierre-Alain Membrez, Geschäftsführer AdTime, beschreibt die Herausforderungen des Projekts.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: E&E BILDER: AdTime; iStock, zmeel

AdTime hat seinen Sitz in der Wiege der schweizerischen Uhrmacherkunst im Kanton Jura und ist Hersteller von Bearbeitungsmaschinen für die Uhrenfabrikation. Vertrieben werden Maschinen für die Präzisionsmechanik wie Bearbei-

tungsmaschinen und Dekormaschinen, und zwar von der kleinen Tischmaschine bis zum rotierenden Transferzentrum mit 24 Positionen zum Bohren, Gewindeschneiden und Nachbearbeiten. Die Werkzeuge der Maschinen sind miniaturisiert



und bearbeiten Stähle in einem rauen Umfeld, das u.a. durch aggressive Kühlfluide, Metallspäne und Vibrationen gekennzeichnet ist. AdTime suchte nach einer Möglichkeit des Condition Monitoring, um gebrochene oder beschädigte Werkzeuge

frühzeitig zu erkennen, die etwa zu Beschädigungen an den bearbeiteten Teilen bis hin zum Verlust der bisher geleisteten Veredelung und Stillstandzeiten führen. Dazu erhielt der Elektronikentwickler Turck duotec den Auftrag zur Entwicklung



## Anwender-Workshop

27.04.2021 • 10:00 - 17:30 Uhr

# NETX 90

...IT'S ALL YOU NEED!

**netx**  
networX on chip  
Hilscher  
NETX 90

Workshop für Hersteller von Feldgeräten:

## netX 90: In 3 Schritten zur lauffähigen PROFINET Kommunikation

Der Workshop richtet sich an die Hersteller von Feldgeräten. Hierbei hauptsächlich an die Sensor- und Encoder Hersteller, die bereits mit PROFINET arbeiten oder den Einsatz in Zukunft planen.

### Inhalte des Workshops:

- Vorstellung des netX 90
- Einführung in das Built Environment Tool 'netX Studio'
- Inbetriebnahme einer PROFINET Applikation
- Ausblick auf IIoT Protokolle und Security

Die Teilnehmerzahl ist auf 14 Personen begrenzt. Die Teilnahmegebühr pro Person beträgt EUR 99,00 netto zzgl. MwSt. In der Gebühr sind enthalten: Teilnahme am Workshop, ein Teilnahmezertifikat, Seminarunterlagen, Mittagessen und Erfrischungen während der Pausen.

Anmeldung unter: Telefon: 0 6190 - 99 07 - 0 oder E-Mail: TReeck@hilscher.com



Detailliertes Programm



## SPEZIAL: SENSOREN & WIRELESS



Dank Umspritzung lässt sich der Ringsensor besonders gut unter unwirklichen Bedingungen einsetzen.

eines induktiven Ringsensors, der den anspruchsvollen Arbeitsbedingungen standhält und den aktuellen Werkzeugzustand gleichzeitig zuverlässig überwacht. Im Interview mit E&E beschreibt Pierre-Alain Membrez, Directeur général AdTime, Anforderungen und die entwickelte Lösung.

### Was waren die besonderen Herausforderungen bei der Entwicklung des neuen Produkts?

Wir haben nach einem Sensor zum Einsatz in unseren Werkzeugmaschinen gesucht, der in der Lage ist, Werkzeuge aus Stahl oder Stähle mit hohem Kohlenstoffanteil genau zu messen. Derzeit gibt es auf dem Markt keinen Detektor, der dazu in der Lage ist. Die einzigen verfügbaren Sensorsysteme sind Taststifte, bei denen jedoch die Gefahr besteht, dass das Werkzeug bei der Messung bricht. Zusätzlich muss der benötigte Sensor beständig gegenüber Chemikalien sein, da das Werkzeug vollständig in Öl eingetaucht ist. Ein Lasermessverfahren scheidet daher in der dampfhaltigen und öligen Umgebung ebenfalls aus, da es nicht zuverlässig arbeitet. Unser Sensor nutzt das beim Einsetzen des Werkzeugs aus Stahl erzeugte Magnetfeld. Dadurch kann

berührungsfrei und ohne klare Sichtlinie gemessen werden, ob das Werkzeug beschädigt ist. Die Elektronik, die das Signal an eine Steuereinheit überträgt, muss jedoch in dieser rauen Umgebung einwandfrei funktionieren.

### Welchen Auftrag erhielt die Turck duotec genau?

Der Elektronikdienstleister Turck duotec ist für seine Expertise im Elektronikschutz, insbesondere der Umspritzung mit Thermo- und Duroplast, bekannt. Die Spezialisten erhielten daher von uns den Auftrag, eine vorentwickelte Elektronik zu industrialisieren und einen entsprechenden Gehäuseschutz zu entwickeln. Hinzu kamen einige Spezifikationen von unserer Seite, um den Sensor später ohne Probleme in unseren Werkzeugmaschinen zur Detektion kleiner Werkzeuge einsetzen zu können.

### Welche Spezifikationen waren das und wie wurden die Anforderungen gelöst?

Turck duotec hat das elektronische Konzept übernommen und es industrialisiert, also massentauglich gemacht. Um den Sensor vor den genannten Umwelteinflüssen zu schützen, entschied man sich zur Umspritzung mit geeigneten Duro-



In rauen Umgebungen von zum Beispiel Werkzeugmaschinen detektiert der vollumspritzte induktive Sensor metallische Kleinteile im Ringinneren.



plasten. Erschwerend kamen dabei die erforderlichen Kabelabgänge hinzu, die ebenfalls dicht sein müssen, um ein Eindringen der Kühlflüssigkeit zu vermeiden. Zusätzlich sollte eine Signalanzeige in Form einer LED integriert werden. Duroplasten sind allerdings in der Regel schwarz und absorbieren den überwiegenden Teil des Lichts. Hier hat Turck duotec eine clevere Lösung gefunden, um im Bereich der LED eine sehr dünne und weniger lichtabsorbierende Kunststoffschicht zu integrieren.

#### **Was sind die Vorteile des Umspritzens im Vergleich zu einem Gehäuse aus Verguss?**

Die Hauptvorteile des Umspritzens für dieses Produkt sind die sehr dünnen Wandstärken rund um die Spule von nur einigen Zehntelmillimetern und die damit einhergehende Präzision des rund um die Elektronik aufgebauten Gehäuses. Eine hohe Abdichtung, vergleichbar mit IP69K, die hohe chemische Beständigkeit des Gehäuses, der mechanische Schutz der Elektronik und die damit einhergehende Endqualität des Produkts sind weitere Faktoren. Das Umspritzen mit Duroplasten bietet aber noch weitere Vorteile, wie etwa ein direkt umspritzter Steckverbinder mit einem integrierten Gewinde

sowie die Integration einer Befestigungs- oder Verstärkungseinlage. Weiterhin ist das Endprodukt sehr leicht, bei einer hohen Steifigkeit des umspritzten Moduls mit einer äußerst kompakten Dicke (Abmessung). In der Herstellung bietet es außerdem den Vorteil, dass einige manuelle Montageprozesse, die bei einem Verguss notwendig wären, entfallen.

#### **Wie hoch sind die Genauigkeit und die Toleranzen der Produktkomponenten bzw. der Spule im Inneren des Gehäuses?**

Eine der Anforderungen, die es bei der Konzeption des Gehäuses zu lösen galt, war die Tatsache, dass die Spule des Sensors sehr nah an der Gehäusewand sitzt. Bei der präzisen Positionierung der Komponenten im fertigen Gehäuse, konnten wir lokal im Bereich der Spule eine Wandstärke von 0,2 mm erreichen. Für die Außenabmessungen des Produkts sind Toleranzen von +/- 0,05 mm realisiert worden, die übrigen entsprechen der DIN1690. Die Leiterplatte hat eine Standardgenauigkeit von +/- 0,1 mm, und es ist uns gelungen, im undurchsichtigen Kunststoff eine transparente Zone zu schaffen, durch die man die LED sehen kann. Diese dient als Statusanzeige des Sensors für den Anwender.

#### **Um was für einen Sensor handelt es sich bei dem entwickelten Produkt genau?**

Es handelt sich um einen induktiven Ringsensor, der zuverlässig metallische Kleinteile im Ringinneren detektiert. Der Sensor arbeitet induktiv, kontaktlos und ist dank des Elektronikschutzes unempfindlich gegenüber Einflüssen von Licht und Öl. Er ist einfach zu implementieren. Der Messabstand ist mit 0,3 mm sehr klein. Der Temperaturbereich, in dem der Sensor eingesetzt werden kann, reicht von 0 bis 40 Grad Celsius, und zwar während des Betriebs und der Lagerung. Ohne dass das Produkt beschädigt wird, lässt sich dieser von -10 bis 50 Grad Celsius variieren. Der Temperaturbereich des Duroplasten reicht übrigens noch weiter, nämlich von -40 bis 130 Grad Celsius.

#### **Seit wann haben Sie das Produkt im Einsatz und hat es sich bewährt?**

Das Produkt ist bis zur Serienreife entwickelt worden und steht zum Vertrieb bereit. Momentan haben wir etwa hundert umspritzte, induktive Sensoren auf unseren Transfermaschinen beider Typen im Einsatz – bislang ohne Probleme. Unsere Kunden sind außerdem sehr zufrieden mit der Zuverlässigkeit und Robustheit des entwickelten Produkts. □

96,5

QUELLE: BUNDESNETZAGENTUR (STAND: OKTOBER 2020)

Prozent der Fläche in Deutschland ist mindestens von einem Mobilfunknetzbetreiber mit 4G (LTE) versorgt. Gebiete ohne Mobilfunkversorgung bilden zusammen 0,3 Prozent der Landesfläche.

Mit 5G ist bereits die nächste Mobilfunkgeneration am Start. Sie verspricht höhere Datenraten, geringere Latenzzeiten und geringe Störungsanfälligkeit sowie die industrielle Nutzung durch regionale Nutzungsrechte und Campus-Netze etwa für die Übertragung von Sensor-Daten. Mehr zum Thema Sensoren & Wireless erfahren Sie unter anderem in unseren Spezial-Beiträgen ab Seite 55.

publish  
industry  
verlag

# INDUSTR.com

DAS INDUSTRIE-ECOSYSTEM

## NETZWERK – WISSEN – BUSINESS

AUTOMATION

ENERGIETECHNIK

ELEKTRONIK

PROZESSTECHNIK



### INDUSTR.com – DAS INDUSTRIE-ECOSYSTEM

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

# Die Königsklasse

der Lufttechnik



## Zukunft spüren

**ZAbbluefin** – bionischer Radialventilator mit höchstem Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial  
Einzigartiger, bionischer Premium Efficiency Ventilator mit neuesten Wirkprinzipien, jetzt in Hochleistungsverbundwerkstoff ZAmid® und neuester ECblue-Motorenteknologie – unvergleichbar strömungsgil, bis zu 5% höherer Systemwirkungsgrad und stark reduzierte Schalleistung.

**Ökologisch denken – Energiekosten senken mit blauer Technik.** [www.ziehl-abegg.de](http://www.ziehl-abegg.de)

### FORM

Weiterentwickeltes bionisches Design mit optimiertem Diffusor-Effekt

### MATERIAL

Exklusiver Hightech Verbundwerkstoff **ZAmid®**



### LEISTUNG

Neuer IE5 Hocheffizienz-Energiespasmotor **ECblue** für höchste Systemeffizienz

z. B. für **Schaltschränke**, Bürogebäude, Reinräume, Heizungen



Die Königsklasse in Lufttechnik, Regeltechnik und Antriebstechnik