



# FASZINATION ELEKTRONIK

AUSGABE 3 | APRIL 2019 | 19. JAHRGANG | WWW.INDUSTR.COM

## SPEEDBOOST FÜRS DC-LADEN

In 15 Minuten fit für 200 Kilometer

Seite 12

### FOKUS: POWER

Geräte effizienter mit Strom versorgen ab Seite 16

### BAUTEILEVERKNAPPUNG

Wie Hersteller die Situation meistern können Seite 40

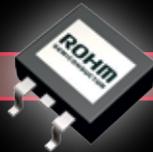
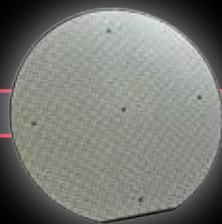
### TIPPS & TOOLS

Embedded-Linux in Schuss halten Seite 58

publish  
industry  
verlag

**SMALLER  
STRONGER  
FASTER**

**ROHM**  
SEMICONDUCTOR



## VON DER RENNSTRECKE AUF DIE STRASSE

Das Venturi Formula E-Team setzt in seinen vollelektrischen Rennwagen auf ROHMs Full SiC Modul Technologie. Mit seinen zukunftsweisenden SiC-Leistungshalbleitern hat ROHM einen großen Entwicklungsschritt in der Elektromobilität ermöglicht. Das Unternehmen produziert SiC-Bauteile in-house in einem vertikal integrierten Fertigungssystem und gewährleistet damit höchste Qualität und eine konstante Versorgung des Marktes.

### **SMALLER**

Die SiC-Technologie ermöglicht reduzierte Chipgrößen, die zu kleineren, leichteren Invertern führen.

### **STRONGER**

SiC verbessert den Wärmewirkungsgrad und die Leistungsdichte für eine stärkere Performance.

### **FASTER**

SiC unterstützt Fahrzeuge dabei schneller die Ziellinie zu überqueren und ermöglicht Fast-Charging-Lösungen.

OFFICIAL TECHNOLOGY PARTNER

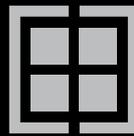
**VENTURI**  
FORMULA-E TEAM

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

Besuchen Sie uns!

**pcim**  
EUROPE

HALLE 9  
STAND 312  
NÜRNBERG  
07. - 09.05.2019



**MACHEN SIE  
SICH EIN BILD  
VON UNS...**



**...AUF FOLGENDEN  
FACHMESSEN:**

07.-09.05.19  
**PCIM EUROPE**  
Halle 9, Stand 521

14.-16.05.19  
**Electronics & Applications (NED)**  
Halle 7, Stand 7C076

25.-27.06.19  
**Sensor + Test**  
Halle 1, Stand 319

Mehr Informationen zu Produkten und Karrieremöglichkeiten unter [www.rutronik.com](http://www.rutronik.com)



Der Fachkräftemangel macht vielen Unternehmen zu schaffen. Sie tun sich schwer, vakante Stellen neu zu besetzen. Und das vollkommen unabhängig vom Standort des Unternehmens. Gleichzeitig steigen die Ansprüche der Mitarbeiter. Sie achten nicht mehr nur auf die Höhe des Gehalts und die Sicherheit des Arbeitsplatzes.

## WIRD DER ARBEITSMARKT ALSO ZUM BEWERBERMARKT?

Wie händeringend Unternehmen gerade Mitarbeiter suchen, zeigt sich auf jeder Messe. Fast an allen Ständen finden sich Hinweise auf offene Stellen. An einigen mit einer dezenten Hinweistafel am Empfang, an anderen mit einem eigenen Recruitment-Bereich. Bei manchen Firmen drängt sich gar der Eindruck auf, dass sie ihren Messeauftritt fast ausschließlich der Mitarbeitersuche widmen. Das ist nicht verwunderlich. Waren Ende 2018 doch bei der Bundesagentur für Arbeit mehr als 800.000 offene Stellen gemeldet. Einer Erhebung des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) zufolge sind es sogar fast 1,5 Millionen. Laut dieser Erhebung liegt das stärker als bisher daran, dass sich zu wenige Bewerber für die offenen Positionen finden.

Schwierig ist es für die Firmen auch, da außerdem die Ansprüche der Bewerber steigen. Das Gehalt ist nur noch einer unter vielen Punkten. Immer öfter werden außerdem flexible Arbeitszeiten, die Möglichkeit von Homeoffice, die Vereinbarkeit von Beruf und Familie und Privatleben und eigenständige Verantwortlichkeiten erwartet.

Der Arbeitsmarkt wandelt sich somit immer stärker hin zu einem Bewerbermarkt. Um dennoch ausreichend und qualifizierte Mitarbeiter zu finden, reicht es nicht mehr aus, nur die Suche dementsprechend anzupassen und zu intensivieren. Unternehmen müssen vor allem auch ihre internen Strukturen überdenken: Flexiblere Arbeitszeitmodelle anbieten, den Mitarbeitern mehr Verantwortung übertragen und ebenfalls stärker auf die Bedürfnisse von Frauen eingehen. Vor allem sollten Firmen aber in ihre bestehenden Mitarbeiter und deren Zufriedenheit investieren. Dann sinkt auch die Anzahl an frei werdenden Stellen.

# INHALT

## AUFTAKT

- 08 Scandiumaluminiumnitrid als Halbleiter
- 10 Interviews von der Embedded World

## TITELSTORY

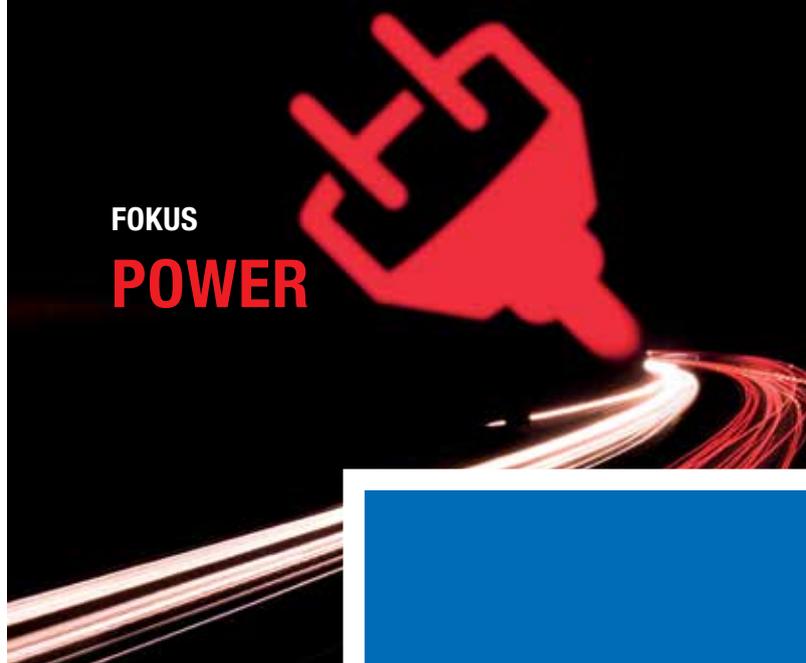
- 12 Ein modulares DC-Ladegerät mit 150 kW konstruieren

## FOKUSTHEMA: POWER

- 16 Wie es bei der Elektromobilität vorangeht
- 18 Firmenprofil Rogers
- 19 Interview zu Lastwiderständen für die Simulation von Rechenzentren
- 24 Worauf man bei Lüfteraggregaten für die Leistungselektronik achten sollte
- 28 SiC und GaN richtig einsetzen
- 33 Firmenprofil Frizlen
- 34 Neuheiten auf der PCIM 2019

## DER ENTWICKLUNGSLEITER

- 74 Mit Software-Robotern das ERP-System an das IoT anbinden
- 78 Blockchain schafft Vertrauen für neue Geschäftsmodelle



FOKUS  
**POWER**

# 12

## TITELSTORY

Elektromobilität: Durchstarten  
beim DC-Laden



# 36

## FEHLER IN PRÜFKAMMERN

Harte Bedingungen erfolgreich  
nachstellen



ab Seite **16**  
**POWER**

Stromversorgung und  
Leistungselektronik im Fokus



**40**

**BAUTEILEVERKNAPPUNG**

Stefanie Kölbl von TQ erklärt, wie Hersteller die Situation meistern können



**ENTWICKLUNGSTOOLS & PROTOTYPING**

- 36** Fehler in Prüfaufbauten und Klimakammern vermeiden
- 40** Interview mit Stefanie Kölbl, TQ, zu den Lieferproblemen bei passiven Bauelementen
- 44** Musterservice für Steckverbinder erleichtert Prototyping

**VERBINDUNGSTECHNIK & WIRELESS**

- 47** Feuerfeste und schnelle Ethernet-Leitungen
- 50** Tipps zur Auswahl der richtigen Steckverbinder und Kabel

**PASSIVE BAUELEMENTE & ELEKTROMECHANIK**

- 54** Die Vorteile von Press-Fit-Aluminium-Elkos

**Wärmeleitfolien** 



**Unverstärkte Pad Typen**

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 mit einer Shorehärtigkeit von 2 - 10° - beidseitig haftend - Stärken 0,5 bis 5,0 mm



**Glasgewebe Deckfolie Pads**

SB-V0-7	7 W/mK
SB-V0-5	5 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. Shorehärtigkeit 2 - 20°. Einseitig haftend bis klebend. Stärken 0,5 bis 5,0 mm



**Silicon-Glasgewebe Folie**

SB-HIS-5	5 W/mK
SB-HIS-4	4 W/mK
SB-HIS-2	2 W/mK
SB-HIS	1 W/mK

Dünne glatte Folie, **auch einseitig haftend - ohne zusätzlichen Kleber**. Stärken 0,23 mm, 0,30 und 0,45 mm

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

Fax: 040 529 547-11  
E-Mail: [info@detakta.de](mailto:info@detakta.de)  
Web: [www.detakta.de](http://www.detakta.de)

# 47

## ETHERNET-LEITUNG

Zwei Stunden dem Feuer widerstehen



# ab Seite 74

## DER ENTWICKLUNGSLEITER

Software-Roboter und Blockchain einsetzen

**LCD**  
TOUCH  
LED  
**TOUCH**  
LED  
**OLED**  
KEYPADS  
**TFT**  
OLED  
KEYPADS

**COLOUR UP**

**YOUR LIFE**

**www.display-elektronik.de**

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

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

### SOFTWARE & SECURITY

- 58 Tipps und Tools, um Linux-Systeme fit zu halten
- 62 Apps für Embedded-Systeme richtig testen

### EMBEDDED-SYSTEME & MIKROCONTROLLER

- 65 Abgekündigte Komponenten originalgetreu nachproduziert
- 68 Umfrage: Eignet sich RISC-V für Embedded-Systeme?
- 70 Wieso 8-Bit-Mikrocontroller weiterhin eine gute Wahl sind

### RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 07 Kolumne: Ackermanns Seitenblicke  
*KI-Konkurrenz für Journalisten*
- 77 Impressum & Firmenverzeichnis
- 82 Die Zahl

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

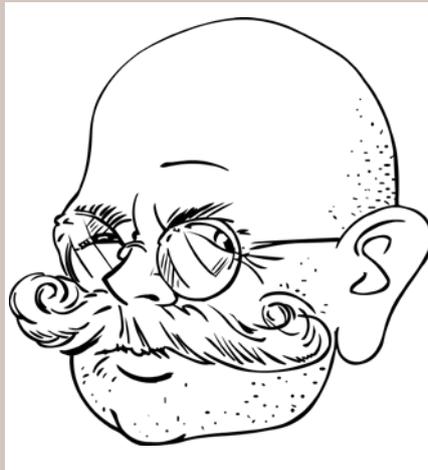
# BOT-KONKURRENZ FÜR REDAKTEURE

Den nachfolgenden Beitrag habe ich wirklich selbst geschrieben, kein Roboter. Ehrlich! Die Ablösung von Journalisten durch „Schreibmaschinen“ wird noch etwas auf sich warten lassen. Aber wie in anderen Bereichen auch, dringt KI in immer mehr Redaktion vor.

Künstliche Intelligenz hält in immer mehr Branchen und Anwendungen Einzug. Auch im Journalismus sind immer öfter Algorithmen für die Erstellung von Texten verantwortlich. Schon seit fünf Jahren sammeln beispielsweise Journalismus-Roboter Informationen und basteln daraus auf Abruf mit Fakten gespickte Berichte, die sich kaum von den von Menschen geschriebenen unterscheiden.

Besonders intensiv genutzt wird das von Nachrichtenagenturen, um Börsenentwicklungen zu vermelden oder Quartalsbilanzen zusammenzufassen. Dazu haben Redakteure Textbausteine vorformuliert, die ein Algorithmus nur noch plausibel kombinieren und um die aktuellen Zahlen ergänzen muss. Alle drei Monate werden so etwa bei der Nachrichtenagentur Associated Press (AP) bis zu 4.000 Berichte verfasst. Die unermüdlichen Schreibautomaten beschäftigen sich letztlich mit allem, was sich messen und strukturieren lässt: etwa der Feinstaubbelastung in Stuttgart, Wetterberichten oder Sportergebnissen. Für ein Berliner Startup generieren Algorithmen innerhalb weniger Sekunden die Spielberichte aller 30.000 Begegnungen der weltweiten Fußball-Ligen. Und sie ordnen aktuelle Entwicklungen mit wachsendem Datenbestand auch historisch richtig ein.

Im Allgemeinen fällt Lesern kaum auf, dass nicht ein Mensch, sondern ein Algorithmus den Artikel verfasst hat. Zu diesem Schluss kam zumindest im Vorjahr eine Studie der Ludwig-Maximilians-Universität München. Rund 1.000 Probanden bewerteten die Qualität von Robo-Artikeln, die als solche nicht gekennzeichnet waren, als sehr gut und glaubwürdig. Die Robotertexte punkteten mit einer dichten Faktenlage. Von Menschen verfasste Texte wurden hingegen als verständlicher beziehungsweise einfacher zu lesen eingestuft.

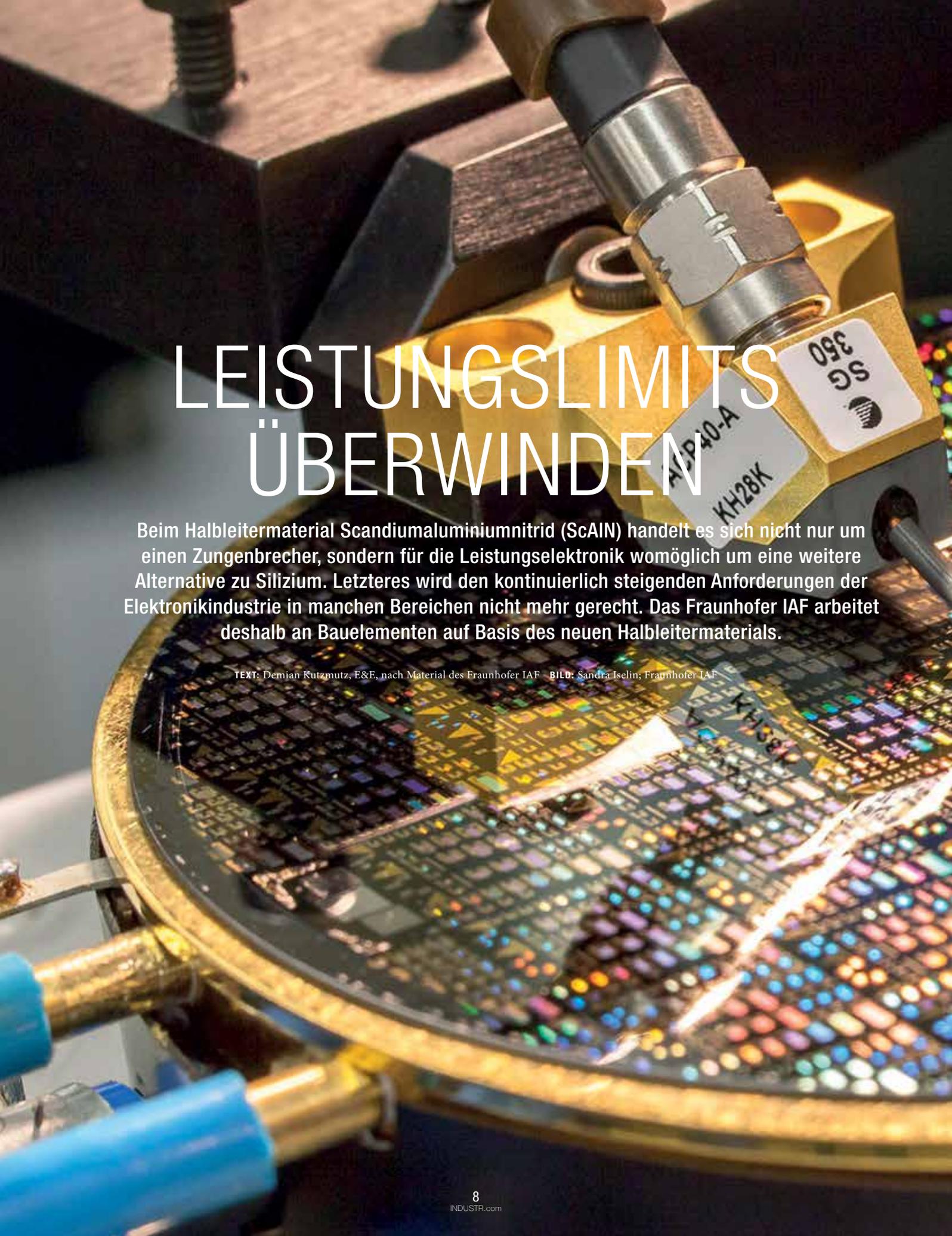


Solange es die Elektronikindustrie gibt, begleitet Roland Ackermann sie. Unter anderem als Chefredakteur, Verlagsleiter und Macher des „Technischen Reports“ im Bayerischen Rundfunk prägt er die Branche seit den späten 1950er-Jahren mit.

AP strebt an, künftig bis zu 80 Prozent der Artikel von Algorithmen schreiben zu lassen. Dadurch sollen Freiräume für die menschlichen Mitarbeiter entstehen, die dank der technischen Unterstützung deutlich mehr Zeit in etwa investigativen Journalismus investieren können. Noch einen Schritt weiter geht die niederländische Nachrichtenagentur ANP. Ihr Natural-Language-Generation-System redigiert die Texte menschlicher Kollegen, um sie sachkundiger und verständlicher zu machen. Die Vertreter der Medienbranche indes sind zweigespalten. Einer repräsentativen Umfrage von Statista zufolge zweifeln 49 Prozent der Befragten am Einsatz von Roboter-Journalismus. 28 Prozent standen dem Thema komplett negativ gegenüber. Nur drei Prozent äußerten sich rein positiv.

Dennoch meinen Experten, sei die allgemeine Angst vor dem Jobverlust durch Algorithmen unbegründet. Sie sind fleißig in klar abgegrenzten Aufgabenbereichen tätig und übernehmen unbeliebte Schreibarbeiten, für die angesichts drastischer Sparmaßnahmen künftig ohnehin Ressourcen fehlen: Zusammenfassungen mit geringer Haltbarkeit nach einem immergleichen Muster auf Basis von Zahlen und Fakten, die kaum redaktioneller Einordnung bedürfen. Somit wären die Bots, die übrigens bislang nicht weniger kosten als ihre menschlichen Counterparts, keine Konkurrenz zu Redakteuren, die kreativer und assoziativer arbeiten können als ihre softwarebasierten Kollegen.

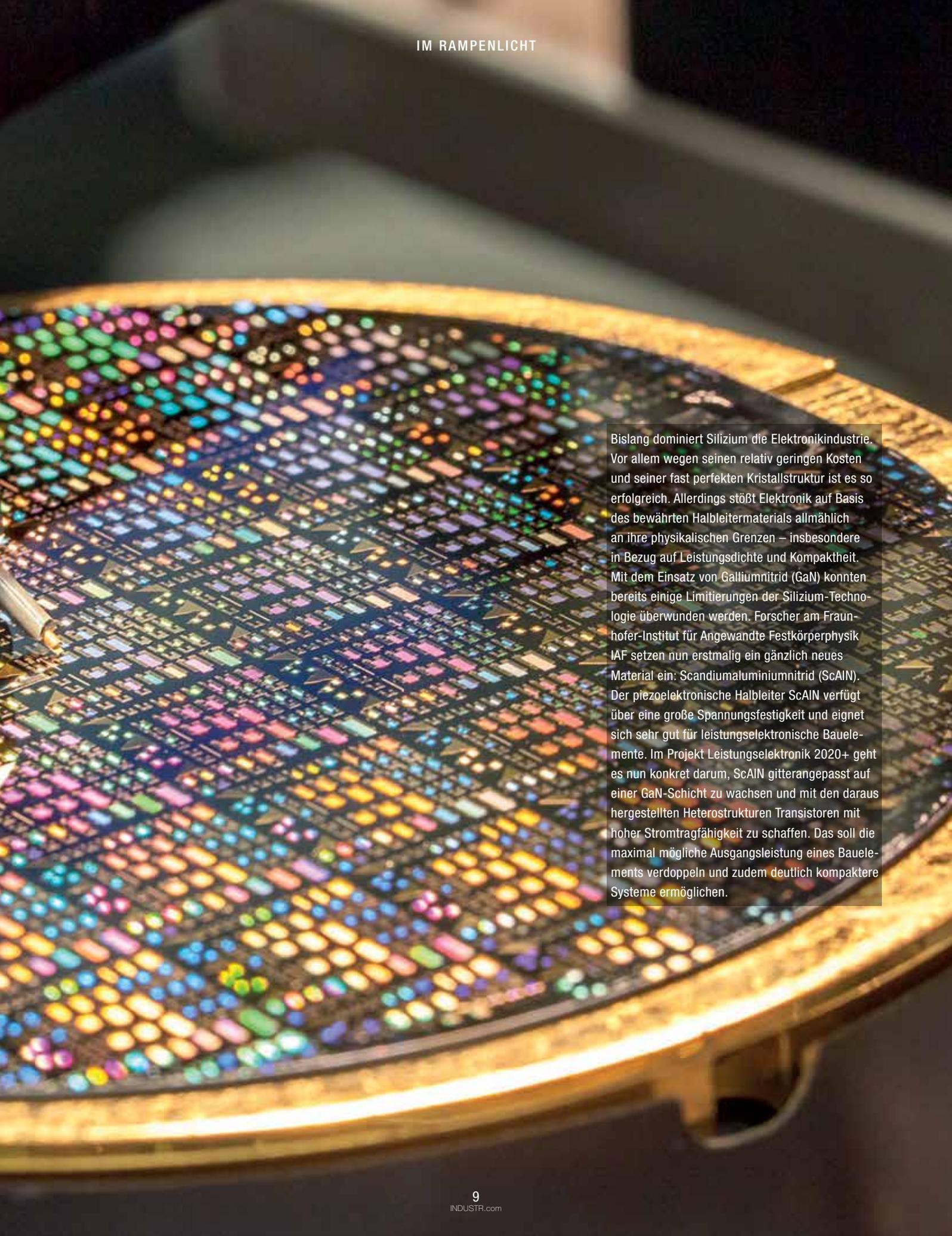
Künstliche Intelligenz macht also auch vor der Medienbranche nicht halt. Wie in anderen Bereichen auch, verspricht sie Erleichterung und Entlastung für die Mitarbeiter, schürt aber auch Ängste. Ob wirklich keine Arbeitsplätze verschwinden und es rein bei der Entlastung bleibt? Meiner bisherigen langen Erfahrung nach eher nicht... □



# LEISTUNGSLIMITS ÜBERWINDEN

Beim Halbleitermaterial Scandiumaluminiumnitrid (ScAlN) handelt es sich nicht nur um einen Zungenbrecher, sondern für die Leistungselektronik womöglich um eine weitere Alternative zu Silizium. Letzteres wird den kontinuierlich steigenden Anforderungen der Elektronikindustrie in manchen Bereichen nicht mehr gerecht. Das Fraunhofer IAF arbeitet deshalb an Bauelementen auf Basis des neuen Halbleitermaterials.

TEXT: Demian Kutzmutz, E&E, nach Material des Fraunhofer IAF BILD: Sandra Iselin, Fraunhofer IAF



Bislang dominiert Silizium die Elektronikindustrie. Vor allem wegen seiner relativ geringen Kosten und seiner fast perfekten Kristallstruktur ist es so erfolgreich. Allerdings stößt Elektronik auf Basis des bewährten Halbleitersmaterials allmählich an ihre physikalischen Grenzen – insbesondere in Bezug auf Leistungsdichte und Kompaktheit. Mit dem Einsatz von Galliumnitrid (GaN) konnten bereits einige Limitierungen der Silizium-Technologie überwunden werden. Forscher am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF setzen nun erstmalig ein gänzlich neues Material ein: Scandiumaluminiumnitrid (ScAlN). Der piezoelektronische Halbleiter ScAlN verfügt über eine große Spannungsfestigkeit und eignet sich sehr gut für leistungselektronische Bauelemente. Im Projekt Leistungselektronik 2020+ geht es nun konkret darum, ScAlN gitterangepasst auf einer GaN-Schicht zu wachsen und mit den daraus hergestellten Heterostrukturen Transistoren mit hoher Stromtragfähigkeit zu schaffen. Das soll die maximal mögliche Ausgangsleistung eines Bauelements verdoppeln und zudem deutlich kompaktere Systeme ermöglichen.



DIE ROTE COUCH EXPRESS

# TRENDS VON DER EMBEDDED WORLD

Auch in diesem Jahr waren auf der Embedded World viele spannende Themen und Produkte zu sehen. Die E&E war mit der Kamera auf der Messe unterwegs und hat mit Experten über ihre Highlights gesprochen. Zu sehen sind alle Interviews im Web unter [www.industr.com/2362885](http://www.industr.com/2362885)

 [youtube.com/publishindustry](https://youtube.com/publishindustry)



## **B-Plus - Toolchain für Automotive**

Gesprächspartner: **Adrian Bertl, Teamleiter Marketing**

Produkt: **Aveto-Toolchain**

Web: [www.b-plus.com](http://www.b-plus.com)

Automobile verfügen über eine immer größere Anzahl an Sensoren. Um deren Daten zu verarbeiten und auszuwerten, steht eine Vielzahl von verschiedenen Werkzeugen zur Verfügung. B-Plus kombiniert diese Werkzeuge nun in der Aveto-Toolchain. Das erleichtert Nutzern die Arbeit mit den erhobenen Daten und vereinfacht die Entwicklung von fortschrittlichen Fahrzeugsystemen. Im Gespräch mit der E&E zeigt Adrian Bertl, Teamleiter Marketing bei B-Plus, was hinter der Aveto-Toolchain steckt und wie Entwickler von dieser profitieren.

 [INDUSTR.com/2362830](https://www.industr.com/2362830)



## **Traco Power - Mini-DC/DC-Wandler**

Gesprächspartner: **Sebastian Fischer, Geschäftsführer**

Produkt: **DC/DC-Wandler TEL 10WI**

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

Die TEL 10WI-Serie ist eine Reihe isolierter 10-W-Wandler, die in einem kompakten DIP-16-Metallgehäuse untergebracht sind. Die Serie wurde entwickelt, um miniaturisierte DC/DC-Wandler mit einer möglichst geringen Leistungsaufnahme zu schaffen, ohne die hohe Effizienz zu opfern. Die TEL-10WI-Serie setzt mit  $3,83 \text{ W/cm}^3$  den neuen Standard für Leistungsdichte. Traco Power zeigte den neuen Wandler auf der Embedded World 2019. Im Interview gibt der Geschäftsführer Sebastian Fischer einen Einblick in die Technik dahinter.

 [INDUSTR.com/2362836](https://www.industr.com/2362836)



## **Wind River - Virtualisierungsplattform**

Gesprächspartner: **Gareth Noyes, Chief Strategy Officer**

Produkt: **Helix Virtualization Platform**

Web: [www.windriver.com](http://www.windriver.com)

Wind River stellte auf der Embedded World 2019 eine Plattform für Edge-Geräte vor, die zur Modernisierung von Legacy-Systemen entwickelt wurden. Die Helix Virtualization Platform bringt die Technologie- und Sicherheitsexpertise des Unternehmens für die Konsolidierung von Workloads an die Edge. Mit ihr lässt sich die Entwicklung von automatisierten Geräten zu autonomen Systemen weiter beschleunigen. Wie Embedded-Systeme außerdem intelligenter und sicherer werden, zeigt Gareth Noyes, Chief Strategy Officer von Wind River, im Video-Interview.

 [INDUSTR.com/2362838](https://www.industr.com/2362838)



#### Congatec - Serverplattform

Gesprächspartner: **Christian Eder, Director Marketing**  
Produkt: **Serverplattform auf Basis von COM-Express-Type-6-Modulen**  
Web: [www.congatec.com](http://www.congatec.com)

Die drei Unternehmen Intel, Congatec und Real-Time Systems zeigen in diesem Jahr auf der Embedded World die Live-Demonstration ihrer brandneuen, für die Industrie geeigneten Applikationsserverplattform. Sie ist für mehrere industrielle Echtzeit-Steuerungen ausgelegt. Mit ihrem extrem schnellen, deterministischen Verhalten auf bis zu sechs Prozessorkernen kann die industrielle Applikationsserverplattform mehrere Echtzeit- und Nicht-Echtzeit-Tasks übernehmen. Dazu zählen unter anderem Smart Vision, Künstliche Intelligenz (KI), Robotersteuerungen und optional auch IIoT-basiertes Monitoring. Die Serverplattform beruht auf den COM-Express-Type-6-Modulen von Congatec mit Xeon-E2-Prozessor von Intel. Die applikationsfertige, wirklich multitaskingfähige industrielle Steuerungsplattform nutzt den RTS Hypervisor von Real-Time Systems. Der große Vorteil von ihr besteht darin, dass sich mit Hilfe des Hypervisors auf ihr mehrere verschiedene Applikationen aufsetzen lassen. Auf diese Weise ist nicht mehr für jede Anwendung eine eigene Hardware notwendig. Das spart die Kosten für die Hardware und ermöglicht die sehr einfache Nachrüstung von Applikationen. Wie genau das funktioniert und was sonst noch hinter der Plattform steckt, erklärt Christian Eder, Director Marketing von Congatec, im Rote-Couch-Video-Interview.

[INDUSTR.com/ 2362832](https://www.industr.com/2362832)



#### Creative Chips - ASICs für Industrie 4.0

Gesprächspartner: **Lutz Porombka, CEO**  
Produkt: **SoC-ASICs**  
Web: [www.creativechips.com](http://www.creativechips.com)

Der Chipdesigner Creative Chips aus Bingen nimmt nach erfolgreich absolvierten Audit seit September letzten Jahres am Approved Design Partner Programm von ARM teil. Die Kombination von leistungsfähiger ARM IP mit der großen Expertise von Creative Chips beim Design von Mixed-Signal-ASIC ermöglicht die Realisierung von komplexen SoCs (System On Chip) für beispielsweise Applikationen im Automobil und der industriellen Automatisierungstechnik. Als auditiertes Mitglied bietet das Unternehmen seinen Kunden das komplette Spektrum an Leistungen. Das umfasst sowohl die Entwicklung eines ASICs und ASSPs als auch die vollständigen Organisation der gesamten Produktionslieferkette. ASICs sind eine sehr gute Wahl für industrielle Anwendungen. Im Industrial Internet of Things (IIoT) steigt die Komplexität der verwendeten Bauelemente, insbesondere der ICs, sehr stark an. Deshalb eignen sich für industrielle Anwendungen ASICs besonders gut. Im Rote-Couch-Video-Interview mit der E&E-Redaktion auf der Embedded World 2019 zeigte Lutz Porombka, Geschäftsführer von Creative Chips, welche Vorteile ASICs für Applikationen im Industrie-4.0-Bereich bieten. Außerdem spricht er darüber, wie Kunden von der Zusammenarbeit von Creative Chips mit ARM profitieren können.

[INDUSTR.com/ 2362834](https://www.industr.com/2362834)

IN 15 MINUTEN FIT FÜR 200 KM

# GESCHWINDIGKEITSBOOST FÜRS DC-LADEN

Damit sich Elektrofahrzeuge auch für längere Strecken eignen, müssen sie schneller geladen werden. Erreicht werden kann das mit DC-Ladegeräten mit 150 kW Leistung. Besonders gut umsetzen lassen sich diese durch einen modularen Ansatz und mit Hilfe von SiC-Bauelementen.

**TEXT:** Omar Harmon, Francesco Di Domenico und Srivatsa Raghunath, Infineon

**BILDER:** Infineon; iStock, Sanchesnet1



Es ist nicht zu übersehen, dass sich Straßen und Parkplätze auf dem Weg ins Zeitalter des Elektrofahrzeugs befinden. Da Elektrofahrzeuge immer beliebter werden, entsteht eine wachsende Ladeinfrastruktur. Bisher können die meisten Elektroautos bei der Reichweite noch nicht mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren mithalten. Dennoch wäre die Reichweite kein Problem, wenn das Laden von E-Cars ähnlich schnell verlaufen würde, wie ein gängiger Tankstellenbesuch.

Das Aufladen zu Hause erfolgt bei den meisten Elektrofahrzeugen entweder über das heimische Stromnetz oder über ein an der Wand montiertes Ladegerät. Typischerweise mit bis zu 22 kW veranschlagt, sorgen solche Lösungen in etwa 120 Minuten für genügend Ladung für ungefähr 200 km. Das ist ideal für das Aufladen über Nacht. Um die gleiche Reichweite in 15 Minuten zu erreichen, ist ein DC-Ladegerät mit einer Leistung von 150 kW erforderlich. Diese Leistung kann nur an geeigneten Standorten geliefert werden, an denen die erforderliche elektrische Infrastruktur vorhanden ist. Raststätten, Taxistände und bestehende Tankstellen sind dafür zum Beispiel gut geeignet.

Regionale Standards für Ladegeräte sind bereits etabliert. Organisationen wie CharIN in Europa, CHAdeMO in Japan und GB/T in China haben alles von den Steckverbindern und Kabeln bis hin zu Ladespannungen und -strömen definiert. Darüber hinaus gelten weitere Normen, die allgemeine Aspekte der elektrischen Sicherheit (IEC 60950), der optischen Isolierung (UL1577) sowie der magnetischen und kapazitiven (VDE V 0844-11) Kopplungskomponenten umfassen. Das gibt den Entwicklern die Freiheit zu wählen, wie sie die Implementierung des DC-Ladegeräts am besten angehen.

Viele Aspekte des Designs werden von Themen wie Formfaktor, Umgebungsbedingungen, Ästhetik und Preis beeinflusst. Unabhängig von diesen Vorgaben erfordern DC-Ladegeräte im Bereich von 50 bis 150 kW einen modularen Ansatz.

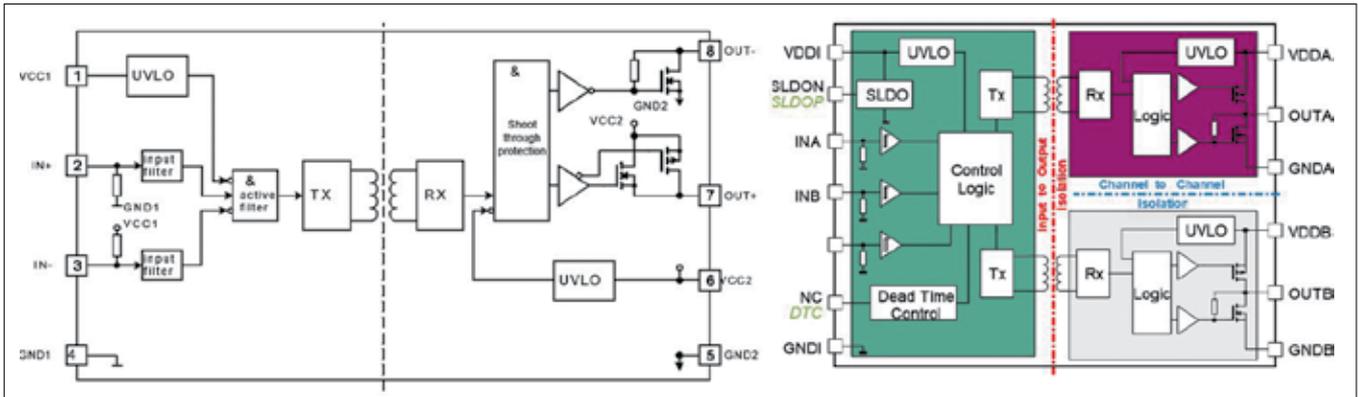
Die einzelnen Module sind dabei über einen Datenbus mit einem zentralen Steuerungssystem verbunden, das die Abrechnung übernimmt. Außerdem sorgt es für die Authentifizierung bei externen Datennetzen und stellt die Authentizität aller am Ladegerät angebrachten Ersatzmodule sicher.

Bisher wurden typische 50-kW-Ladegeräte durch die Kombination von drei separaten Hardware-Untereinheiten mit jeweils rund 16,5 kW realisiert. Die Untereinheiten bestanden wiederum aus drei 5,5-kW-Blöcken. Dieser modulare Ansatz ermöglicht es den Herstellern, Skaleneffekte zu erzielen, indem sie bestehende Untereinheiten und Design-Blöcke bei der Betreuung neuer Kunden wiederverwenden. Bei einem Ausfall vereinfacht der modulare Ansatz außerdem die Wartung und Reparatur.

## Modular zu 150 kW

Sollen die Ladezeiten sinken, ist allerdings eine höhere Leistung erforderlich. Dafür muss die Leistung jeder Untereinheit und jedes Design-Blocks steigen, um ein Gleichgewicht zwischen Leistungsfähigkeit, Leistung und Benutzerfreundlichkeit herzustellen. Die Untereinheiten selbst basieren auf effizienten mehrstufigen und -phasigen Topologien. Sie ermöglichen eine Verteilung der Wärmezeugung auf das verfügbare Volumen und Skalierbarkeit. Der modulare Ansatz sorgt auch für allgemeine Skaleneffekte. Dadurch sind die Hersteller in der Lage, Ladegeräte mit einer Vielzahl von Ausgangsleistungen schnell zu implementieren, falls sich die Marktanforderungen weiterentwickeln.

Im Leistungsbereich von 15 bis 40 kW empfiehlt sich für Untereinheiten ein Designansatz mit diskreten Komponenten. Ziel ist es, Wirkungsgrade zwischen 93 und 95 Prozent zu erreichen und gleichzeitig einen Ausgangsspannungsbereich von 200 bis 920 V<sub>DC</sub> zu unterstützen. Dieser ist notwendig für den Standard der CharIN. Die Eingangsversorgung, typischer-



Die Steuersignale von Mikrocontrollern werden über Gate-Treiber angebunden. Dafür eignen sich kernlose Transformatoren (CT) sehr gut. Ein Beispiel dafür ist der ein- und zweikanalige CT-Gate-Treiber Eicedriver von Infineon.

weise dreiphasig und mit  $380 V_{AC}$  wird mit einem dreiphasigen Vienna-Gleichrichter gleichgerichtet. Um den variablen DC-Ausgang zu liefern, werden isolierte DC/DC-LLC-Resonanzwandler mit Einzel-Vollbrückentopologie für 1.200 V oder gestapelte Vollbrücken-LLCs für 600 bis 650 V verwendet. Für das System bietet sich eine Luftkühlung an.

### Kombination von Si- und SiC-Bauelementen

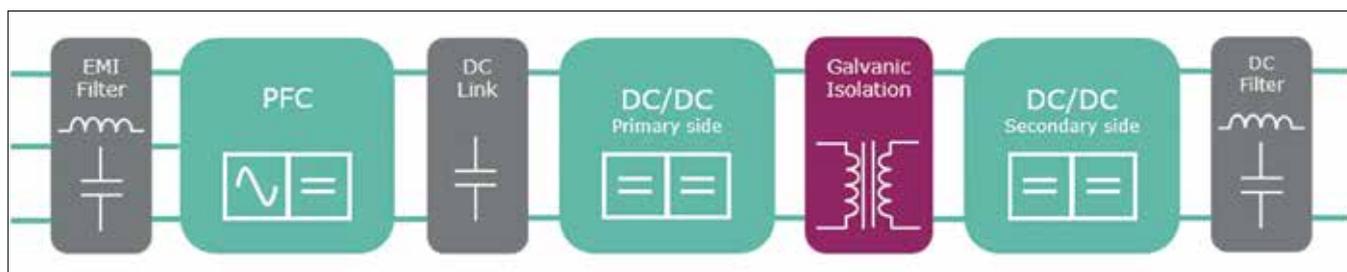
Solange DC-Ladegeräte keine Energie zurück ins Netz einspeisen müssen, ist der Vienna-Gleichrichter eine ausgezeichnete Wahl für die PFC-Stufe (power factor correction, Blindleistungskompensation). Dieser dreiphasige und -stufige PWM-Gleichrichter benötigt nur drei aktive Schalter. Die regelbare Ausgangsspannung bleibt auch bei unsymmetrischem Netz oder Ausfall einer Phase funktionsfähig. Der Gleichrichter ist robust, da bei einer Fehlfunktion des Steuerkreises kein Kurzschluss des Ausgangs oder des Frontends auftritt. Der Eingangsstrom ist sinusförmig, wobei verschiedene Implementierungen einen Leistungsfaktor von bis zu 0,997, THDs von unter 5 Prozent und Wirkungsgrade von 97 Prozent oder besser erreichen.

Eine solche Topologie lässt sich mit einer Kombination aus Silizium- (Si) und Siliziumkarbid-Technologien (SiC) effizient umsetzen. Bauelemente wie die Schottky-Dioden vom Typ CoolSiC 1.200 V von Infineon bieten temperaturunabhängiges Schaltverhalten, hohe  $dv/dt$ -Stabilität und eine niedrige Vorwärtsspannung von lediglich 1,25 V. Das reduziert die Anforderungen an die Kühlung des Gesamtsystems und erhöht außerdem die Zuverlässigkeit des Systems bei gleichzeitig extrem schnellem Umschalten. Für effiziente und kostenoptimierte Lösungen können die 650-V-Trenchstop-5-IGBTs von Infineon mit ihren niedrigen  $V_{CEsat}$  und geringen Schaltverlusten mit diesen Dioden gekoppelt werden. Um weitere Effizienz-

steigerungen zu erzielen, können sie alternativ mit der CoolMOS-P7-Serie von Infineon in der Back-to-Back-Schaltstufe abgestimmt werden. Diese bieten deutlich geringere Schaltverluste aufgrund ihres niedrigen  $E_{oss}$ , der verbesserten Gate-Ladung ( $Q_g$ ) und des niedrigen  $R_{DS(on)}$ , der bis zu  $24 m\Omega$  erreichen kann.

Die beiden gestapelten Vollbrücken-LLC-Resonanzwandler nutzen CoolMOS-CSFD und, für  $R_{DS(on)}$  unter  $30 m\Omega$ , CoolMOS-CFD7. Das bietet Schutz während der kritischen Betriebsphasen eines Ladegeräts, insbesondere während der Inbetriebnahme, bei einem Kurzschluss am Ausgang oder im Burst-Modus. Diese Robustheit geht nicht zu Lasten anderer Eigenschaften, da die Geräte eine niedrige  $E_{oss}$ ,  $Q_g$  und Sperrverzögerungsladung ( $Q_{rr}$ ) liefern. Das granulare  $R_{DS(on)}$ , das in der gesamten Familie bereitgestellt wird, ermöglicht für jede Leistungsklasse die Auswahl des am besten geeigneten Bauteils. Die sekundäre Gleichrichterstufe wird mit 650-V-Schottky-Dioden vom Typ CoolSiC vervollständigt.

Durch den Wechsel zu einer Lösung mit einem höheren Anteil an SiC-Bauelementen kann die gleiche Topologie effizienter gestaltet werden. Darüber hinaus erhöht sich durch die geringere Anzahl an Komponenten die Zuverlässigkeit und reduziert sich die Wärmeentwicklung. Parallele Vollbrücken-LLC-Wandler ersetzen den Hochspannungs-DC/DC-Stapelansatz. Um die höheren Zwischenkreisspannungen auf der Primärseite zu bewältigen, werden die Schalter durch 1.200-V-CoolSiC-MOSFETs ersetzt. Die höheren sekundärseitigen Spannungen werden durch ein Upgrade der Dioden auf 1.200-V-CoolSiC-Bauteile bewältigt. Die Kombination aus weniger Komponenten und einem niedrigeren  $R_{DS(on)}$ , der von jedem Bauteil erzeugt wird, führt zu geringeren Leitungsverlusten. Insgesamt bieten Untereinheiten, die diesen Ansatz verfolgen, eine längere Lebensdauer bei höherer Zuverlässig-



DC-Ladegeräte bestehen sinnvollerweise aus mehreren Modulen. Die Abbildung zeigt die typische Topologie für solche Untereinheiten im Bereich von 15 bis 40 kW.

keit und Leistungsdichte. Außerdem besteht die Möglichkeit des Betriebs bei höheren Schaltfrequenzen.

Die Steuersignale eines Mikrocontrollers (MCU), wie beispielsweise des XMC4000 von Infineon, oder eines digitalen Signalprozessors (DSP) müssen über einen geeigneten Gate-Treiber mit den Leistungsbauteilen verbunden sein. Lösungen auf Basis der Technologie Silizium-auf-Isolator (silicon-on-insulator, SOI) mit monolithischer Robustheit bei der Pegelumsetzung und galvanisch isolierten kernlosen Transformatoren (coreless transformer, CT) bieten die erforderliche Leistung, die für den Betrieb sowohl von Halb- als auch von Vollbrückenstufen unerlässlich ist. Entscheidende Leistungsmerkmale sind unter anderem die Ausbreitungsverzögerung, der Treiberstrom, die VS-Immunität, die Verluste der Pegelumsetzung und die Schaltfrequenz.

Die vorgestellten Designs verwenden zwei Familien der Eicedriver-Reihe, die sogenannten 1ED und 2EDi. Modelle wie der 1EDCx0I12AH sind einkanalige, isolierte CT-Gate-Treiber, die in einem Wide Body Package angeboten werden und nach UL-1577 zertifiziert sind. Die Eingangsseite unterstützt einen weiten Spannungsbereich, was den Anschluss an eine MCU oder einen DSP vereinfacht. Das gilt auch für die Ausgangsseite, die sowohl den unipolaren als auch den bipolaren Betrieb unterstützt. Der Rail-to-Rail-Ausgangstreiber vereinfacht die Auswahl des Gate-Widerstands, erspart eine externe Hochstrom-Bypassdiode und verbessert die  $dv/dt$ -Steuerung sowohl in High-Side- als auch in Low-Side-Konfigurationen.

Der 2EDS8265H ist ein schneller Zweikanal-Gate-Treiber mit einer Isolierung zwischen Ein- und Ausgangsseite sowie einer Kanal-zu-Kanal-Isolation auf der Ausgangsseite. Die sehr gute Gleichtaktunterdrückung, die schnelle Signalausbreitung und der hohe Treiberstrom eignen sich gut für die

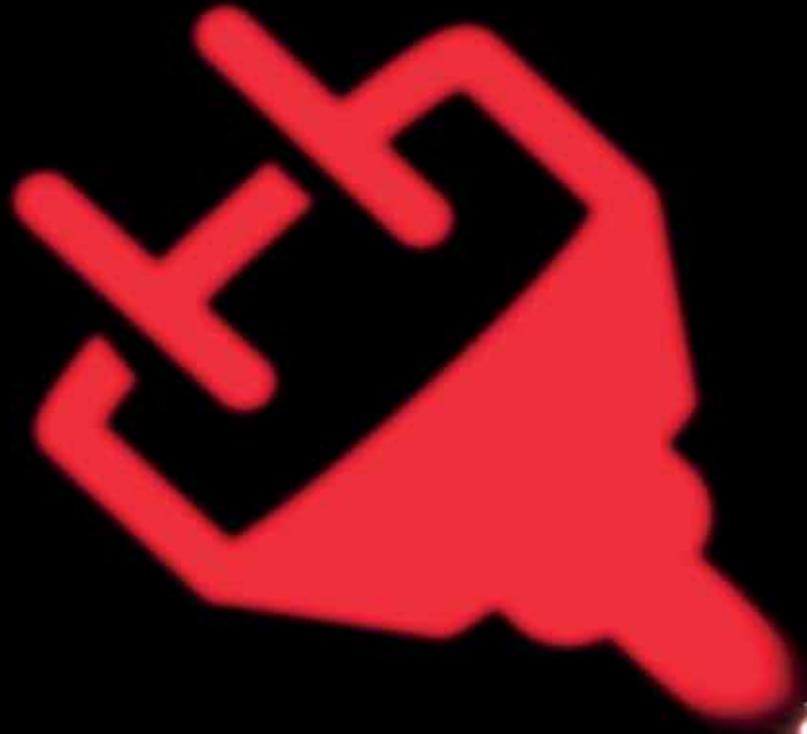
Bauteile CoolMOS CFD7 und CoolSiC, die auf der Primärseite des gestapelten LLC verwendet werden.

Bei einem Schnellladegerät für Elektrofahrzeuge tragen Funktionen wie die aktive Abschaltung, wenn das Gerät nicht an die Stromversorgung angeschlossen ist, und die Unterspannungsabschaltung (under voltage lockout, UVLO) zur Robustheit der Gesamtlösung bei. In Verbindung mit einem optimalen Layout, wie der Platzierung von Entkopplungskondensatoren in der Nähe der Ein- und Ausgangspins und der Reduzierung der parasitären Induktivität durch Masseflächen, wird sichergestellt, dass das System eine gute thermische und elektrische Leistungsfähigkeit erreicht.

## Laden fast wie Benzintanken

Damit Elektrofahrzeuge nicht nur im innerstädtischen Einsatz konkurrenzfähig sind, sondern auch auf langen Strecken, muss das Laden ähnlich schnell ablaufen, wie die Bepankung eines Benzin- oder Dieselfahrzeugs. Hierfür spielen schnelle DC-Ladegeräte mit einer Leistung von bis zu 150 kW eine wichtige Rolle. Ladegeräte dieser Dimension sind modular aufgebaut und kombinieren mehrere kleinere Leistungseinheiten, um die gewünschte Ausgangsleistung zu erreichen.

Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit, thermische Aspekte, Größe und Kosten sind gleichermaßen für diese Systeme relevant. Deshalb eignen sich für sie SiC-Bauteile sehr gut. Diese können mit bestehenden Si-MOSFET-Schaltern kombiniert werden oder, wenn sehr hohe Wirkungsgrade bei gleichzeitig geringerer Teileanzahl erreicht werden müssen, in Kombination mit SiC-Schaltern. Zusammen mit den entsprechenden Gate-Treibern und der Steuerelektronik lassen sich luftgekühlte Module ab 30 kW realisieren, um die aktuellen weltweiten Ladestandards zu erfüllen. □



STAND DER ELEKTROMOBILITÄT

# Mehr Schein als Sein

Die Elektromobilität erlebt gerade einen Boom. Zumindest in der öffentlichen Wahrnehmung. Bei der Anzahl der Fahrzeuge und Ladesäulen schlägt sich das allerdings nur bedingt nieder. Dennoch gibt es einige erfreuliche Entwicklungen.

TEXT: Florian Streifinger, E&E BILD: iSock, Anne Cordon

Vor dreieinhalb Jahren kamen Abgasmanipulationen bei Dieselfahrzeugen von VW ans Licht. Relativ schnell war klar, dass nicht nur der Wolfsburger Konzern bei seinen Autos getrickst hatte. Die Enthüllungen waren der Startschuss für einen Boom in der öffentlichen und politischen Wahrnehmung der Elektromobilität. Auf einmal sollten möglichst schnell Elektrofahrzeuge anstatt Skandaldiesels die Straßen bevölkern und Ladesäulen flächendeckend aus dem Boden sprießen. Befeuert wurde das zusätzlich durch die drohenden, gerichtlich ange-

ordneten Fahrverbote in einigen deutschen Städten.

Diese breite Aufmerksamkeit spiegelt sich allerdings nur in geringer Weise auf den Straßen wider. Von den 3,4 Millionen im letzten Jahr in Deutschland neu zugelassenen Autos verfügen nur ein Prozent über einen reinen Elektroantrieb. 3,8 Prozent Hybridfahrzeuge kamen hinzu, die eine Mischung aus Verbrennungs- und Elektromotor besitzen. Immerhin hat sich damit die Anzahl der Zulassungen bei Elektroautos fast ver-

doppelt. Bei Hybridfahrzeugen sind es 58 Prozent mehr. Das von der Bundesregierung ausgegebene Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen bis 2020 wird dennoch weit verfehlt werden.

## 300 Millionen reichen nicht

Etwas besser als bei den Fahrzeugen sieht es mittlerweile bei der Ladeinfrastruktur aus. 7.000 öffentliche oder teilweise öffentliche Ladesäulen, mit 16.100 Ladepunkten, existieren laut dem Bundesverband der Energie- und Wasser-



wirtschaft mittlerweile in Deutschland. Rund ein Fünftel dieser Ladepunkte verteilt sich allerdings alleine auf zehn Städte. Es gibt also weiterhin ein starkes Stadt-Land-Gefälle. Von einer flächen-deckenden Ladeinfrastruktur kann somit weiterhin keine Rede sein. Die 300 Millionen Euro, die die Bundesregierung bis 2020 für die Förderung zur Verfügung stellt, werden für deren Ausbau auf jeden Fall nicht ausreichen.

Der reale Stand der Elektromobilität entspricht somit noch nicht der großen

öffentlichen Aufmerksamkeit, die sie aktuell erfährt. Dennoch schreitet die Entwicklung voran. Gerade bei der Technik tut sich einiges. Das zeigen auch die Beiträge in dieser Ausgabe. Unsere Titelstory auf Seite 12 erklärt, wie sich Schnellladesysteme sinnvoll konstruieren lassen. Im Fachbeitrag auf Seite 28 erfahren Sie unter anderem, wie sich SiC-Komponenten für Elektrofahrzeuge nutzen lassen. Und das Interview mit Joachim Klingler von Frizlen auf Seite 19 macht ebenfalls Mut für den weiteren Ausbau der Elektromobilität. □



## INDIVIDUELL.

Wir analysieren Ihr Projekt und entwickeln bzw. liefern genau das, was Sie dafür benötigen – egal ob Markenprodukt, Individualisierung oder Sonderlösung.

### LABORSTROMVERSORGUNG

Delta Elektronika SM-Serie 15 kW



NEU!  
1.500 V

- › Bidirektionale Leistungsstufe mit Netzurückspeisefunktion
- › Ausgangsspannung bis 1.500 V
- › Wirkungsgrad bis zu 96 %
- › Großer Eingangsspannungsbereich

### HOCHSPANNUNGSSTROMVERSORGUNG

von Technix

- › Bis 300 kV
- › Überschlagererkennung Standard
- › Kundenspezifische Anpassungen ab 1 Stk.



PCIM Europe  
07. – 09. Mai 2019  
Messe Nürnberg  
Halle 6, Stand 101

**pcim**  
EUROPE

Schulz-Electronic GmbH

Dr.-Rudolf-Eberle-Straße 2 · D-76534 Baden-Baden  
Fon + 49.7223.9636.0 · [vertrieb@schulz-electronic.de](mailto:vertrieb@schulz-electronic.de)  
[www.schulz-electronic.de](http://www.schulz-electronic.de)



### Anschrift

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

### Gründungsjahr

1832

### Über Rogers Corporation

Rogers Corporation (NYSE:ROG) ist ein weltweit führender Anbieter im Bereich von Hochleistungsmaterialien, die unsere Welt mit Energie versorgen, schützen und vernetzen. Mit mehr als 180 Jahren Erfahrung liefert Rogers leistungsstarke Lösungen, die saubere Energie, Internetkonnektivität, Sicherheits- und Schutzanwendungen sowie andere Technologien ermöglichen, bei denen es auf Zuverlässigkeit ankommt. Rogers liefert Leistungselektronik-Lösungen für energieeffiziente Motorantriebe, Fahrzeugelektrifizierung und alternative Energien, Elastomer-Material-Lösungen für Abdichtung, Schwingungsmanagement und Aufprallschutz in mobilen Geräten, Transporteinrichtungen, Industrieausrüstung und Leistungsbekleidung sowie Advanced Connectivity-Lösungen für drahtlose Infrastruktur, Fahrzeugsicherheit und Radarsysteme.

Mit Hauptsitz in Arizona (USA) betreibt Rogers Produktionsstätten in den Vereinigten Staaten, China, Deutschland, Belgien, Ungarn und Südkorea, mit Joint Ventures und Vertriebsbüros weltweit.

In Eschenbach (Oberpfalz) ist das Unternehmen als Rogers Germany GmbH auf keramische Substrate (DCB & AMB) aus Keramik und Kupfer sowie Mikrokanalkühler spezialisiert und zusammen mit ROLINX® Busbars



(Rogers BVBA in Gent, Belgien) ist man ein Teil der Power Electronics Solutions Gruppe (PES) im weltweiten Rogers Konzern.

Der Geschäftsbereich PES bietet ausgereifte Materialtechnologien zur merklichen Steigerung der Effizienz, Wärmeregulierung und Gewährleistung der Qualität und Zuverlässigkeit leistungs- und optoelektronischer Geräte.

Die hochentwickelten Materialtechnologien bieten eine Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten rund um die Themen Automotive, Industrie oder erneuerbare Energien.

Unter dem Markennamen curamik® werden High-Tech-Lösungen in Eschenbach gefertigt und Kunden in der ganzen Welt beliefert. ROLINX Stromschienen sind konstruierte und gefertigte laminierte Stromschienen, die den strengsten Anforderungen für E-Mobilität, Eisenbahnantriebswandler, Netz-, Wind- und Solarwandler sowie Antriebe für Industrieanwendungen entsprechen.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.rogerscorp.com](http://www.rogerscorp.com)

### curamik® keramische Substrate

curamik Hochtemperatur/Hochspannungssubstrate bestehen aus reinem Kupfer, das auf ein keramisches Substrat wie Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Aluminium), AlN (Aluminiumnitrid), HPS (ZrO<sub>2</sub> dotiert) oder Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> auf Siliziumbasis (Siliziumnitrid) gebondet ist.

curamik bietet zwei Technologien zum Anbringen des Substrats auf dem Kupfer. DCB (Direct Copper Bonded) – ein Hoch-

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

### Produkte:

- curamik CoolPower
- curamik CoolPower Plus
- curamik CoolPerformance
- curamik CoolPerformance Plus
- curamik CoolEasy

### ROLINX® Stromschienen

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

### Produkte:

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

Interview mit Joachim Klingler, Frizlen, zu Lastwiderständen

# „Wir erhalten jeden Tag Anfragen für Tests von Ladeinfrastruktur“



Je komplexer Elektronik wird und je stärker sie zum Einsatz kommt, desto mehr muss auch ihre korrekte Funktion geprüft werden. In vielen Fällen kommen dafür Prüfwiderstände zum Einsatz. Joachim Klingler, Vertriebsleiter von Frizlen, erklärt im Interview, welche Vorteile sie bieten, wieso sie gerade besonders gefragt sind und welche Rolle dabei Rechenzentren und die Elektromobilität spielen.

**INTERVIEW:** Florian Streifinger, E&E **BILD:** Thomas Moeller

**E&E: Herr Klingler, Frizlen hat im letzten Jahr 156 Lastwiderstände an den Gebäudetechnikausstatter Spie Lück geliefert. Wofür benötigt man so viele Lastwiderstände?**

Joachim Klingler: Spie Lück simuliert damit ein großes Rechenzentrum. Dieses besteht aus zwei Bauabschnitten mit jeweils 4 Datenhallen. Der erste Abschnitt ist bereits in Betrieb genommen. Unsere Lastwiderstände werden dabei genutzt, um die Energieversorgung des Rechenzentrums und die Klimatisierung zu überprüfen bevor die teuren Server installiert werden. Die Stromversorgung in solchen Rechenzentren ist immer redundant aufgebaut. Das bedeutet, sobald in einem Versorgungsstrang ein Fehler auftritt und dieser zusammenbricht, steht ein weiterer zur Verfügung und kann die Versorgung übernehmen. Dadurch haben die Server immer Energie und laufen beständig weiter. Für diese redundanten Systeme sind mindestens zwei getrennte Stromkreisläufe in den Zentren vorgesehen. Diese müssen alle getestet werden, ob sie sicher funktionieren, ob die Umschaltung zwischen ihnen funktioniert und auch ob sie die notwendige Leistung bereitstellen.

**Von welcher Leistung sprechen wir dabei?**

Bei dem Projekt simulieren wir pro Datenhalle ein Megawatt. Insgesamt sprechen wir damit von einer Leistung von 8 MW, entsprechend ungefähr 5.000 großen Servern. Das ist schon eine ganze Menge.

**Wie testen Sie die Klimatisierung?**

Große Rechenzentren erzeugen sehr viel Wärme. Deshalb brauchen sie eine leistungsfähige Kühlung. Diese muss vor der Inbetriebnahme auch getestet werden. Unsere Lastwiderstände können deshalb große Abwärme erzeugen. Dadurch lässt sich dann das Temperaturmanagement des Serverraums überprüfen.

**Ist die thermische Simulation nur ein Beiwerk oder kommt ihr derselbe Stellenwert wie der elektrischen zu?**

Da gibt es keinen Unterschied. Beide Simulationen sind essentiell. Ein großer Vorteil unserer Widerstände ist, dass sich mit ihnen beides gleichzeitig simulieren lässt.

## Simulationssoftware oder Dienstleistung



Ergebnisbetrachtung durch  
eine VR-Brille - live auf der  
PCIM 2019!

Besuchen Sie uns auf der  
PCIM in Nürnberg  
Stand 9-437

Wir sind Mitaussteller auf dem Stand  
von der Constellium Singen GmbH  
und unterstützen hier unseren Kunden.  
Aber auch separate Projektgespräche  
sind möglich. Sichern Sie sich einen  
Termin!

## 6SigmaET

Fragen Sie uns nach  
einer Testlizenz oder  
einem  
Dienstleistungsangebot

info@alpha-numeric.de

„Ein großer Vorteil unserer Widerstände ist, dass sich mit ihnen gleichzeitig die Stromversorgung und die Klimatisierung simulieren lassen.“

*Joachim Klingler, Frizlen*

**Rechenzentren in Deutschland sind aufgrund von Datenschutzbedenken gegenüber US-amerikanischen Unternehmen immer häufiger im Gespräch. Entstehen deshalb hierzulande mehr davon?**

Auf jeden Fall. Wir haben innerhalb kurzer Zeit bereits die dritte Anfrage erhalten. Viele große Unternehmen stellen ihre IT gerade neu auf. Die Firmen überlegen, ob sie Kapazitäten per Cloud zukaufen oder selbst ein Rechenzentrum bauen. Immer mehr von ihnen entscheiden sich für ein eigenes Zentrum.

**Welche Leistung benötigen diese üblicherweise?**

Das ist sehr unterschiedlich. Wir arbeiten gerade an zwei neuen Projekten in diesem Bereich. Bei dem ersten liefern wir 60 Einheiten mit insgesamt 360 kW, bei dem zweiten geht es um 44 Stück mit fast 900 kW. Ein großer Vorteil unserer Systeme ist, dass sie sich beliebig wiederverwenden lassen. In Rechenzentren werden fast ausschließlich 19-Zoll-Racks eingesetzt. Deshalb fertigen wir unsere Lastwiderstände auch in diesem Format. Unsere Kunden können die Geräte dadurch für verschiedene Aufträge einsetzen. Sie sind nicht an einen bestimmten Ort oder ein Projekt gebunden. Immer vorausgesetzt natürlich, dass die Leistung ausreicht.

**Bei den beiden Projekten unterscheiden sich die Geräte sehr stark in der Leistung.**

Wir bieten beispielsweise Systeme mit 6 und 20 kW an. Sie lassen sich in praktisch beliebiger Anzahl kombinieren. Die Leistung ist somit frei skalierbar.

**Welche Anpassungen bieten Sie sonst noch an?**

Häufig benötigen verschiedene Kunden unterschiedliche Anschlüsse an den Geräten. Einige möchten die Leistung auf einmal schalten, andere wiederum in verschiedenen Stufen. Leistung, Stufen und Anschlüsse sind die drei Themen, bei denen wir Varianten anbieten. Das brauchen unsere Kunden, und wir sind >

„Bei Rechenzentren boomt der Bedarf an Prüfwiderständen. Aber auch in anderen Bereichen wächst die Nachfrage.“

*Joachim Klingler, Frizlen*

> natürlich gerne bereit, dem nachzukommen. Wir arbeiten außerdem gerade an mobilen Transportträgern für unsere Geräte. Sie sind für Serverräume gedacht, die nicht mit Kalt-Warm-Gängen ausgestattet sind und in denen noch keine Server-Racks stehen. In dem Fall müssen die Geräte frei im Raum positioniert werden, und dafür ist ein Transportträger sinnvoll.

**Ihre Widerstände kommen auch bei Generatoren und Batteriespeichern zum Einsatz. Sind Rechenzentren dennoch das Haupteinsatzgebiet?**

Im Moment sind sie das, was die 19 Zoll Ausführung betrifft. Unsere Geräte sind wie gesagt auf die dort üblichen 19-Zoll-Racks abgestimmt. Bei Batteriespeichern und Generatoren ist dieses Format nicht üblich. Natürlich gibt es Versuchsaufbauten, die darauf ausgerichtet sind, aber die Regel ist das nicht. Deshalb bieten sich für diese Anwendungen teilweise andere Modelle an, wie Leistungswiderstände.

**Sind solche Widerstände auch bei Elektromobilität gefragt?**

Wir liefern sehr viele Leistungswiderstände für Anwendungen im Zusammenhang mit Elektromobilität. In der Regel betrifft das die Lade- und Entladeinfrastruktur. Diese muss auch getestet werden. Es vergeht praktisch kein Tag, an dem wir nicht eine Anfrage dazu erhalten. Es geht dabei aber nicht nur um die einzelnen Geräte und Systeme, sondern ebenso um die gesamte Netzinfrastruktur. Die Ladesäulen müssen alle mit Strom versorgt werden. Auch das dafür notwendige Stromnetz und die Energieverteilung muss simuliert werden. Für diese Tests liefern wir ebenfalls Leistungswiderstände.

**Die Nachfrage nach Prüfwiderständen steigt also generell?**

Bei Rechenzentren erleben wir gerade einen besonderen Boom, aber auch in vielen anderen Bereichen wächst die Nachfrage sehr stark, etwa bei Belastungswiderständen zum Testen von Notstromaggregaten.

## Leistungselektronik entwärmen

- verschiedenartige Entwärmungskonzepte zur Wärmeabfuhr hoher Verlustleistungen
- sehr guter thermischer Wirkungsgrad
- kompakter Aufbau und homogene Wärmeverteilung
- exakt plangefräste Halbleitermontageflächen
- Entwärmung mittels Luft oder Flüssigkeit
- kundenspezifische Sonderlösungen



**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)



Wir stellen aus: PCIM  
in Nürnberg vom 07.-09.05.19  
Halle 6, Stand 301

Power Management ICs  
Switching & Linear  
Regulators

Ethernet &  
PoE Solutions

Timing &  
Synchronization



FPGAs & High Rel  
Solutions

Drivers, Interface ICs,  
PCIe Switches

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

„Bei diesem Projekt simulieren wir insgesamt 8 MW an Leistung. Das entspricht ungefähr 5.000 großen Servern.“

*Joachim Klingler, Frizlen*

**Gehen Sie davon aus, dass die Nachfrage auch künftig weiter zunimmt? In letzter Zeit wird schließlich immer öfter eine Abkühlung der weltweiten Konjunktur vorausgesagt.**

Wir gehen von keinem signifikanten Abschwung in unserem Bereich aus. Die Elektrifizierung der Welt schreitet immer weiter voran und es kommen immer neue Betätigungsfelder hinzu. Die angesprochenen Rechenzentren und die Elektromobilität sind nur zwei Beispiele dafür. Das Jahr hat für uns sehr gut mit einem Auftragsplus begonnen. Dieser aktuell bestehende, unglaubliche Boom wird sich sicher nicht in der Form fortsetzen. Einen großen Rückgang erwarten wir aber auch nicht.

**2017 hat Frizlen ein neues Bürogebäude bezogen und zusätzliche Maschinen in Betrieb genommen. Sie investieren also in einen Ausbau der Produktion?**

Absolut. Wir haben unseren Maschinenpark erweitert und die Automatisierungen unserer Produktion vorangetrieben. Mit Letzterem tragen wir unserem Standort im Süden Deutschlands Rechnung, der nicht der kostengünstigste ist. Dadurch sichern wir Arbeitsplätze. Mittlerweile beschäftigen wir 135 Mitarbeiter, sind also noch mal kräftig gewachsen. Erfreulicherweise konnten wir im letzten und auch in diesem Jahr viele Neuprojekte gewinnen.

**Planen Sie weitere Investitionen?**

Nachdem wir in 2018 die letzte der neuen Maschinen, eine automatisierte Biegeanlage, in Betrieb genommen haben, sind wir nun in der Vorfertigung sehr gut aufgestellt. Selbst wenn wir weiter stark wachsen, verfügen wir dort über genügend Kapazitäten. Die Endfertigung muss aber noch mal vergrößert werden. Dafür haben wir bereits ein Baugesuch eingereicht. □



## Ihr Partner in der Leistungs- elektronik

Der Einsatz von Industriestandardmodulen bietet Ihnen heute höchste Liefersicherheit. SEMIKRON liefert alle gängigen Gehäuseformen, voll kompatibel, aber – dank unseres Technologieportfolios – dennoch optimiert. Durch den kontinuierlichen Ausbau unserer Produktionskapazitäten, insbesondere für SEMiX und MiniSKiiP, tragen wir Ihrem wachsenden Bedarf Rechnung. Und unsere Applikationsexperten unterstützen Sie beim Design und der Auslegung Ihrer Systeme – weltweit.

**Innovation & Service aus einer Hand.**

Leistungsmodule  
Systeme  
Leistungselektronische Baugruppen



Besuchen Sie uns auf der Messe  
PCIM 2019, Halle 9, Stand 331

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



## LÜFTERAGGREGATE

# Luftstrom gegen die Hitze

Heutige Elektronikbaugruppen besitzen immer mehr Leistung bei gleichzeitig höheren Packungsdichten. Entwärmung über natürliche Konvektion gerät dabei schnell an ihre Grenzen. Gerade in der Leistungselektronik ist das ein häufiges Problem. Abhilfe dafür schaffen Lüfteraggregate.

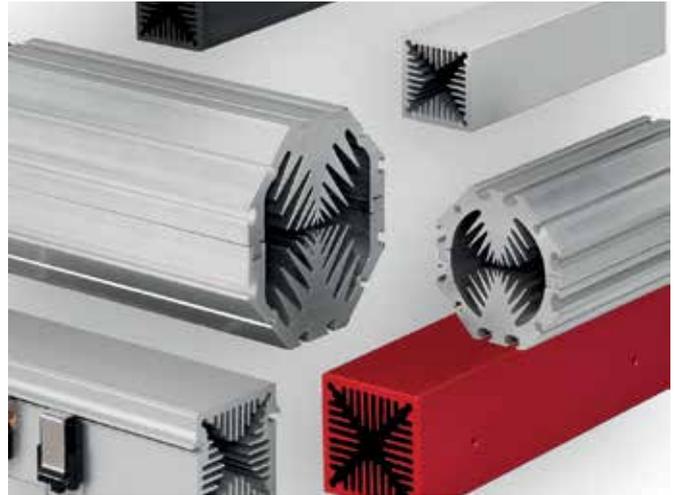
**TEXT:** Jürgen Harpain, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik; iStock, Kozzlova

Trotz neuer physikalischer und schaltungstechnischer Konzepte in der Leistungselektronik ist das thermische Management der eingesetzten elektronischen Bauteile für den Anwender immer noch eine echte Herausforderung. Ein nicht angepasstes und durchdachtes Wärmemanagement führt unweigerlich zu Ausfällen

und Schwierigkeiten bei der Umsetzung. Optimal angepasste Entwärmungssysteme sind zwingend erforderlich, um thermische Überlastungen von Bauteilen und -gruppen zu vermeiden.

Die Entwärmung elektronischer Halbleiterbausteine erfolgt meistens mittels tra-

ditioneller Prinzipien, wie der natürlichen oder erzwungenen Konvektion und durch Flüssigkeiten. Die natürliche Konvektion beschreibt den Mechanismus des Wärmetransportes aufgrund von Dichte- und Temperaturunterschieden. Zwischen der Luft und dem Kühlkörper entsteht dabei ein sogenannter Konvektionsauftrieb. Das



Kompakte und sehr effiziente Miniaturlüfteraggregate können im Bedarfsfall direkt auf der Leiterkarte verbaut werden.

bedeutet, der Kühlkörper nimmt die am Halbleiter entstehende Wärme auf und leitet diese anschließend über die Rippengeometrie an die Umgebung ab. Extrusionskühlkörper aus Aluminium werden im Strangpressverfahren hergestellt. Ein großer Vorteil von ihnen besteht darin, dass sie sich in vielen unterschiedlichen Geometrien fertigen lassen. Dadurch ist ein optimales Verhältnis von spezifischer Wärmeleitfähigkeit des Materials, Gewicht, Preis und mechanischer Festigkeit in Relation zum Wärmeableitvermögen möglich.

### Zuverlässige Lüftermotoren

Gegenüber der natürlichen Konvektion bieten Entwärmungskonzepte mittels zusätzlicher Luftströmungen, den so genannten Lüfteraggregaten, eine erheblich höhere Wärmeabfuhr. Verlustleistungen, die durch freie Konvektion nicht mehr an die Umgebung abgeführt werden können, erfordern in vielen Applikation eine forcierte Entwärmung. Optimal wird die erzwungene Konvektion genutzt, wenn nicht lediglich vorhandene Kühlkörper für die freie Konvektion mit Luft angeströmt und somit in ihrer Leistungsfähigkeit verbessert werden. Die verwendeten Lüftermotoren müssen stets optimal auf den Aufbau und die Geometrie der inneren Wärme-

tauschflächen von Lüfteraggregaten abgestimmt werden. Wichtig ist das vor allem in Bezug auf den zur Verfügung stehenden Volumenstrom und Staudruck. Spezielle Ausführungen von Lüfteraggregaten sind im Bereich der Leistungselektronik eine bekannte und erprobte Technik. Darüber hinaus ermöglichen sie dem Anwender, thermische Temperaturbelastungen eines Bauteils oder sogar einer kompletten Baugruppe, relativ unkompliziert und kostengünstig zu vermeiden.

Viele Anwender stehen luftunterstützten Entwärmungskonzepten skeptisch gegenüber. Oft wird die Zuverlässigkeit der Lüftermotoren als limitierender Faktor angesehen. Erfahrungswerte aus der Praxis bestätigen das nicht. Die heutzutage verfügbaren hochqualitativen Lüftermotoren sind sehr zuverlässig.

Gemäß physikalischer Wirkprinzipien und Gesetze erfolgt die Wärmeableitung über die Temperaturdifferenzen des elektronischen Bauteils und seiner Umgebung. Der Wärmeaustausch findet hauptsächlich als konvektiver Anteil und nur im geringen Umfang als Wärmestrahlung statt. Nach dem Prinzip der Oberflächenvergrößerung basieren auch Lüfteraggregate auf dem Wirkprinzip des konvektiven Wärmeübergangs. Nur wird dabei im Ge-

gensatz zur natürlichen Konvektion, ein mittels Ventilatoren erzeugter Luftstrom durch eine Wärmetauschstruktur geleitet. Lüfteraggregate gibt es unter anderem als Segment-, Kühlkörper-, Miniatur- und Hochleistungslüfteraggregate.

**wts** // electronic components GmbH

**Your Powerful Distribution-Partner**

**wts // electronic – Ihr Partner für leistungsstarke SMD Sicherungen von AEM®**

**pcim**  
EUROPE  
Nürnberg, 7.–9.5.2019  
Besuchen Sie uns  
in Halle 7, Stand 519

**Rufen Sie uns an!**  
Tel. +49 (0) 5130/5845-0  
info@wts-electronic.de  
www.wts-electronic.de



Großvolumige Hochleistungslüfteraggregate in Verbindung mit Radiallüftermotoren ermöglichen die Abfuhr von sehr großen Wärmemengen.

Miniaturlüfteraggregate sind aufgrund ihrer Komplexität und engen Rippengeometrie im inneren Strömungskanal sehr schwierig im Strangpressverfahren herzustellen. Die umliegenden Bauteilmontageflächen besitzen nach innen zeigende Kühlrippen. Sie bilden einen Rippentunnel für die Luftströmung und fungieren als Wärmetauschflächen. Der auf die Rippengeometrie und -anordnung abgestimmte Lüftermotor, gewährleistet auf kleinem Raum einen sehr guten Wärmeübergang von der Bauteilmontagefläche zum umschlossenen Luftkanal. Der kompakte Aufbau der Miniaturlüfteraggregate bietet neben der ausgezeichneten Wärmeableitung die Möglichkeit zum direkten Verbau auf der Leiterkarte. Im Profil integrierte Nutgeometrien ermöglichen eine direkte Bauteilmontage an dem Lüfteraggregat mittels spezieller Einrast-Transistorhaltefedern.

## Direkt auf der Leiterkarte verbauen

Für eine sehr wirkungsvolle Entwärmung von Hochleistungshalbleitern, wie beispielsweise IGBTs, IGCTs und GTOs, sorgen Hochleistungslüfteraggregate. Diese zeichnen sich durch große Halbleitermontageflächen und die Wärmeabfuhr größerer Verlustleistungen aus. In einem Basisprofil verpresste Hohlrippenprofile, ergeben eine große Oberflächenstruktur und bildet gleichzeitig den Rippentunnel für die durchströmende Luft. Das U-förmige Grundprofil aus Aluminium wird im Extrusionsverfahren hergestellt und besitzt gegenüber der Halbleitermontagefläche eine spezielle Nutgeometrie. In diese werden mittels spezieller Werkzeuge die einzelnen Hohlrippen formschlüssig, mechanisch und wärmeleitend verpresst. Zur Bauteilmontage verfügen verschiedene Varianten über einseitige oder auch doppelseitige Montageplatten. Sie sorgen für eine gute Wärmespreizung und gleichzeitig für eine sichere Bauteilmontage.

Die angesprochenen Hohlrippen besitzen zur Performancesteigerung eine gewellte, so genannte kannelierte Oberflächenstruktur. Bei normalen Glattribben und erzwungener Konvektion sind die zu erzielenden Wärmeübergänge zur durchströmenden Luft relativ gering. Die sich einstellende laminare Luftströmung reicht deshalb nicht aus, um die Wärme an die Umgebung abzuführen. Eine kannelierte Oberflächenstruktur bewirkt in diesem Fall eine turbulenterere Strömung. Das verbessert erheblich den Wärmeübergang von der Rippenstruktur zur vorbeiströmenden Luft. Eine deutliche Verbesserung der Wärmeabfuhr von Lüfteraggregaten ergibt sich durch das Zusammenspiel von vergrößerter Wärmetauschfläche und erhöhter Turbulenz im inneren Rippentunnel. Zu beachten ist allerdings, dass eine erhöhte Turbulenz im Lüfteraggregat, gleichzeitig einen erhöhten Staudruck erzeugt, der der durchströmenden Luft entgegenwirkt. Die Auswahl eines geeigneten und leistungsstarken Lüftermotors, welcher dem Staudruck entgegenwirkt und die produzierte Luftmenge über die gesamte Länge des Lüfteraggregates transportiert, spielt deshalb eine entscheidende Rolle. Sehr performante, perfekt auf die Hohlrippengeometrie angepasste Axiallüftermotoren, lösen dieses Problem. Bei ihnen wird die Luft axial angesaugt und auch axial in Richtung der Wärmetauschfläche ausgeblasen.

Eine weitere Leistungssteigerung der Wärmeabfuhr von elektronischen Bauelementen ergibt sich durch die Verwendung großvolumiger Radiallüftermotoren. Radial bedeutet in diesem Fall, dass die Luft seitlich angesaugt, durch die Lüfterschaukelgeometrie um neunzig Grad umgelenkt und in Richtung der Wärmetauschstruktur des Hohlrippenprofils ausgeleitet wird. Hochleistungslüfteraggregate, welche mittels Radiallüftermotoren betrieben werden, können sehr großformatig sein und erheblich größere Abmessungen als weniger druckstarke Lüftertypen besit-

zen. Sie erreichen Luftfördermengen von bis zu 1.400 m<sup>3</sup>/h und sehr kleine Wärmewiderstände von unter 0,015 K/W.

### Diagonallüfter bieten hohen Volumenstrom

Andere Lüfteraggregate besitzen lammellenartige Basisprofile aus Aluminium, die in einem speziellen Herstellungsverfahren produziert werden. Die engmaschigen Wärmetauschflächen dieser Lüfteraggregate werden häufig in Verbindung mit Diagonallüftermotoren verwendet. Bei diesen wird die Luft ebenfalls axial angesaugt, aber eine konische Lüfterrad- und Gehäuseform sorgt für eine höhere Verdichtung der angesaugten Frischluft. Neben einem deutlich höheren Volumenstrom wird durch dieses Lüfterprinzip, ein größerer Druckaufbau gewährleistet. Dadurch ist der Einsatz von Hochleistungslüfteraggregaten mit einer deutlich dichteren und damit größeren Wärmetauschfläche möglich. Der verwendete Grundkörper als Tubus, besteht aus mehreren

zusammengesetzten Einzelteilen. Die im inneren Luftkanal liegenden Stegplatten werden mit einer wellenförmigen Wärmetauschstruktur bestückt und massive Aluminiumblöcke zu Montageplatten zusammengefügt. Abschließend werden alle Komponenten miteinander verlötet. Das stellt sicher, dass die innere Wärmetauschstruktur mit sämtlichen Steg- und Montageplatten mechanisch und wärmetechnisch optimal verbunden ist. Die entstehende Wärme der Bauteile wird von der Halbleitermontagefläche über die einzelnen Stegplatten an die Wabenstruktur weitergeleitet und letztendlich an die durchströmende Luft abgegeben.

Die beschriebenen Lüfter- und Hochleistungslüfteraggregate spiegeln nur einen kleinen Teil der gesamten Produktgruppe wieder. Lüfteraggregate jeglicher Art, als Wärmemanagement für leistungsstarke elektronische Halbleiter, stellen eine erprobte Technik für die industrielle Leistungselektronik dar. □

# TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

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



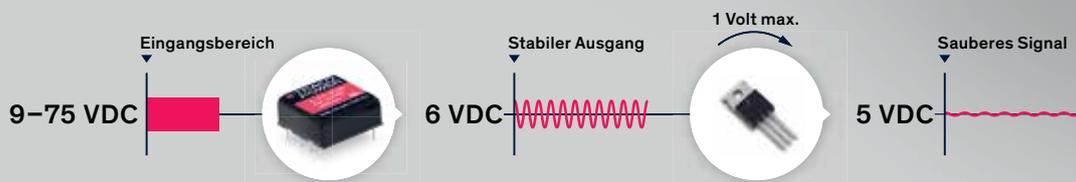
## ERWEITERTER EINSATZ FÜR ANWENDUNGEN MIT NIEDRIGER RESTWELLLIGKEIT

### Serie THN-WI, 15–30 W

- 5 V Ausgangsmodelle trimmbar auf max. 6 V
- Versorgt 5 V Low Drop-Out-Schaltregler mit ausreichend Spannung für zuverlässigen Betrieb
- In Kombination mit einem LDO-Linearregler geeignet für Anwendungen mit niedriger Restwelligkeit
- Reduziert wärmebedingte Verluste beim Linearregler



Modell	Leistung (W)	Ausgang (VDC)	Eingang (VDC)	Ausgang (A)	Effizienz
THN 15-2411WI-A1	15	6	9–36	3	86%
THN 15-4811WI-A1	15	6	18–75	3	87%
THN 20-2411WI-A1	20	6	9–36	4	89%
THN 20-4811WI-A1	20	6	18–75	4	89%
THN 30-2411WI-A1	30	6	9–36	6	89%
THN 30-4811WI-A1	30	6	18–75	6	90%



CB  
Scheme  
UL 60950-1

c<sup>®</sup>ALUS  
UL 60950-1

SiC UND GaN RICHTIG EINSETZEN

# Moderne Stromversorgungen designen

SiC und GaN etablieren sich immer stärker am Leistungselektronikmarkt. Für Entwickler von Stromversorgungen ist die Verwendung dieser Materialien allerdings nicht ganz einfach. Schließlich unterscheiden sie sich in einigen Punkten sehr stark vom herkömmlichen Silizium. Werden diese Punkte beachtet, lassen sich damit aber deutlich effizientere, schneller schaltende und platzsparendere Stromversorgungen designen.

TEXT: Sameer Pendharkar, Texas Instruments BILDER: Texas Instruments; iStock, Watcha

Nach Angaben der World Semiconductor Trade Statistics hat jede Person auf der Erde im Jahr 2016 durchschnittlich 111 Halbleiterchips gekauft. Die Verwendung dieser Bauelemente wächst fünfmal schneller als die Weltbevölkerung. Das enorme Wachstum bei Halbleiteranwendungen bringt einen ähnlich steigenden Bedarf an Energie mit sich. Aus Kostengründen und wegen der Notwendigkeit, die Treibhausgas-Emissionen zu senken, müssen diese ICs allerdings mit weniger Energie mehr Leistung bringen. Diese konträren Anforderungen betreffen alle Anwendungen, besonders aber Stromversorgungen oder Netzteile.

Die Notwendigkeit, Energie effizienter zu nutzen, hat eine kontinuierliche Weiterentwicklung bei den siliziumbasierten Technologien vorangetrieben. Außerdem wurde dadurch die Entwicklung von Halbleitern vorangetrieben, die

auf Wide-Bandgap-Materialien basieren, wie etwa Galliumnitrid (GaN) und Siliziumkarbid (SiC). Bauelemente auf der Grundlage dieser Werkstoffe nutzen die Energie und den benötigten Platz besser und finden deshalb zunehmend Eingang in den Stromversorgungsmarkt.

## Wichtiges Maß Leistungsdichte

Als Resultat dieser Entwicklungen steht den heutigen Stromversorgungsdesignern eine breitere Palette von Technologien zur Auswahl, was angesichts der Vielfalt der heutigen elektronischen Systeme auch absolut notwendig ist. Es überrascht außerdem nicht, dass diese Technologien ihre spezifischen Stärken in unterschiedlichen Bereichen des Anwendungsspektrums besitzen. Um die optimale Lösung zu finden, muss ein Designer von Stromversorgungen deshalb wissen, welche Abstriche die verschiede-

nen Optionen hinsichtlich der Effizienz und der betrieblichen Eigenschaften erfordern.

Neben der Energieeffizienz gibt es noch weitere Kriterien, die bei der Auswahl von Stromversorgungslösungen eine Rolle spielen. In vielen Systemen ist beispielsweise der Platz knapp. Die Bauelemente müssen deshalb kleiner werden und weniger Wärme entwickeln, um den Kühlaufwand zu verringern. Die in  $\text{W}/\text{cm}^3$  gemessene Leistungsdichte ist ein wichtiges Maß für die effiziente Raumausnutzung in Systemen jeder Art, besonders aber in Anwendungen, die besonders dicht bestückt sind, beispielsweise Rechenzentren und Telekommunikations-Vermittlungsstellen. In anderen Anwendungen, wie etwa Fahrzeugen und portabler Elektronik, kommt zur Forderung nach effizienter Raumausnutzung die Notwendigkeit eines gerin-



gen Gewichts hinzu. Die auf die Masse umgerechnete Leistung, angegeben in kW/kg, ist eine weitere Effizienzangabe, mit deren Hilfe zwischen verschiedenen Designs für diese Systeme abgewogen werden kann.

Zu den Forderungen nach viel Leistung bezogen auf den Platz und das Gewicht kommen die Kosten hinzu. Für jedes Design wird schließlich ein bestimmtes Kostenbudget vorgegeben und in einigen Fällen können Kostenfaktoren sogar Abstriche an der Energieeffizienz, dem benötigten Platz und dem Gewicht verlangen. Qualität und Zuverlässigkeit sind ebenfalls entscheidend, denn der Austausch von Halbleiterbauteilen und Endgeräten im Feld ist sehr kostspielig.

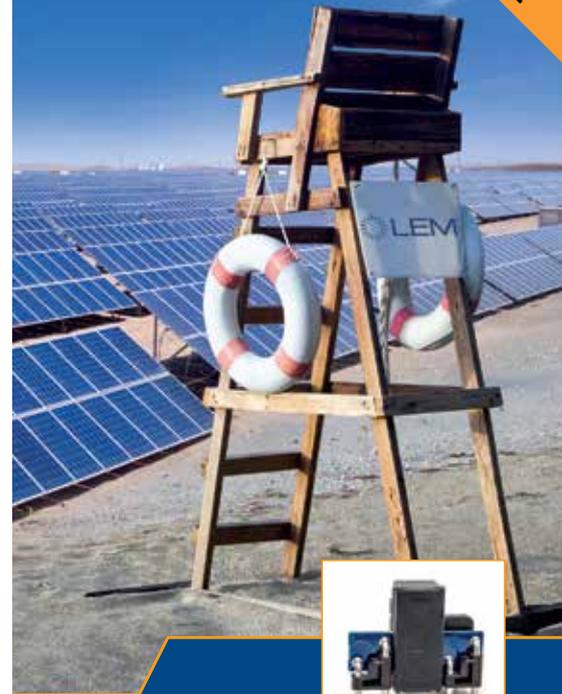
Das Ziel bei der Entwicklung von Leistungshalbleitern ist deshalb, möglichst hohe Effizienzwerte zu erhalten.

Dafür müssen Verluste, Platzbedarf, Gewicht, Kosten und Ausfallraten gering sein. Allerdings sind Leistungshalbleiter, die in einem Anwendungsbereich die besten Eigenschaften bieten, für ein anderes Einsatzgebiet oft nicht optimal geeignet. Es werden also mehrere Technologien benötigt. Die Designer sind deshalb gefordert, sorgfältig die Technologie auszuwählen, die den Anforderungen der Applikation am besten gerecht wird.

Moore's Law war jahrelang der Standard, was die Skalierung von digitalen CMOS-Schaltungen und Speichern betraf. Auf Leistungshalbleiter lässt sich dieses Gesetz jedoch in der Regel nicht anwenden. Bei den digitalen Schaltungen sind die Spannungen von 5 auf weniger als 1 V gefallen, während die Schaltgeschwindigkeiten größer und die Lithografiestrukturen kleiner wurden. Stromversorgungen aber müssen mit immer

**IHRE SICHERHEIT  
FÜR SOLAR-  
WECHSELRICHTER**

PCIM  
Europe 2019  
Stand 9-202



## LDSR-Serie

Neue Kompensationsstromwandler, die auf einem eigens entwickelten Hall-Effekt-ASIC von LEM basieren, messen den Leckstrom bis zu einer Frequenz von 2 kHz. Der Wandler kommt in transformatorlosen Fotovoltaik-/PV-Wechselrichtern im häuslichen Bereich zum Einsatz. Er misst Wechselstrom- und Gleichstromfehlerströme und gewährleistet die Sicherheit der Personen in der Installationsumgebung.

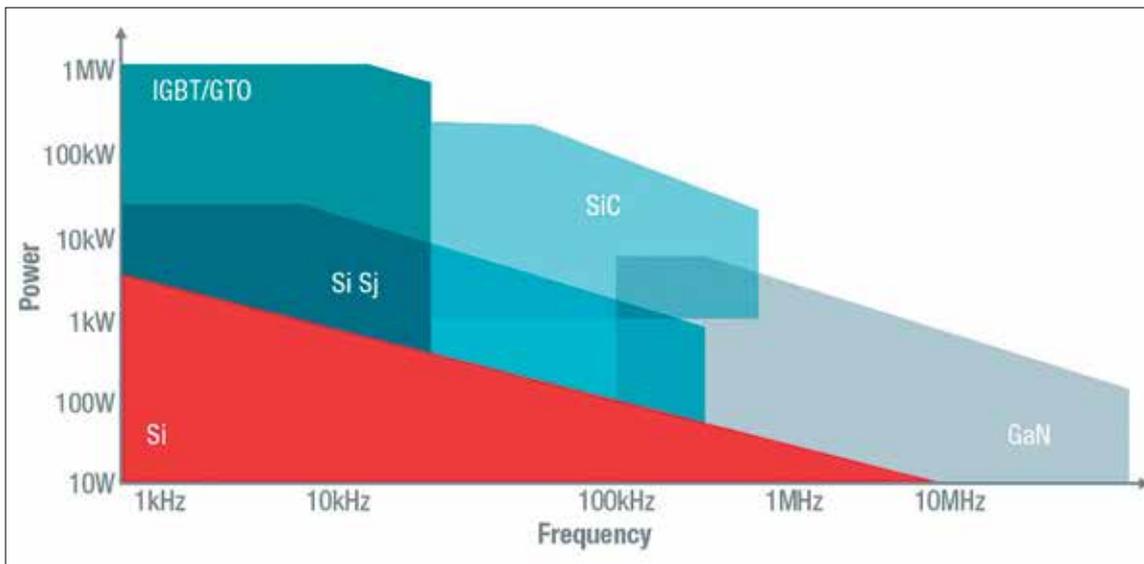
Die LDSR-Wandler bieten zu einem wettbewerbsfähigen Preis kleine Abmessungen und halten alle gesetzlichen Vorschriften ein. Sie sind aufgrund ihres geringen Platzbedarfs und einfachen Aufbaus auch eine hervorragende Alternative zu teureren Fluxgate-Lösungen.

- 300 mA Nennstrom
- Leiterplattenmontage
- Kleine Abmessungen und geringes Gewicht (25 g)
- Betriebstemperaturbereich von -40 bis +105 °C
- 1- oder 3-Phasen-Konfiguration

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

At the heart of power electronics.





Die verschiedenen Halbleitertechnologien unterscheiden sich deutlich in Leistung und Frequenz. Allerdings gibt es auch große Überschneidung zwischen ihnen.

mehr Leistung umgehen, damit die Eingangsspannungen nach wie vor hoch bleiben können.

Eine weitere Überlegung betrifft das Design von Leistungshalbleitern und anderen analogen Bauelementen. Es ist meist mehrdimensionaler als das Design digitaler Chips, bei dem Transistoren mit gleichen Eigenschaften mehrere Milliarden Mal duplizieren werden. Neue Entwicklungen bei den Leistungs-Transistoren verlangen, dass das Elektronikökosystem mit Regelschaltungen, Gehäusen, thermischen Eigenschaften, Schutz vor Spannungstransienten und verschiedenen Arten von Signalinterferenzen sowie magnetischen Bauelementen ausgerüstet wird. Diese Aspekte müssen Designer ebenfalls berücksichtigen. Sie bringen teilweise erheblichen Entwicklungsaufwand mit sich. Ungeachtet dieser Herausforderungen wurden bemerkenswerte Fortschritte bei den Leistungs-ICs erzielt. Seit mindestens zwanzig Jahren halbierten sich die Verluste alle fünf Jahre. In platzkritischen Anwendungen wie der Telekommunikation hat sich sogar die Leistungsdichte der Stromversorgungsmodule seit den 1970er-Jahren alle zehn Jahre verdoppelt.

Der Umstieg auf Schaltnetzteile hat entscheidend zur Steigerung der Energieeffizienz beigetragen. Schaltnetzteile, bei denen die Höhe der Ausgangsspannung im Zeitbereich durch hochfrequentes pulswidenmoduliertes Schalten geregelt wird, können die doppelte Energieeffizienz erreichen wie lineare Stromversorgungen. Sie bringen aber neue Herausforderungen mit sich, was sich durch einen größeren Bauteilenaufwand und ein komplexeres Design äußert. Diese Faktoren treten umso mehr in den Vordergrund, je weiter die Technologie in Richtung höherer Leistung und Schaltfrequenzen vorstößt.

### Die Stärken von GaN und SiC

Die Industrie verfügt über eine etablierte Technologiebasis auf Grundlage von Silizium (Si) sowie das entsprechende Know-how, weshalb dieses Material die kostengünstigste Wahl für Leistungshalbleiter bleibt. Innovationen wie der GTO, der IGBT und der Superjunction-MOSFET haben außerdem mitgeholfen, die Wattzahlen der Leistungsbausteine zu erhöhen. Allerdings sind Si-Bauelemente nicht in der Lage, hohe Leistungen zu verarbeiten und gleichzeitig sehr schnell

zu schalten. Das verringert ihre Effizienz bei der Leistungswandlung und macht sie außerdem schwer und sperrig. Infolge der zunehmenden Verwendung von GaN und SiC ändern sich die Verhältnisse bei den Leistungssystemen. Dank der breiteren Bandlücke dieser Werkstoffe lassen sich Bauelemente herstellen, die für höhere Spannungen und Schaltfrequenzen geeignet sind und die Verwendung kleinerer passiver Bauelemente zulassen. Mit Leistungshalbleitern auf GaN- und SiC-Basis werden Stromversorgungssysteme umsetzbar, die effizienter, kleiner und leichter sind, als Systeme auf Si-Basis.

GaN und SiC besitzen allerdings gewisse Performance-Unterschiede. GaN kommt mit höheren Frequenzen zurecht, SiC ist aber für höhere Eingangsspannungen geeignet und kann höhere Ausgangsleistungen erzielen. Mit geeigneten Leistungsstufen-Designs sind aber auch mit GaN beträchtliche Ausgangsleistungen realisierbar. Momentan scheint GaN die geeignetere Option für Stromversorgungen mit Spannungen von 600 bis 700 V in Anwendungen wie Telekommunikations- und Serversystemen zu sein. Wenn es hingegen um Hybrid- und Elektrofahrzeuge und PV-Wechselrichter geht,

*„Es gibt keinen Leistungstransistortyp, der in jeder Situation vom Preis-Leistungs-Verhältnis her an der Spitze liegt. Der Stromversorgungsmarkt benötigt sämtliche Optionen.“*

**Sameer Pendharkar, Texas Instruments**

die nach höheren Spannungen verlangen, wird SiC zur besseren Wahl.

Die nebenstehende Abbildung zeigt, wie die verschiedenen Technologien bezüglich der Leistung und der Frequenz einzuordnen sind. Anzumerken ist allerdings, dass die unterstützten Bereiche mit fortschreitender technologischer Entwicklung immer größer werden. Es kommt außerdem zu erheblichen Überschneidungen zwischen den konkurrierenden Technologien. Es gibt deshalb keinen Leistungstransistortyp, der in jeder Situation vom Preis-Leistungs-Verhältnis her unangefochten an der Spitze liegt.

Der Stromversorgungsmarkt benötigt sämtliche Optionen an Leistungshalbleitern. GaN und SiC werden aber die Zukunft vorantreiben – mit hoher Leistung, Leistungsdichte und Gewichtseffizienz. Zukünftig können die beiden Technologien außerdem kostenmäßig auch besser mit Silizium konkurrieren. Ihr Stellenwert wird deshalb weiter wachsen.

Die mit GaN und SiC möglichen höheren Schaltfrequenzen können beim Design gewisse Herausforderungen mit sich bringen, die sich aber erfolgreich bewältigen lassen. Zu diesen potenziellen Problemen gehören hochfrequen-

te Rückwirkungen vom Schalter in das Netz, hochfrequente Schaltstörungen, Timing-Probleme durch die knappen Zeitfenster für das Schalten und die im Schaltweg immer kritischer werdenden parasitären Induktivitäten.

Texas Instruments bietet Module an, die als fertig vorproduzierte und verifizierte Lösungen den soeben aufgezählten Herausforderungen begegnen. Sie verkürzen die Entwicklungszeiten und entkräften Befürchtungen hinsichtlich des als übermäßig komplex empfundenen Designs mit Wide-Bandgap-Technologien. Ein Beispiel ist der einkanalige GaN-Bau-



**E** elektrosil  
Ideen. Lösungen. Produkte.

## 40–800 W Medizin- und ITE-Netzteile

- Medizinzulassung nach 3rd Edition 60601-1
- Bis zu 100 % Peakleistung
- Single- & Dual-Spannungsausgang
- Ausgangsspannung 5–60 VDC
- Wirkungsgrad > 90 %
- Kleinste Bauhöhe nur 27,1 mm
- Remote Control
- Applikationsberatung
- Entwicklungsbegleitung
- Design-In

Beratung

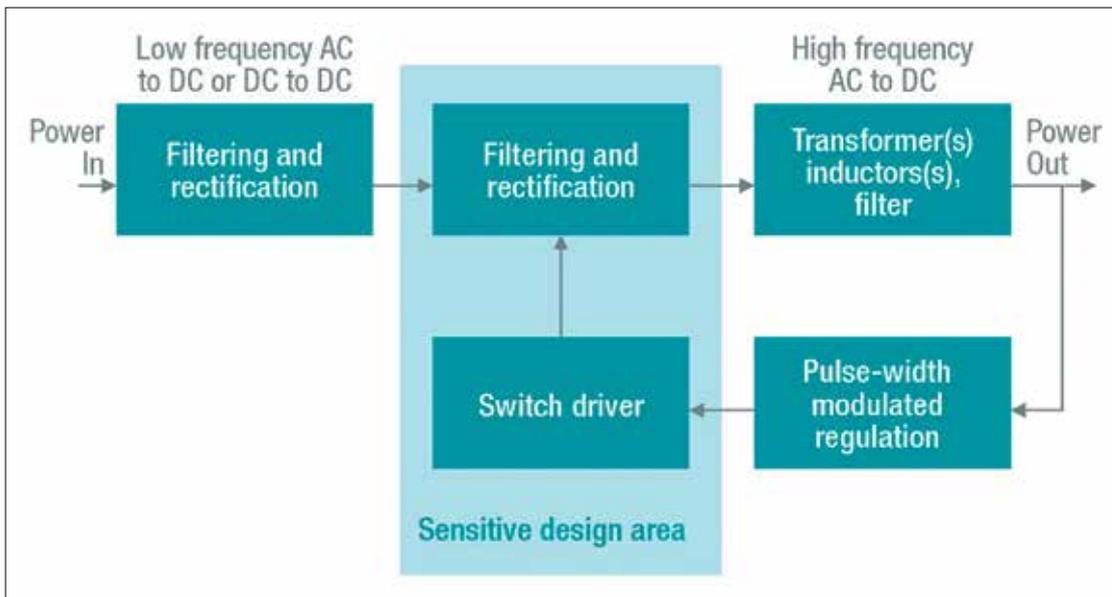
Entwicklung

Qualitätsmanagement

Logistik

Validierung

Umsetzung



Der Baustein LMG3410 kombiniert in einem Gehäuse einen auf GaN basierenden Hochleistungs-Schalttransistor und den dazugehörigen Treiber. Er lässt sich mit analogen und digitalen Leistungsreglern zu einem Ökosystem für das Design von kleinen und effizienten Stromversorgungen verbinden.

stein LMG3410, der einen GaN-basierten Hochleistungs-Schalttransistor und einen eigens optimierten Treiber in einem Gehäuse zusammenfasst. Ebenfalls integriert sind wichtige Funktionen wie ein Überstrom- und ein Übertemperaturschutz. Der Baustein beseitigt sämtliche Schwierigkeiten mit dem Management der Parasitics und der Schleifen-Induktivitäten zwischen Leistungshalbleiter und Treiber. Im Verbund mit kompatiblen analogen und digitalen Leistungsreglern stellt er ein komplettes Ökosystem für das Design kleiner, sehr effizienter und leistungsfähiger Stromversorgungen zur Verfügung. Von TI gibt es außerdem schnelle GaN-FET-Treiber für effizienterer, leistungsfähigerer Designs speziell für Anwendungen, in denen es auf die Geschwindigkeit ankommt.

## Laser für Lidar

Mit einer minimalen Pulsweite von 1 ns ermöglicht der 60-MHz-Low-Side-GaN-Treiber LMG1020 die Implementierung sehr präziser Laser für industrielle Lidar-Anwendungen. Der LMG1210 wiederum ist ein 50-MHz-Halbbrücken-Treiber für GaN-FETs bis 200 V. Die

einstellbare Totzeit des Bausteins dient dazu, den Wirkungsgrad in schnellen Gleichspannungswandlern, Antrieben, Klasse-D-Audioverstärkern und anderen Leistungswandleranwendungen um bis zu 5 Prozent zu verbessern.

In Rechenzentren sind kompakte Lösungen gefragt, die auf geringem Raum viele Kanäle unterbringen. Hier kommt es auf die Energieeffizienz an, um die Betriebskosten zu senken und die Wärmeentwicklung und den Platz für die Kühlung zu reduzieren. Stromversorgungen basierend auf GaN-Transistoren besitzen diese Vorteile dank ihrer höheren Umwandlungseffizienz und der Verwendung kleinerer Induktivitäten und Kondensatoren. Für GaN-Stromversorgungen bietet sich die Beschränkung auf eine Wandlerstufe an, was den Bauteileaufwand senkt und die Umwandlungsverluste minimiert. Mit der einstufigen Umwandlung ist es außerdem möglich, hohe Spannungen direkt auf die Leiterplatte der Applikation zu führen.

Auch der Automarkt ist in Bezug auf Platz und Gewicht anspruchsvoll. Nicht nur die Kosten müssen für Pkw und

leichte Nutzfahrzeuge sorgfältig kalkuliert werden, sondern auch die Spannungen variieren stark. In Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor reichen sie von 5 bis mehr als 100 V, in Hybrid- und Elektroautos sind sie noch höher. Je stärker der Markt für Hybrid- und Elektrofahrzeuge wächst, umso kritischer wird die effiziente Leistungswandlung und desto stärker wird der Zwang, leistungsfähigere Systeme auf effizientere Weise in weniger Volumen und mit weniger Gewicht zu integrieren. Power-Module auf GaN- und SiC-Basis können helfen, diese Designvorgaben für Hybrid- und Elektrofahrzeuge zu erfüllen.

Neben Rechenzentren und Automobilen profitieren auch intelligente Fabriken, Büros, Häuser und Smart Grids von der Effizienz der Umwandlung und höheren Leistungsdichte, die GaN und SiC bieten. Die Entwicklung bei siliziumbasierten Bauelemente bleibt aber nicht stehen. Hier werden die Grenzen der Fertigungstechnologie immer weiter hinausgeschoben, um die Effizienz zu verbessern und mit den immer ausgereifteren, zuverlässigeren und günstigeren Wide-Bandgap-Halbleitern Schritt zu halten. □

# FRIZLEN

LEISTUNGSWIDERSTÄNDE  
POWER RESISTORS

## Anschrift

FRIZLEN GmbH u. Co. KG  
Joachim Klingler  
Gottlieb-Daimler-Straße 61  
71711 Murr, Germany  
T +49/7144/8100-0  
F +49/7144/207630  
info@frizlen.com  
www.frizlen.com

## Firmenbeschreibung

FRIZLEN ist der Spezialist für Leistungswiderstände und bringt Dynamik in den Antrieb. Bewegung zu stoppen, konstant zu halten und exakte Abläufe zu ermöglichen, darin unterstützen wir die elektrische Antriebstechnik mit Lösungen für jede Anforderung. Als inhabergeführtes, mittelständisches Familienunternehmen verfügen wir über jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung von Widerstandsgeräten. Vom einzigen Standort im

schwäbischen Murr beliefern wir Kunden in über 60 Ländern. Wir sind der kompetente und verlässliche Partner rund um das Thema „Dynamik durch Widerstand“. Bei uns bekommen Sie alles aus einer Hand: von der technischen Beratung und der Auslegung über die auftragsgebundene Fertigung bis hin zur Exportabwicklung.

## Produkte

Leistungswiderstände für Leistungen von 5 W bis 500 kW, in 3000 unterschiedlichen Ausführungen mit frei wählbaren Ohmwerten und Schutzarten bis IP67.

## Produktgruppen

- Rohrfest- und Schiebewiderstände, 10 bis 6.000 W
- Potentiometer, 16 bis 1.500 W
- Flachwiderstände, 5 W bis 40 kW
- Lamellenfestwiderstände, 0,5 bis 30 kW
- Stahlgitterfestwiderstände, 0,5 bis 500 kW
- Gleichstromschutzwiderstände DC-POWER-SWITCH, skalierbar für Ströme von 1 bis 40 A bei Spannungen von bis zu 850 Volt, Marktneuheit

## Märkte

- elektrische Antriebstechnik
- Maschinenbau
- Leistungselektronik
- Energietechnik
- Transport und Logistik
- Mobile Maschinen



## Mehrwert für den Kunden

Jahrzehntelange Erfahrung, hohe Beratungskompetenz, EDV-gestützte Berechnungs- und Simulationsmethoden sowie stetige Neuentwicklungen bringen dem Kunden wichtige Vorteile auf dem Markt. Besonderes Augenmerk legen wir auf die individuellen Anforderungen des Kunden, denen wir bestmöglich entsprechen wollen. Ermöglicht wird dies durch eine hohe Fertigungstiefe und die Eigenproduktion vieler Produktkomponenten. So ist FRIZLEN zum Beispiel dank der eigenen Blechbearbeitung in der Lage, in Bezug auf mechanische Abmessungen sowie Ausführungen flexibel zu agieren. Unsere Techniker bestimmen zusammen mit dem Kunden den für den jeweiligen Zweck besten Widerstand bzw. die beste Widerstandskombination. Die Verfügbarkeit der Produkte in verschiedenen Schutz- und Befestigungsarten unterstreicht dies. □



## HERSTELLER VON LEISTUNGSWIDERSTÄNDEN

### GRÜNDUNGSJAHR

1914

### MITARBEITER

130

### PRODUKTSPEKTRUM

Leistungswiderstände von 5 W bis 500.000 W, IP00 bis IP67

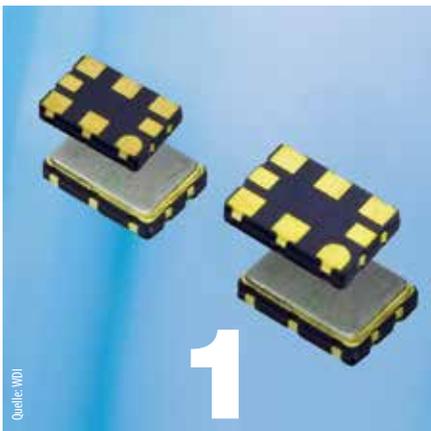
### ANWENDUNGEN

- Bremswiderstände
- Belastungswiderstände
- Lade- und Entladewiderstände
- Filterwiderstände
- Dämpfungswiderstände
- Anlass- und Stellwiderstände
- Strombegrenzungs- und Schutzwiderstände

# 6

## NEUHEITEN

Am 7. Mai startet die PCIM in Nürnberg. Wir haben Produkt-Highlights der Messe recherchiert und informieren Sie über neue Innovationen. Denn auch 2019 sind auf der PCIM viele Neuheiten zu sehen: von Komponenten über Ansteuerungen bis hin zu intelligenten Systemen.



Halle 7, Stand 321

## Oszillatoren

Auf der PCIM stellt WDI dieses Jahr seine Hochleistungs-Quarzoszillatoren-Serie QuickXO HC-JF vor. Sie bietet die Möglichkeit, mit nur einem Oszillator zwischen vier verschiedenen Frequenzen zu wechseln. Innerhalb des Frequenzbereiches können vier verschiedene Ausgangsfrequenzen voreingestellt werden. Zwischen diesen lässt sich mittels zweier logischer Steuerflächen umschalten.

1

Halle 9, Stand 302

## IGBT-Zellentechnologie

ABB präsentiert auf der PCIM seine Technologie TSPT+. Das Unternehmen zeigt unter anderem ein Modul mit 3.300 V und 1.800 A mit neuer IGBT-Zellentechnologie, die die Verluste reduziert. Das bietet die Möglichkeit die Stromdichte zu erhöhen. Es ist für erhöhte Streuinduktivitätswerte ausgelegt und ermöglicht eine Steigerung des Nennstroms um 20 Prozent gegenüber der vorherigen Generation.

2

Halle 9, Stand 401

## Elektronikkühlung

Auf der PCIM stellt CTX Thermal Solutions sein breites Angebot an Flüssigkeitskühlkörpern vor. Im Mittelpunkt stehen dabei Modelle für die Kühlung des Batteriemagements in Elektroautomobilen. Die elektronische Leistungsdichte und damit auch die entstehende Wärme sind bei diesen Fahrzeugen so hoch, dass eine lüfterbetriebene Kühlung nicht mehr ausreicht und sich eine Flüssigkeitslösung lohnt.

3

Halle 7, Stand 141

## Micro-Auto-Box II

Auf der PCIM stellt Dspace seine neue Micro-Auto-Box II vor. Das Produkt ist ein kompaktes, robustes Echtzeitsystem für schnelles Funktionsprototyping im Fahrzeugeinsatz. Wie ein Steuergerät kann es ohne Eingriffe des Benutzers arbeiten. Die Box ist in Varianten mit FPGA-Funktionalität für anwendungsspezifische I/O-Erweiterungen und für benutzerprogrammierbare FPGA-Anwendungen erhältlich.

4

Halle 7, Stand 147

## Wärmeleitende Folien

Unterschiedliche Wärmemanagement-Lösungen findet man am Stand von ICT-Suedwerk. Der Fokus liegt dabei auf wärmeleitenden Materialien, elektrischen Flächenisulationsfolien und besonders auf hochwärmeleitenden Folien - auch mit wärmespreizender Funktion. Außerdem zeigt das Unternehmen einseitig und beidseitig haftende TIMs aus den Bereichen der glasfaserverstärkten Silikonfolien.

5

Halle 6, Stand 111

## Stromversorgung

Die bidirektionale Laborstromversorgung EA-PSB 10.000 von EA Elektro-Automatik vereint Stromversorgung und elektronische Last mit Netzurückspeisung in einem Gerät. Die bidirektionalen Stromversorgungen sind modular aufgebaut. Dadurch lassen sich die Energie- sowie die Anschaffungskosten senken. Sie ermöglichen Leistungen von 15 oder 30 kW mit flexibler Ausgangsstufe. Zu sehen sind sie in Halle 6 an Stand 111.

6

## 3W AC/DC-Wandler LD03-26BxxWG Serie Design für Smart Home und Weiße Ware



- Universelle Eingangsspannung 85-265 VAC
- Isolation für Spannungen bis 4k VAC
- Einsatztemperaturbereich -25°C bis +70°C
- Leistungsaufnahme im Leerlauf unter 0,2W
- Einsetzbar in Höhen bis 5.000 m

ERFOLGREICHE UMWELTSIMULATION

# Raue Bedingungen nachstellen

Technische Komponenten und Produkte werden in Tests extremen Umgebungseinflüssen ausgesetzt, um ihre Funktionsfähigkeit auch unter widrigen Bedingungen zu gewährleisten. Die einzelnen Einflüsse lassen sich in spezifischen Prüfaufbauten und -kammern realitätsnah und zeitgerafft simulieren. Um Fehler dabei zu vermeiden, müssen allerdings zahlreiche Randbedingungen erfüllt sein.

**TEXT:** Michael Bauroth und Matthias Spada, Akka **BILDER:** Akka; iStock, Evgenii141

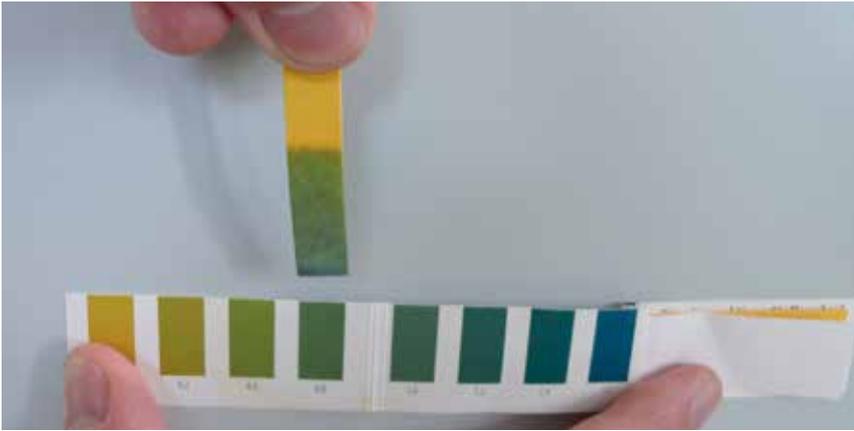


Saurer Regen, Extremtemperaturen, UV-Strahlung, Salzsprühnebel, Staub – Umwelteinflüsse haben starke Auswirkungen auf elektronische Bauteile. Um diese Auswirkungen zu untersuchen, gibt es für jedes Umweltszenario spezifische Prüfkammern. Salzsprühnebelkammern dienen für Korrosionsversuche, Klimakammern für die realitätsnahe Abbildung von klimatischen Umgebungsbedingungen, IP-Schutzartprüfkammern zur Simulation von Staub- und Wassereinflüssen und Schwingungsprüfanlagen zum Test von mechanische Belastungen. Jede Kammer hat besonderen Anforderungen zu genügen, um die entsprechenden Prüfbedingungen darzustellen. Jede Kammer hat somit ihren individuellen Anspruch an die spezifische Messtechnik.

### Fehlereinflüsse in der Klimakammer

Um die Risiken falscher Testergebnisse bei klimatischen Versuchen zu reduzieren, ist zunächst die regelmäßige Anlageüberprüfung sicherzustellen. Gerade bei der Kalibrierung ist darauf zu achten, dass diese nicht nur bei den Randpunkten des Messbereichs durchgeführt wird, sondern in gleichmäßigen Abstufungen zwischen der maximalen und der minimalen Temperatur sowie der relativen Luftfeuchte. Darüber hinaus ist eine räumliche Verteilung der Messpunkte in der Kammer empfehlenswert. Der Kostenaufwand einer Kalibrierung führt häufig dazu, dass zu wenige Messpunkte in der Kammer erfasst werden. Das birgt die Gefahr, dass eine inhomogene Temperaturverteilung im Prüfraum nicht erfasst werden kann. Zwischen den vorgesehenen Kalibrierintervallen empfiehlt sich zudem die regelmäßige Überprüfung der Anlage mit Handmessgeräten, um Feuchtigkeits- und Temperaturwerte mit jenen der Anlage vergleichen und eventuelle Abweichungen feststellen zu können.

Zur weiteren Vermeidung von Fehlern bei der Aufzeichnung der Messwerte ist es sinnvoll, ein funktionell redundantes System zu verwenden und zusätzlich zu den eingebauten



Bei Salznebeltests kommt es auch auf die passende Zusammensetzung der Sole an. Dafür muss deren pH-Wert überprüft werden.

Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren jeweils einen weiteren Sensor nachzurüsten. Da auch die Messtechnik einer Anlage einer starken Belastung ausgesetzt wird, kann es vorkommen, dass ein Sensor zwar aufzeichnet, aber zum Beispiel aufgrund eines Drifts nicht den realen Messwert erfasst. Empfehlenswert ist, bei der Neuanschaffung einer Prüfkammer den Hersteller darauf hinzuweisen, dass zwei Temperatur- beziehungsweise Feuchtigkeitssensoren in der Kammer verbaut werden. Dadurch kann das Risiko einer falschen Aufzeichnung von Messwerten deutlich minimiert werden. Diese Vorgehensweise lässt sich auf andere Prüfkammern übertragen.

### Fehlereinflüsse in der Salzsprühnebelkammer

In einer Salzsprühnebelkammer werden Werkstoffproben oder Komponenten, beispielsweise aus dem Automobilbereich, mit einer Salzlösung in einer definierten Menge besprüht. Durch das Besprühen mit der Salzsole werden die Prüflinge einer stark korrosiven Umgebung ausgesetzt, wie sie auf winterlichen Straßen oder in Küstennähe auftritt.

Bei der Simulation dieser Umweltgegebenheiten ist neben der einwandfreien Funktion der Salzsprühnebelkammer auch die Beschaffenheit der verwendeten Sole von Bedeutung. Grundsätzlich ist auf das korrekte Mischverhältnis von Natriumchlorid und VE-Wasser (vollentsalztes Wasser) zu achten. Das wird gravimetrisch durch Wiegen der verwendeten Salzmenge vor Anrühren der Sole ermittelt und durch eine Dichtemessung mittels Ärometer (Dichtespindel) an der hergestellten Sole gegengeprüft. Neben der Dichte entscheidet der pH-Wert, beeinflusst durch die Reinheit von Salz und VE-Wasser, über die Qualität der Sole.

Die Überprüfung der genannten Parameter kann manuell, mithilfe von Waage, Ärometer und pH-Indikatorpapier oder über eine Vielzahl im Handel erhältlicher elektronischer Messgeräte ermittelt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass

die verwendeten Messmittel den Genauigkeitsanforderungen der jeweiligen Normen entsprechen und dies auch regelmäßig überprüft wird. Bei der Herstellung der Sole ist darauf zu achten, dass die Sole in einem separaten Solebehälter angerührt wird, sich im Behälter keine Ablagerungen bilden und dieser vor UV-Strahlung geschützt wird, um Algenbildung vorzubeugen.

In der Salzsprühkammer selbst ist neben der Einhaltung der geforderten Temperaturen die versprühte Menge an Sole von Bedeutung. Eine erhöhte oder verminderte Sprühmenge kann das Testergebnis stark verfälschen. Alle Düsen müssen daher zur gleichen Zeit die gleiche Menge an Sole versprühen. Dies setzt voraus, dass keine Undichtigkeiten im System sowie ausreichend Druck und Sole vorhanden sind. Die reale Sprühmenge kann über Probenbleche, sogenannte Versuchsnormen, in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Außerdem empfehlen sich Ringversuche zum Abgleich von Testergebnissen mit anderen Prüflaboren.

### Erfolgsfaktoren für erfolgreiche Tests

Der Prüfaufbau und die Prüflinge selbst haben bei der Versuchsdurchführung einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf das Testergebnis. Insbesondere bei Umwelttests mit Temperaturüberlagerung darf nicht davon ausgegangen werden, dass die Temperatur in der Kammer automatisch der Prüflingstemperatur entspricht. Elektrisch angesteuerte Prüflinge weisen in der Regel eine gewisse Eigenwärme auf, die wiederum Einfluss auf die Umgebungstemperatur in der Kammer hat. Bei diesen Prüflingen ist ein erhöhter Zeitaufwand bis zur vollständigen Durchkonditionierung einzukalkulieren. Gleiches gilt für Prüflinge mit hoher Masse oder unterschiedlicher Materialzusammensetzung. Bei sehr hoher Bauteilmasse werden Tieftemperaturen häufig nur sehr langsam erreicht. In diesem Fall muss der Prüfling vor der eigentlichen Prüfung länger durchkonditioniert werden. Die vollständige Tempe-

rierung hängt stark von der Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Materialien ab. Werden Prüfgerüste verwendet, müssen diese in der Konditionierungszeit ebenfalls mitberücksichtigt werden.

Für eine optimale Temperatur-, Feuchte-, oder Soleverteilung sollten Prüflinge möglichst mittig im Prüfraum platziert werden. Um den Test so naturgetreu wie möglich durchzuführen, ist die Positionierung der Komponenten in Einbaulage

empfehlenswert, da sich hierdurch Kondenswasserablagerungen wie im realen Einsatz verhalten.

Ganz unabhängig von Komponente und zu testendem Umwelteinfluss: Weiß der Tester um die Risiken falscher Prüfergebnisse, dann steigt die Chance beträchtlich, das Produkt einem möglichst realistischen Testszenario in der Kammer unterziehen zu können und damit entscheidend zur Robustheit der Komponente beizutragen. □

**NOW!**

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

PCB-POOL<sup>®</sup>

mit > 40.000 Kunden Europas größter Prototypenhersteller

Altium\*



\* unterstützte Dateiformate

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

PCB-POOL<sup>®</sup> ist eine eingetragene Marke der

30 Jahre **Beta**  
LAYOUT



INTERVIEW MIT STEFANIE KÖLBL, TQ-SYSTEMS, ZUM BAUTEILEMANGEL

## „Bei Engpässen hilft eine Niederlassung in Asien“

Seit drei Jahren steigen bei passiven Bauelementen die Lieferzeit dramatisch an. Das hat für viele Elektronikhersteller schwerwiegende Konsequenzen. Wie sich die Situation auf einen Embedded-Hersteller auswirkt und welche Maßnahmen bei ihrer Bewältigung helfen, erklärt Stefanie Kölbl, Leiterin des Obsoleszenzmanagements bei TQ-Systems und Vorstand der Component Obsolescence Group (COG).

INTERVIEW: Florian Streifinger, E&E BILD: TQ-Systems

**E&E: Seit einiger Zeit herrscht eine Knappheit an bestimmten Bauteilen, wie manchen Widerständen. Wie beeinflusst Sie das als Embedded-Board-Hersteller?**

Stefanie Kölbl: Natürlich registrieren wir das und haben damit auch etwas zu kämpfen. In einigen Fällen haben uns zum Beispiel Lieferanten Lieferzeiten von drei Jahren angeboten. Wirkliche Katastrophen sind bisher aber ausgeblieben. Wir hatten also keine Produktionsstillstände. Dabei hilft uns, dass wir in China gut aufgestellt sind. Durch unsere dortige Niederlassung haben wir Zugriff auf den asiatischen Markt. Außerdem haben wir intern einige Mechanismen eingeführt, als wir die Knappheit bemerkten.

**Welche Mechanismen sind das?**

Wir legen großen Wert auf eine Multihersteller-Strategie. Gerade bei passiven Komponenten achten wir bereits bei der Artikelanlage darauf, dass wir die Modelle von mehreren Herstellern freigeben. Wird ein Bauteil knapp, können wir auf eine Alternative wechseln. Bisher haben wir dadurch immer eine Ausweichmöglichkeit gefunden, die am Markt noch sehr gut verfügbar war.

**Bei welchen Bauteilen bemerken Sie die Allokation besonders?**

Bei den Passiven sind eigentlich fast alle Arten von Bauteilen betroffen. Das ist nicht auf eine bestimmte Kategorie begrenzt. Die Entwicklung hat alle erfasst: von 0815-Widerständen, über Kondensatoren bis hin zu speziellen, hochpreisigen Komponenten. Teilweise haben sich die Lieferzeiten um bis zu 500 Prozent erhöht. Nur bei ganz wenigen Bauteilen sind sie konstant geblieben.

**Sie haben vorhin von Lieferzeiten von drei Jahren gesprochen. Um welche Bauteile handelt es sich dabei?**

Dabei ging es um MLCC-Kondensatoren. Dort ist die Situation besonders extrem. Solche Lieferzeiten können wir unseren EMS-Kunden natürlich nicht anbieten.

**Für viele Marktbeobachter gab es ab 2016 erste Anzeichen für eine Verschärfung der Liefersituation. Ab wann hat sich diese für Sie abgezeichnet?**

Ende 2015, Anfang 2016 sind die ersten Lieferzeiten sprunghaft nach oben gegangen. In diesem Zeitraum hat es auch begonnen, dass einige Bestellungen nicht mehr fristgerecht angekommen sind. Das waren für uns die ersten Warnzeichen.

„Durch eine Multihersteller-Strategie kann bei Knappheit einfach auf eine Alternative gewechselt werden.“

*Stefanie Kölbl, TQ-Systems*

#### **Welche Maßnahmen haben Sie daraufhin ergriffen?**

Falls sich die Lieferzeiten stark nach hinten verschieben, dann greifen wir gerne auf unsere Kollegen in China zurück. Der asiatische ist der weltweit dominierende Markt. Deshalb ist es dort teilweise einfacher, an die Komponenten zu kommen als in Europa. Wenn wir in Europa ein Lieferproblem haben, hilft uns deshalb oft unsere chinesische Niederlassung aus.

#### **Wieso kommen Sie dort leichter an bestimmte Bauteile?**

Die dortigen Hersteller konzentrieren sich sehr stark auf den asiatischen Markt. Das ist auch verständlich. Nur ungefähr zehn Prozent der weltweit hergestellten Halbleiter landen in Europa. Und da ist Automotive mit eingerechnet. Das ist ein sehr kleiner Anteil. Circa 75 Prozent bleiben im asiatischen Markt. Deshalb schauen die Hersteller, dass sie diesen Markt als erstes abdecken. Dort agieren ihre wichtigen Kunden und sie vertreiben die großen Mengen.

#### **Um angespannte Liefersituationen zu vermeiden, benötigt ein Unternehmen also nur eine asiatische Niederlassung?**

\*lacht\* Das ist etwas zu einfach gedacht. Es ist ein Hilfsmittel. Der asiatische Markt ist nicht ganz einfach. Man muss dort besonders darauf achten, zuverlässige Lieferanten zu haben. Auch gefälschte Produkte sind dort ein großes Problem. Mit der nötigen Erfahrung lässt sich aber ein guter Benefit aus einer dortigen Niederlassung generieren.

#### **Gefälschte Produkte sind durch die Verknappung nicht nur ein Problem in Asien, sondern auch immer stärker in Europa. Bemerken Sie das ebenfalls?**

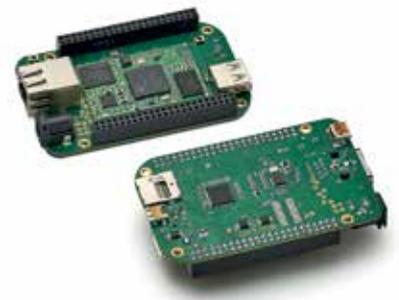
Das kann ich für uns nicht bestätigen. Vielleicht liegt das aber daran, dass wir generell versuchen, Notzukaufe über Broker zu vermeiden. Solche führen wir nur durch, wenn der Kunde darauf besteht. In solchen Fällen ziehen wir auch immer ein Testhaus mit hinzu oder nehmen selbst Prüfungen an den Komponenten vor. Dafür haben wir inzwischen eine sehr gute Ausstattung, unter anderem Röntgengeräte. Damit können wir feststellen, ob etwa die Bond-Drähte falsch gesetzt sind oder komplett fehlen. Diesen Prüfprozess durchlaufen alle Bauteile, die wir von Brokern erhalten.

Die Basis für  
Ihr Endprodukt



#### PLATTFORM-LÖSUNG

Mit Ihrer individuell angepassten Elektroniklösung schnell und kostengünstig zur Serienreife



Sprechen Sie uns an!  
Wir setzen Ihre Idee um.

„Die Verwendung von Komponenten für den Konsumbereich verschärft die Abkündigungsproblematik zusätzlich. Entwickler müssen Bauteile zukünftig wesentlich bewusster auswählen.“

*Stefanie Kölbl, TQ-Systems*

**Kommt es aufgrund der Lieferengpässe auch bei Ihnen zu Verzögerungen in der Auslieferung?**

Bei unseren Eigenprodukten hatten wir bisher keine Probleme. Da sind wir gut durchgekommen. Bei einigen Kunden, die ganz spezifische Bauteile einsetzen und nur eine Single-Solve-Strategie verfolgen, hat sich manchmal die Auslieferung um ein paar Wochen verzögert. Das war aber auch schon der schlimmste Fall.

**Wie ist die Reaktion auf Kundenseite in einem solchen Fall? Lässt sich diesen vermitteln, dass es beispielsweise nur aufgrund eines Widerstands zu einer Verzögerung kommt?**

Zum Glück ist das Bewusstsein für die Situation bei unseren Kunden inzwischen schon sehr ausgeprägt. Es betrifft schließlich nicht nur TQ, sondern die gesamte Branche. Auch der Einkauf von OEMs weiß mittlerweile, dass es zu Verzögerungen kommen kann. Die Kunden kennen die Lage und haben deshalb auch Verständnis dafür.

**Viele Distributoren raten ihren Kunden, statt der knappen Bauteile, solche von anderen Herstellern zu verwenden. Ist das so einfach möglich?**

Das ist der optimale Ansatz. Genau diesen verfolgen wir bei TQ mit unserer Multihersteller-Strategie. Dafür müssen aber bereits in der Entwicklung die Komponenten von mehreren Herstellern in das Design aufgenommen und auch entsprechend zugelassen und qualifiziert werden. In diesem Fall ist ein Wechsel zwischen den verschiedenen Bauteilen unproblematisch. Ganz anders sieht es aus, wenn dieser erst im Nachhinein erfolgen soll. Dafür ist teilweise ein Redesign nötig. In der Medizintechnik oder der Luftfahrt ist das komplett uninteressant. Dort müsste für jede neue Komponente erneut das Zulassungsverfahren durchlaufen werden. Das kann bis zu zwei Jahre dauern. Der Rat der Distributoren ist an sich gut. Er funktioniert aber nur mit der entsprechenden Vorarbeit.

**Haben Sie ebenfalls Komponenten von zusätzlichen Herstellern in Ihr Repertoire aufgenommen?**

Das haben wir gemacht. Wie sich die Situationen weiterhin entwickelt und ob es mittelfristig wieder zu einer Entspannung kommt, ist schwer vorherzusehen. Deshalb sorgen wir für zusätzliche Ausweichmöglichkeiten bei kritischen Komponenten. Dadurch erhöht sich unsere Liefersicherheit.

**Hilft ein gutes Obsoleszenzmanagement bei der Bewältigung der aktuellen Situation?**

Auf jeden Fall. Wir sehen die Vorteile eines umfangreichen Obsoleszenzmanagements gerade bei unseren eigenen Produkten. Bei diesen legen wir die Bauteile genau passend aus. Nicht nur bezogen auf die technischen Spezifikationen, sondern auch auf die Lebenszeit. Und wir planen bereits bei der Entwicklung Alternativen ein. Deshalb müssen wir oft keinen reaktiven Ansatz nutzen, der meistens nur Notfallplan und deshalb auch sehr kostenintensiv ist. Durch diesen präventiven Ansatz lässt sich viel Geld sparen, der Aufwand ist >

- > viel geringer und die Versorgungssicherheit und Lieferfähigkeit können einfacher aufrechterhalten werden. Beim Obsoleszenzmanagement sind wir bei TQ wirklich sehr gut aufgestellt. Wir haben dafür einen eigenen Bereich geschaffen. Dieser ist nicht nur ein Teil des Einkaufs oder der Entwicklung, sondern eigenständig. Das war unserer Geschäftsleitung sehr wichtig.

**Wie lange wird die Verknappung Ihrer Ansicht nach noch anhalten?**

Das ist schwer abzusehen und eher ein Blick in die berühmte Glaskugel. Aktuell bemerken wir keine Entlastung. Wir erwarten auch definitiv keine in diesem Jahr. Die Situation verschärft sich zusätzlich durch die immer schnelleren Abkündigungen von Bauteilen. Weil diese dadurch kürzer verfügbar sind.

**Woran liegt das?**

Das hängt mit der starken Dominanz des Konsummarkts zusammen. Der reine Industriebereich macht um die 6,5 Prozent des weltweiten Markts aus. Er ist deshalb natürlich weniger interessant für die Hersteller als der Konsumbereich. Dieser benötigt keine so lange Verfügbarkeit der Komponenten. Im Industriebereich geht es bei zehn Jahren erst los.

**Werden Bauteile aus dem Industriebereich abgekündigt, weil sie sich im Vergleich mit solchen aus dem Konsumbereich nicht mehr rentieren?**

Natürlich. Die Hersteller müssen ihre Kapazitäten entsprechend verteilen. 2017 haben zum Beispiel Samsung und Apple gemeinsam alleine 20 Prozent der weltweiten Halbleiter bezogen. Die Top Ten lagen bei 40 Prozent. Da geht es um Stückzahlen von mehreren Millionen oder Milliarden. Das sind natürlich vollkommen andere Mengen als im Industriebereich. Natürlich konzentrieren sich die Hersteller stärker auf diese Kunden.

**Sollten Entwickler deshalb stärker Komponenten für den Konsumbereich auch in der Industrie einsetzen?**

Das geschieht bereits, verschärft die Abkündigungsproblematik allerdings noch zusätzlich. Die Komponenten sind zwar besser verfügbar, aber auch nach kurzer Zeit wieder abgekündigt. Entwicklungsingenieure müssen sich dieser Problematik gewahr sein. Sie sollten sich stärker in Richtung von Komponentenherstellern orientieren, die Long-Life-Programme anbieten, also Komponenten für zehn Jahre oder länger im Programm haben. Entwickler müssen Bauteile wesentlich bewusster auswählen als bisher. □

The bottom section of the page features a blue background with a circuit board image. On the left, a circular diagram illustrates the product lifecycle with three main stages: **AFTERSALES**, **PRODUKTENTSTEHUNG**, and **SERIENPRODUKTION**. The center of the circle contains the text: **Wir schaffen Mehr-Wert – durch kundenorientierte Mehr-Leistungen.** The outer ring of the circle lists various processes: **PRODUKT-REDESIGN**, **ENTWICKLUNG DESIGN**, **DFC**, **BOM-LEBENSZYKLUS-ANALYSE**, **DFM-DT**, **PROTOTYPEN-PROZESS**, **ERSTREIMUNG**, **LOGISTIK-KONZEPTE**, **OBsoleszenz-MANAGEMENT**, and **KÄNDERUNGS-MANAGEMENT**. On the right, the **productware** logo is displayed with the tagline "production of electronic equipment". Below the logo, a text box states: **Seit über 30 Jahren der EMS-Partner für komplexe Baugruppen und Systeme im Bereich High Mix / Low-Middle Volume.** At the bottom right, the website **www.productware.de** is listed.



STECKVERBINDER UND LEITERPLATTENKLEMMEN

## Schnell zum Produktmuster

Für ein grundlegendes Gerätedesign reichen simulierte Komponenten aus. An einem bestimmten Punkt in der Entwicklung muss aber ein reales Muster einbezogen werden. Gut, wenn dieses nicht lange auf sich warten lässt, sondern umgehend geliefert wird: am besten innerhalb von 24 Stunden. Einen solchen Musterservice bietet nun der Verbindungstechnikhersteller Phoenix Contact an.

TEXT: Berni Lörwald, Phoenix Contact BILDER: Phoenix Contact; iStock, Thomas Vogel



Zu den mehr als 3.000 bestellbaren Komponenten gehören auch Leiterplattenklemmen im Twin-Design mit Schraub- oder Push-in-Federanschluss.

Durch die digitale Transformation, die sich mit Industrie 4.0 und dem IoT vollzieht, spielt auch die schnellere Verfügbarkeit möglichst vieler Komponenten und Daten eine wichtige Rolle. Bevor ein benötigtes Produkt, etwa ein Steckverbinder, beim Geräteentwickler real vorhanden ist, liegt es bereits in virtueller Form in unterschiedlichen Repräsentationen vor: als Datenmodell, als CAD-Modell mit technischen Daten und Produkt-Dokumentation und als Animation aus unterschiedlichen Perspektiven. Soll ein Steckverbinder in ein Elektronikgehäuse eidesignt werden, kommt man mit diesem digitalen Zwilling schon recht weit. Irgendwann ist allerdings der Punkt erreicht, an dem der virtuelle Steckverbinder nicht mehr ausreicht. Dann wird ein Produktmuster des realen Steckverbinders benötigt.

Vor diesem Hintergrund hat Phoenix Contact einen Musterservice gestartet. Aus den Produktlisten können Entwickler das passende Modell schnell anhand der technischen Eigenschaften auswählen. Kennen sie bereits die Artikelnummer des gewünschten Produkts, können sie dessen Detailseite auch direkt über

das Suchfenster aufrufen. Ist der Artikel als Muster für den Direktversand verfügbar, findet der Interessent auf der Artikel-Detailseite stets an der gleichen Position das Bestellformular.

Produktlisten gibt es für folgende Produkt-Kategorien:

- Leiterplattenklemmen ermöglichen die einfache und sichere Übertragung von Signalen, Daten und Leistung direkt auf die Leiterplatte. Ob für Prozessinterfaces, Automatisierungskomponenten oder Frequenzumrichter. Das Programm an Leiterplattenklemmen umfasst metrische und zöllige Raster, von Miniatur-Leiterplattenklemmen im Raster 2,5 mm bis hin zu Leistungsklemmen im Raster 20 mm.
- Leiterplattensteckverbinder bieten einen universellen und wartungsfreundlichen Leiteranschluss für nahezu alle Geräte-Designs. Die Komponenten sorgen für eine schnelle Verbindung und freie Wahl der Anschlussart. Die Leiterplattensteckverbinder von Phoenix Contact gibt es für Stromstärken bis 125 A und Rastermaße von 2,5 bis 15 mm.



Markus Leder

**Wir verbinden,  
was zusammen gehört.**

**Und das seit 1969.**

## WAS UNS AUSZEICHNET:

- hohe Verfügbarkeiten
- kurze Lieferzeiten
- hohe Liefertreue
- große Fachkompetenz
- persönliche Beratung
- Partner der Premium-Hersteller



Börsig ist autorisierter Distributor von PHOENIX CONTACT, dem Hersteller von Produkten, Systemen und Lösungen rund um die Elektrotechnik und Automation.

**Börsig GmbH** T +49 7132 9393-0  
**Electronic-Distributor** E info@boersig.com  
 Siegmund-Loewe-Str. 5  
 74172 Neckarsulm [www.boersig.com](http://www.boersig.com)





Die Muster werden bereits 24 Stunden nach Bestelleingang geliefert. Entwickler verlieren dadurch keine Zeit und können direkt mit den realen Produkten arbeiten.

- Rundsteckverbinder für die industrielle Automatisierung stehen in zahlreichen Baugrößen zur Verfügung: von 5 bis 67 mm, gerade oder gewinkelt, umspritzt oder vor Ort konfektionierbar.
- Photovoltaiksteckverbinder decken ein breites Spektrum ab: AC oder DC, rund oder eckig. Damit werden PV-Module und Wechselrichter schnell und einfach vor Ort ohne Werkzeug verdrahtet. Auch Gerätesteckverbinder und Leiterplattenanschlussstechnik sowie Zubehör sind über den Musterservice erhältlich.
- Datensteckverbinder sorgen dank ihrer vielfältigen Bauformen, Kodierungen und Steckgesichter für eine durchgängige und gleichzeitig flexible Datenübertragung. Die individuell konfektionierbaren Steckverbinder und Leitungen gibt es für Datenraten bis 40 GBit/s. Es existieren kupfer- und LWL-basierte sowie vorkonfektioniert und vor Ort konfektionierbare Modelle.

Haben sich Entwickler für ein Modell entschieden, können sie online mit wenigen Eingaben ein Muster der realen Komponente anfordern. Der Bestell-

prozess ist komfortabel, weil die Anforderung auch ohne Zugangs- oder Kundendaten möglich ist. Das gewünschte Produkt wird kostenfrei zugestellt – per Direktversand und ohne Gebühren.

### In fünf Schritten zum Muster

In fünf Schritten gelangt der Interessent zum Produktmuster:

- Detailseite des Produkts aufrufen: Über die allgemeine Suche, über Produktlisten oder über die Artikelnummer wird zunächst die Produktdetailseite des gewünschten Artikels aufgerufen. Ist dieser Artikel als Muster per Direktversand verfügbar, findet sich oben rechts ein Hinweis auf den Bestellservice. Findet sich kein Musterhinweis auf einer Artikeldetailseite, kann der zuständige lokale Vertriebsmitarbeiter angesprochen werden.
- Bestellformular ausfüllen: Das Bestellformular enthält Felder für wenige Angaben, die für den automatischen Versand benötigt werden.
- Bestellung abschicken: Sind alle erforderlichen Daten in den Formularfeldern eingegeben, wird die Bestellung per Klick abgesendet.

- Bestätigung empfangen: Sobald die Bestellung eingegangen ist, erhält der Auftraggeber eine Bestellbestätigung per E-Mail.
- Muster versenden: Geht die Bestellung an einem Werktag vor 14 Uhr bei Phoenix Contact ein, wird der Artikel noch am gleichen Tag verschickt. In der Regel sind die bestellten Muster dann innerhalb von 24 Stunden nach Bestelleingang beim Auftraggeber.

### Digitalisierung unterstützen

Um die Digitalisierung in den Industrien besser unterstützen zu können, hat Phoenix Contact eine darauf ausgerichtete Strategie entwickelt. Dazu gehören eine international abgeglichene und auf die regionalen Märkte ausgerichtete Vermarktung, effiziente Datenpflege- und Konfigurationsprozesse, teilautomatisiert generierte Datenblätter und eine verbesserte Nutzerführung auf Web-Portalen. Dadurch sollen Kunden weltweit noch schneller und effizienter mit Daten und Produkten beliefert werden. Der web-basierte Musterservice für Gerätehersteller ist ein weiterer wichtiger Schritt auf diesem Weg. □



## ETHERNET-DATENLEITUNG

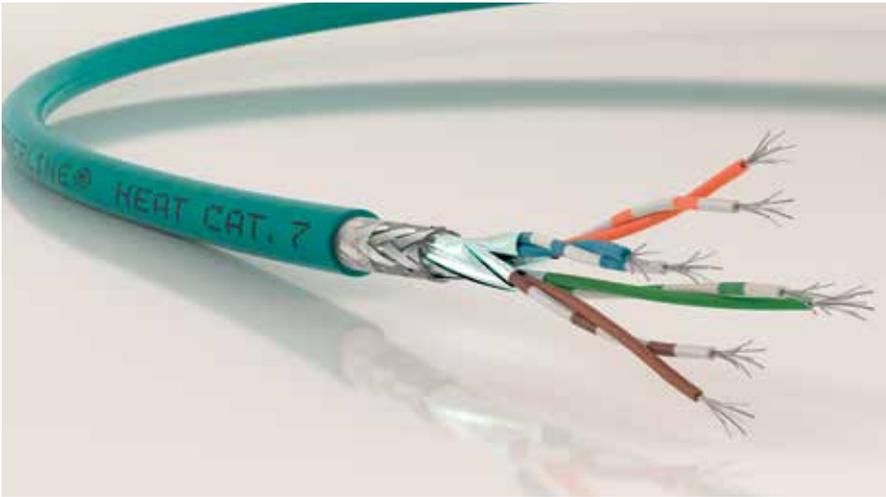
# Feuerfest und schnell

Flammwidrige Ethernet-Leitungen verringern die Brandgefahr in Fahrzeugen und Gebäuden. Außerdem gewährleisten sie selbst im Brandfall eine zuverlässige Datenübertragung. Der Verbindungstechnikhersteller Lapp hat nun Ethernet-Leitungen vorgestellt, die nicht nur einen hohen Datendurchsatz erlauben, sondern auch bis zu zwei Stunden einem Feuer widerstehen können.

TEXT: Bernd Müller für Lapp **BILDER:** Lapp; iStock, Roman Okopny

Schnelligkeit ist gerade im Brandfall entscheidend. Steht eine Maschine in Flammen, sind alle Beteiligten ganz besonders auf reibungslos funktionierende Datenleitungen angewiesen. Schließlich sollen gerade in dieser Situation Brandmelder, Überwachungskameras und Lüftungsanlagen weiter funktionieren und die Signale dort ankommen, wo sie benötigt wer-

den. Für genau solche Anwendungen hat der Verbindungstechnikhersteller Lapp feuergeschützte Datenleitungen wie die Etherline Heat 6722 entwickelt. Die Verbindungslösung eignet sich insbesondere für die Verkabelung in Bussen. Denn dort halten sich viele Fahrgäste auf engem Raum auf und ein Brand kann schnell verheerende Wirkung entfalten.



Die Etherline Heat 6722 ist halogenfrei und brandhemmend und wurde speziell für den Einsatz in Bussen entwickelt.

Widerstandsfähig gegenüber Feuer ist auch die Etherline-Fire-Produktreihe von Lapp. Deren Isolation hält nach Angaben des Herstellers einer Brandeinwirkung von mindestens 120 min stand – entsprechend der Norm EN50200. Die eigentliche Funktion einer Ethernet-Leitung, die schnelle Datenübertragung, ist ebenfalls gewährleistet. Die flexible industrietaugliche Hochgeschwindigkeits-Datenleitung gab es bisher als Cat.5-Version, also für Übertragungsraten bis 1 Gbit/s. Die neue Generation verzehnfacht diesen Wert: Etherline Fire Cat.6 erreicht Übertragungsraten bis 10 Gbit/s. Damit übermittelt die Leitung große Datenmengen etwa von mehreren Überwachungskameras auch dann noch, wenn sie zwei Stunden lang einem Feuer ausgesetzt ist.

### Bis zu zwei Stunden im Feuer

Dafür hat Lapp die Etherline Fire Cat.6 mit mehreren hoch effektiven Flammbarrieren ausgestattet, die sowohl den gesamten Verseilverband als auch die einzelnen Adern und Paare umgeben. So ist jeder einzelne Leiter jeweils mit einem für die Datenübertragung notwendigen Polyolefin ummantelt. Als erste Flammbarriere liegt darüber ein hochflamwidriges Band aus mineralisiertem Glasgarn. Je zwei Adern sind als Aderpaar verdreht und zusätzlich von Mineralglasgarn umwickelt. Ein Trennkreuz aus halogenfreiem Material trennt die Aderpaare voneinander. Der Verseil Aufbau ist mit einem Schirmgeflecht aus verzinnenden Kupferdrähten ummantelt – das fungiert nicht nur als Schutz vor elektromagnetischen Störungen, sondern dient auch als Hitzebarriere.

Hinzu kommt der passend zum Einsatzzweck feuerrote Außenmantel. Er besteht aus hochflamwidrigem Kunststoff, der bei einem Brand sehr wenig Rauchgase erzeugt. Auch der Mantel ist völlig frei von Halogenen. Das ist keineswegs in al-

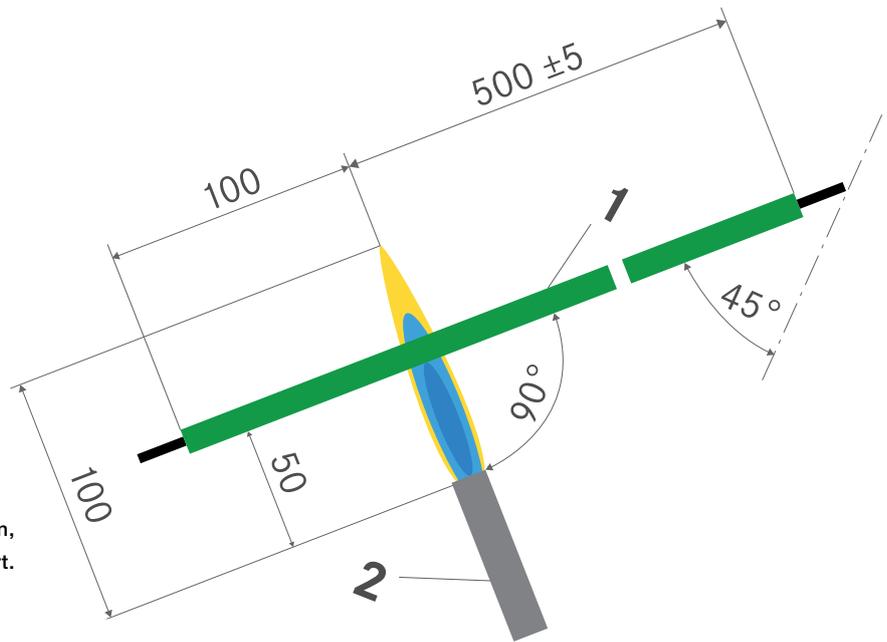
len Anwendungs-Szenarien üblich: Oft bestehen Leitungen, die besondere Brandschutzanforderungen erfüllen müssen, aus Polyvinylchlorid (PVC). Sie enthalten neben Chlor weitere Halogene als Brandhemmer. PVC-Kabel sind allerdings überall dort nicht zulässig, wo sich Menschen aufhalten. Denn werden halogenhaltige Stoffe mit Wasser gelöscht, können sich Säuren verbinden, die die Atemwege verätzen. Deshalb ist auch die Ummantelung der Etherline Heat 6722 halogenfrei und dennoch brandhemmend. Hier kommt stattdessen Polyurethan (PUR) zum Einsatz. Die Leitung erfüllt die ECE-R 118.01, eine Norm zur Verkabelung von Omnibussen, die seit 1.1.2016 in der EU gilt. Mit ihr wurde der Brandschutz in Bussen erheblich verschärft – insbesondere für Leitungen, die im Fahrgastraum verlegt sind. Für Kabel im Motorraum gibt es bereits eigene, ebenfalls strenge Standards.

### Strenger Flammtest für die ECE-R 118.01

Zu den Anforderungen der ECE-R 118.01 zählt ein strenger Flammtest: Im Prüflabor wird eine Flamme an ein 50 cm langes Kabelstück gehalten und nach 15 bis 30 s wieder entfernt. Der Brand am Kabelmantel muss innerhalb von 70 s von selbst verlöschen, und die Flamme darf sich maximal bis auf fünf Zentimeter an die beiden Enden des Kabelstücks ausbreiten. Damit soll gesichert sein, dass sich ein Mantelbrand nicht wie an einer Zündschnur verbreitet und weitere Kabel oder die Inneneinrichtung des Busses in Brand steckt.

Diese gesetzlich vorgeschriebenen Tests sagen allerdings wenig darüber aus, wie gut die eigentliche Funktion einer Leitung im Falle eines Brands tatsächlich erhalten bleibt. Denn geprüft wird lediglich, ob die Leitung überhaupt noch elektrischen Durchgang hat. Das hat früher ausgereicht, als überwiegend niederfrequente Datenleitungen eingesetzt wurden. Heu-

Um die Norm ECE-R 118.01 zu erfüllen, wird ein strenger Flammtest gefordert.



te jedoch kommen wegen der stark wachsenden Datenmengen immer häufiger Ethernet-Leitungen zum Einsatz. Ob eine solche Leitung allerdings noch in der Lage ist, im Brandfall Daten mit Bandbreiten von 10 Gbit/s oder mehr zu übermitteln, prüft der Testaufbau nicht. Ohne einen solchen Datendurchsatz jedoch kommen etwa die Aufnahmen von Überwachungskameras nicht mehr durch.

Die Entwickler von Lapp gehen deshalb in ihrem Testzentrum deutlich weiter als die Norm verlangt. Bei ihren Brandtests messen sie zusätzliche Parameter wie Dämpfung und Signalverzögerung. Denn nur so lässt sich beurteilen, ob eine Datenleitung im Brandfall noch Daten in der gewünschten Bandbreite übertragen kann. Ähnliche Tests gibt es für Glasfaserleitungen von Lapp wie die Hitronic Fire. Sie ist die pas-

sende Alternative, wenn große Distanzen, etwa in Tunneln, zu überbrücken sind. Die Hitronic Fire garantiert sogar einen Isolationserhalt von 180 min.

### Für Krankenhäuser und Busse

Die Etherline Fire Cat.5e PH120 ist unter anderem in einem Krankenhaus in Österreich im Einsatz. Dort verbindet sie über zwei Kilometer Entfernung die Brandmeldeanlagen mit der Leitzentrale. Und ein deutscher Bus-Hersteller verwendet in seinen neuen Modellen die Etherline Heat 6722. Mit der neuen Etherline Fire Cat.6 ermöglicht Lapp darüber hinaus jetzt auch Brandschutz für High-end-Anwendungen, bei denen sowohl die Übertragungsgeschwindigkeit als auch der Brandschutz von wesentlicher Bedeutung sind. □



WWW.MES-ELECTRONIC.DE

## Verbindungen, die unter die Haut gehen.

Weil Steckverbindungen von MES nicht nur in Tätowiergeräten gebraucht werden, sondern an ganz vielen Stellen, wo Emotionen im Spiel sind.

Verlässliche Push-Pull-Verriegelung von ODU.





TIPPS UND TRICKS FÜR KABEL UND STECKVERBINDER

## DIE RICHTIGE WAHL TREFFEN

Durch die Integration von intelligenten Sensoren und komplexen Steuergeräten werden die Anforderungen für Steckverbinder und Kabel in Automatisierungssystemen immer höher. Jedes Verbindungssystem hat seine eigene spezifische Arbeitsumgebung. Aber wie wählt man die richtigen Komponenten aus? Unser Überblick gibt Aufschluss über einige zentrale Faktoren.

**TEXT:** Michal Jakal, Distrelec **BILD:** iStock, Eoneren

Laut einem kürzlich veröffentlichten Bericht über den weltweiten Markt für Kabel und Steckverbinder steigt mit der zunehmenden Verbreitung von Cloud- und IoT-Technologien die Bedeutung von zuverlässiger Konnektivität, hoher Leistung und Effizienz. Schäden an Steckverbindern oder Kabeln können schnell intermittierende Fehler verursachen, wie zum Beispiel Ausfälle der Steuerung oder der Stromversorgung, und letztendlich zu einem Komplettausfall und einer vollständigen Systemabschaltung führen. Um die damit verbundenen Kosten für ungeplante Wartung und Produktionsausfall zu vermeiden,

sollten Konstrukteure bei der Spezifikation von Steckverbindern und Kabeln sehr umsichtig vorgehen.

Durch die Berücksichtigung der Anwendung und der Umgebung, in der die Maschine betrieben wird, kann der Konstrukteur alle relevanten Spezifikationen erfassen, um den am besten geeigneten Steckverbinder und das passende Kabel auszuwählen. Bei der Spezifikation eines Steckverbinders geht es zwar nicht nur darum, die richtige Spannungs- und Stromfestigkeit auszuwählen. Diese Parameter sind jedoch ein wichti-



ger erster Schritt. Spannung, Strom und Widerstand sind die drei zu berücksichtigenden Eigenschaften.

Ist ein Steckverbinder beispielsweise für 100 A ausgelegt, arbeitet er bei diesem Wert zuverlässig und kontinuierlich ohne sich aufzuheizen. Über kurze Zeiträume kann er auch höhere Ströme bewältigen, dabei wird allerdings Wärme erzeugt. Wird der Steckverbinder über einen längeren Zeitraum mit einem höheren als dem spezifizierten Strom betrieben, schmelzen die Kontakte und die Lötverbindungen lösen sich. Steckverbinder mit hohem Kontaktwiderstand verlieren bei Betrieb mit Überstrom mehr Leistung in Form von Wärme als Steckverbinder mit niedrigem Kontaktwiderstand.

Es ist außerdem sinnvoll, bei der Montage darauf zu achten, dass die stromliefernde Seite als Buchse ausgeführt ist, damit sie nicht berührt werden kann. Dadurch wird das Risiko eines Stromschlags oder eines Kurzschlusses vermieden. Stifte sollten lieber an der Seite vorliegen, die keinen Strom führt, etwa an der Motorseite.

Schwingungsstöße und mechanische Stöße sind bei der Wahl von Steckverbindern und Kabeln ebenfalls zu berücksichtigen. Wenn Anschlüsse sich lösen, kann das zu Verbindungsfehlern, falschen Daten, falscher Sequenzierung und ungeplanten Stillstandzeiten an der Fertigungslinie führen. Ist der Stecker an einem beweglichen Kabel befestigt, beispielsweise an einer Pick-and-Place-Maschine, muss eine ausreichende Zugentlastung gewährleistet sein. Das bewegliche Kabel darf keinen Zug auf den Stecker ausüben.

## Vibrationen und mechanische Stöße

Außerdem sollte man die Funktionalität des Steckverbinders bestimmen. Der Einsatz von Rundsteckverbindern ist in der industriellen Automatisierung weit verbreitet. Sie sind in verschiedenen Gehäusegrößen erhältlich, die jeweils unterschiedliche Codierungen und Konfigurationen aufweisen, um den wachsenden Anforderungen an Signal-, Strom- und Datenverbindungen gerecht zu werden. Je nach Anwendung sind sie als gerade oder rechtwinklige Steckverbinder erhältlich.

Unter idealen Bedingungen sind umspritzte Anschlussleitungen eine gute Option, wenn Steckverbinder und Kabel Feuchtigkeit, Staub, Öl, Lösungsmitteln und anderen chemischen Verunreinigungen ausgesetzt sind. Diese sind jedoch nur in bestimmten Längen und Konfigurationen erhältlich. Wenn die genaue Länge des Kabels nicht bekannt ist, bieten feldkonfektionierbare Rundsteckverbinder, die am Kabelende montiert werden, mehr Flexibilität. Sie können aufgeschraubt oder gelötet werden, wobei Letzteres eine dauerhaftere Lösung darstellt.

## Wahl der richtigen Codierung

Sobald die Anforderungen für die Signal-, Strom- und Datenverbindungen definiert sind, wird die richtige Codierung ausgewählt. Der M12-Steckverbinder von Metz Connect ist beispielsweise in einer Vielzahl von Kodierungsoptionen erhältlich, die helfen, Verbindungsfehler zu minimieren. Viele Hersteller verwenden eine Farbcodierung am inneren Kontakt des Steckverbinders, um zwischen den verschiedenen verfügbaren Typen zu unterscheiden. A-, B- und D-kodierte Steckverbinder gehören zu den ursprünglichen M12-Steckverbinderarten, während die X-kodierten Steckverbinder aufgrund des Bedarfs an Highspeed-Industrial-Ethernet immer beliebter werden.

8-polige, X-codierte M12-Feldmontagestecker und -buchsen bieten beispielsweise 4-paarige Twisted-Pair-Anschlüsse und erfordern daher ein CAT6A-Kabel. Sie eignen sich für 10-Gbit-Ethernet (IEEE 802.3an), Remote Powering (PoE, PoE Plus und UPoE) und HDBaseT. Die robusten Steckverbinder haben ein Gehäuse aus Zinkdruckguss und sind, wenn sie angeschlossen sind, gegen eindringenden Schmutz und Wasser gemäß IP67 abgedichtet.

Wenn höhere IP-Nennwerte bis zu IP68/69K erforderlich sind, sind die wasserdichten Rundsteckverbinder Ecomate Aquarius von Amphenol eine Option. Dieses Anschlusssystem

für Strom und Mischsignale ist in Gehäusegrößen von M10 bis M14 erhältlich und bietet ein Bajonettsteckkopplungssystem, das die Installationszeit verkürzt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Gewindesteckern, bei denen die ordnungsgemäße Montage durch den Installateur für die Dichtigkeit entscheidend ist, können diese Bajonettsteckverbinder nicht zu fest oder zu locker montiert werden. Installation und Deinstallation erfordern keine Drehbewegungen der Hand und reduzieren damit das Risiko von Verletzungen durch wiederholte Beanspruchung. Typische Anwendungen sind Abfüllanlagen oder Anwendungen, bei denen die Anschlusssysteme Plug-and-Play-Geräte unterstützen müssen.

## Modulare Steckverbinder bei Platzknappheit

Wenn innerhalb eines Kabelmanagementsystems eine Kombination aus Strom-, Signal- und Datenkabeln vorliegt, etwa bei einem Roboterarm oder einer Pick-and-Place-Maschine, ist ein modularer Steckverbinder eine gute Option. In der Fabrikautomation ist der Platz meist knapp, daher ist die Verwendung von mehr als einem Steckverbinder in der Regel keine Option. Zwei Steckverbinder durch einen einzigen zu ersetzen verbessert die Systemzuverlässigkeit und halbiert die Kosten für Installation, Wartung und Reparatur.

## Aufrüstbar und 500 Steckzyklen

Ein Beispiel hierfür ist das Han-Modular-System von Harting, ein flexibles System für Verbindungen zur Versorgung von Maschinen und Geräten. Möglich wird das durch Kombination einzelner Module für unterschiedliche Übertragungsmedien – Signale, Daten, Strom und Druckluft – in Industriesteckverbindergehäusen in Standardgrößen. Die normale Lebensdauer der robusten Steckverbinder beträgt 500 Steckzyklen, und die Möglichkeit, sie jederzeit zu erweitern oder aufzurüsten, macht sie zu einer vielseitigen und zukunftssicheren Lösung. Mit einer Schutzart von bis zu IP68 ist es bei entsprechender Komponentenauswahl möglich, das modulare

Anschlussystem staubdicht zu machen und für den kontinuierlichen Einsatz unter Wasser auszulegen.

Für statische Kabel in Anwendungen, bei denen keine dynamischen Bewegungen in der Maschine auftreten, steht eine breite Auswahl an Kabelgrößen und -typen zur Verfügung. Normalerweise grenzt die Wahl des Steckverbinders die Auswahl möglicher Kabel ein. Bei beweglichen Anwendungen ist die Kabelauswahl jedoch komplexer. Zunächst muss ermittelt werden, welche Art von Bewegungen die Anwendung erfordert. Dabei kann es sich um C-Schienen- oder Schleppkettenbewegungen, Hin-und-Her-Bewegungen, Torsionsbiegungen oder Bewegungen in verschiedene Richtungen handeln. Ingenieure sollten sich folgende Fragen stellen: Wie häufig wird das Gerät verwendet? Einmal pro Woche oder rund um die Uhr? Wie viele Biegezyklen muss das Kabel aushalten?

## Faktoren für die Kabelwahl

Berücksichtigt werden sollten außerdem spezifische Kabeleigenschaften: In was für einer Umgebung wird das Kabel eingesetzt? Ist eine Abschirmung erforderlich? Welche Schutzart ist für diese Anwendung erforderlich? Ist Ölbeständigkeit oder bei der Verwendung im Freien UV-Beständigkeit nötig? Wenn die Kabel gebündelt werden, ist Abriebfestigkeit eine relevante Eigenschaft. Wenn die entsprechenden Anforderungen vorliegen, sollte man Kabel mit einer Hochleistungs-PVC-Ummantelung wählen, die öl-, kraftstoff-, lösungsmittel- und chemikalienbeständig ist. Bei Anwendungen, bei denen es wahrscheinlich zu einem starken Abrieb kommt, empfiehlt sich ein abriebfester PU-Mantel.

Ingenieure sollten außerdem auch einschränkende Faktoren der Arbeitsumgebung und der Anwendung berücksichtigen: Liegen im Kabelverlauf Klemmen, Anschlüsse oder zusätzliche Biegungen vor, die sich auf die Bewegung auswirken? Die Xtra-Guard Hochleistungskabel von AlphaWire erfüllen unterschiedlichste Biegeanforderungen – von leichten bis hin

zu mehrachsigen Dauerbiegebeanspruchungen – und sind für bis zu 14 Millionen Biegezyklen ausgelegt.

Letztendlich müssen viele verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, um die richtige Kombination aus Steckverbindern und Kabeln zu wählen. Aufgrund der steigenden Vielfalt an Schnittstellen für die Übertragung von Signalen, Daten und Strom in industriellen Automatisierungsanwendungen wird es jedoch immer schwieriger, hier die richtige Wahl zu treffen. Die Zusammenarbeit mit einem kompetenten Kabellieferanten wie Distrelec kann daher ausgesprochen hilfreich sein. □

# GP21



## Erstes 400 VDC-Stecksystem nach IEC

- Standardform gemäss IEC TS 62735-1
- Hot Plug fähig zum Trennen unter Last bis 2.6 kW
- Mit einer Betriebstemperatur bis zu 105 °C ideal für kompakte PDU Anwendungen



PRESS-FIT-KONDENSATOREN

## Besser pressen als löten

Die lötfreie Montage elektronischer Bauelemente bietet erhebliche Vorteile. Jedoch müssen die entsprechenden Techniken wie Press-Fit strenge Betriebs- und Leistungsanforderungen erfüllen. Nun sind Press-Fit-Versionen von Aluminium-Elektrolytkondensatoren erhältlich, was Entwicklern in verschiedenen Bereichen neue Möglichkeiten eröffnet.

TEXT: Maryann Fulton, Kemet BILDER: Kemet; iStock, Syldavia



Bei der Press-Fit-Technik wird das Bauelement mit einem speziellen Steckanschlusstift ausgestattet und direkt auf der Leiterplatte in eine starre Durchkontaktierung gepresst.



Die meisten elektronischen Baugruppen werden per Infrarot-Reflow-Löten miteinander verbunden. Für einige Bauteile – insbesondere Steckverbinder – ist diese Methode nicht geeignet, weshalb andere Verfahren benötigt werden, um sie auf der Leiterplatte zu montieren. Oft wird dazu ein zusätzlicher Schritt in den Herstellungsprozess eingebaut – entweder Wellen- oder Handlöten. Das erhöht jedoch die Komplexität und die Kosten der Herstellung. Zudem wird ein weiterer Wärmeyklus hinzugefügt, was zu einer Verschlechterung der bereits auf der Leiterplatte installierten Bauelemente führen kann.

Eine Möglichkeit, diese Zusatzkosten und -komplexität zu vermeiden, ist ein lötfreier Ansatz. Diese Ansätze sind nicht neu: Seit mehr als 50 Jahren gibt es beispielsweise die Blade-and-Socket-Methode. Dabei wird während der Fertigung ein Steckkontakt am Bauelement angebracht und eine entsprechende Buchse wird während des Reflow-Prozesses in die Leiterplatte eingepasst. Nach der Fertigstellung des Boards wird das Bauelement einfach in die Anschlüsse eingesteckt, um eine mechanische beziehungsweise elektrische Verbindung zu bilden.

### Lötfreie Verbindungen sind gefragt

Dieser Ansatz ist sehr einfach, bringt aber einige Nachteile mit sich. Da Blade-and-Socket-Verbindungen so ausgelegt sind, dass sie mehrmals zusammengesteckt und getrennt werden können, ist die zum Einstecken benötigte Kraft recht gering gehalten. Dies kann dazu führen, dass der Anschluss einen elektrischen Widerstand und eine Induktivität einbringt, was in modernen, hochohmigen, schnellen Schaltkreisen eine

verheerende Wirkung mit sich bringen kann. Auch sind in einigen Fällen Edelmetalle erforderlich, um eine gute Verbindung zu gewährleisten und Fretting-Effekte zu vermeiden.

Um die Nachteile herkömmlicher Blade-and-Socket-Verbindungen zu umgehen, wurde die Press-Fit-Technik entwickelt. Dabei wird das Bauelement mit einem speziellen Steckanschlusstift (Pin) ausgestattet und direkt auf der Leiterplatte in eine starre Durchkontaktierung (Plated Through Hole, PTH) gepresst. Dabei kehren sich die Rollen des Steckkontakts und der Buchse um: Der Steckkontakt übt eine mechanische Kraft auf den PCB-Sockel aus.

Press-Fit kann so optimiert werden, dass eine bessere Verbindungsqualität als bei einer Steckkontaktverbindung entsteht. Damit erübrigen sich der Widerstand und die Induktivität, die den zuverlässigen Betrieb der Schaltung beeinträchtigen



**FTCAP**  
FISCHER & TAUSCHKE  
CAPACITORS



FTCAP ist NOW MERSEN

## Umdenken bei Umrichtern!



**FischerLink**  
DC-Link  
Kondensatoren in  
einem robusten und  
niederinduktiven  
Modul

- Design nach Kunden-Vorgabe
- extrem niedrige Induktivität
- 10 Prozent höheres Kapazitätswolumen
- keine Kontaktkorrosion
- leichte Montage
- sehr lange Lebensdauer

**pcim**  
EUROPE  
Nürnberg, 07. – 09.05.2019  
Halle 9 | Stand 549



[www.ftcap.de](http://www.ftcap.de)

Kondensatoren  
Made in Germany





Die Press-Fit-Aluminium-Elektrolytkondensatoren der ALF-Serie sind für Dauerspannungen bis 550 V sowie Spannungsspitzen und Transienten bis zu 620 V ausgelegt.

könnten. Wie auch bei einem Steckkontakt mit Sockel werden bei Press-Fit zusätzlicher Arbeitsaufwand und schädliche Wärmezyklen vermieden. Darüber hinaus können Bausteine mit Press-Fit mehrmals herausgezogen und wieder montiert werden, was eine einfache und risikoarme Nacharbeit beziehungsweise Reparatur ermöglicht.

Da Press-Fit keine Lote benötigt, um Buchsen an der Leiterplatte zu befestigen, erübrigen sich Probleme wie Cold Spots, Lötspitzer, Hohlräume oder Risse. So entsteht eine sehr zuverlässige und reproduzierbare Verbindung. Wird das Bauteil direkt in die Leiterplatte eingesteckt, entfällt auch der Einsatz von Edelmetallen und es besteht kein Fretting-Risiko, wie es bei zweiteiligen Steckkontakten auftritt. Zudem verringern sich die Materialkosten durch den Wegfall des Sockels.

### Zusammenspiel der Toleranzen

Da Press-Fit-Bauelemente auf das Zusammenspiel der Toleranzen angewiesen sind, um eine zuverlässige Passung mit einer guten elektrischen Verbindung zu gewährleisten, besteht die größte Herausforderung für Entwickler darin, ein möglichst ausgewogenes Verhältnis zwischen den Toleranzen zu erzielen. Dieses Problem liegt in den unterschiedlichen Herstellungsverfahren für die Leiterplatte und die metallischen Press-Fit-Pins begründet – für eine Leiterplatte sind die erforderlichen Toleranzen eng, für einen Steckkontakt jedoch weiter gefasst. Die Toleranz des fertigen Lochs liegt oft nahe bei der nominalen Auslenkung des Pins.

Der Träger-Pin muss beim Einsetzen eine gewisse plastische Verformung durchlaufen. Die Konstruktion des Trägers, die verwendeten Materialien und die Geometrie bestimmen die Einsetz- und die Haltekraft – zwei entscheidende Parameter. Die Toleranzen müssen so ausgelegt sein, dass der Durch-

kontaktierungsschaft beim Einstecken nicht beschädigt wird und die Haltekraft im lockeren Zustand ausreicht, um alle Stoß- und Vibrationstests zu bestehen.

Angesichts der hohen Stückzahlen und der geringen Kosten pro Bauteil müssen Kondensatorhersteller sicherstellen, dass sich der Aufbau auch mit einfachen Mitteln reproduzieren lässt, ohne die erforderlichen Toleranzen zu überschreiten. Darüber hinaus muss die verwendete Plattierung, meist Zinn, so dünn wie möglich gehalten werden, damit sie beim Einstecken des Pins nicht beschädigt wird.

Der Kondensatorhersteller Kemet hat kürzlich eine neue Serie von Press-Fit-Aluminium-Elektrolytkondensatoren vorgestellt. Diese erstmals am Markt erhältliche ALF-Serie stellt einen bedeutenden Fortschritt in der Entwicklung großer Snap-In-Elektrolytkondensatoren dar. Der von Kemet verwendete Press-Fit-Pin setzt auf den bewährten Eye-of-the-Needle-Ansatz von Interplex, wodurch eine große Kontaktfläche zwischen dem Pin und dem Durchkontaktierungsschaft entsteht. In Kombination mit der hohen seitlichen Kraft, die der Pin aufbringt, ergibt sich damit eine zuverlässige und wiederholbare Verbindung mit niedrigem Widerstand. Die Pins selbst bestehen aus der Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung C19010 mit Zinn-auf-Nickel-Beschichtung. Damit ist eine vollständige RoHS-Konformität sichergestellt.

Kemets Press-Fit-System ist für Dauerspannungen bis 550 V sowie Spannungsspitzen und Transienten bis zu 620 V ausgelegt. Aus mechanischer Sicht weisen Bauteile mit Press-Fit-Technik eine ähnliche Vibrationsbeständigkeit wie Snap-in-Bauteile auf. Das macht sie für immer mehr Automotive- und Industrie-Anwendungen und tragbare Elektronikgeräte, die unter schwierigen Umgebungsbedingungen arbeiten müssen, zu einer interessanten Alternative.

Ein weiterer Vorteil: Bei Press-Fit-Bauelementen entfallen die Reinigungsprozesse bei der Leiterplattenmontage. Dadurch verringern sich die Kosten pro Montage, die Taktzeiten und der Aufwand für die Materialhandhabung. Die verwendeten hochleitfähigen Materialien (50 Prozent IACS) garantieren, dass der Pin-Widerstand im Vergleich zu einem Anschluss aus Stahl weniger als ein Viertel beträgt. Damit eignen sich diese Bauteile ideal für Anwendungen mit dauerhaft hohen Strömen.

### Anwendungen mit hohen Strömen

Der geringe Widerstand verringert ebenfalls den Anstieg der Wärme im Bauelement sowie die Übertragung der Wärme von der Komponente in die Leiterplatte. Da in den meisten Anwendungen die Stromgrenze durch die Leiterbahnen und

nicht durch die Verbindung definiert wird, gewährleisten die Press-Fit-Bauteile auch in anspruchsvollen Anwendungen wie beispielsweise der Industrie, dem Energiesektor, bei Stromversorgungen und im Automotive-Bereich eine lange Lebensdauer.

Die Standard-ALF-Kondensatoren von Kemet sind in Gehäusegrößen von bis zu 50 mm Durchmesser erhältlich. Sie haben einen positiven und einen negativen Anschluss. Zusätzlich bis zu drei Pins sind vorgesehen, um sowohl mechanische Festigkeit als auch Stabilität zu gewährleisten. Versionen für höhere Ströme bieten zwei intern verbundene Pins, positiv und negativ, zur Aufteilung der Stromlast, was zudem einige gewisse Redundanz mit einbringt. Kundenspezifische Pin-Layouts für besondere Anforderungen sind ebenfalls erhältlich. □

# Duett der Meisterklasse!

PCIM Europe Halle 7 Stand 229

© atSus



Die WE-MCRI ist eine innovative, gemoldete Doppeldrossel. Der vollautomatische Produktionsprozess mit Bifilarwicklung ermöglicht einen fast idealen Kopplungskoeffizienten von bis zu 0,995. Eine weitere Eigenschaft der WE-MCRI Baureihe ist ein weiches Sättigungsverhalten, das durch das Kernmaterial und den darin enthaltenen verteilten Luftspalt erreicht wird. Die Produktfamilie der Doppeldrosseln beinhaltet Varianten mit hoher Isolationsspannung bis zu 2 kV, „Low Profile“ Typen und Drosseln mit unterschiedlichen Übersetzungsverhältnissen.

- Kopplungskoeffizient bis zu 0,995
- Bis zu 2,0 kV Isolationsspannungsfestigkeit
- Weiches Sättigungsverhalten
- Bis zu 120 A  $I_{SAT}$  und 48 A  $I_R$
- Großes Portfolio

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

#INDUCTORDUETT  
*WE speed up  
 the future*

# Pflege für Linux-Systeme

Die Software von Embedded-Systemen wird immer komplexer. Dementsprechend aufwendig ist ihr Life-Cycle-Management. Für auf Linux basierende Systeme gibt es einige Tipps und Tools, die Unternehmen das Leben einfacher machen.

**TEXT:** Jan Altenberg, Linutronix **BILDER:** iStock, Barsik; Alexander Jug, Foto-Flex

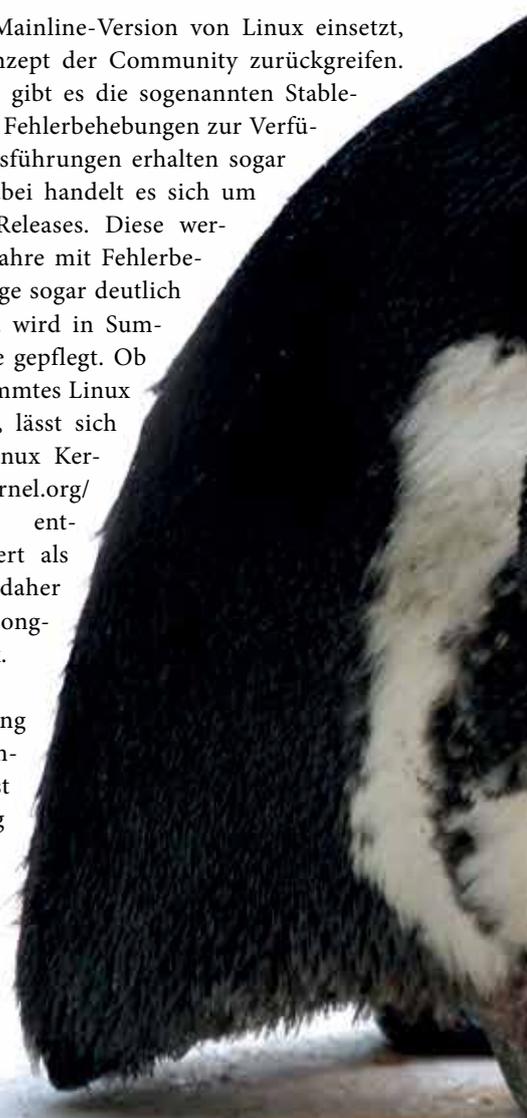
Sicherheit spielt im Alltag eine große Rolle. Gegen fast alle Widrigkeiten kann man sich absichern: gegen Unfälle, fürs Alter und auch für die Pflege. Auch die Pflege von Produkten sollte einen ähnlichen Stellenwert bekommen. Im industriellen Umfeld spielt die Absicherung gegen bestimmte Szenarien eine immer wichtigere Rolle. Der zunehmende Funktionsumfang und die allgegenwärtige Vernetzung von Geräten bringen dem Anwender ein deutliches Plus an Komfort, die Entwicklung wird aber deutlich komplexer und fehleranfälliger. Zudem machen neue Schnittstellen und Funktionen die Geräte angreifbarer. Bei auf Linux basierenden Embedded-Systemen ist beispielsweise ein häufig unterschätzter Aufwand die Pflege von Software. Das Erstellen eines Linux-basierten Board Support Package (BSP) bedeutet in erster Linie Integrationsarbeit. Es werden viele, sehr unterschiedliche Komponenten Dritter integriert. Oft kommt auch Software mit sehr hoher Komplexität hinzu. Die Wahrscheinlichkeit, dass Teile dieser Komponenten über die Produktlebenszeit hinweg Performance-Optimierungen oder Security Fixes erhalten, ist sehr hoch. Eine kontinuierliche Pflege ist daher notwendig. Und ein System ohne die Möglichkeit von Softwareaktualisierungen ins Feld zu bringen, muss unter diesen Gesichtspunkten als grob fahrlässig betrachtet werden.

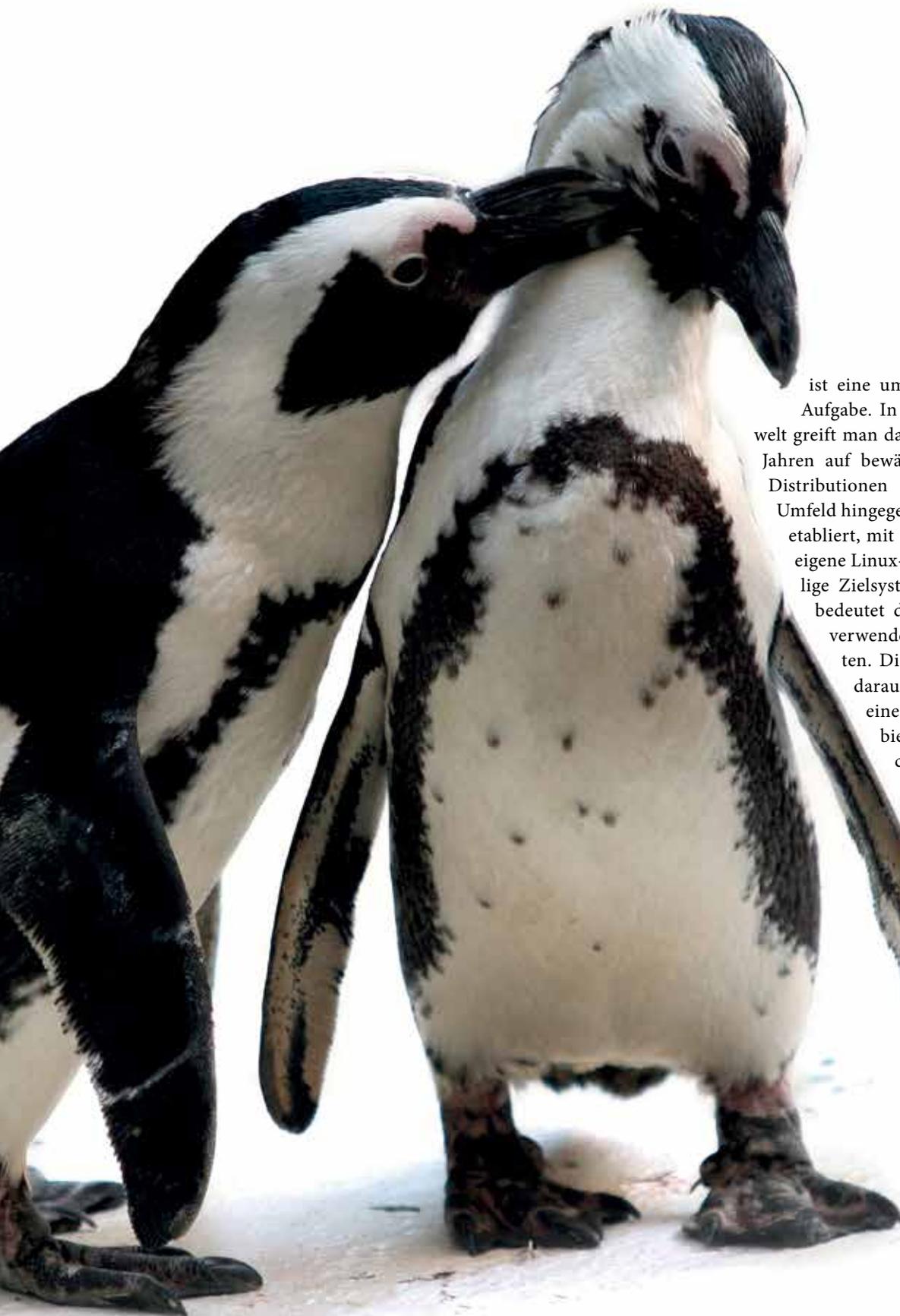
Ein Pflegekonzept für ein Produkt beginnt bei der Auswahl des richtigen Linux Kernels. Der Entscheidungsprozess beginnt meist damit, festzulegen ob die vom Hersteller bereitgestellte Version oder die sogenannte Mainline-Version, also die unmodifizierte Linux-Variante aus der Community, zum Einsatz kommt. Am Projektstart fällt die Auswahl meist auf die Version des Boardlieferanten, da diese einen einfachen Einstieg ermöglicht. Hierbei wird aber häufig vergessen, dass diese Portierungen oft nur für Evaluierungszwecke gedacht sind und meist auch nur über einen sehr kurzen Zeitraum oder gar nicht gepflegt werden. Der Aufwand wird dadurch in frühen Projektphasen unter Umständen reduziert. Diese Ersparnis er-

kaufen sich Unternehmen aber mit einem deutlich erhöhten Pflegeaufwand über die Produktlebensdauer hinweg.

Wer hingegen die Mainline-Version von Linux einsetzt, kann auf das Pflegekonzept der Community zurückgreifen. Für jedes Kernelrelease gibt es die sogenannten Stable-Versionen, die kritische Fehlerbehebungen zur Verfügung stellen. Einige Ausführungen erhalten sogar eine längere Pflege. Dabei handelt es sich um sogenannte Longterm-Releases. Diese werden mindestens für 2 Jahre mit Fehlerbehebungen versorgt, einige sogar deutlich länger. Kernel 4.9 etwa wird in Summe sogar knapp 7 Jahre gepflegt. Ob und wie lange ein bestimmtes Linux Release Updates erhält, lässt sich der Projektseite des Linux Kernels (<https://www.kernel.org/category/releases.html>) entnehmen. Empfehlenswert als Betriebssystemkern ist daher die jeweils aktuelle Longterm-Version von Linux.

Doch die Entwicklung eines auf Linux basierenden Produkts umfasst nicht nur die Anpassung des Betriebssystemkerns, sondern auch das Zusammenstellen, Konfigurieren und reproduzierbare Paketieren als Gesamtsystem. Das Zusammenstellen eines solchen Systems





ist eine umfangreiche und komplexe Aufgabe. In der Desktop- und Serverwelt greift man daher schon seit mehr als 20 Jahren auf bewährte und gepflegte Linux Distributionen zurück. Im industriellen Umfeld hingegen haben sich Technologien etabliert, mit denen der Anwender seine eigene Linux-Distribution für das jeweilige Zielsystem erstellt. Üblicherweise bedeutet das Cross-Übersetzen aller verwendeten Softwarekomponenten. Dieser Ansatz ist keineswegs darauf zurückzuführen, dass er einen technologischen Vorteil bietet. Im Gegenteil: Ein solches Vorgehen ist sehr aufwendig und fehlerträchtig. Die Erstellung eigener Linux-Distributionen ist in der Hauptsache historisch begründet. Die etablierten Linux-Distributionen waren lange Zeit nicht für alle CPU-Architekturen verfügbar. Heute sind die Zielsysteme wesentlich leistungsfähiger und die Verfügbarkeit von Linux-Distributionen auch außerhalb der Server- und Desktopwelt hat sich wesentlich ver-



*„Unternehmen, die auf die Mainline-Version von Linux setzen, können auf die Pflegekonzepte der Community zurückgreifen. Das senkt den Aufwand über die gesamte Produktlebensdauer hinweg.“*

**Jan Altenberg, Linutronix**

bessert. Ein positives Beispiel dafür ist Debian. Es unterstützt neben der x86-Architektur auch alle verbreiteten Varianten von ARM und noch viele mehr. Es empfiehlt sich also mittlerweile auf gepflegte Distributionen zurückzugreifen. Anstatt alle Pakete selbst zu übersetzen und auch selbst zu pflegen, wie das zum Beispiel beim Yocto-Projekt der Fall ist, greift man auf eine existierende Distribution und auf deren Maintenance Konzept zurück.

## Gute gepflegt und lang verfügbar: Debian

Neben den grundsätzlichen Pflegeaspekten muss im industriellen Umfeld noch eine ganz andere Herausforderung gelöst werden: die langen Produktlebenszyklen. Die reine Verfügbarkeit von Softwareaktualisierungen reicht dafür nicht aus. Auch die verwendete Basistechnologie, also die Linux-Distribution, muss über viele Jahre am Markt verfügbar sein. Das Debian-Projekt wurde bereits 1993 ins Leben gerufen und erfreut sich seither immer größerer Beliebtheit. Neben der Verwendung auf Desktop- und Serversystemen ist auch der Verbreitungsgrad im industriellen Umfeld in den vergangenen Jahren stetig gewachsen. Die lange Projekthistorie, eine große Entwicklungsgemeinde und viele Nutzer aus unterschiedlichen Anwendungsgebieten garantieren auch langfristig eine umfangreiche Pflege und Weiterentwicklung. Darüber hinaus gibt es das Debian-LTS-Projekt, das sicherstellt, dass alle Debian Releases für mindestens 5 Jahre gepflegt werden. Nicht zuletzt deswegen setzen auch Projekte für kritische Infrastrukturen auf Debian, wie etwa die Civil Infrastructure Platform (CIP) der Linux Foundation.

Neben der Auswahl der richtigen Komponenten, wie zum Beispiel eines Longterm-Linux-Kernels und einer gepflegten Distribution, spielen natürlich die verwendeten Tools eine ganz wesentliche Rolle. Denn Produktpflege bedeutet auch, jede Version zu jedem Zeitpunkt ohne Aufwand erzeugen zu können. Für diesen Zweck wird das sogenannte Buildsystem verwendet. Im Umfeld von Debian gibt es zum Beispiel das

Open-Source Projekt Elbe (<https://elbe-rfs.org/>). Elbe ist ein Buildsystem, mit dem der Nutzer eine Debian-Installation für sein Zielsystem erstellen und sie für seinen Einsatzzweck anpassen kann. Neben dem Erstellen eines passenden Images für das jeweilige Zielsystem kann Elbe auch die Verfügbarkeit von Updates prüfen und bietet darüber hinaus auch weitere Funktionen, unter anderem für Variantenmanagement und License Compliance.

Bei der Produktpflege wird häufig vernachlässigt oder vergessen, dass auch die verwendeten Werkzeuge über die Produktlebenszeit gewartet werden müssen. Beispielsweise kann die eingesetzte Toolchain ebenso wie jede andere Komponente fehlerbehaftet sein. Wer auf eine gewartete Distribution zurückgreift, kann die dort zur Verfügung stehenden Entwicklungswerkzeuge verwenden, wie etwa Compiler und Bibliotheken. Das gilt auch, wenn „cross“ entwickelt wird. Ein weiterer Aspekt, der für den Einsatz einer gepflegten Distribution spricht.

## Tools für Over-the-Air-Updates

Die Verfügbarkeit von Updates ist nur eine Seite der Medaille. Die Aktualisierungen müssen auch auf dem Zielsystem eingespielt werden. Unternehmen sollten das Rad in diesem Punkt nicht neu erfinden, sondern lieber auf bewährte, getestete und gepflegte Technologien zurückgreifen. Zum Update von Linux-basierter Systeme steht eine Vielzahl von Werkzeugen zur Verfügung. Ein in der Praxis bewährtes Tooling ist Swupdate (<https://github.com/sbabic/swupdate>). Dieses Framework bietet alle notwendigen Funktionen, um Updates erzeugen, signieren und auf dem Zielsystem einspielen zu können. Auch Over-the-Air-Updates sind damit möglich. Außerdem lässt sich das Framework sehr einfach auf den jeweiligen Fall hin anpassen. Swupdate ist Open-Source und somit frei verfügbar und mit keinerlei Lizenzkosten verbunden. Auch für das Verteilen von Softwareaktualisierungen gibt es freie Lösungen, wie Hawkbit (<https://www.eclipse.org/hawkbit/>), ein Frame-

work zum Ausrollen von Softwareupdates. Swupdate unterstützt eine Anbindung an Hawkbit.

Aufgrund zunehmender Funktionalität und neuer Schnittstellen wird die Absicherung eines Produktes wichtiger. Sie ist zentraler Bestandteil der Entwicklung. Sicherheit ist kein Einmalaufwand. Ein Pflege- und Wartungskonzept, gemeinsam mit der Updatefähigkeit eines Systems, wird zwingend benötigt. Für Linux-basierte Systeme kann der Pflegeaufwand durch die Auswahl der richtigen Komponenten und Werkzeuge drastisch

reduziert werden. Die Nutzung der Longterm-Versionen des Linux Kernels mit einer bewährten Distribution wie Debian ermöglicht es dem Anwender, auf die Maintenance-Konzepte der Community zurückzugreifen. Tools wie Elbe, Swupdate und Hawkbit unterstützen ihn beim Erstellen des Systems und dem Ausrollen und Einspielen von Updates. Hier zeigt sich die Stärke auf Open-Source basierender Technologien. Der Nutzer kann sowohl bei der Wartung als auch beim Tooling auf die Stärke der Community zurückgreifen und sich mit seinem Know-how auf die Umsetzung des Produkts konzentrieren. □



## Schützen Sie Ihr IP, Ihre Marke und Ihren Umsatz

Sicherheitslösungen, die einfach hinzuzufügen und schwer zu knacken sind

Mit Microchip können Sie nicht nur Ihre Designs, sondern auch Ihre Marke und Ihren Umsatz sichern. Mit zwei Jahrzehnten Erfahrung im Bereich Sicherheit nehmen unsere Experten Ihnen die Angst, Sicherheit in Ihre Designs zu integrieren und machen teure interne Fachkenntnisse überflüssig. Vereinen Sie dieses Know-how mit unseren sicheren Fertigungs- und Versorgungsdienstleistungen, und Sie werden verstehen, warum viele Top-Unternehmen den Experten von Microchip vertrauen, wenn Hilfe während der Entwicklungsphase erforderlich ist.



Von der sicheren Verschlüsselung bis hin zu vertrauenswürdigen Ausführungsumgebungen finden Sie mit unserem umfassenden Angebot hardware- und softwarebasierter Lösungen die Sicherheitsimplementierungen, die Ihren individuellen Anforderungen entsprechen.



**Sichern Sie Ihr Design unter [www.microchip.com/Secure](http://www.microchip.com/Secure)**



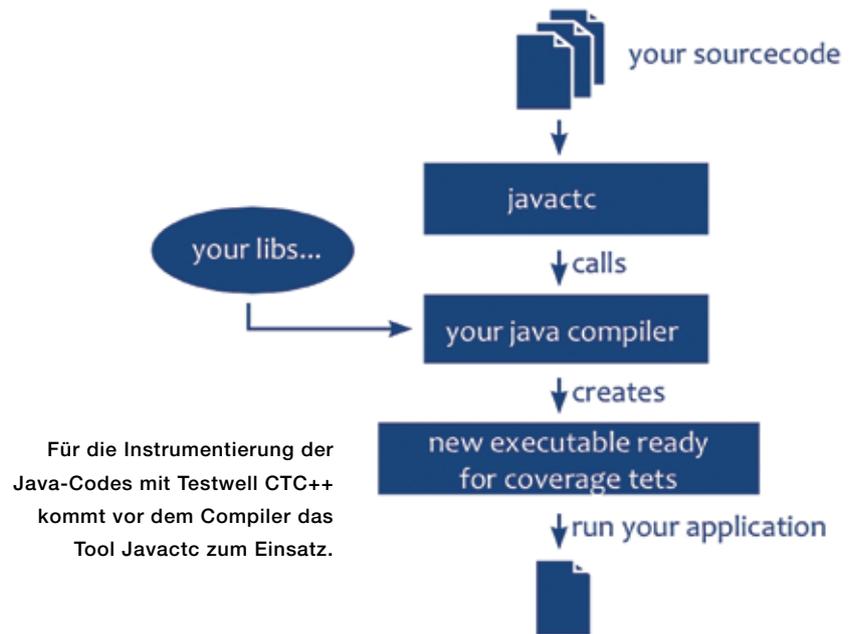
CODE COVERAGE BEI JAVA UND ANDROID

# Sicherheit für Embedded-Apps

Immer mehr Unternehmen erweitern ihre Produktpalette um Smartphone-Apps. Auch die Hersteller von Embedded-Geräten sind davon keine Ausnahmen. Dabei sollte auch das Testing der Apps nicht zu kurz kommen. Bei der Testüberdeckung sind aber einige Unterschiede zur klassischen Embedded-Welt zu beachten.

TEXT: Klaus Lambertz, Verifysoft Technology BILDER: Verifysoft Technology, iStock, Alashi





Ein bei vielen Softwareherstellern drängendes Thema ist die Erweiterung ihres Angebots um Smartphone-Apps. Auch für die Hersteller von Embedded-Systemen wird das ein immer wichtigeres Thema. Vor allem in Bereichen, in denen sich Geräte an Endkunden richten, sind Apps für eine bessere User Experience eine sinnvolle Ergänzung. Über sie kann sich ein Unternehmen differenzieren. Ein typisches Szenario dafür ist etwa folgendes: Der Anbieter eines Blutzuckermessgeräts möchte seinen Kunden über eine App zusätzliche Services wie den Überblick über historische Daten ermöglichen. Damit verarbeitet diese App aber sensible Daten. Entsprechend dürfen bei der Sicherheit keine Kompromisse gemacht werden. Und das bedeutet letztlich auch, dass die App ebenso getestet werden sollte, wie die Software auf den Embedded-Geräten. Damit rückt auch die Code Coverage ins Blickfeld, die Messung und Dokumentation der Testabdeckung.

Von den Entwicklern erfordert das ein Umdenken. Denn Smartphone-Apps unterscheiden sich in zwei grundlegenden Punkten von Embedded-Anwendungen. Während in der Embedded-Welt in der Regel Mikrocontroller mit genau spezifizierten Merkmalen zum Einsatz kommen, ist ein aktuelles Smart-

phone eher mit einem PC vergleichbar: Hohe Performance der Hardware, File System und große Varianzen bei den unterschiedlichen Systemen. Zudem wird statt den im Embedded-Bereich üblichen Sprachen C und C++ bei Android-Apps überwiegend Java eingesetzt.

## Unterschiedliche Fehlerquellen

Vor allem in Hinblick auf die Sicherheit und das Testing unterscheidet sich Java jedoch signifikant von C/C++. Das hat nicht zuletzt historische Gründe: Als C in den 70er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts erstmals definiert wurde, lag der Fokus auf Geschwindigkeit. Das Internet gab es nicht, Cyber-Sicherheit war kein Thema. Mit C++ wurden die beiden größten, daraus resultierenden Probleme zwar entschärft, aber nicht aus der Welt geschaffen: Type-Sicherheit und ungeprüfte Pointer-Arithmetik. Besonders die Pointer-Arithmetik ist für viele Sicherheitsprobleme verantwortlich, die Wurzel der weit verbreiteten Buffer Overruns.

Java ist hier wesentlich moderner, Puffer-Zugriffe werden explizit überprüft. Eine illegale Operation erzeugt eine Exception, die in der Regel vorhersehbare Auswirkungen hat. Die Hauptschwäche von Java liegt vielmehr auf

der API-Seite. Falscher Einsatz mancher Standard-APIs – zum Beispiel, wenn bei einer serialisierbaren Klasse keine serialVersionUID definiert wird – kann zu Problemen führen. Diese sind jedoch in den meisten Fällen weniger schwerwiegend als bei C/C++, können aber durchaus Sicherheitslücken oder funktionale Fehler der Anwendung nach sich ziehen. Für das Testing bedeutet der grundlegende Unterschied zwischen Java und C/C++, dass zum Teil andere Testfälle benötigt werden. Und im Gegensatz zur Embedded-Entwicklung wird der Code nicht in einem abgeschlossenen System mit bekanntem Mikrocontroller und klar definierter Plattform getestet, sondern im Falle von Android auf einem grundsätzlich offenen System mit zahlreichen Variablen. Zudem kommt es beim Testing und der Code Coverage darauf an, ob auf der Anwendungs- oder auf der Betriebssystem-Schicht getestet wird.

## Instrumentierung des Codes

Bei der Implementierung einer an spezielle Bedürfnisse angepassten Android-Version – etwa bei einem Smartphone-Hersteller oder bei der Entwicklung eines Entertainment-Systems in der Automotive-Branche – ist die Instrumentierung des Codes eine gewisse Herausforderung: Bei der Instrumentie-

**CTC++ Coverage Report - Execution Profile #1/4**

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary | Untested Code | Execution Profile  
 To files: [First](#) | [Previous](#) | [Next](#) | [Last](#) | [Index](#) | [No Index](#)

Source file: src\com\verifysoft\coffeemaker\CoffeeMachine.java  
 Instrumentation mode: multicondition  
 TER: 76 % (28/37) structural, 76 % (26/34) statement

Hits/True	False	Line	Source
		1	package com.verifysoft.coffeemaker;
		2	
		3	import static java.lang.System.out;
		4	
		5	public class CoffeeMachine {
		6	
		7	States state;
		8	
28		9	public CoffeeMachine() {
		10	state = States.IDLE;
		11	}
		12	
28		13	public void apply(Request r) {
		14	switch (state) {
2		15	case BREW: 2
		16	state = Brew();
2		17	break;
5		18	case DONE: 5
		19	state = Done();
5		20	break;
3		21	case ERROR: 3
		22	state = error(r);
3		23	break;
2		24	case IDLE: 2
		25	state = Idle();
2		26	break;
0		27	default: 0
		28	System.out.println("ERR: Unknown state");
		29	System.exit(1);
		30	}

Das Execution Profile des Coverage-Reports liefert detaillierte Informationen, welche Code-Teile beim Testing nicht durchlaufen wurden.

Die Code Coverage-Analyse ergänzt ein Code Coverage Analyser wie Testwell CTC++ den Code vor der Übergabe an den Compiler mit Zählern für die gewünschten Testebenen. Das Betriebssystem muss also nach der Instrumentierung neu gebaut werden. Das dauert meist sehr lange, jeder Fehler erfordert zudem einen neuen Build. Erschwert wird dieses dadurch, dass der Anteil an fremdem Code dabei sehr hoch ist. Dieses stellt grundsätzlich eine potenzielle Fehlerquelle im Testing dar.

## Testing automatisieren

Die Code Coverage auf der Anwendungsschicht hingegen ist deutlich einfacher. Hier liegt normalerweise ein performantes System mit üppigen Hardware-Ressourcen vor. Der zu testende und zu instrumentierende Code ist bekannt. Ein Code Coverage Analyser kann einfach in der Tool-Chain vor den Compiler gesetzt werden: Bei Testwell CTC++ for Java und Android wird etwa der Quellcode zunächst an das Tool Javact übergeben und instrumentiert. Das Tool ruft dann den gewünschten

Compiler auf, der eine neue Executable für das Testing erzeugt.

In beiden Szenarien ist es notwendig, Instrumentierung und Testing soweit als möglich zu automatisieren. Denn es gibt einen weiteren wichtigen Unterschied zwischen Android-Anwendungen und Embedded-Systemen: Der Preis. Bei einer Steuerung für die Luftfahrt oder der Bahn ist der Preis zunächst zweitrangig, Sicherheit und Funktion haben oberste Priorität. Der Markt für Apps ist hingegen sehr preissensitiv. Allerdings ist die Integration eines Code Coverage Analysers in das Build-System nicht trivial – egal, ob Ant, Gradle oder Ninja zum Einsatz kommen. Hierfür braucht es neben einem flexiblen Tool einen erfahrenen Partner, der die Integration in die Tool-Chain leisten kann. Zudem ist es sinnvoll für Unternehmen, die ihre Embedded-Lösungen um Apps erweitern wollen, ein einheitliches System zur Code Coverage für beide Entwicklungsbereiche zu nutzen. Der Markt hält dafür geeignete Angebote bereit, die mit Java und auch mit C/C++ arbeiten. Das ist

sehr wichtig, wenn verschiedene Teile einer Anwendung in unterschiedlichen Sprachen implementiert werden. Dadurch steht in Entwicklung und Testing immer das vertraute Tool zu Verfügung, das die gleichen Reports liefert und so den Aufwand erheblich reduziert.

## Android ist zukünftig gefragt

Embedded-Entwickler werden sich in Zukunft zunehmend mit Android auseinandersetzen müssen. Und damit ebenfalls mit der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anwendungen. Auch wenn aktuell sicherheitskritische Apps noch eine Nische sind: Der Trend geht dahin, dass Anwender ihrem Smartphone auch besonders schützenswerte Daten anvertrauen oder auf die korrekte Funktion einer App angewiesen sind. Ein Vorreiter dabei wird sicher die Medizintechnik sein. Nur mit integrierten und automatisierten Prozessen bei der Qualitätssicherung können Sicherheit und Funktionalität der Apps zu einem günstigen Preis und mit einer kurzen Time-to-Market gewährleistet werden. □



OBSOLESZENZ BEI KOMPONENTEN

## Original statt Kopie

Bauteile werden immer schneller abgekündigt. Branchen mit langen Produktlebenszyklen, wie die Medizintechnik, stellt das vor erhebliche Probleme. Der Elektronikdienstleister Rochester Electronics hat sich speziell auf diese Schwierigkeiten spezialisiert und kann viele bereits abgekündigte Komponenten originalgetreu nachfertigen.

**TEXT:** Rochester Electronics **BILDER:** Rochester Electronics; iStock, Tom Kelley Archive

Die anhaltende Verknappung bestimmter Bauelemente bereitet vielen Elektronikherstellern Bauchschmerzen. Abkündigungen und Lieferprobleme von einzelnen Komponenten stellen aber bereits zuvor Hersteller vor große Herausforderungen. Gerade in Bereichen, in denen Geräte und Maschinen sehr

lange im Einsatz sind, etwa in der Bahn- oder Medizintechnik, treten diese Probleme häufig auf. Rochester Electronics wurde beispielsweise von einem Anbieter für medizinische Bildgebungs- und Labordiagnosegeräte gebeten, ihm bezüglich der drohenden Obsoleszenz von Halbleiterkomponenten und



Gerade für Medizintechnikhersteller sind die geringeren Lebenszyklen elektronischer Bauelemente problematisch.

anhaltender Lieferprobleme zu helfen. Diese Schwierigkeiten hätten sich auf seine gesamte Produktpalette negativ auswirken können. Zum Zeitpunkt der Kontaktaufnahme musste er eine Reihe von Herausforderungen meistern.

Die brisantesten darunter waren:

- Der Produktlebenszyklus der eigenen Produkte betrug zwischen 10 und 25 Jahren. Gleichzeitig lagen die Lebenszyklen der eingebauten elektronischen Komponenten deutlich darunter und verkürzten sich immer mehr.
- Die Bauteilverknappung in einem angespannten Beschaffungsmarkt machte es nahezu unmöglich, zuverlässige Quellen für kritische Halbleiterbauteile zu finden. Die Kapazitäten der Ingenieure, die für die Suche nach diesen alternativen Quellen und deren Qualifizierung verantwortlich waren, stießen an ihre Grenzen. Produktionsausfälle und Neuplanungen waren an der Tagesordnung und die Liefertermine an eigene Kunden gefährdet.
- Schwierigkeiten und Unsicherheiten bei der Beschaffung veralteter elektronischer Komponenten führten zu teuren Prüfungen und zusätzlichen Tests. Weitere interne Ressourcen aus den Bereichen Beschaffung, Komponentenentwicklung und Qualität sowie externe Prüfinstitute wurden benötigt.
- Ein Teil der Gerätepalette des Kunden wurde in den 90er-Jahren entwickelt und umfasste Komponentenpakete wie DIP und Metal-Can, die auf dem Markt nicht mehr erhältlich sind. Dieser Umstand verschärfte die Beschaffungsrisiken, da sich Fälscher gerade auf diese höherwertigen, einzigartigen und veralteten Komponenten konzentrieren.
- Sie sahen sich der drohenden Situation einer Neukonzeption, Requalifikation und Rezertifizierung großer Anlagen gegenüber. Bei einigen Produkten wurde auch bereits eine vorzeitige Einstellung der Produktion oder eine Verkür-

zung der Nutzungsdauer diskutiert. Ungefähr 25 Prozent der technischen Ressourcen wurden aufgewendet, um den negativen Auswirkungen der Obsoleszenz zu begegnen. Sie fehlten für die Entwicklung neuer Produkte.

Die Verantwortlichen gingen davon aus, dass die Beschaffung über nicht autorisierte Händler auf dem grauen Markt die einzige Lösung für veraltete oder mangelhafte Komponenten sei. Es wurde versucht, das Beschaffungsrisiko dafür so weit wie möglich zu minimieren, indem teure Tests durch Drittanbieter und interne Revalidierung nach Erhalt der Komponenten eingeführt wurden. Diese Methode war trotz all dieser Tests allerdings mit einem erheblichen Risiko verbunden. Schließlich ist der Hersteller gegenüber seinen Kunden haftbar bezüglich der verwendeten Komponenten. Das Risiko konnte jedoch nicht gemindert werden, solange die bisherigen Beschaffungsquellen nicht nachweisen konnten, dass die Ersatzprodukte authentisch und rückverfolgbar sind.

### Vom Originalhersteller autorisiert

Rochester wurde eine Liste mit 1.200 kritischen Halbleiterkomponenten - von diskreten Transistoren bis hin zu Prozessoren - übergeben, die für die laufende Versorgung ihrer Endgeräte entscheidend sind. Sie enthielt Komponenten in allen möglichen Phasen des Produktlebenszyklus - bereits abgekündigt, End of Life (EoL), Last Time Buy und noch aktiv. Über 65 Prozent der benötigten Bauteile konnten von Rochester mit Lagerware, Dies und Wafern für den fortlaufenden Nachbau oder alternativ mit höherwertigeren und schnelleren Komponenten abgedeckt werden. Alle von Rochester gelieferten Bauteile sind von Originalherstellern vollständig autorisiert, rückverfolgbar und haben außerdem eine 12-monatige Garantie. Die von dem Unternehmen hergestellten Bauteile werden vollständig mit den Prüfverfahren der Originalhersteller getestet,

Ältere Bauelemente sind oft nicht mehr in ausreichenden Mengen erhältlich. Abhilfe dafür bieten Dienstleister wie Rochester Electronics, die abgekündigte Komponenten lizenziert nachbauen.



besitzen die Werte der Datenblätter und sind mit der Artikelnummer der Originalteile gekennzeichnet. Rochester stimmte zu, die Liste alle sechs Monate neuerlich zu bewerten. Bei diesem Prozess weist das Unternehmen hin auf hinzugekommene Waren, Fertigungskapazitäten und Änderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit, auf Verlängerung der Lieferzeiten und angekündigte Abkündigungen.

## 15 Milliarden Bauteile auf Lager

Der Kunde hat alle obsoleten Komponenten, die von Rochester nachgebaut werden, in seine Komponentendatenbank aufgenommen. Außerdem erklärte er sich bereit, seine Beschaffungsprozesse zu ändern. Das sorgt dafür, dass alle Möglichkeiten ausgeschöpft sind, EoL-Halbleiter über autorisierte Quellen zu beziehen, bevor die Anfrage an Drittanbieter weitergeleitet wird.

Dadurch war es dem Kunden möglich:

- Kosten, die durch die Notwendigkeit entstanden sind, Tests bei Drittanbietern durchzuführen und die Anzahl der damit einhergehenden Qualitätssicherungsprozesse, zu reduzieren.
- Beschaffungskosten zu reduzieren, da die Margen für Zwischenhändler wegfallen.
- Kostspielige Produktionsausfälle zu vermeiden, indem bei Bedarf auf autorisierte Bestände zugegriffen werden kann.
- Den Ressourcenbedarf bezüglich Beschaffung, Komponentenentwicklung, Qualitätssicherung, Entwicklung und Projektmanagement zu reduzieren und somit Mittel für die Entwicklung neuer Produkte freizubekommen.
- Den Produktlebenszyklus der eigenen Produkte zu verlängern, was zu einer besseren Investitionsrendite und einer höheren Endkundenzufriedenheit führt.
- Projektkosten und Risiken zu minimieren.

Rochester bietet eine sehr kostengünstigste autorisierte Lösung mit besonders geringem Risiko für Kunden, die:

- einen sehr langen Produktions- und Servicebedarf haben,
- über eine große Anzahl an installierten Geräten verfügen, die eine vollständige abwärtskompatible Unterstützung benötigen,
- in einem anspruchsvollen Umfeld für Redesign und Rezertifizierung aktiv sind und
- über begrenzte Entwicklungsressourcen verfügen.

Als autorisierter Partner von mehr als 70 Halbleiterherstellern und weltweit größter Lieferant von EoL- und aktiven Halbleiterkomponenten hat Rochester mehr als 15 Milliarden Bauteile auf Lager. Ein Großteil dieser Bestände ist nur für Erstausrüster und Bestücker verfügbar. Das Unternehmen ist außerdem lizenzierter Halbleiterhersteller. Durch den großen Bestand von mehr als 15 Milliarden vollständig getesteten und originalen Die auf Lager, kann Rochester über 20.000 verschiedene Produktfamilien herstellen. Darunter sind zum Beispiel auch Baugruppen in älteren Gehäuseformen wie DIP und Keramik, RoHS- oder Pb-Versionen, auch wenn sie nicht vom OCM angeboten wurden und Baugruppen, die kundenspezifische Tests, Gehäuse oder Verpackungen benötigen. Alle von Rochester gebauten Komponenten werden mit den originalen OCM-Testprogrammen getestet. Sie sind zu 100 Prozent konform mit den Originalspezifikationen und werden mit einer Garantie und Konformitätszertifikat geliefert. Sie sind ausschließlich für Erstausrüster und Bestücker erhältlich.

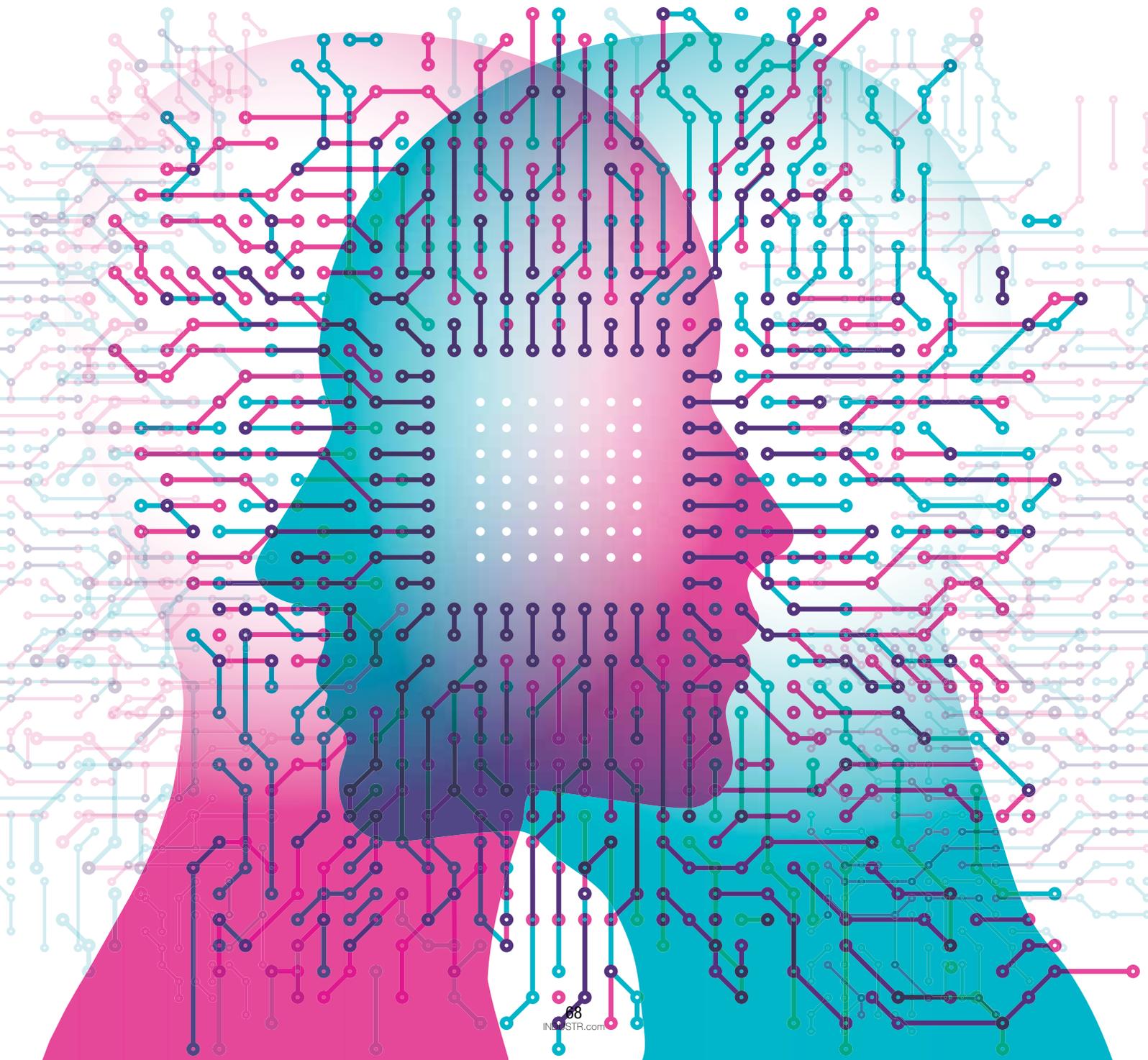
Zusätzlich zu den eigenen Produktionskapazitäten von Rochester bieten starke Partnerschaften mit den ursprünglichen Halbleiterlieferanten auch die Möglichkeit, dass Rochester sich mit der Wiederaufbereitung von Fertigwaren und Wafern beschäftigt. Dadurch ist es möglich, Wafer wiederaufzubauen und dadurch künftige Obsoleszenzrisiken auszuschließen. □

Umfrage zu RISC-V

# TAUGT RISC-V FÜR DEN EMBEDDED-BEREICH?

Die Befehlssatzarchitektur RISC-V erfreut sich immer größerer Beliebtheit. Gerade ihr Open-Source-Ansatz findet großen Anklang bei Entwicklern. Doch ist sie auch reif für den Einsatz in der Industrie? Wir haben Unternehmensvertreter befragt, was sie von RISC-V im Embedded-Bereich halten.

**UMFRAGE:** Florian Streifinger, E&E **BILDER:** iStock, iMr Squid; Arrow, Kontron, Mouser; Michael Horiky, TQ-Systems





**FLORIAN  
FREUND**

Im Embedded-Bereich gewinnt RISC-V ebenfalls an Bedeutung. Das liegt nicht zuletzt an dem großen Engagement einiger Halbleiterhersteller. Die großen Vorteile im Vergleich zu anderen Prozessorarchitekturen sind die Anpassungsfähigkeit und die große Zukunftssicherheit, beispielsweise bei Implementierung in einen FPGA. Mit dem Arrow Everest Board haben wir für RISC-V eine eigene sehr leistungsfähige Plattform entwickelt, die sowohl für die Evaluierung aber auch für das Quick Prototyping verwendet werden kann. Unser hierdurch gewonnenes Know-how hilft unseren Kunden, in sehr kurzer Zeit mit passenden Lösungen auf den Markt zu kommen.

Director Engineering DACH, Arrow



**NORBERT  
HAUSER**

Wir beobachten die Entwicklung der RISC-V-Technologie. Für spezielle Märkte, die zu starke Abhängigkeiten von US-Chipherstellern und Lizenzen vermeiden möchten, könnte RISC-V interessant sein. Aus Sicht von Kontron ist RISC-V aber noch nicht marktreif für einen Einsatz in der Embedded-Industrie und der konkrete Nutzen für den Anwender noch unklar. Derzeit ist RISC-V mehr etwas für die Maker-Community als für einen professionellen Einsatz. Diese Situation hatten wir ursprünglich auch beim Raspberry Pi. Mittlerweile bieten wir aber erste Produkte mit ihm an, da er zunehmend auch im Embedded- und Industrial-Bereich Verwendung findet. Ein ähnlicher Trend könnte sich bei RISC-V entwickeln.

Vice President Marketing von Kontron



**MARK  
PATRICK**

Wir möchten Konstrukteuren und Entwicklern stets die neueste Technik an die Hand geben, damit sich ihre Produkte vom Wettbewerb abheben. Deshalb arbeiten wir mit Herstellern wie Microchip und NXP an der Entwicklung von RISC-V-Architekturen. Im Gegensatz zu den meisten Befehlssatzarchitekturen (ISA) ist RISC-V kostenlos und Open Source und kann lizenzfrei für jeden Zweck genutzt werden. Jeder kann deshalb RISC-V-Chips und -Software entwerfen, herstellen und verkaufen. Obwohl nicht die erste ISA mit offener Architektur, ist sie doch hervorzuheben, weil sie für eine Vielzahl an Bauteilen und Geräten konzipiert wurde. Darüber hinaus unterstützt bereits ein umfangreicher Teil an Software den Befehlssatz, wodurch ein üblicher Schwachpunkt neuer Befehlssätze vermieden wird.

Technical Marketing Manager, Mouser



**JOSEF  
FROMBERGER**

RISC-V ist auf jeden Fall ein interessanter Ansatz, um Rechnerkerne noch effektiver einzusetzen. Die Idee Open Source mittlerweile ebenfalls bei Hardware anzuwenden, hat sicherlich ihren Reiz, mit allen damit verbundenen Chancen und Risiken. Für TQ-Systems als Engineering- und Fertigungsdienstleister ist es ein Thema, RISC-V bei speziell auf die Applikation zugeschnittenen Rechnerarchitekturen einzusetzen. Momentan beobachten wir sehr genau die Entwicklung von RISC-V hinsichtlich der Technik, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und natürlich auch dem Preise.

Leiter des Geschäftsbereichs Embedded von TQ-Systems

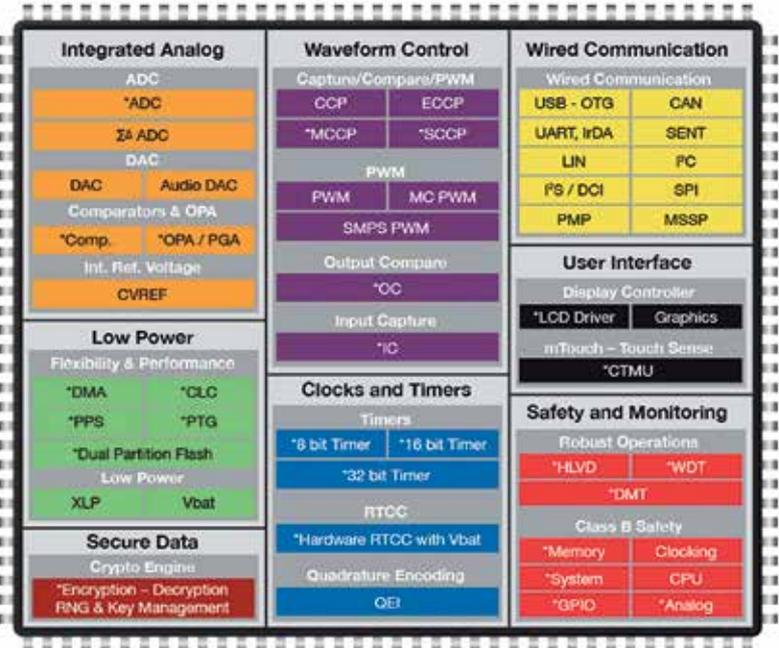


8-BIT-MIKROCONTROLLER

## DER SCHEIN TRÜGT

Obwohl mittlerweile wesentlich rechenstärkere Prozessortypen existieren, bleiben 8-Bit-Mikrocontroller nach wie vor eine gute Wahl. Vor allem in Systemarchitekturen, bei denen die Arbeitslast auf mehrere Prozessoren verteilt wird, punkten sie durch ihre Kosteneffektivität und Energieeffizienz.

**TEXT:** Lucio di Jasio, Microchip **BILDER:** Microchip; iStock, Cranach



Core-unabhängige Peripherieschaltungen werden eingesetzt, um den Prozessorkern zu entlasten.

Der erste 8-Bit-Mikrocontroller kam vor etwas mehr als 40 Jahren auf den Markt – und überzeugte Entwickler schnell von seinen Vorteilen. Als Einzelbaustein mit vollwertigem Mikroprozessor und Speicher, einem Timer sowie I/O-Ports bot er erhebliches Einsparpotenzial bei den Stücklistenkosten und vereinfachte das Design vieler Elektronikprodukte. In den folgenden Jahrzehnten sollten zahlreiche daraus abgeleitete Konkurrenzprodukte in die unterschiedlichen Embedded-Systeme vordringen. Obwohl die Hersteller von Mikrocontrollern seitdem Bausteine auf der Basis von 16-, 32- und sogar 64-Bit-Architekturen vorgestellt haben, spielt die 8-Bit-Architektur in Embedded-Systemen weiterhin eine wichtige Rolle. 8-Bit-Mikrocontroller findet man aktuell in sehr verschiedenen Anwendungen. Oft sind sie der einzige softwareprogrammierte Baustein im System, beispielsweise in Rauchmeldern oder industriellen Sensormodulen. Häufig kommt ein oder mehrere 8-Bit-Mikrocontroller auch parallel zu anderen, auf 16-, 32- oder 64-Bit-Architekturen beruhenden Prozessoren zum Einsatz. Ein einfaches Beispiel dafür ist der Tastaturcontroller, der dem Host-Prozessor des Computers im besten Fall die Arbeit wesentlich erleichtert. In vielen Fällen wird durch den Einsatz mehrerer kooperierender Prozessoren die Leistung des Gesamtsystems erheblich verbessert.

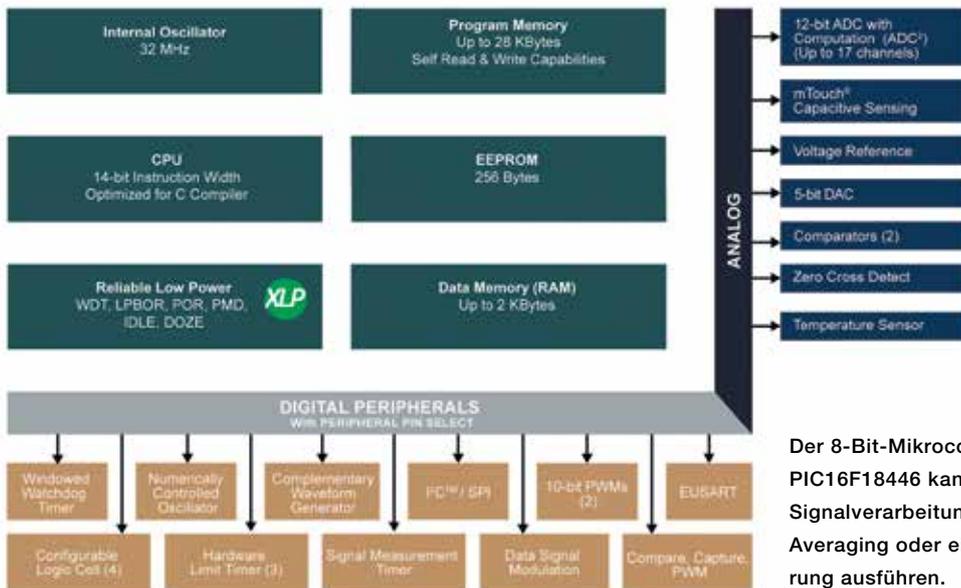
Beim Erstellen neuer Produktkonzepte, deren Steuerung auf Embedded-Prozessoren basiert, ist stets zu überlegen, wie man die Arbeitslast am besten auf die verfügbaren Ressourcen aufteilt. Die entscheidenden Kriterien dafür sind Kosteneffektivität und Energieeffizienz. Aus Hardware-Sicht scheint die Nutzung eines Betriebssystems das einfachste Vorgehen zu sein, um viele unterschiedliche Tasks nebeneinander auf einem Hochleistungs-

prozessor laufen zu lassen. Dieses Vorgehen bietet allerdings nicht immer die beste Energieeffizienz, da der Datenaustausch zwischen dem System und seinen Ein- und Ausgängen oft mit einer sehr viel geringeren Datenrate erfolgt als der Spitzendurchsatz eines High-End-Prozessors. Entsprechend muss ein 32- oder 64-Bit-Prozessor mit einer Taktfrequenz von 1 GHz bei der Ausführung von I/O-Transaktionen viele Zyklen lang auf das Eintreffen eines neuen Bytes warten. Mit Hilfe von Interrupts könnte man zwar ein ständiges Abfragen von Daten vermeiden. Nach jedem Interrupt müsste man jedoch im Fall eines Kontext-Switch Datenwerte im System-Stack ablegen beziehungsweise abfragen, was viele Overhead-Taktzyklen erfordert.

### Meist nur kurze Aktivitätsphasen

Viele Embedded-Systeme werden durch Interrupts aus externen Ereignissen angesteuert. Diese Systeme warten auf irgendein Signal aus einer externen Aktivität, bevor sie mit der Verarbeitung von Eingangssignalen beginnen. Ein gutes Beispiel dafür ist wieder der Tastaturcontroller: Anstatt ständig Eingänge abzufragen, wartet er einfach darauf, dass ein elektrischer Kontakt geschlossen wird. Ein Interrupt-Controller erfasst den daraus resultierenden Puls, wodurch die Mikroprozessor-Firmware erkennt, dass sie die Tastaturleitungen abfragen und die jeweils gedrückte Taste ermitteln muss. Anschließend muss sie dem Host-Computer mitteilen, welchem Zeichen diese Taste entspricht.

Auch viele typische IoT-Systeme verarbeiten die meiste Zeit nur sehr wenige Daten – der Großteil ihrer Funktionen ist nur während kurzer Aktivitätsphasen erforderlich. Beispielsweise



Der 8-Bit-Mikrocontroller PIC16F18446 kann einfache Signalverarbeitungsfunktionen wie Averaging oder eine Tiefpassfilterung ausführen.

muss ein intelligenter Lautsprecher nur dann mit der Erkennung menschlicher Sprache beginnen, wenn das Mikrofon ein ausreichend starkes Audiosignal im richtigen Frequenzbereich erfasst. Auch ein Rauchmelder muss die in seine Kammer eingedrungene Luft nicht alle paar Mikrosekunden analysieren, da die Luftzirkulation ein recht langsames Phänomen ist. Vielmehr reicht es, wenn der Rauchmelder mit einer Abtastrate von weniger als 1 Hz prüft, ob die aktuelle Luftqualität eine eingehendere Analyse erforderlich macht. Die dafür nötigen Berechnungen dauern selbst bei Prozessorkernen mit einer Taktrate im niedrigen MHz-Bereich meist nur den Bruchteil einer Sekunde.

### Low-Power-Schlafmodus spart Energie

Läuft der Prozessor zwischen den Messungen in einer Leerlaufschleife weiter, so wird sowohl beim Lautsprecher als auch beim Rauchmelder wertvolle Energie vergeudet. Die Lösung: Man versetzt den Prozessorkern zu Beginn der Leerlaufschleife in einen Low-Power-Schlafmodus und weckt ihn erst auf, wenn ein Interrupt von einem Systemtakt beziehungsweise Zähler eingeht oder wenn mittels einer ereignisgesteuerten Peripherieschaltung eine externe Aktivität erkannt wurde.

Um eine hohe Leistung zu gewährleisten, verwenden High-End-Prozessoren einen lokalen SRAM-Cache, in dem häufig benötigte Instruktionen und Daten abgelegt sind. Falls solch ein Cache nicht verfügbar ist, muss man den Code aus einem relativ langsamen Flash-Speicher in den SRAM- beziehungsweise DRAM-Speicher kopieren, um einen ähnlich guten Durchsatz wie bei einem Cache-Speicher zu erzielen. Während des Sleep-Modus verlieren diese Speicherbausteine jedoch ihren Inhalt, um Energie zu sparen. Entsprechend müssen sie nach jedem

Wakeup-Signal wieder aufgefrischt werden, bevor der Prozessor mit der Ausführung beginnen kann – ein sehr energieraubender Zwischenschritt, der mit zusätzlichen Latenzzeiten verbunden ist.

### Gute Anpassung an nicht-flüchtige Speicher

Die meisten 8-Bit-Prozessoren sind wesentlich besser an die Leistung und die Fähigkeiten nicht-flüchtiger Speicher angepasst. Sie laden die Befehle direkt aus dem Flash-Speicher. Oft ist in ihnen ebenfalls ein nicht-flüchtiger Datenspeicher zur Speicherung von Daten zwischen Wakeup-Zyklen enthalten. Daher müssen sie ihre SRAM-Scratchpads nur selten neu laden. Die Folge davon ist ein Prozessorkern, der besser auf externe Ereignisse reagiert, obwohl er einen geringeren Spitzendurchsatz für Berechnungen bietet. Vor diesem Hintergrund ist verständlich, warum Systementwickler in komplexeren Systemen oft 8-Bit-Mikrocontroller neben den 16-, 32- oder 64-Bit-Prozessoren einplanen. Beispielsweise kann man in einem intelligenten Lautsprecher einen 8-Bit-Mikrocontroller zur Verarbeitung der Audio-Eingangssignale nutzen, solange keine Sprachverarbeitung erforderlich ist: Der Mikrocontroller kann mithilfe von einfachen Algorithmen prüfen, ob das eingehende Tonsignal oberhalb des Hintergrundpegels liegt und, falls dem der Fall ist, ob es sich dabei um Rauschen oder um menschliche Sprache handelt. Nur wenn das Signal wichtig genug erscheint, weckt er den Hauptprozessor für weitere Analysen auf.

### Core-unabhängige Peripherieschaltung

Die Architektur für eine kooperative Signalverarbeitung reicht jedoch weit über den Prozessorkern hinaus. In vielen Situationen ist die Flexibilität einer softwarebasierten Verarbeitung

der vom System erkannten Ereignisse überhaupt nicht vonnöten. Beispielsweise muss der Prozessor in einem intelligenten Lautsprecher nicht ermitteln, ob das eingehende Tonsignal Sprachmerkmale aufweist, solange das Mikrofon nur Hintergrundgeräusche mit niedrigem Pegel erfasst. Zu diesem Zweck werden Core-unabhängige Peripherieschaltungen (Core Independent Peripherals – CIP) eingesetzt, die Funktionen wie etwa den Vergleich eines Analog-Eingangssignals mit Referenzpegeln unabhängig vom Prozessorkern durchführen können. Erst wenn die Amplitude des vom Mikrofon aufgenommenen Signals eine durch einen Komparator ausgewertete Schwelle überschreitet, wird der Prozessor aufgeweckt.

Abhängig vom verwendeten Mikrocontroller bieten CIPs eine Reihe von konfigurierbaren Peripherieschaltungen. In ihnen sind kombinatorische Logik, Zustands- und Taktgeberfunktionen implementiert, die sich zur Realisierung verschiedenster Funktionen ohne eine direkte Intervention des Prozessorkerns miteinander kombinieren lassen – beispielsweise für eine Motorsteuerung, eine Stromversorgungs-Sequenzierung, Datenmodulationen oder eine konditionelle Signalabgabe. Bei Bausteinen wie dem ATmega4809 mit konfigurierbaren kundenspezifischen Logik-Controllern (Configurable Custom Logic – CCL) lassen sich die auf dem Chip integrierten A/D-Wandler mit programmierbaren Triggern und anderen zustandsgesteuerten Funktionen ausstatten, um den Prozessorkern von zusätzlichen Aufgaben zu entlasten.

## Hardwarebasierte Filterung

Beim ADC2-Modul, das in zahlreichen 8-Bit-Mikrocontrollern wie zum Beispiel dem PIC16F18446 von Microchip enthalten ist, kann die Hardware Signalverarbeitungsfunktionen wie Averaging oder eine Tiefpassfilterung an digitalen Signalen ausführen. Dadurch wird verhindert, dass das System auf kurzfristige Störungen oder hörbare Nadelpulse reagiert. Darüber hinaus ist eine Vorverarbeitung möglich, wenn das vom A/D-Wandler empfangene Signal auf Sprachgehalt hin untersucht werden soll. Eine ebenfalls im ADC2-Modul integrierte Hardwarefunktion vereinfacht das kapazitive Abtasten in Touch-Panels – eine Anwendung, die sich über Software nur sehr aufwändig implementieren lässt.

Die Unterstützung von hardwarebasierter Filterung bei Geräten mit einem ADC2-Modul ermöglicht den Einsatz von 8-Bit-Mikrocontrollern, wo bisher ein 16-Bit-Baustein die sinn-

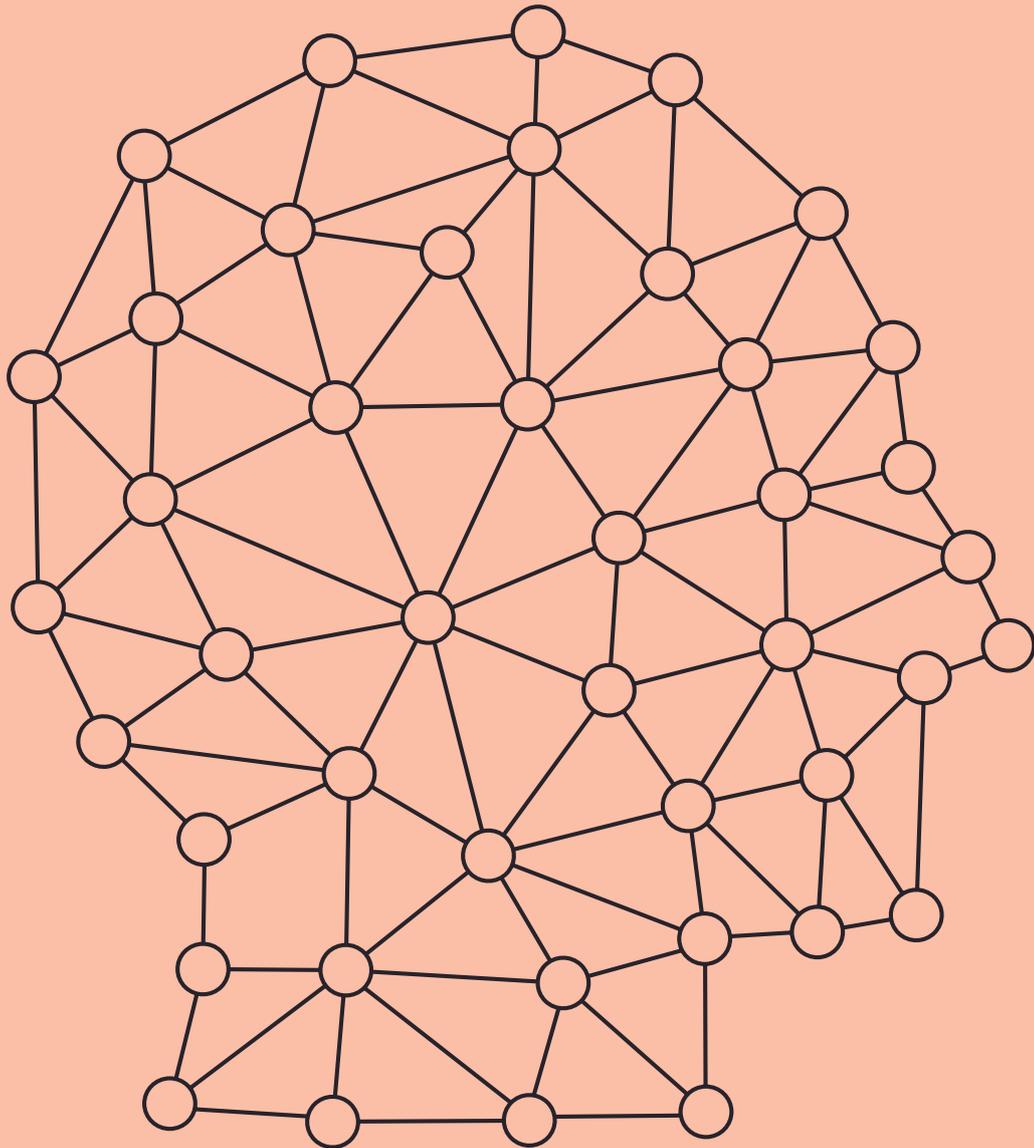
vollste Wahl war. Bei den typischen Auflösungen für industrielle und Audio-Abtastwerte wäre bei einer 8-Bit-Pipeline zwar im Gegensatz zu einer 16-Bit-Architektur eine Aufspaltung der Abtastraten für die softwarebasierte Verarbeitung nötig – dank der hardwarebasierten Filterfunktionen entfällt jedoch ein Großteil der Signalverarbeitung für den 8-Bit-Prozessorkern, der sich nun voll auf seine Kernaufgaben der Systemverwaltung und -steuerung konzentrieren kann. Dieser vergrößerte Spielraum bei der Rechenkapazität macht es möglich, kostengünstigere 8-Bit-Bausteine für einfachere Endgeräte zu spezifizieren.

## 8-Bit für I/O-zentrierte Anwendungen

Auf 8-Bit-Architekturen beruhende Mikrocontroller eignen sich noch in einer weiteren Hinsicht besser für I/O-zentrierte, ereignisgesteuerte Anwendungen: Viele digitale I/O-Aufgaben operieren auf Bit- oder Sub-Byte-Ebene. Prozessoren mit größeren Wortbreiten sind oft nicht besonders effizient bei der Handhabung dieser Datentypen, da ganze Datenworte in den Registern verschoben und komplexe Bit-Masken zur Verarbeitung der richtigen Inhalte verwendet werden müssen. 8-Bit-Mikrocontroller hingegen bieten genau den richtigen Funktionsumfang für Anwendungen, bei denen zwischen den einzelnen Schritten nicht viele Berechnungen durchgeführt werden müssen. Bei I/O-zentrierten Aufgaben nutzen 8-Bit-Mikrocontroller den Programm- und Datenspeicher in der Regel effizienter als höherwertige Prozessoren.

## Für jede Entwicklergeneration angepasst

8-Bit-Architekturen sind seit Jahrzehnten erfolgreich. Man könnte also annehmen, dass sich ihr Design nicht verändert habe. Doch 8-Bit-Mikrocontroller haben sich bestens an die Anforderungen jeder neuen Entwicklergeneration angepasst und bieten zusätzliche Funktionen wie intelligente Peripherieschaltungen oder eine Unterstützung für Hochsprachen, wie sie für eine moderne kooperative Verarbeitung nötig sind. Natürlich erhöht eine kooperative Verarbeitung die Designkomplexität, da Entwickler die Synchronisierung zwischen mehreren Prozessorkernen und intelligenten Peripherieschaltungen berücksichtigen müssen. Doch Werkzeuge wie der MPLAB Code Configurator (MCC) von Microchip übernehmen die nötigen Verwaltungsaufgaben auf der Firmware-Ebene und ermöglichen Lösungen, die sich für verschiedenste Anwendungsformen wie Konnektivität, Motorsteuerung oder Energiemanagement eignen. □



ROBOTIC PROCESS AUTOMATION

## Software-Roboter für das IoT

Das Internet of Things und Industrie 4.0 erzeugen gewaltige Datenmengen. Die Systeme vieler Unternehmen sind nicht auf deren Speicherung und Verarbeitung ausgelegt. Robotic Process Automation kann bestehende Systeme entlasten und eine Verbindung zwischen ihnen und der IoT-Infrastruktur herstellen.

**TEXT:** Alexander Steiner, Meta Proc **BILDER:** Meta Proc; iStock, Valentin Amosenkov; Thekla Ehling

Robotic Process Automation ermöglicht die Verbindung von bestehenden Computersystemen, etwa dem ERP-System, mit IoT- und Industrie-4.0-Anwendungen. Die existierende IT muss dafür nicht umgestellt und um API-Schnittstellen erweitert werden.



Ob Smartphone, Tablet, Laptop oder Smart TV – Produkte aus der Elektronikbranche gehören heute zum Standard und sind längst feste Bestandteile des beruflichen sowie privaten Alltags. Obwohl der Umgang mit diesen Geräten gang und gäbe ist, dürften sich nur die wenigsten Benutzer wirklich mit den elektrotechnischen Komponenten und der dahinterstehenden Software auskennen. Die Elektronikindustrie gilt nicht umsonst als komplexes Feld. Fundiertes Fachwissen vereinigt sich mit exakt programmierten, sehr sensiblen Maschinen und Computern. Fragile Materialien, Präzision auf den Nanometer genau und die Verarbeitung immenser Datenmengen spiegeln die hohen Anforderungen an Mensch und Maschinen wider. Die immer komplexer werdenden Datenstrukturen, die fortschreitende Vernetzung der Geräte und die zunehmende Anbindung physischer und virtueller Gegenstände über das Internet of Things (IoT) stellen den elektronischen Industriezweig fortwährend vor neue Herausforderungen.

Vorhandene Legacy-Systeme halten den notwendigen enormen Speicherkapazitäten oft nicht stand. Und selbst wenn sie es schaffen, die Daten aufzunehmen, sind sie selten in der Lage, die Informationsmengen sinnvoll zu verwalten und nutzbringend aufzubereiten. Ohne die passende technische Ausstattung und eine entsprechend leistungsfähige Software wäre der Entwicklung und Produktion im elektronischen Sektor somit schnell ein Ende gesetzt. Die Funktionsfähigkeit der etablierten ERP-Systeme muss sichergestellt werden, sodass auch IoT-Anwendungen Einzug in die elektrotechnische Ar-

beit halten können. Der Einsatz von Robotic Process Automation (RPA) kann hier als Brücke zwischen alteingesessener IT und den Datenströmen aus dem Internet der Dinge fungieren und gleichzeitig für Stabilität und Leistungsfähigkeit sorgen.

## Bestehende Systeme stoßen an Grenzen

Neben dem Umgang mit großen Datenbergen und der Notwendigkeit exakt programmierter Gerätschaften zeichnet sich die Elektronikbranche auch durch einen steten Wandel aus. Forschung und Entwicklung machen beinahe täglich Fortschritte. Monat für Monat kommen technische Neuheiten, Nachrüstungen und Weiterentwicklungen auf den Markt. Heute noch neue und innovative Prozesse oder Gadgets können morgen schon als veraltet und überholt gelten. Erfolgreiches Wirtschaften in der Elektronikbranche verlangt stets auch Schnelligkeit und Dynamik. Echtzeitverarbeitung war für viele Unternehmen bereits in der Vergangenheit möglich. Mittlerweile besteht die Herausforderung jedoch darin, soweit es geht in die Zukunft zu schauen. In diesem dauerhaften Wettlauf – unter anderem dem wirtschaftlichen Druck geschuldet – steht nicht nur das Fachpersonal vor unaufhörlich wachsenden Aufgaben. Die Maschinen und Computer sind ebenfalls starker, steigender Beanspruchung ausgesetzt. Speziell durch das Internet der Dinge besteht heutzutage ein nahezu unaufhörlicher Daten- und Informationsfluss, der so manche Applikation in Richtung Leistungsgrenze treibt. Somit besteht zunehmend die Gefahr, dass einzelne Maschinen oder ganze Systeme überlas-



*„Vorhandene Systeme sind den enormen Datenmengen des IoT oft nicht gewachsen. Der Einsatz von Robotic Process Automation kann als Brücke zwischen alteingesessener IT und den Datenströmen aus dem Internet der Dinge fungieren und gleichzeitig für Stabilität und Leistungsfähigkeit sorgen.“*

**Alexander Steiner, Meta Proc**

tet werden und im schlimmsten Fall sogar gänzlich ausfallen. Das kann im Extremfall Produktionsprozesse vollständig außer Kraft setzen und die Hersteller teuer zu stehen kommen. Stetig durchgeführte Updates oder Softwareerweiterungen stellen keine dauerhaften Lösungen dar, da sie nur phasenweise mit den rasanten Entwicklungen des Marktes mithalten können.

Wer alte Systeme und Hardware durch neue Modelle ersetzen möchte, steht oftmals vor dem Problem, dass die vorhandene IT-Architektur exakt auf die jeweiligen branchenspezifischen Bedürfnisse eingestellt ist. In jedem Unternehmen existieren zudem zahlreiche ganz eigene Ansprüche und Besonderheiten, auf die die vorhandenen Netzwerke reagieren müssen. Das kann ein enormer Störfaktor für den Umstieg sein, da sich bestehende Systeme nur in seltenen Fällen eins zu eins durch moderne Komponenten austauschen lassen. Dadurch kann sich die Datenintegration erheblich erschweren. An dieser Stelle kommt es häufig zu Abstimmungsproblemen zwischen alteingesessenen und neuen Technologien. Das betrifft längst nicht mehr nur Industrieanlagen oder das produzierende Gewerbe mit veralteter EDV, sondern kann auch in der Elektronikbranche auftreten. Etablierte Netzwerke bieten immer seltener die notwendigen Schnittstellen, um IoT-Befehle ordnungsgemäß auszuführen und die immensen Informationsmengen verarbeiten zu können.

Sollen bestehende ERP-Systeme zumindest interimsmäßig ans Internet of Things angedockt werden, erweisen sich die bestehenden Schnittstellen meist als nicht agil genug. Oft sind sie auch schlicht nicht in der Lage, einen entsprechenden Datenaustausch umzusetzen. Das führt oft zu Überlas-

tungen und Ausfällen. Zu groß ist die Quantität der Daten, zu komplex sind die Anwendungsbereiche, zu unterschiedlich die Funktionsweisen. Oftmals können daher moderne Standardschnittstellen nicht mehr bedient werden. Hierauf folgen häufig Kompatibilitätsprobleme, sodass Legacy-Systeme nicht mit den IoT-Angeboten kooperieren. Um die altbewährten Komponenten trotzdem mit den modernen Strukturen von Industrie 4.0 zu verknüpfen, bietet sich RPA als unkomplizierte, schnell umzusetzende, kostengünstige sowie kurz- und langfristige Lösung an. Die Prozessautomatisierung dient als eine Art Fenster zum ERP-System, durch das die IoT-Datenstrukturen in die bestehende Netzwerkumgebung eingepflegt werden. Nach einer umfangreichen und genauen Analyse der indivi-

### ROBOTIC PROCESS AUTOMATION

Robotic Process Automation (RPA), zu deutsch Roboter-gesteuerte Prozessautomatisierung, bedient sich sogenannter Softwareroboter, um menschliche Interaktionen mit Computerprogrammen nachzuahmen. Softwareroboter sind Programme die automatisiert Eingaben in Softwaresysteme vornehmen können. Sie gehen dabei ähnlich vor, wie es ein menschlicher Nutzer machen würde. Ihr großer Vorteil besteht darin, das für sie keine zusätzlichen Programmierschnittstellen in den IT-Systemen geschaffen werden müssen. Sie nutzen schlicht die gleichen Oberflächen, wie die menschlichen Mitarbeiter. Seit Anfang 2000 kommen Softwareroboter unter anderem zum automatisierten Erstellen von Social-Media-Beiträgen oder bei Kundendienstanrufen zum Einsatz. Sie lassen sich aber auch für Dateneingaben, zum Beispiel in ERP-Systeme, nutzen.

duellen Bedürfnisse arbeitet RPA auf nahezu jeder Oberfläche und funktioniert auch in etablierten Umgebungen. Die Risiken beim Einsatz von RPA sind sehr gering. Korrekt programmiert, arbeiten Software-Roboter mit einer Fehleranfälligkeit von null. Dank dieser Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit entfallen kostspielige Neuanschaffungen für Hardwarekomponenten, da die etablierten Gerätschaften weiterhin in Benutzung bleiben können. Auch die Implementierungszeit von RPA fällt mit lediglich drei bis acht Wochen sehr gering aus. Herkömmliche Tools, die ERP-Systeme mit dem Internet der Dinge verbinden, stehen durchschnittlich erst nach sechs bis zwölf Monaten zur Verfügung. Angesichts der teils rasanten Entwicklungen auf dem schnelllebigen Elektronikmarkt ist das eine enorm lange Zeitspanne.

Bei der Einführung von Robotic Process Automation sollten Anwender vor der Implementierung eine genaue Bedarfsanalyse durchführen: Welche Systeme müssen mit den Datenflüssen des IoT verknüpft werden? Wo lauern für die größten Überlastungsgefahren? Welche branchenspezifischen Notwendigkeiten gilt es zu beachten? Trotz einer immensen Anpassungsfähigkeit der Softwarelösung existiert kein Schema F, das gezielt und für jedes Unternehmen passend angewendet werden kann. Vielmehr gilt es, die jeweiligen spezifischen Ansprüche aufzufindig zu machen, um eine optimale Datenintegration zu erreichen. Insgesamt kann RPA für die Elektronikindustrie ein wichtiger Baustein sein. Sowohl bei der Effizienz und optimierten Prozesssteuerung und im Umgang mit immensen Datenmengen als auch in der Sicherstellung fehlerfreier maschineller Abläufe kann sich das vielfältige Einsatzgebiet der Robotic Process Automation positiv auswirken. □

## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	34	Lem	29
Akka	36	Linutronix	58
Alpha-Numerics	20	MES Electronic Connect	49
Arrow	68	Mesago Messe	U3
B-Plus	10	Meta Proc	74
Beta Layout	39	Microchip Technology	61, 70
Börsig	45	Mitsubishi Electric	U4
Cocus	78	Mornsun Power	35
Congatec	10	Mouser	68
Creative Chips	10	Phoenix Contact	44
CTX Thermal Solutions	34	Productware	43
Detakta	5	Rochester Electronics	65
Display Elektronik	6	Rogers	18
Distrelec	50	Rohm Semiconductor	U2
Dspace	34	Rutronik	3
EA Elektro-Automatik	34	Schulz Electronic	17
Elektrosil	31	Schurter	53
Fischer Elektronik	21, 24	Semikron	23
Fraunhofer IAF	8	Texas Instruments	28
Frizlen	19, 33	TQ-Systems	40, 68
FTCAP	55	Traco Power	10, 27
ICT-Suedwerk	34	Turck Duotec	41
Ineltek	22	Verifysoft Technology	62
Infineon	Titel, 12	WDL	34
Kemet	54	Wind River	10
Kontron	68	WTS // Electronic Components	25
Lapp	47	Würth Elektronik eiSos	57

## IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller

**Head of Value Manufacturing** Christian Fischbach

**Redaktion** Florian Streifinger (Managing Editor/verantwortlich/-28), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Anna Campenrieder (-23), Ragna Iser (-98), Demian Kutzmutz (-37), Florian Mayr (-27), Veronika Muck (-19), Tamara Wiebrodt (-34)

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

**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-18), Beatrice Decker (-13), Isabell Diedenhofen (-38) Caroline Häfner (-14), Maja Pavlovic (-17), Julia Rinklin (-10); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2019

**Sales Services** Ilka Gärtner (-21), Franziska Gallus (-16); sales@publish-industry.net

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

**Herstellung** Veronika Blank-Kuen

**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtlfinger Straße 7, 81379 München, Germany  
Tel. +49.(0)151.58 21 19-00, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

**Geschäftsführung** Kilian Müller, Frank Wiegand

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

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

**Jährlicher Abonnementpreis**

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

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

**Druck** Firmengruppe APPL, sellier druck GmbH, Angerstraße 54, 85354 Freising, 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

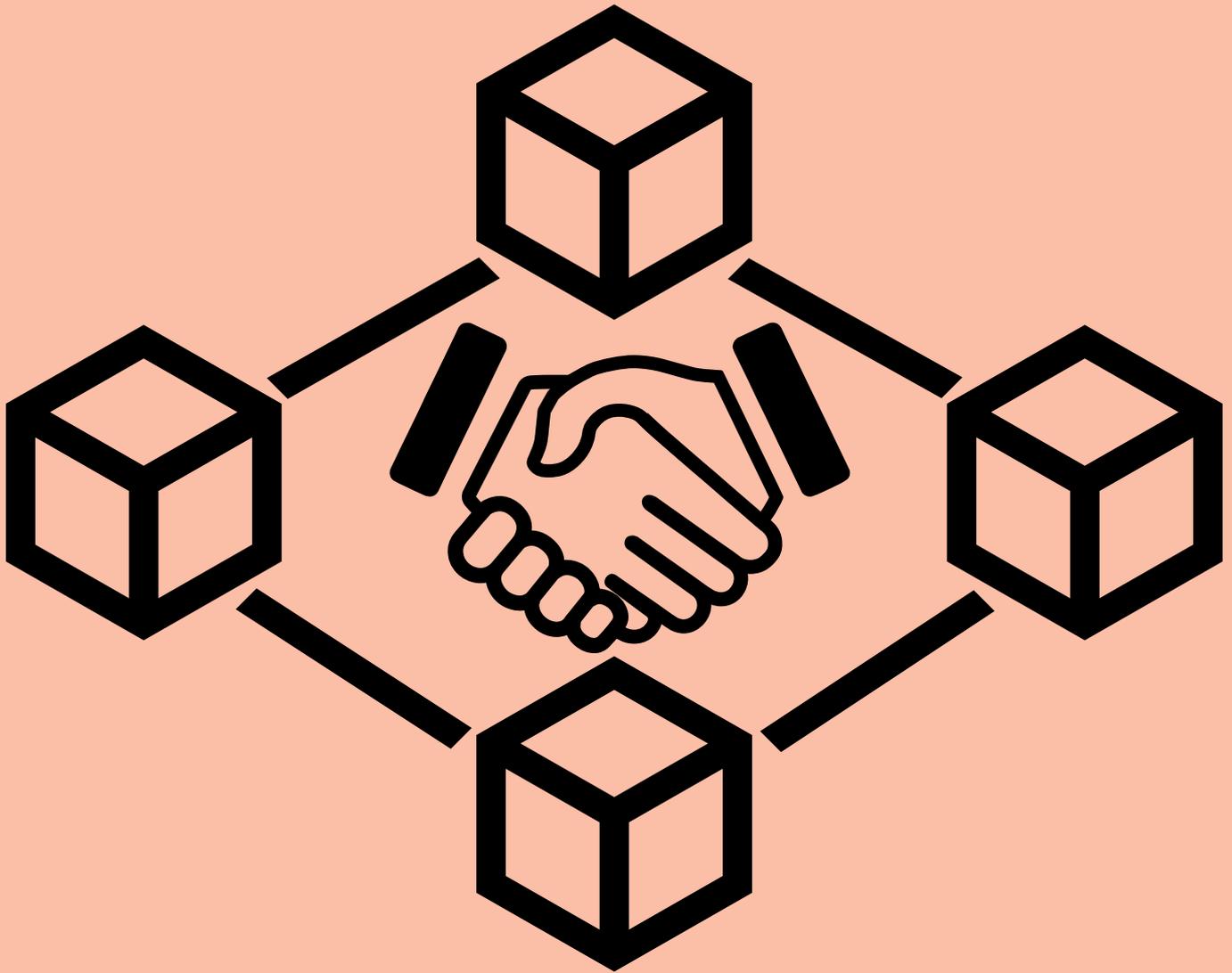
**Postvertriebskennzeichen** 30771

**Gerichtsstand** München

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

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





VERTRAUEN DURCH EINDEUTIGE ID

## Mit Blockchain zu neuen Geschäftsmodellen

Möglichst viele Dinge miteinander zu vernetzen, ist keine neue Idee. Im Rahmen der Digitalisierung ergibt es jedoch Sinn, neben Dingen auch Menschen und Prozesse einzubeziehen. Denn erst mit dem Internet of Everything werden Automatisierungen und Abläufe realisierbar, die ganz neue Business-Möglichkeiten schaffen – und selbst Online-Giganten überflüssig machen. Eine entscheidende Rolle kommt dabei der Blockchain-Technologie zu.

**TEXT:** Sascha Hellermann, Cocus **BILDER:** iStock, Grebeshkov Maxim, Lysenko Alexander; Karsten Lindemann

*„Nur mit Vertrauen lassen sich langfristige Geschäftsbeziehungen aufbauen. Hier kommt die Blockchain-Technologie ins Spiel.“*

Sascha Hellermann, Cocus

Der Erfolg des Amazon Marketplace überrascht selbst Analysten. Laut eMarketer werden die Verkäufe über die Amazon-Plattform im laufenden Jahr mehr als 70 Prozent des gesamten E-Commerce Business des Unternehmens ausmachen. Bei jeder Transaktion zwischen Käufer und Verkäufer verdient Amazon mit. Der Direktkauf beim eigentlichen Anbieter ist zwar günstiger, da kein Dritter beteiligt ist, dennoch kaufen Kunden die Produkte häufig über den Marktplatz. Das liegt unter anderem daran, dass sie den eigentlichen Händler nicht kennen und ihm damit nicht ohne Weiteres vertrauen.

Nur mit Vertrauen lassen sich langfristige Geschäftsbeziehungen aufbauen. Und hier kommt die Blockchain-Technologie ins Spiel. Denn mit einem dezentralen Identitätssystem wird aus dem, was mit Machine-to-Machine-Kommunikation begann, ein Makrokosmos voller Möglichkeiten. Bei M2M erfolgt innerhalb einzelner Netzwerke ein automatischer Informationsaustausch zwischen Terminals und Applikationen. Im Gegensatz dazu basiert das Internet of Things als Mikrokosmos auf intelligenten Terminals, die vernetzt sind und miteinander arbeiten. Mit dem Internet of Everything sowie Blockchain-Technologie wird diese Entwicklung nun fortge-

schrieben. Denn wenn jedes Gerät, jeder Prozess und jeder Mensch im Internet of Everything eine eigene Blockchain-ID erhält, die eine Identifizierung und Authentifizierung erlaubt, ist das die Basis für ein ganz neues Miteinander. Dafür muss das System offen und dezentral sein, was für eine einfache Integration und gute Akzeptanz sorgt.

### Eindeutige Authentifizierung

Um sicherzustellen, dass der Käufer beziehungsweise Nutzer auch derjenige ist, der er vorgibt zu sein, muss seine ID zunächst einmal verifiziert werden. Das ist beispielsweise leicht über Unternehmen möglich, die eine Know Your Customer Policy (KYC) haben, etwa Telekommunikationsunternehmen. Ist die ID einmal verifiziert und damit die reale Person dahinter bekannt, kann dieser Person zukünftig auch bei anderen Geschäftsprozessen vertraut werden. Mit Hilfe dieser IDs werden Mittelsmänner schließlich überflüssig. Stattdessen können direkte, also Peer-to-Peer Geschäftsprozesse und Transaktionen durchgeführt werden. Wenn klar und gesichert ist, wer eine Person oder ein Gerät ist, welche ID zum Beispiel ein Kühlschrank hat, kann dieser auch automatisch – ohne Zwischenhändler oder andere Plattformen einbeziehen zu müssen – bei

einem Händler die Produkte auf einer Shopping-Liste bestellen.

Im privaten Umfeld könnte es je nach Akzeptanz bei den Endverbrauchern noch ein wenig dauern, bis derartige Szenarien Realität werden. Unternehmen, die stets wettbewerbsfähig sein müssen, können sich jedoch nicht den Luxus leisten, zuzuschauen und abzuwarten. Hier muss vorausschauend gehandelt und effizient gewirtschaftet werden. Mit der Blockchain erreicht man dafür ein hohes Maß an Automatisierung sowie Transparenz.

### Waren organisieren selbst ihren Transport

Bestellt beispielsweise ein Unternehmen aus München oder Zürich einen Container voller Computer oder Fernseher aus Japan, muss die Ware zunächst in Japan per LKW zum nächsten Hafen gebracht werden. Auf dem Weg nach Europa wird dann gegebenenfalls noch einmal umgeschifft und dann in Hamburg oder Rotterdam erneut, bevor es flussabwärts geht gen Süden. Schließlich landet der Container wieder auf einem LKW, bevor er am Ziel ankommt. In dieser Kette sind derzeit noch sehr viele Prozesse notwendig, die aufwendig koordiniert und realisiert werden müssen.

Erhält nun aber jeder Container einen IT-Sensor samt Blockchain-ID, kann der Container den langen Transportweg quasi selbstständig bewältigen. Dafür bestellt er beispielsweise am Tag vor der Hafenankunft den LKW für den Weitertransport. Die ursprüngliche Bestellung beim japanischen Unternehmen erfolgt selbstverständlich ebenso per Blockchain, wie die Bezahlung.

Das alles muss keine Zukunftsmusik sein. Große wie kleine Unternehmen könnten bereits sehr schnell über ein funktionierendes System verfügen, wenn sie jetzt den Startschuss dafür geben. Das Reise- und Tourismusunternehmen TUI nutzt etwa für das eigene Betten-Management bereits erfolgreich Blockchain-Technologie – und konnte die Bettenauslastung über Ländergrenzen hinweg so deutlich erhöhen. Auch die Wuppertaler Stadtwerke bieten schon seit letztem Jahr einen Blockchain-basierten Handelsplatz für Ökostrom an. Kunden können sich dort ihre Stromversorgung individuell zusammenstellen und sogar die Kraftwerke auswählen. Die Blockchain-Technologie ermöglicht dabei unter anderem, exakt und fälschungssicher zu dokumentieren, wer wann welche Menge an Strom eingespeist oder verbraucht hat. Das System funktioniert und zieht weitere Interessenten an: Im Februar verkündeten die Wuppertaler Stadtwerke die Einführung eines neuen, bundesweiten Partnernetzwerks.



*„Da die Blockchain ein dezentrales System ist, gelangen Kriminelle nicht mehr so einfach an die Nutzerdaten von Tausenden oder gar Millionen von Menschen. Der Massendiebstahl von persönlichen Daten wie bei Collection #1 wird dadurch sehr viel schwerer.“*

Sascha Hellermann, Cocus

Im Übrigen wird mit der Blockchain keineswegs zwangsläufig viel Energie verbraucht. Das Schürfen und Transaktionen bei der Blockchain-basierten Kryptowährung Bitcoin verbrauchen in der Tat viel Strom. Das ist bei Bitcoin sogar gewollt. In anderen Einsatzgebieten muss das jedoch nicht der Fall sein, wenn die Entwickler beim Design der Blockchain-basierten Lösungen richtig vorgehen. Zudem handelt es sich bei Blockchain um ein dezentrales System, wodurch Unternehmen weniger Server benötigt und somit individuell weniger Strom verbrauchen.

Bei dezentralen Blockchain-Systemen kann es zudem nicht passieren, dass Kriminelle an die Nutzerdaten von Tausenden oder gar Millionen von Menschen gelangen, wie es zuletzt im Rahmen von Collection #1 der Fall war. Die ID des Nutzers liegt mit allen persönlichen Informationen – inklusive der Information, wer den jeweiligen User verifiziert hat – bestens geschützt in der eigenen Blockchain Wallet des Users. Um an die jeweiligen Daten zu kommen, müsste jedes Handy also einzeln gehackt werden. Millionen von IDs lassen sich folglich nur durch das Knacken von Millionen von Handys erlangen. Der Massendiebstahl von Nutzerdaten ist dank der Blockchain-Technologie also nicht mehr so einfach möglich.

Um sämtliche Transaktionen und Aufgaben managen und nachvollziehen

zu können, braucht man eine entsprechende Blockchain-Plattform. Eine der Herausforderungen ist dabei die Vorgaben der neuen europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) einzuhalten. Die Blockchain-ID-Plattform Ownid bietet diese Möglichkeit. Sie ermöglicht es Kunden, das Freigeben und Löschen ihrer Kundendaten beim jeweiligen Unternehmen im Bedarfsfall per Blockchain festzuhalten. Unternehmen stehen somit in doppelter Hinsicht auf der sicheren Seite und können zudem ganz neue Geschäftsmodelle entwickeln. In der Reisebranche kann die Plattform etwa genutzt werden, damit Gäste bereits vor der Ankunft im Hotel Zusatzleistungen in Anspruch nehmen können. Zum Beispiel lässt sich damit der Transport zum Hotel organisieren, eine Massage buchen, das Alter verifizieren, per Smartphone die Zimmertüre öffnen, die finale Rechnung begleichen und auschecken. Das erhöht den Service für den Kunden und spart gleichzeitig Personalkosten. Mit leicht buchbaren Zusatzleistungen kann außerdem der Umsatz gesteigert werden.

Das Potenzial von Blockchain ist jedoch noch viel größer. Beim Thema Autonomes Fahren werden derzeit große Entwicklungssprünge gemacht. Das liegt auch daran, dass große Konzerne wie Google in dieses Feld viel Geld investieren. Sobald Autonomes Fahren alltagstauglich ist, braucht ein Auto mit Blockchain-ID im Prinzip keinen Besitz-

zer mehr, sondern nur einen Produzenten. Das müssen nicht unbedingt Konzerne, sondern können auch Interessengruppen oder Investoren sein. Das Auto kann dann nicht nur autonom fahren, sondern auch selbständig Umsatz generieren, tanken und sich für den nächsten TÜV anmelden – und auch gleich zur Untersuchung fahren.

### Elektromobilität profitiert

Bis es soweit ist, vergeht sicherlich noch etwas Zeit. Deutlich schneller gehen könnte die sinnvollere und effizientere Nutzung von Elektro-Tankstellen. Selbst Privatleute, die eine eigene E-Tankstelle für ihr Auto haben, könnten diese immer zur Verfügung stellen, wenn sie sie nicht selbst nutzen. Andere Autofahrer lassen dann mittels Blockchain-ID ihren eigenen Wagen an der privaten E-Tankstelle aufladen; selbstverständlich gegen Bezahlung. Dadurch amortisiert sich die eigene E-Tankstelle deutlich schneller. Und der Weg zur nächsten Ladestation wird für alle Nutzer von Elektrofahrzeugen deutlich kürzer. Außerdem werden deutlich weniger öffentliche Tankstellen benötigt. Es handelt sich also um eine Win-win-Situation für alle Beteiligten.

Der ehemals reine Online-Buchhändler Amazon wurde mit der Einführung seines Non-Book-Business innerhalb von zehn Jahren zu einem Unternehmen mit einem Jahresumsatz von

über 200 Milliarden Euro. Das konnte nur gelingen, weil Vertrauen schon immer die wichtigste Grundlage für Geschäfte war. Mit Blockchain kann nun jedes Unternehmen dieses Vertrauen schaffen und für seine Geschäftsprozesse nutzen. □

#### BLOCKCHAIN

Die Idee zur Blockchain entstand in den 90er-Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts. Sie ist somit bereits über zwanzig Jahre alt. Berühmtheit erlangte sie allerdings erst vor Kurzem. Durch die Kryptowährung Bitcoin wurde sie einer größeren Öffentlichkeit bekannt. Bei einer Blockchain handelt es sich um eine erweiterbare Liste an Datensätzen. Es gibt somit nicht nur eine, sondern beliebig viele Blockchains. Die enthaltenen Datensätze werden Blöcke genannt und chronologisch aneinandergereiht. Deshalb der Begriff Kette. Jeder Block enthält normalerweise einen Prüfwert des vorherigen Datensatzes, einen Zeitstempel und Transaktionsdaten. Große Vorteile der Blockchain sind, dass sie sehr fälschungssicher ist, sich sehr transparent gestaltet lässt und als verteiltes System gespeichert wird. Bitcoin ist übrigens nur die bekannteste der Kryptowährungen. Neben ihr entstanden viele weitere, wie Ethereum oder Ripple. Blockchains eignen sich allerdings nicht nur für virtuelle Zahlungsmittel, sondern ebenfalls für viele weitere Anwendungen.

# 8

Megawatt Leistung simulieren

Wie sich die Stromversorgung und Klimatisierung von großen Rechenzentren testen lässt, lesen Sie auf Seite 19.

# smtconnect

Lösungen für elektronische Baugruppen und Systeme

Neu:  
EMS Park

## Erleben Sie die neue Heimat der Auftragsfertigung.

Besuchen Sie den EMS Park auf der SMTconnect!  
Auf der Sonderschaufläche finden Sie individuelle Lösungen  
rund um das Thema EMS und knüpfen wertvolle Kontakte in  
familiärer Atmosphäre.

**Nürnberg, 07. – 09.05.2019**

Werden Sie Teil der Community: [smtconnect.com](http://smtconnect.com)

**mesago**  
Messe Frankfurt Group

One of our  
key products:  
Trust.

## Leistungshalbleiter von Mitsubishi Electric.

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



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



Scannen und bei  
YouTube mehr über die  
Produktserie erfahren.

**pcim** Nürnberg  
07. – 09.05.2019  
Halle 9  
Stand 341

**Vortrag, 07. Mai, 14:40–15:00 Uhr**  
Ausstellerforum, Halle 7, Stand 507  
„Converter Inverter Brake (CIB)  
Power Module for Elevator Application“

### Leistungshalbleiter für industrielle Anwendungen



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

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

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