



# FASZINATION ELEKTRONIK

AUSGABE 4 | APRIL 2018 | 18. JAHRGANG | WWW.INDUSTR.COM | FACEBOOK.DE/EUE24.NET

## ZWISCHEN DEN WELTEN

Edge-Computing: Intelligenz an der Schnittstelle  
von Hardware und Cloud

### CONRAD MARKTPLATZ

Interview mit CEO Ruban zum  
Stand nach einem Jahr **Seite 8**

### 3D-DRUCK

Wie er bereits in der Fertigung  
eingesetzt wird **Seite 50**

### GEHALTSÜBERSICHT

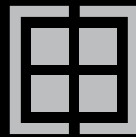
Wie viel Ingenieure  
verdienen **Seite 80**

# INDUSTRIE 4.0 / IIOT EDGE TO FOG TO CLOUD

TSN & OPC UA ENABLED



- Embedded Cloud
- Embedded Software
- Embedded Systems
- Embedded Boards & Modules
- Embedded ODM Services



## LOKAL STATT UNENDLICHE CLOUD-WEITEN

Falls Sie ein Fan von Science-Fiction sind, muss ich Sie enttäuschen. Die E&E ist nicht über Nacht von einem Elektronik- zu einem Science-Fiction-Magazin geworden. Statt mit Perry Rhodan, Star Trek oder Battlestar Galactica beschäftigen wir uns weiterhin mit dem Neuesten aus der Elektronikwelt. Diesmal genauer gesagt mit Edge-Computing; also der lokalen Datenauswertung direkt an den Sensoren, Geräten und Maschinen. Seit einiger Zeit erheben diese immer mehr Informationen über ihren Zustand und ihre Umwelt. Industrie 4.0 und das IoT lassen hier grüßen.

Bisher wurden diese Informationen meist an eine zentrale Stelle geschickt, sei es ein zentraler Server oder die Cloud, und dort ausgewertet. Das verschiebt sich nun wieder näher hin zu den Komponenten; also von der zentralen Stelle an den Rand des Netzwerks. Entweder findet die Verarbeitung direkt an den Komponenten statt oder an einer nahen Einheit. Edge-Computing ist geboren. In vielen Fällen werden die aufbereiteten Daten dann an die Cloud zur weiteren Bearbeitung gesendet.

Der Trend zur Auslagerung von Aufgaben und Informationen in die Cloud bekommt damit starke Konkurrenz. Edge-Computing wird die Cloud allerdings nicht verdrängen. Beide haben ihre Daseinsberechtigung. Stattdessen wird es in Zukunft ein Nebeneinander von beidem geben. Je nachdem was sich für ein bestimmtes Gerät oder eine Aufgabe besser eignet. Was genau sich hinter Edge-Computing verbirgt, welche Vorteile es gegenüber der Cloud hat und wie es sich umsetzen lässt, erfahren Sie im Fokusthema dieser Ausgabe, ab Seite 16.

Ich wünsche Ihnen eine erhellende Lektüre.

*Florian Streifinger*

Florian Streifinger, Managing Editor E&E

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

## UND TREFFEN SIE UNS...

05.06. – 07.06.2018

**PCIM**

26.06. – 28.06.2018

**Sensor + Test**

13.11. – 16.11.2018

**electronica**

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

Überzeugen durch Leistung

Consult | Components | Logistics | Quality

## Auftakt

- 6 FOTOREPORTAGE  
**Designvielfalt bei OLED-Beleuchtung**
- 8 INTERVIEW MIT HOLGER RUBAN, CEO VON CONRAD  
**Der Stand beim Marktplatz nach einem Jahr**
- 12 ZWEIGETEILTE FABLESS-WELT  
**Wo die größten Hersteller sitzen**
- 14 HANNOVER MESSE 2018  
**Wo sich ein Standbesuch lohnt**

## Fokusthema

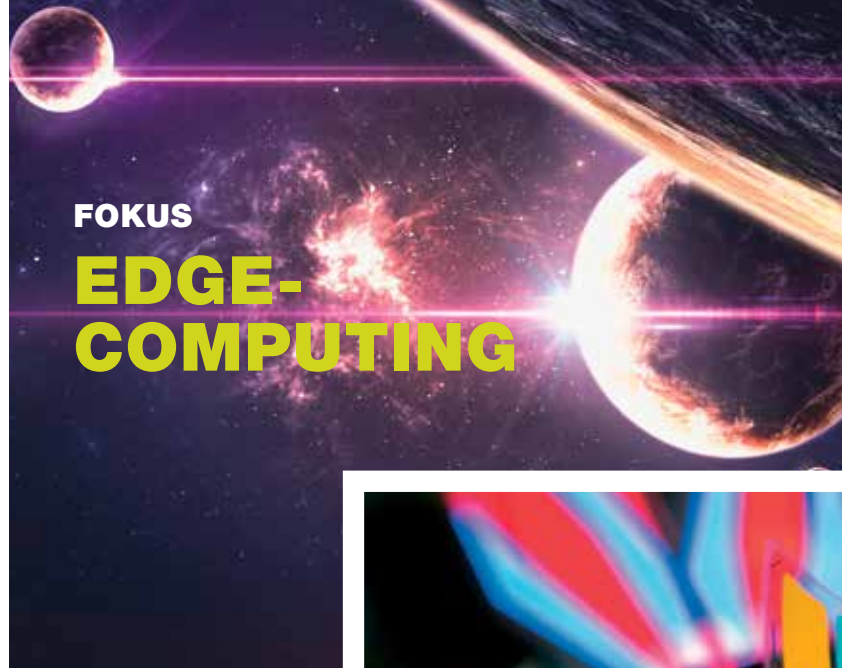
- 16 EDGE-COMPUTING  
**Mehr als eine Randerscheinung**
- 20 NEBEL UND WOLKEN  
**Die Cloud sinnvoll ergänzen**
- 24 INFORMATIONSTRANSFER IM IIOT  
**Edge-Computing verringert Datenmenge**
- 28 KOMMENTAR VON MICHAEL KANELLOS, OSISOFT  
**Lohnt der Absprung in die Cloud?**
- 32 DAS STECKT HINTER EDGE-, FOG- UND CLOUD-COMPUTING  
**Begriffsklärung: Rand, Nebel, Wolke**

## Stromversorgung & Leistungselektronik

- 33 ALTERNATIVEN ZU LI-IONEN-BATTERIEN  
**Post-Lithium-Systeme**
- 36 MEHRZELLEN-AKKUS LADEN  
**Balanceakt für Batterien**

## E&E-Spezial: Karriere in der Elektronikindustrie

- 68 INTERVIEW MIT GUNTHER OLESCH, PHOENIX CONTACT  
**„Es mangelt nicht an Bewerbern“**
- 74 UMFRAGE UNTER ELEKTRONIKFIRMEN  
**Wie die Branche Mitarbeiter gewinnt**
- 77 INTERVIEW MIT STEFAN HOITZ VON MICHAEL PAGE  
**„Das Lohngefälle nimmt ab“**
- 80 GEHALTSÜBERBLICK  
**Was Ingenieure verdienen**



# 06

ENTWICKLUNGSKIT ZEIGT DESIGN-  
VIELFALT BEI OLEDS



# 08

EIN JAHR CONRAD-MARKTPLATZ: CEO  
HOLGER RUBAN VERRÄT, WIE DER  
AKTUELLE STAND IST





**AB SEITE 16**

FOKUSTHEMA: EDGE-COMPUTING  
BRINGT DIE DATENVERARBEITUNG ZURÜCK ZUR HARDWARE



**AB SEITE 67**

E&E-SPEZIAL: KARRIERE IN DER ELEKTRONIKINDUSTRIE



**Verbindungstechnik & Wireless**

- 42** FIT FÜR INDUSTRIE 4.0  
**Verkabelung für riesige Datenmengen**
- 45** FREIE FAHRT FÜR GROSSE DATENPAKETE  
**Etherline: hohes Tempo bis 10 Gbit/s**
- 48** PROMOTION: INTERVIEW MIT M. ELLINS, SOCIONEXT  
**IEP für mehrere Standards und TSN**

**Entwicklungstools & Prototyping**

- 50** ADDITIVE FERTIGUNG  
**3D-Druck in der Praxis**

**Passive Bauelemente & Elektromechanik**

- 55** PULSGENERATOREN  
**Chips unter Hochspannung**
- 58** EMV-DESIGN BEI DC/DC-SCHALTREGLERN  
**Die Störung immer im Blick**

**Displays & HMI**

- 62** TRENDSOUT  
**Top HMI-Komponenten**
- 64** SAFETY  
**Verbesserungen für Not-Halt-Taster**

**Rubriken**

- 03** Editorial
- 11** Ackermanns Seitenblicke  
*Auch das Glück wird digitalisiert*
- 31** Firmenverzeichnis
- 31** Impressum
- 82** Aufgeschraubt

**Board Level Kühlkörper**

- effektive Entwärmung rund um die Leiterkarte
- als Blechbiegeteil oder Strangkühlkörper
- aus Aluminium- oder Kupfermaterial
- lötfähige Oberflächenbeschichtungen
- für horizontale und vertikale Einbaulage
- Sonderausführungen nach Kundenvorgabe



**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:  
„HIGH END“ in München  
10.5 - 13.5.2018  
Halle 3, Stand L13**

# Große DESIGNVIELFALT BEI OLED-Beleuchtung

Designer sehnen sich schon lange nach einer breiteren Vielfalt an Gestaltungsoptionen für OLED-Beleuchtungen. Wissenschaftler des Fraunhofer FEP haben dafür nun ein Design-Kit entwickelt. Daraus lassen sich unter anderem grazile Schmetterlinge in vielfältigen Formen, Farben und Mustern erstellen.

TEXT: Moritz Eberl, E&E BILD: Jan Hesse, Fraunhofer FEP

## Flexibel und bunt

OLED-Leuchtmodule sind bisher vor allem als weiß leuchtende Kacheln für die Allgemeinbeleuchtung bekannt. Neu entwickelte OLED-Module erlauben jedoch das Erstellen verschiedenfarbig leuchtender Elemente. Hierbei sind den Designern kaum Grenzen gesetzt. Um das zu vermitteln, hat das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP ein „OLED Lighting Design Sample Kit“ entwickelt. Es stellt vor, welche Flexibilität, Transparenz, Mischfarben und variablen Lichtfarben mit OLEDs möglich sind. Das Sample Kit soll außerdem zeigen, dass durch die Technik neue Anwendungen in der Medizintechnik oder Analytik möglich sind, beispielsweise durch die Integration von Beleuchtung (OLED) und Sensorik (OPD) auf einem Bauteil.





INTERVIEW MIT HOLGER RUBAN, CEO VON CONRAD ELECTRONIC

## „Andere Distributoren sind keine Konkurrenten, wir wollen sie auf dem Marktplatz“

Vor fast einem Jahr eröffnete der Distributor Conrad Electronic seinen Online-Marktplatz. Wie sich dieser entwickelt und mit welchen Schwierigkeiten der Distributor zu kämpfen hat, verrät Holger Ruban, CEO von Conrad Electronic, im Interview. Er erklärt auch, wieso es auf dem Marktplatz mittlerweile Kaffee zu kaufen gibt.

FRAGEN: Florian Streifinger, E&E BILD: Conrad Electronic



**E&E: Der Marktplatz von Conrad besteht jetzt fast ein Jahr. Wie hat er sich seitdem entwickelt?**

Holger Ruban: Es läuft sehr dynamisch. Wir haben relativ schnell zusätzliche Verkäufer auf den Marktplatz bekommen. Zu Beginn starteten wir mit 40.000 neuen Artikeln einzelner Seller. Im Oktober hatten wir schon eine Million Produkte auf dem Marketplace. Es kommen auch immer interessantere Seller mit an Bord, wie zum Beispiel vor Kurzem Future Electronics, die einen entsprechend großen Sortimentsbereich mitbringen. Auch der Umsatz entwickelt sich sehr dynamisch. Wir wachsen Monat für Monat im Schnitt um 50 bis 100 Prozent.

**Wie viele Produkte sind es aktuell?**

Im Moment stehen wir bei 1,2 Millionen.

**Das beinhaltet Ihr eigenes Sortiment und Fremdprodukte von externen Verkäufern. Welcher Anteil entfällt denn auf die Fremdprodukte?**

Unser bisheriges Sortiment ist da natürlich hinzugezählt. Im Moment sind wir bei knapp einer halben Million externen Produkten, 450.000 um genau zu sein. Seit Oktober sind nochmal 200.000 dazugekommen, da standen wir noch bei einer Viertelmillion.

**Wie zufrieden sind Sie mit dem Fortschritt?**

Natürlich könnte es immer mehr sein, aber im Prinzip bin ich extrem zufrieden. Erstens haben wir es innerhalb von sieben oder acht Monaten geschafft, die notwendige Technologie aufzubauen und den Marktplatz zu launchen. Wir wissen mittlerweile, wie schwierig das ist. Es gibt genug Marktplätze in der Industrie, die nicht gelauncht werden konnten, weil sie nach ein bis zwei Jahren technisch

nicht sauber genug waren, oder die nach dieser Zeit wieder abgeschaltet wurden. Zweitens wird unser Marktplatz wirklich genutzt. Auf dem passiert etwas, es ist Traffic vorhanden. Daran scheitern viele Marktplätze, dass sie nicht genügend Besucher und Verkäufer auf ihre Plattform

*„Wir wachsen Monat für Monat im Schnitt um 50 bis 100 Prozent.“*

Holger Ruban, CEO von Conrad Electronic

bekommen. Wir haben bewiesen, dass das bei uns funktioniert, wir eine vernünftige Dynamik haben und nach oben skalieren.

**In welchen Bereichen gibt es Probleme?**

Hintendran sind wir noch beim Einlisten von Artikeln. Wir hatten dabei ein paar technische Probleme, die mittlerweile aber behoben wurden.

**Ihr Ziel war es, 2019 zehn Millionen Produkte auf dem Marktplatz anzubieten.**

**Ist dieses Vorhaben weiterhin realistisch?**

Davon gehe ich aus. Wir sind durch diese technischen Probleme etwas in Verzug geraten. Aber wie gesagt konnten wir sie beheben und werden das aufholen.

**Genug interessierte Firmen gibt es also?**

Interessenten haben wir genügend. Wir schränken uns hier sogar selbst ein, da viele Interessenten die von uns festgesetzten Qualitätsansprüche nicht erfüllen. Das ist aber eine bewusste Entscheidung

von uns, weil wir Qualität als einen unserer USPs sehen. Da differenzieren wir uns ganz bewusst von anderen, eher auf B2C ausgerichteten Marktplätzen. Dadurch nehmen wir uns natürlich auch eine gewisse Geschwindigkeit beim Wachstum.

**Welches Qualitätsmerkmal können viele Firmen denn nicht erfüllen? Sie verlangen unter anderem eine ISO-Zertifizierung.**

Die ISO-9001-Zertifizierung ist für viele ein Problem. Gerade für kleinere Unternehmen. Uns geht es hier sehr stark um die Replizierbarkeit von Prozessen und die Supply-Chain-Sicherheit. Beides bildet die ISO-Norm sehr sauber ab. Die Lieferanten sollten außerdem in der Lage sein, in 48 Stunden an die Kunden zu liefern. Das sind die zwei Hauptprobleme.

**Neben der Anzahl der Produkte hatten Sie sich auch das Ziel von 100 externen Verkäufern bis Ende letzten Jahres gesetzt. Konnten Sie diese Marke erreichen?**

Nein, das haben wir nicht geschafft. Zurzeit stehen wir bei etwas über 50 Verkäufern. Hätten wir uns allein darauf konzentriert, möglichst viele Seller auf die Plattform zu bekommen, dann hätten wir die Anzahl auch erreicht. Es ging uns aber tatsächlich darum, die richtigen Unternehmen, wie eben Future Electronics, auf den Marktplatz zu bekommen und nicht nur möglichst viele Firmen. Das beunruhigt mich deshalb nicht.

**Gab es Absprünge bei Verkäufern oder sind alle, die eingestiegen sind, auch geblieben?**

Bisher sind alle geblieben. Wir haben einen Verkäufer kurzzeitig vom Marktplatz entfernt, weil es mehrere Beschwerden über seine Lieferzeiten gab. In Zukunft

wird es aber mit Sicherheit auch den ein oder anderen Ausstieg geben. Das ist ganz normal, dass Verkäufer dazukommen und auch wieder welche ausscheiden. Im Moment gewinnen wir aber nur neue hinzu.

**Wenn Sie zurückschauen, was hat Sie positiv überrascht bei der Einführung?**

Ich habe nicht damit gerechnet, dass wir in nur 7 Monaten den Markt so bekommen. Dafür bin ich zu sehr Realist. Wenn ich an andere IT-Projekte denke, da dauerte so was deutlich länger und verzögerte sich. Das war tatsächlich eine Überraschung, dass wir das in der vorgesehenen Zeit geschafft haben. Positiv finde ich auch die Resonanz von den Sellern. Ich dachte, dass es schwieriger sein wird Firmen von dem Konzept zu überzeugen. Das ging aber überraschend einfach, was sicherlich auch an unserer Bekanntheit und unserem guten Image liegt. Den Firmen war recht schnell klar, welchen Vorteil sie haben und, dass es sich hier um eine Win-Win-Konstellation handelt für beide Unternehmen und nicht um eine Konkurrenzsituation. Ich dachte, da ist deutlich mehr Überzeugungsarbeit notwendig.

**Mit welchen Schwierigkeiten haben Sie nicht gerechnet?**

Es gab ein paar Kinderkrankheiten, die wir aber alle abstellen konnten. Wir mussten aber oft Neuland betreten, zum Beispiel bei den Zahlungssystemen. Die Zahlung über Rechnung ist ziemlich einzigartig im B2B-Bereich. Das war uns am Anfang nicht bewusst, wie kompliziert das ist. Das erfordert einiges Know-how, etwa beim Steuerrecht, den Lieferungen und Rechnungen, das man erst aufbauen muss. Dadurch, dass so wenige B2B-Marktplätze existieren, gibt es auch

fast keine Firmen mit Expertise in diesem Bereich. Wir wussten nicht, wie wenig davon tatsächlich existiert im Markt: nämlich im Prinzip nichts. Der Vorteil davon ist natürlich, es wird für Konkurrenten schwierig ebenfalls einen Markt zu gründen.

*„Ich dachte, es wäre schwieriger Firmen von unserem Konzept zu überzeugen. Sie haben aber schnell die Vorteile davon erkannt.“*

Holger Ruban, CEO von Conrad Electronic

**Wann rechnen Sie damit, mehr Umsatz mit dem Markt als mit Ihrem normalen Distributionsgeschäft zu machen?**

Das ist natürlich schwierig zu beantworten. Ich rechne in den nächsten Jahren damit. Das hängt mit der Skalierung zusammen. Wir haben in Deutschland mit unserem Markt angefangen, aber wollen danach auch international aktiv sein. Und das braucht eben seine Zeit.

**Mit dem Markt möchten Sie auch neue Branchen erschließen. Wie weit sind Sie damit bereits?**

Da sind wir momentan mittendrin, aber noch nicht da, wo wir wirklich hinwollen. Gut aufgestellt sind wir im Health- und Safety-Bereich. Da finden Kunden jetzt deutlich mehr Produkte als zuvor, zum Beispiel eine Vielzahl von Kennzeichnungsmaterialien. Und die werden auch gekauft. Bei einigen anderen Segmenten,

die wir anbieten möchten, wie etwa die Hydraulik, stehen wir hingegen noch relativ am Anfang.

**Möchten Sie damit Spezialdistributoren, die sich auf diese Branchen konzentrieren, Konkurrenz machen?**

Wir sehen uns nicht als Konkurrent zu ihnen, sondern als Markt. Wir möchten sie an Bord haben, wollen, dass sie über unsere Plattform verkaufen.

**Wenn Sie sich die neu hinzugekommenen Artikel anschauen: Was ist denn der am weitesten von Ihrem bisherigen Kernbereich entfernte?**

Kaffee.

**Wie passt Kaffee in Ihr Sortiment?**

Das ist natürlich nicht das typische technische Produkt, aber Kaffee wird wirklich angefragt. Wenn ein Techniker noch Kaffee für das Büro benötigt, kann er diesen zu seinem restlichen Einkauf bei uns dazu packen und muss nicht noch zu einem anderen Verkäufer gehen. Ein anderes Beispiel ist Papier.

**Für dieses Jahr haben Sie angekündigt, den Markt in Zentraleuropa einzuführen. Wann soll das konkret erfolgen?**

Wir gehen von Ende dieses Jahres aus. Dann soll der Markt auch in Österreich, der Schweiz und den Niederlanden online gehen. Ich denke, dass wir im Laufe von 2019 alle Länder in Europa, in denen Conrad derzeit aktiv ist, bedienen. Dazu gehören Großbritannien, Frankreich, Italien, die meisten Teile von Osteuropa, die Benelux-Staaten und die skandinavischen Länder.

**Und danach folgt dann die weltweite Einführung?**

(lacht) Das ist zurzeit nicht geplant. □

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

# AUCH DAS GLÜCK WIRD DIGITALISIERT

Sorgt die moderne Technik für ein größeres menschliches Glück? Gewiss doch, meinen sowohl Wissenschaftler als auch eine wachsende Schar von Ratgebern, Marketeers und Influencern. Besonders digitale Tools sollen dem Wohlbefinden nochmal einen deutlichen Schub geben.

Eine gute Gesundheit gilt diversen Erhebungen zufolge als eine der Kernbestandteile des Glücks von Menschen. Unternehmen, Forscher und sogenannte Life Coaches entwickeln deshalb Techniken, um die Gesundheit stetig zu verbessern. Anfänglich fördern die uns anempfohlenen Techniken die Selbsterkenntnis und das Selbstmanagement. Damit sollen sie ein gesünderes Verhalten erzeugen. In Zukunft steht dann die Umprogrammierung des Bewusstseins und der DNA auf dem Programm.

Begonnen hat das ganz harmlos mit Fitness-Trackern- und Mental-Coaching-Apps. Mit Tracking und Nudging, also sanften Schubsern in die richtige Richtung, manipulieren sie uns etwa zu mehr Sport oder einer gesünderen Ernährung. Darauf folgte Software, etwa zur Früherkennung von Stress, die in Zukunft immer mehr und mehr in den Körper vordringen wird, um unsere Natur gemäß den angestrebten Zielen zu verändern.

Diese Entwicklung ist natürlich auch für die Wellness-Industrie interessant. Das Global Wellness Institute (GWI) prognostiziert von 2017 bis 2022 für diese ein beeindruckendes Marktwachstum von 134 auf 180 Milliarden Dollar. Zu den stetig wachsenden Bereichen zählen unter anderem der Wellness-Tourismus, die Spa-Industrie, Fitness, gesunde Ernährung und Wohlbefinden am Arbeitsplatz. Dem weltweiten Wellness-Wirtschaftsmonitor des GWI zufolge haben die zehn Sektoren der Wellness-Wirtschaft einen Wert von 3,7 Billionen Dollar. Das sind 5 Prozent der globalen Wirtschaftsleistung und entspricht nahezu der Hälfte aller weltweiten Gesundheitsausgaben.

Glück besteht allerdings aus mehr als nur Gesundheit. Lässt sich das komplexe Konstrukt Glück aber überhaupt messen? Es gibt zumindest Ansätze: Der World Happiness Report sieht Norwegen, Dänemark, Island, die Schweiz und Finnland weltweit

vorn. Beim Happy Planet Index (HPI), der die ökologischen Kosten, die Nachhaltigkeit, das BIP und die Lebenserwartung mitberücksichtigt, sind es Costa Rica, Mexiko, Kolumbien, Vanuatu und Vietnam. Denn durch die Berechnungsmethode des HPI ergeben sich dann Maximalwerte, wenn die Lebenszufriedenheit möglichst hoch und der ökologische Fußabdruck möglichst gering ist – eine in der realen Welt eher seltene Kombination.

Deutschland hat sich übrigens bei erstem Tableau von Rang 26 auf Rang 16 vorgearbeitet, während wir beim HPI Platz 49 belegen. Die USA stehen auf Rang 108 von 140 Ländern; Luxemburg ist Vorletzter, vor dem Schlusslicht Tschad.

Die gemeinsame Studie „Wellness 2030“ des erwähnten GWI und des Schweizer Gottlieb-Duttweiler-Instituts (GDI) vom Januar diesen Jahres sieht fünf zentrale Trends für den Zukunftsmarkt Glück: Erstens führt die Technik zu Konvergenz, zu einer Symbiose zwischen Mensch und Technologie. Zweitens bieten Biohacker aus den unterschiedlichsten Bereichen Shortcuts zum Wohlbefinden an. Drittens kommt zum äußeren Portrait in den sozialen Netzen ein inneres hinzu, ein sogenannter Daten-Selfie. Enthüllt und entschlüsselt wird unser digitales Double von Wearables. Viertens wird auch die Partnersuche optimiert. Algorithmen

und KI entscheiden, wer gerade am besten zu uns passt. Fünftens ersetzen Biofeedbacks Umfragen, Ratings und Likes. Letzteres ist besonders für die hochdotierten Einhörner aus dem Silicon Valley interessant. Schließlich wollen sie mit unbeirrbarem Hacker-Mindset den Glückscodes der Menschheit knacken; wohl um ihn dann zur Maximierung des Gewinns zu nutzen.

Natürlich will jeder glücklich sein. Aber sollen das wirklich Programme steuern? Die Frage ist, ob wir uns dem langfristig entziehen können. Ich muss leider sagen: Bisherige Erfahrungen sprechen heftig dagegen... □

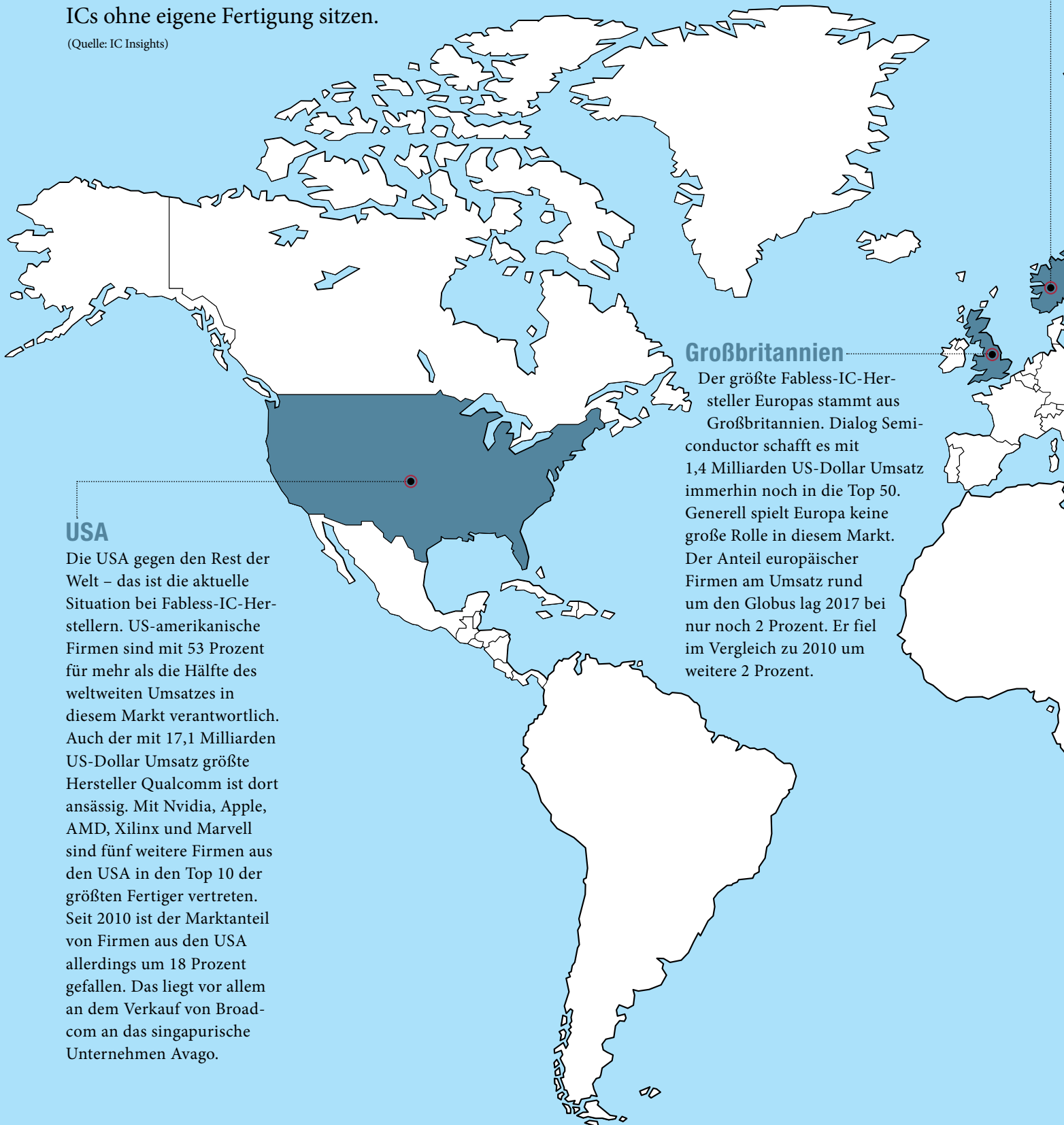


Solange es die Elektronikindustrie gibt, begleitet Roland Ackermann sie. Unter anderem als Chefredakteur, Verlagsleiter und Macher des „Technischen Reports“ im Bayerischen Rundfunk prägt er die Branche seit den späten 1950er-Jahren mit.

# Zweigeteilte Fabless-Welt

Unsere Karte zeigt, in welchen Ländern die größten Hersteller von ICs ohne eigene Fertigung sitzen.

(Quelle: IC Insights)



## USA

Die USA gegen den Rest der Welt – das ist die aktuelle Situation bei Fabless-IC-Herstellern. US-amerikanische Firmen sind mit 53 Prozent für mehr als die Hälfte des weltweiten Umsatzes in diesem Markt verantwortlich. Auch der mit 17,1 Milliarden US-Dollar Umsatz größte Hersteller Qualcomm ist dort ansässig. Mit Nvidia, Apple, AMD, Xilinx und Marvell sind fünf weitere Firmen aus den USA in den Top 10 der größten Fertiger vertreten. Seit 2010 ist der Marktanteil von Firmen aus den USA allerdings um 18 Prozent gefallen. Das liegt vor allem an dem Verkauf von Broadcom an das singapurische Unternehmen Avago.

## Großbritannien

Der größte Fabless-IC-Hersteller Europas stammt aus Großbritannien. Dialog Semiconductor schafft es mit 1,4 Milliarden US-Dollar Umsatz immerhin noch in die Top 50. Generell spielt Europa keine große Rolle in diesem Markt. Der Anteil europäischer Firmen am Umsatz rund um den Globus lag 2017 bei nur noch 2 Prozent. Er fiel im Vergleich zu 2010 um weitere 2 Prozent.

## Norwegen

Nordic Semiconductor ist das zweite europäische Unternehmen, das es 2017 unter die 50 größten IC-Firmen ohne eigene Fertigung schaffte. 236 Millionen US-Dollar setzten die Norweger im vergangenen Jahr um. 2010 waren auch noch CSR und Lantiq als Hersteller in der Liste vertreten.

Beide wurden allerdings 2015 aufgekauft; CSR von Qualcomm, Lantiq von Intel.

## China

Mit HiSilicon und Unigroup schafften es 2017 zwei chinesische Unternehmen in die Top 10 der größten Fabless-IC-Hersteller. Unter den 50 größten Fertiggern sind sogar zehn Firmen aus der Volksrepublik vertreten. China ist mit 11 Prozent auf dem vierten Platz. Seit 2010 konnte das Reich der Mitte seinen damaligen Anteil von 5 Prozent somit mehr als verdoppeln.

## Japan

Japans Firmen sind stark im Chip-Markt vertreten. Unternehmen ohne eigene Fertigung gibt es dort aber nur wenige. Lediglich ein Prozent des weltweiten Umsatzes entfällt deshalb auf japanische Firmen. Der größte Fabless-IC-Hersteller des Landes ist mit 640 Millionen US-Dollar Umsatz Megachips.

## Südkorea

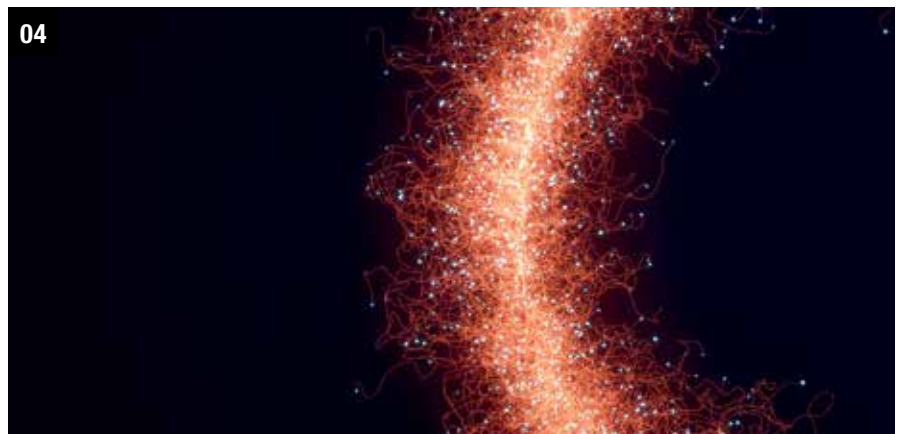
Ähnlich wie Japan geht es auch Südkorea. Chip-Hersteller gibt es dort viele, aber nur sehr wenige haben keine eigene Fertigung. Nur ein Unternehmen, Silicon Works, schaffte es deshalb in die Liste der 50 größten Fabless-IC-Hersteller.

## Taiwan

Taiwan folgt mit weitem Abstand auf die USA auf dem zweiten Platz. 16 Prozent des weltweiten Umsatzes von Fabless-IC-Herstellern stammt von Firmen aus dem kleinen Inselstaat. Der größte Hersteller des Landes Mediatek setzte im vergangenen Jahr 7,8 Milliarden US-Dollar um.

## Singapur

Singapur ist Broadcom. Zumindest wenn es um Fabless-IC-Hersteller geht. Mit 16 Milliarden US-Dollar Umsatz ist es der zweitgrößte Hersteller weltweit und liegt nur knapp hinter Qualcomm. Broadcom alleine sichert Singapur den dritten Platz in der Liste. Falls Broadcom seine Pläne wirklich umsetzt und den Firmensitz in die USA verlegt, würde sich das natürlich ändern.



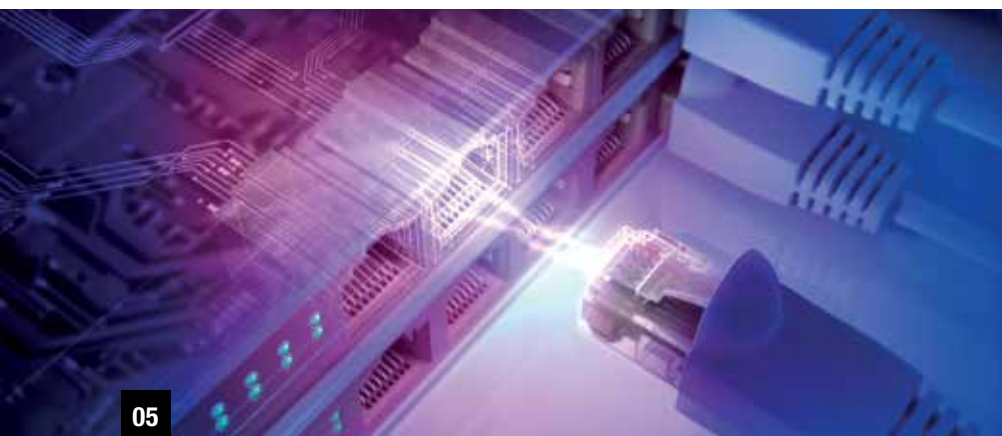
# Hannover Messe 2018

5.000 Aussteller zeigen vom 23. bis 27. April 2018 in Hannover ihre Neuheiten. Wo sich ein Standbesuch lohnt, erfahren Sie hier.

**1**  
**In Echtzeit Messen mit 5G**  
 Um Fehler in der Fertigung zu erkennen, messen Sensoren, ob Maschinen einwandfrei laufen. In der Regel werden die Daten dezentral und zeitverzögert ausgewertet. Wie eine direkte kabellose Messung in Echtzeit mit Hilfe des zukünftigen Mobilfunkstandard 5G möglich ist, zeigt das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT zusammen mit Ericsson in Halle 17 an Stand C24.

**2**  
**Entkoppeln von Netzteilen**  
 Mit Pro RM präsentiert Weidmüller auf der Messe in Halle 11 an Stand B58 drei neue Redundanzmodule zur Entkopplung von parallel geschalteten Schaltnetzgeräten. Die Parallelschaltung ermöglicht ein redundantes Stromversorgungskonzept für eine sehr hohe Anlagenverfügbarkeit. Der Wirkungsgrad der Geräte liegt bei über 90 Prozent. Sie sind international einsetzbar.

**3**  
**E-Motor aus dem 3D-Drucker**  
 Forscher der TU Chemnitz haben einen vollständigen Elektromotor gedruckt. Den Motor und das Verfahren zeigen sie am Gemeinschaftsstand „Forschung für die Zukunft“ (Standnummer A38) in Halle 2. Für das Verfahren nutzen die Wissenschaftler metallische und keramische Pasten, die durch ein Extrusionsverfahren schichtweise in Form gebracht und anschließend gesintert werden. Sie können somit sowohl die elektrischen Leiter aus Kupfer, die zusammen mit Eisen die Bildung und Ausrichtung der magnetischen Felder bewirken und die elektrische Isolation aus Keramik im 3D-Drucker herstellen.



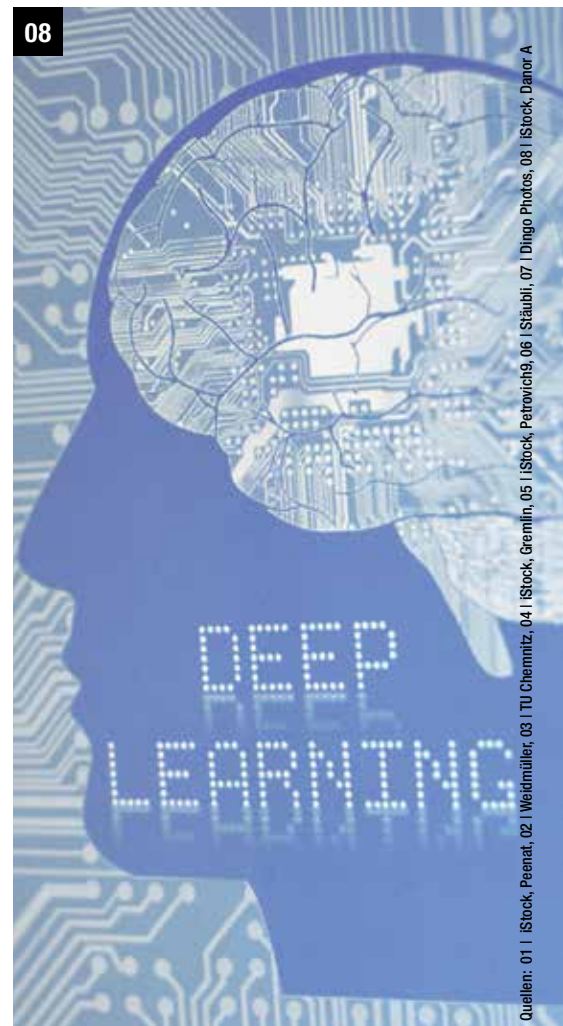
05



06



07



08

Quellen: 01 | iStock, Peenat, 02 | Weidmüller, 03 | TU Chemnitz, 04 | iStock, Gremfin, 05 | iStock, Petrovich, 06 | Stäubli, 07 | Dingo Photos, 08 | iStock, Danor A

#### 4 Edge-Computing live

Fujitsu zeigt am Stand E16 in Halle 7 konkrete Anwendungsbeispiele und Live-Demos rund um das Thema Edge-Computing. Zu sehen ist unter anderem das Industrial-IoT-Gateway Intelliedge.

#### 5 TSN-Netzwerke planen

Wie sich TSN-Netzwerke (Time Sensitive Networking) einfach planen und aufbauen lassen, zeigt TTTech am Stand A32 in Halle 8. Dort stellt das Unternehmen seine Browserbasierte Software Slate XNS vor.

#### 6 Einpolig und für Hochstrom

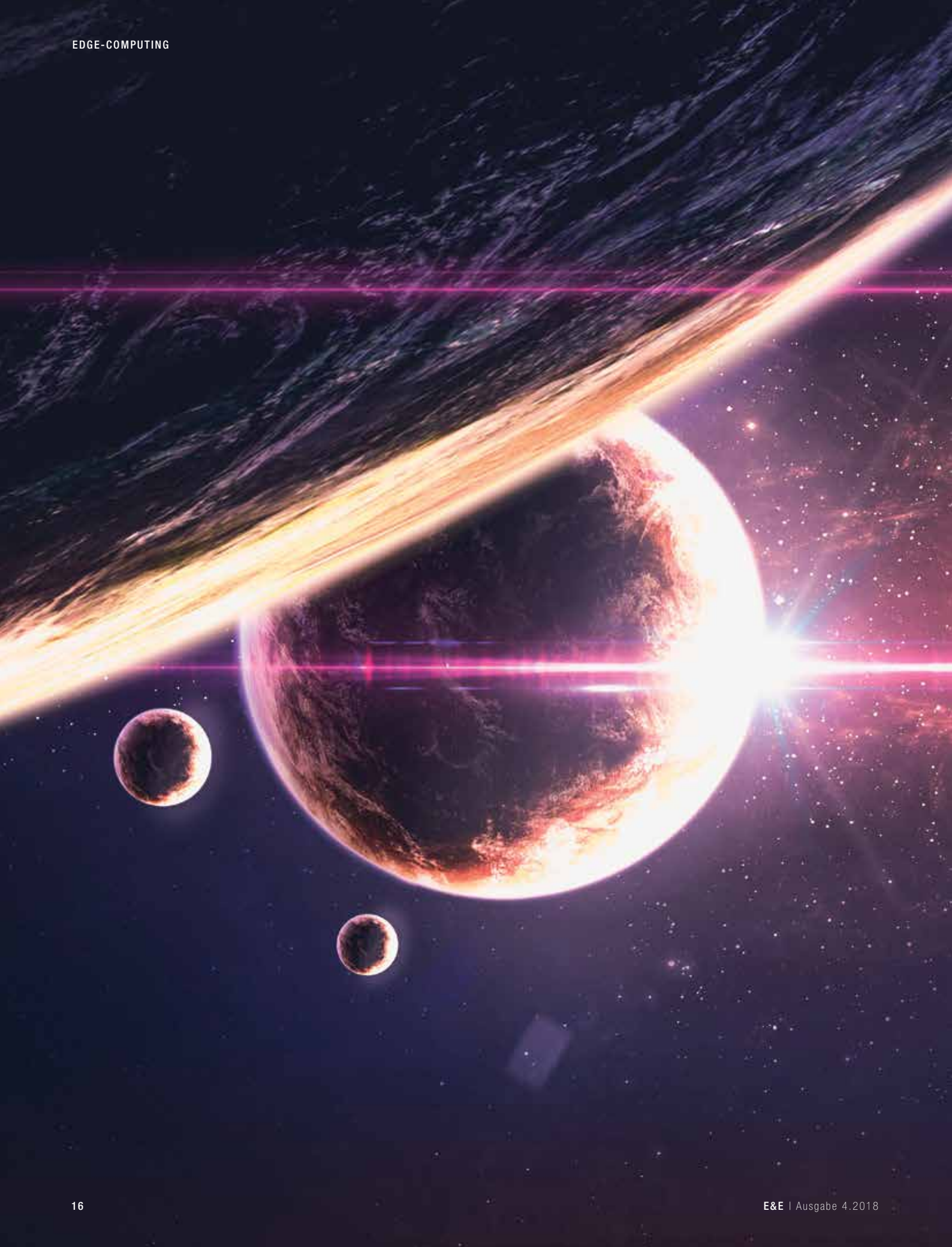
Das einpolige Hochstrom-Steckverbindersystem 16BL stellt Stäubli Electrical Connectors in Halle 17 an Stand C13 vor. Es wurde speziell für Stromversorgungen und die Industrie entwickelt.

#### 7 Schnellladetechnik für E-Cars

Die E-Mobilität gewinnt in Deutschland immer stärker an Dynamik und Bedeutung. Entscheidend für ihre weitere Verbreitung ist die passende Ladetechnik und -infrastruktur. Harting zeigt auf der Messe in Halle 11 an Stand C15 seine Schnellladetechnik zum effizienten und umweltschonenden Auftanken von E-Autos. Zu sehen sind Ladekabel, die sich für alle AC-Schnittstellen eignen und somit zu den drei weltweit erhältlichen Stecksystemversionen passen. Außerdem zeigt Harting das Konzeptfahrzeug „Snap“, das das Unternehmen zusammen mit der Firma Rinspeed entwickelt hat. Bei Snap handelt es sich um ein Mobilitätskonzept mit auswechselbaren Aufbauten.

#### 8 Deep Learning in der Praxis

MVtec Software zeigt an Stand E42/6 in Halle 17 Live-Demos, die den Nutzen von Machine Vision im für Industrie 4.0 und die Smart Factory praxisnah veranschaulichen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Deep-Learning-Funktionen auf Basis von künstlicher Intelligenz. Unter anderem zeigt eine Live-Demo, wie sich unterschiedliche Gegenstände mit Hilfe von Deep Learning präzise klassifizieren lassen. Außerdem ist in der Demo die zielsichere und robuste Defekterkennung bei Tabletten zu sehen. Standbesucher erhalten dadurch einen praxisorientierten Einblick in die Einsatzmöglichkeiten, die Deep Learning für Machine Vision bietet.





Weg von der Cloud, hin zur Edge

## ZWISCHEN DEN WELTEN

Seit den 2000er Jahren hilft die Cloud Unternehmen dabei, der wachsenden Datenflut Herr zu werden. Doch der Weg, den die Daten in die Cloud zurücklegen müssen, ist weit und birgt die Gefahr der Latenz. Ein inakzeptables Risiko, gerade beim autonomen Fahren. Deshalb wird Edge-Computing immer attraktiver. Es bringt Intelligenz zwischen die Hardware und die Cloud.

TEXT: Sabrina Quente, E&E BILD: iStock, Forplayday

Wo Platzmangel herrscht, hilft oft auslagern. Ist die Wohnung zu klein? Zusätzlicher Stauraum lässt sich mieten. Reicht der Speicher im Smartphone nicht aus, um Fotos und Musik zu sammeln? In der Cloud ist garantiert genügend Platz vorhanden. Und auch Unternehmen, die beispielsweise in ihrer Produktion immer mehr Daten generieren, stehen heute in der Cloud zahlreiche Rechenzentren offen. Diese bieten neben unbegrenzter Speicherkapazität auch Zugang zu Entwicklungsplattformen oder Software.

### Konkurrenz für die Cloud

Gerade im Zuge von Industrie 4.0 hat das Cloud-Computing – also die Bereitstellung einer zentralen IT-Infrastruktur, die lokale Rechner entlasten soll – immer mehr an Bedeutung gewonnen und die Möglichkeit eröffnet, große Datenmengen zu analysieren, zu speichern und von überall aus zu nutzen. Doch die Cloud ist in Gefahr: Nach und nach droht das

## „40 Prozent der Großunternehmen werden bis 2021 Projekte umsetzen, die auf Edge-Computing setzen.“

Thomas Bittman, Analyst bei Gartner

Edge-Computing, sie aufzufressen, wie der Gartner-Maverick-Analyst Thomas Bittman es im Jahr 2017 in der Studie *The Edge Will Eat The Cloud* drastisch formuliert hat.

Edge-Computing findet – der Name deutet es an – am Rande eines Netzwerks statt. Ein solches Netzwerk kann unterschiedlich aufgebaut sein, beispielsweise als Peer-to-Peer- oder Ad-hoc-Netzwerk, und verschiedene smarte Geräte wie IoT-Devices oder Sensoren zusammenfassen, die Daten generieren. Diese Daten können in den Geräten selbst oder an zentraler Stelle lokal verarbeitet werden. Der Vorteil: Die Informationen müssen nicht erst in die Cloud gesendet werden, sondern sind schneller vor Ort nutzbar. Es ist auch möglich, Daten vorzuverarbeiten und anschließend in die Cloud oder in eine vorgelagerte Schicht, die sogenannte Fog, zu senden. Auf diese Weise werden nur relevante Informationen weiterverarbeitet, was sich positiv auf die Datenkapazität auswirkt.

Gleich mehrere Gründe sprechen laut dem Maverick-Report dafür, dass Daten künftig häufiger mittels Edge-Computing am Rande von Unternehmensnetzwerken verarbeitet werden, als in den zentralen Rechenzentren der Cloud. Einen wichtigen Treiber für diese Entwicklung sieht die Studie in der Notwendigkeit der Echtzeit-Interaktion zwischen dem Menschen und seinen virtuellen Realitäten oder all den realen Sensoren, Geräten und Anlagen, die über das Internet der Dinge miteinander verknüpft sind.

### Auf der Straße zählt jede Millisekunde

Dass dabei nicht nur Sekunden, sondern Millisekunden zählen, zeigt sich am eindrücklichsten anhand des autonomen Fahrens: Es macht einen Unterschied, ob ein Fahrzeug, das mit 100 km/h unterwegs ist, mit einer Reaktionszeit von 50 oder nur einer Millisekunde bremst. Um hier eine Echtzeit-Interaktion zu schaffen, ist zum einen eine möglichst latenzfreie Mobilfunktechnologie notwendig. Zum anderen muss die Netzinfrastruktur, in der sich Fahrzeugdaten bewegen, für große Datenmenge ausgelegt sein: Schätzungen zufolge wird sich dieses

Datenvolumen bis zum Jahr 2025 auf zehn Exabytes pro Monat erhöhen – das sind rund 10.000 Mal mehr Daten als heute.

Edge-Computing kann in Kombination mit der 5G-Technologie eine geeignete Netz- und Recheninfrastruktur für den Datenaustausch mit vernetzten Fahrzeugen schaffen. Um beide Technologien auf dem Gebiet des autonomen Fahrens zu fördern, haben die Unternehmen **Denso**, **Intel**, **NTT**, **Toyota** und **Ericsson** im Jahr 2017 die Arbeitsgemeinschaft Automotive Edge Computing Consortium gegründet. Sie will unter anderem Funktionen wie intelligentes Fahren und die Erstellung von Echtzeit-Kartenmaterial ermöglichen.

### Daten rücken näher an die Produktion

Auch andere Anbieter konzentrieren sich aktuell auf Edge-Computing und treiben damit Industrie-4.0-Themen wie Predictive Maintenance voran. **Toshiba** hat beispielsweise Anfang 2018 eine mobile Edge-Lösung für produzierende Unternehmen vorgestellt: Der IoT-basierte und mobile Edge-Computing-PC lässt sich freihändig bedienen und unterstützt so mobile Mitarbeiter etwa bei der Remote-Wartung.

Großes Potenzial sieht auch **Dell Technologies** im Edge-Computing und hat Ende 2017 einen eigenen IoT-Geschäftsbereich für das Thema geschaffen. Das Unternehmen bietet bereits Edge-Gateways an, die über ein IoT-Control-Center von **VMware** gesichert und verwaltet werden können. Künftig sollen außerdem Technologien wie Prozessorbeschleuniger gefördert werden, die eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit und umfangreichere Analytik näher am Edge ermöglichen. Dafür arbeitet Dell mit Unternehmen wie **VMware**, **Intel** und **Nvidia** zusammen und investiert in das Halbleiterunternehmen **Graphcore**.

Gemeinsame Lösungen für Edge-Computing sind auch von **Kontron** und **NXP Semiconductors** zu erwarten. Die Unternehmen kündigten Anfang 2018 eine Partnerschaft an, um Industrie-4.0-Lösungen zu entwickeln, die mehr Intelligenz

und Effizienz am Rande von Netzwerken bieten. Dazu gehören unter anderem Computer-on-Modules von Kontron. Zusätzlich plant Kontron im Laufe des Jahres, Module mit Layerscape SoCs auf den Markt zu bringen, die Industrie-4.0-Edge-Gateways und Designs von Kunden unterstützen.

Dass diese Entwicklungen den Nerv der Zeit treffen, zeigt sich nicht nur auf Anbieter- sondern auch auf Anwenderseite. Zum Beispiel schätzt der Maverick-Report, dass 40 Prozent der Großunternehmen bis 2021 Projekte umsetzen werden, die auf Edge-Computing setzen. Auch Vertiv, ein Technologieanbieter

für kritische Infrastrukturen, sieht den Trend zur Edge, der immer mehr Unternehmen dazu veranlasst, ihre Rechenkapazitäten an den Rand ihrer Netzwerke zu verlagern. Wichtig dabei sei eine kritische Bewertung der Einrichtungen, in denen Edge-Ressourcen untergebracht sind, und der Sicherheit und des Eigentums der dort vorhandenen Daten. Dabei gilt es auch die EU-Datenschutz-Grundverordnung zu beachten. □

*Wie Edge-Computing sich umsetzen lässt und was es neben dem Datenschutz noch zu beachten gibt, zeigt diese Ausgabe der E&E auf den folgenden 13 Seiten.*



# Sie können. Hand drauf.

Mit Ihren Visionen – und unseren Embedded-Technologien setzen wir heute gemeinsam die Standards von morgen.

Erfahren Sie mehr  
[tq-embedded.com](http://tq-embedded.com)



FOG- UND EDGE-COMPUTING IN DER INDUSTRIE

# Nebel und Wolken

Mehr als ein Jahrzehnt dominiert die Cloud nun schon die IT-Industrie. Sie gehört mittlerweile zum Standardrepertoire eines jeden IT-Verantwortlichen. Nun geht es zunehmend darum, einzelne Cloud-Puzzleteile zusammenzusetzen und beispielsweise Fog-Computing in der Embedded-Cloud zu realisieren.

**TEXT:** Norbert Hauser, Kontron **BILDER:** Kontron; iStock, Biletskiy Evgeniy

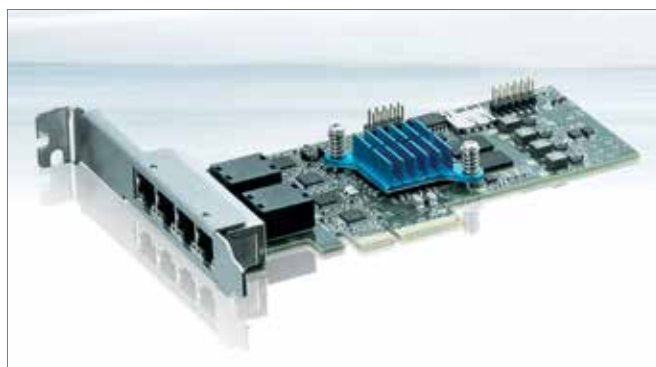
Die Dominanz von Cloud-Anwendungen bestätigt unter anderem der legendäre Satz des Oracle-Gründers Larry Ellison, dass er keine Cloud brauche, weil er schon immer Cloud-Computing mache. Andere Erfolgsgeschichten der Cloud dokumentieren den sagenhaften Aufstieg von Anbietern wie Salesforce.com und die Traumumsätze bei Amazon Web Services. Oder, um es mit dem Gartner Hype Cycle zu veranschaulichen: Das Tal der Ernüchterung hat die Cloud schon längst hinter sich gelassen. Nahezu jeder IT-Verantwortliche wird mit ihr konfrontiert.

Mit der zunehmenden Miniaturisierung immer höherer Rechenleistung, exponentiell wachsenden Datenmengen durch das Internet der Dinge und der weiten Verbreitung von Ethernet-

und Web-Standards, rückt die klassische IT – und mit ihr die Cloud – immer weiter Richtung Industrie und Maschinen vor: Informationstechnologie (IT) und Betriebstechnik (Operational Technology, kurz OT) wachsen zusammen. Fieberhaft wird daran gearbeitet, IT-Standards für Maschinen und Fabriken tauglich zu machen. Die Vision einer nahtlosen Verbindung vom Factory-Floor bis in den Office-Floor, von der Maschine bis zum Geschäftsführer, soll endlich wahr werden.

## IT-Standards drängen in die Fertigung

Auf der Seite der Standards haben sich mittlerweile einerseits OPC Unified Architecture (OPC UA) nach IEC-62541 und



Die Standard-Netzwerkkarte von Kontron umfasst einen integrierten Switch für redundante Netzwerke mit zwei oder vier Gigabit-Ethernet-Ports. Sie erfüllt alle Spezifikationen gemäß IEEE 802.1 und ist insbesondere für raue Industrieumgebungen geeignet.

Denn es gibt physikalische Grenzen, an denen auch die moderne IT mit ihrer Cloud nicht vorbeikommt: allen voran Latenzen, die eine Maschinensteuerung in Echtzeit ausschließen, sowie Datenmengen, deren Übertragung, Auswertung und Analyse in der Cloud sowie das Zurückspielen an den Entstehungsort der Daten zu lange dauert. Darüber hinaus stellt sich die Frage nach den Bandbreiten für eine Datenübertragung in die Public-Cloud sowie die generelle Verfügbarkeit, nicht nur der Cloud-Infrastruktur, sondern beispielsweise von Übertragungswegen. Und schlussendlich spielen auch Sicherheitsaspekte bei der Entscheidung für oder gegen eine Public-Cloud-Lösung eine Rolle: Im Industrie-4.0-Kontext wird es weniger um Schutz von personenbezogenen Daten gehen. Trotzdem ist es für viele Unternehmen essentiell, dass Daten von kritischen Anlagen das Unternehmen nicht verlassen oder in eine Cloud transferiert werden, die fremdem Recht unterliegt.

andererseits Time Sensitive Networking (IEEE 802.1 TSN) etabliert. OPC UA ist ein herstellerunabhängiger Standard für die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M), der für die reibungslose Kommunikation zwischen verschiedenen OT- und IT-Komponenten sorgt. TSN, Time Sensitive Networking, ist der IEEE-Standard der konvergenten Ethernet-Vernetzung von deterministischem Datenverkehr zwischen Steuerungen, parallel zur IT-Kommunikation auf demselben Ethernet. Zwei wesentliche Anforderungen der OT-Seite sind damit erfüllt. Ob jedoch eine Public-Cloud alle Anforderungen des produktionsnahen Maschinenbetriebs mit sowohl hohen Anforderungen hinsichtlich geringer Latenzzeiten als auch hoher Sicherheit erfüllen kann, ist fraglich.

## Edge-Computing: von allem das Beste für die letzte Meile

Die Vorteile davon, die IT samt Cloud-Konzepten näher an die Maschinen zu bringen, überwiegen trotzdem. Deshalb wurden neue Architekturen erdacht, die einerseits die Vorteile der Cloud bieten, andererseits den Anforderungen der Industrie „am Rande des Netzwerks“ entsprechen: Das Edge-Computing wurde geboren. „Den Rand“ - englisch „Edge“ - zum Netzwerk bilden die Sensoren oder Aktoren, die Daten erzeugen oder an die Daten zurückgespielt werden müssen. Edge-Computing bedeutet also, Rechen- und Speicherkapazität bereits vor dem Übergang in das Netz, nahe am Entstehungsort der Daten, bereitzustellen.



Edge-, Fog- und Cloud-Computing sind in vielen Fällen miteinander verbunden.

Damit werden eine schnelle Erfassung, Auswertung und Analyse vor Ort möglich. Die Maschinensteuerung kann auf Basis der erfassten Daten deterministisch, also mit vorhersehbaren, definierten Reaktionszeiten erfolgen. Immer mehr Rechenleistung und Speicherkapazität auf immer kleinerem Raum bei geringerer Leistungsaufnahme erlauben solche Konzepte auf Basis von Embedded-Boards und Modulen oder Industrie-PCs. Durch die Anbindung an ein Ethernet-Netzwerk, womöglich via TSN, also ein zeitsensitives Netz, ist die Steuerung eines Maschinenverbunds dennoch möglich.

## Geringe Latenzen durch Embedded-Server

Um auch hier die Latenzen gering zu halten, kommen Embedded-Server zum Einsatz, die on-premise den Aufbau einer Private-Cloud erlauben. In Embedded-Servern, die – auch via TSN – mit den Edge-Devices verbunden sind, werden die gesammelten Daten in der lokalen Cloud gespeichert, analysiert und gefiltert. Dadurch ist eine effiziente Übertragung dieser reduzierten Daten in eine eventuell zusätzliche Public-Cloud möglich. An der Nahtstelle vom Embedded-Server zur Public-Cloud sind Latenzen nicht mehr ganz so elementar und die Verfügbarkeit der Cloud ist weniger kritisch.

## Fog-Computing in der Embedded-Cloud

Wurden bis vor einiger Zeit Edge- und Fog-Computing als unterschiedliche Begriffe für dasselbe Technologie-Konzept verwendet, so ist mittlerweile mehrheitlich eine klare Unterscheidung gebräuchlich. Edge-Computing bedeutet, die erste Rechenleistung bereits am IoT-Device zu erbringen. Fog-Computing bedeutet das Zusammenfassen von Daten on-premise etwa in einer Embedded-Cloud. Das Fog-Computing verhält sich also zur Cloud wie der Nebel zur Wolke, er ist bodennah und bleibt dort,

wo er entsteht, während die Wolken entfernt und physisch kaum greifbar sind.

## Cloud-Puzzleteile zusammensetzen

Eine neue Herausforderung, die durch die Edge-, Fog- und Cloud-Architekturen entsteht, ist die Verbindung der Komponenten untereinander und die Anbindung an die Public-Cloud. Kontron profitiert hier von dem Verbund mit dem Mutterunternehmen S&T. Die in Linz ansässige S&T Technologies bringt mit erweiterten Ressourcen und einem zusätzlichen Standort in Augsburg wichtiges Software- und Consulting-Know-how für den Aufbau von IoT-Szenarien von der Edge bis zur Cloud mit. Eine wichtige Komponente dabei ist die neue IoT-Plattform Susietec. Im Umfeld von Industrie-4.0-Anwendungen verbindet sie alle Elemente und übernimmt die Analyse und Verarbeitung der dabei anfallenden Daten. Susietec löst hier die bisherigen Grenzen zwischen Datenerzeugung, Datenverarbeitung und Datenbereitstellung auf und ermöglicht damit die Verschmelzung von IT und OT.

## IoT-Starterkit Susietec

Susietec wird individuell auf den konkreten Anwendungsfall angepasst und kommt an der Nahtstelle zwischen Sensoren und Cloud zum Einsatz, sozusagen als Middleware des Internet of Things. Sie ist das Bindeglied zwischen Geräten, wandelt Protokolle um, filtert Daten und verarbeitet diese – wenn notwendig – direkt vor Ort. Susietec ist flexibel konfigurierbar und wird jeweils individuell an die bestehenden Automatisierungslösungen angepasst, um Steuerungs- und Sensordaten vor Ort zu sammeln und zu analysieren. Damit wird auch dem immer weiter steigenden Bedarf an Bandbreite und Speicherkapazität der Cloud begegnet.

Die Industrial-IoT-Plattform Susietec von S&T Technologies, einem Schwesterunternehmen der Kontron S&T, übernimmt beispielsweise die Analyse und Verarbeitung der bei Industrie-4.0-Anwendungen anfallenden Daten.



Edge-Computing mit Susietec nutzt die Rechenleistung des lokalen Netzwerkes, um zeitkritische Prozesse bereits vor Ort zu steuern. Daten werden lokal zwischengespeichert, komprimiert und entsprechend vordefinierter Regeln in die Cloud weitergeleitet. Dies erhöht die Prozesssicherheit, reduziert die Bandbreite und spart somit Betriebskosten. Damit wird den Echtzeit-Anwendungen des industriellen IoT Rechnung getragen.

Susietec erlaubt damit Unternehmen einen hybriden und skalierbaren Ansatz für ihre IoT-Szenarien zu verfolgen, indem sie die Vorteile von On-Premise-Lösungen mit einer professionellen Cloud-Infrastruktur kombiniert. Dafür ist Susietec vollständig in den Gateway-, Fog-Computer- und Server-Produkten von Kon-

tron integriert, von denen bereits viele für Microsoft Azure IoT Services zertifiziert sind. Susietec kann darüber hinaus auch unabhängig von Kontron-Hardware und in Verbindung mit anderen Cloud-Architekturen eingesetzt werden, die bei dem jeweiligen Kunden bereits im Einsatz sind.

Ergänzend verfügt Susietec bereits über die Fähigkeit zur Integration von Machine Learning, um mit Methoden der künstlichen Intelligenz auf Basis vorliegender Daten eigene Entscheidungen vorzuschlagen oder sogar treffen zu können, wenn menschliches Eingreifen nicht erforderlich ist. Die Verschmelzung von IT und OT ermöglicht damit autonomes Handeln und dynamisches Anpassen der eingesetzten Maschinen an neue Gegebenheiten. □

# HortiCoolture. LED it grow!



PCIM Europe Halle 7 Stand 229

© eifPal



## Horticulture LED Lighting

Neue Horticulture LEDs aus der High Power Keramik Serie. Die speziell für die Pflanzenzucht ausgewählten Wellenlängen (450 nm, 660 nm, 730 nm) fördern die Photosynthese und optimieren die Pflanzenentwicklung. Die überragenden PPF-Werte, die kleine Baugröße und die geringe Verlustleistung machen die WL-SMDC Serie als zukünftige Auswahl für Horticulture Beleuchtung perfekt.

Weitere Informationen unter:

[www.we-online.de/leditgrow](http://www.we-online.de/leditgrow)

Application Note für Horticulture LEDs unter:

[www.we-online.de/AN-Horti](http://www.we-online.de/AN-Horti)

- Hohe Leuchtstärke
- Farbspektrum individuell an Pflanzen anpassbar
- Komplettes Farbspektrum verfügbar inkl. Weiß-, UV- und IR-LEDs
- Elektrisch neutraler Wärmepfad
- Ein Lötpad für das komplette Farbspektrum

#LEDITGROW

*WE speed up  
the future*

DATENÜBERTRAGUNG IM IIoT

# Der Rand im Blickpunkt

Bei IIoT-Anwendungen ist die Datenübertragung das kritische Nadelöhr. Edge-Computer verringern das Datenaufkommen in der Cloud, indem sie Informationen dort verarbeiten, wo diese anfallen – am Rand des Netzwerks.

TEXT: Alan Harris und Eduardo Buendia, Moxa BILDER: Moxa; iStock, Claudiad

Das Industrial Internet of Things (IIoT) hängt von verschiedenen Technologien ab, die sich vor unseren Augen vereinigen. Der Klebstoff zwischen den Technologien sind die übertragenen Daten. Eine immer wiederkehrende Frage lautet: Wie lassen sich die erforderlichen Informationen verfügbar machen? Mit anderen Worten: Wie stark muss der Klebstoff zwischen den einzelnen Teilen sein?

Die Antwort auf diese Frage geben meist die Anforderungen selbst. Angenommen, es ist zu prüfen, wie oft ein Gerät ausfällt, wenn die Drehzahl einen Wert von 6.000 U/min überschreitet. Für die Prüfung müssen eine Reihe von Informationen bekannt sein, etwa die Drehgeschwindigkeit und die Anzahl der Ausfälle. Manche der Datenpunkte sind aussagekräftiger, weil sie sich wie beispielsweise die Geschwindigkeit direkt messen lassen. Andere Daten sind von Natur aus weniger fix, zum Beispiel die Relevanz des Betriebskreislaufs zwischen den Startzyklen.

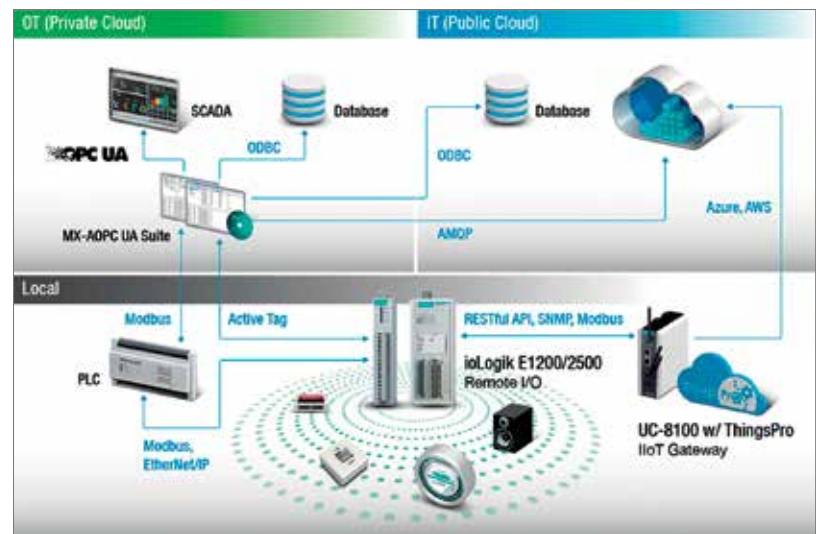
Ein zentrales Thema bei jedem IIoT-System ist die korrekte Definition der Systemarchitektur. Das IIoT bringt eine Vielzahl von Dingen zusammen, die alle verlässlich miteinander klarkommen müssen. Um dies zu erreichen, muss der System-Designer das System aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten. Wer über Edge-Computing spricht, blickt im übertragenen Sinn auf einen Punkt, an dem Wellen auf einen Strand treffen: Die einlaufenden Wellen bewegen den Sand und verändern gleichzeitig dessen Konsistenz. Übertragen auf industrielle Technologien wäre das der Punkt, an dem man auf reale Gegenstände einwirken und die von ihnen ausgehenden Informationen für die Weiterverarbeitung präparieren kann.

## Edge-Computing: Wie Wellen am Strand

An diesem Punkt muss der System-Designer entscheiden, wie das System Daten empfangen und in die Cloud weiterleiten



Als IIoT-Gateways transportieren Edge-Computer alle notwendigen Daten verlässlich vom Gerät in die Cloud.



soll. Dafür muss er grob mit dem Hintergrundwissen bezüglich aller beteiligten Technologien vertraut sein. Ein wichtiges Hintergrundwissen: „Realtime“ ist in der Computerwelt eigentlich nicht möglich. Vielmehr bezeichnet Realtime-Computing ein mehr oder weniger akzeptables Fehlerniveau. Fehler, die das Ergebnis nicht über ein festgelegtes Maß hinaus beeinflussen, werden billiger in Kauf genommen. Im Computing geschieht also nichts sofort und unmittelbar – es gibt immer einen endlichen Wert, den wir nicht überschreiten können.

Eine Folge dieser Endlichkeit sind Einschränkungen im Betrieb der elektronischen Komponenten. Die daraus resultierenden Bus-Bandbreiten erfordern, dass man Datenerfassungszyklen auf deterministische Weise betrachten muss, weil sonst nicht gewährleistet ist, dass die Daten ihr gewünschtes Ziel auch tatsächlich erreichen. Im Fall von Edge-Computing bedeutet dies, zu überlegen, wie Daten erfasst und digitalisiert werden – und welche Frequenz sie erreichen müssen, damit die gewünschten Ergebnisse erzielbar sind.

## Konvertierungsdauer versus Zykluszeit

In der realen Welt gibt es nur drei Arten von Daten: ein Puls- oder digitales Signal, eine Ereigniszählung oder einen analogen Wert. All diese Daten bilden Ereignisse ab. Allerdings stehen die Ereignisse in keinem inhärenten Zusammenhang mit den zugehörigen Werten, so dass wir Menschen sie in einen Sinnzusammenhang stellen müssen. Ein Beispiel: Ein analoges System gibt den Wert 147 aus, wir fügen die Einheit Meter hinzu und geben außerdem dem Objekt noch den Namen Staudamm. Dann liegt die Vermutung nahe, dass es sich beim Wert 147 um den aktuellen Wasserstand des Staudamms handelt. Nehmen wir an, dass dieser Messwert in regelmäßigen Zeitabständen ausgelesen werden soll.

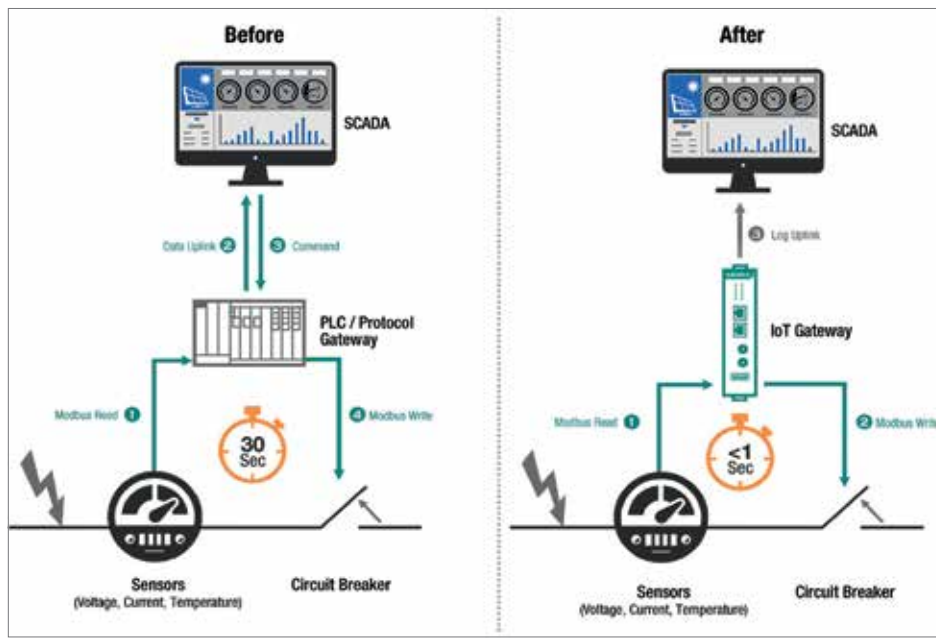
Um das Ergebnis in ein per Ethernet übertragbares Signal zu wandeln, müssen alle Messwerte digitalisiert werden. Die Analog-Digital-Wandlung benötigt jedoch Zeit, was sich wiederum auf die Zykluszeit der Messungen auswirkt. Diese könnte sehr klein sein – dann müsste man allerdings eine recht große Bandbreite des verwendeten Ethernets in Anspruch nehmen. Angesichts der Tatsache, dass sich der Wasserstand eines Staudamms ziemlich langsam verändert, scheint es jedoch ausreichend, alle zehn Minuten eine Messung vorzunehmen. Das reduziert die erforderliche Bandbreite, so dass die Konvertierung langsamer ablaufen könnte.

Dieses Beispiel verdeutlicht, wie ein System-Designer, der mit der grundsätzlichen Wirkungsweise der eingesetzten Technologien vertraut ist, Optimierungen vornehmen kann, die die Zeitanforderungen und damit letztlich auch die Kosten reduzieren. Moxas Ethernet-I/O-Module der ioLogik-Serien E1200 und E2200 geben ihm die Gelegenheit, genau solche Entscheidungen nachhaltig zu treffen und effizient zu steuern.

## Wo Messwerte zu Daten werden

Wenn im nächsten Schritt Signale und Werte kombiniert werden, gewinnen die abgeleiteten Daten an Bedeutung. In unserem Staudammbeispiel könnten die Messwerte um die Tageszeit, an der die betreffende Messung durchgeführt wurde, angereichert werden. Aber wo vereinigt man die Daten am sinnvollsten? Klar ist, dass es irgendeine Form von Computing-Maschine braucht, deren Leistungsfähigkeit auf die zu verarbeitenden Daten und den Zweck der letztlich gewonnenen Informationen abgestimmt sein muss. Grundsätzlich gibt es zwei mögliche Computertypen:

- Cloud-Computer sind zentral in einem Datennetzwerk untergebracht, beispielsweise im Rechenzentrum des Staudammbetreibers;



Verglichen mit einer herkömmlichen SPS beziehungsweise einem Protokoll-Gateway sorgen IIoT-Gateways für eine drastische Reduktion der Zeitzyklen der Datenerfassung und -übertragung sowie für die Befehlsausgabe.

- Edge-Computer arbeiten in den Außenbezirken des Netzwerks, beispielsweise direkt bei den Sensoren.

Cloud-Computer sind im Vergleich zu Edge-Computern sehr leistungstark. Wird also eine hohe Leistung benötigt, empfiehlt es sich, die Datenverarbeitung in die Cloud zu verlegen. Der Nachteil liegt auf der Hand: Um Daten verarbeiten zu können, muss der Cloud-Computer diese erst erhalten. Im Fall unseres Staudamms hieße das, dass alle Messdaten an den Cloud-Computer gesendet werden müssen. Aber was, wenn sich der Damm nach einem heftigen Regenguss zu rasch füllt und die Überläufe aus Sicherheitsgründen schnellstmöglich geöffnet werden müssen? Genügt dann die Geschwindigkeit, mit der die Daten zum Cloud-Computer und zurück gelangen, um eine ausreichend schnelle Reaktion auszulösen? Außerdem ist zu bedenken, dass die Datenübertragung in die Cloud bares Geld kostet.

## Daten bündeln entlastet die Cloud

Ein Edge-Computer hingegen ist sehr nahe an den Geräten, deren Daten er verarbeitet. Üblicherweise, jedoch nicht zwangsweise, ist er auf das lokale Netzwerk begrenzt. Das ermöglicht eine effiziente lokale Bandbreitennutzung, während nur wenige, im Vorfeld festgelegte Informationen an das High-End-Cloud-Modell weitergeleitet werden. Der System-Designer kann das System so gestalten, dass simple Entscheidungen innerhalb des Edge-Bereichs getroffen werden können. Bezüglich der Datenübertragung in die Cloud kann er wählen, ob die Übermittlung ereignisgesteuert oder (periodisch) abgefragt durchgeführt wer-

den soll. Davon ausgehend muss er den Zeitpunkt festlegen, an dem die Datenpunkte verfügbar sein sollen.

Mit Hilfe von Edge-Computern lassen sich Daten auch bündeln, sodass ihr Empfang in der Cloud kostengünstiger wird. Beispielsweise könnte der Edge-Computer die Abflussrate und wichtige Ereignisse wie die Öffnung der Überläufe kontinuierlich, den aktuellen Wasserstand des Staudamms jedoch nur einmal pro Tag übermitteln. Der Cloud-Computer hat dann ausreichend Informationen, um den Wasserstand und die Menge des ins Versorgungsnetz fließenden Wassers mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen und in die Zukunft hochzurechnen.

Der weitaus größte Vorteil von Edge-Computern hängt jedoch mit der Tatsache zusammen, dass die aus der realen Welt eingehenden Daten verschiedenste Formate haben können: rohe serielle ASCII-Daten, Modbus-, GOOSE-, Profinet- oder Profibus-Nachrichten und viele mehr. Alle diese Nachrichtentypen enthalten Zusatzinformationen, das heißt einen Mehraufwand, die für Bestätigungen und zur Gewährleistung der Datenintegrität erforderlich sind. Solche Zusatzdaten schlagen bei der Gesamtbandbreitennutzung ebenfalls zu Buche, ohne jedoch einen direkten Vorteil bei der tatsächlichen Berechnung zu bringen. Ein Edge-Computer kann die verschiedenen Datentypen in ein einheitliches Format umwandeln, was die Datenübertragung auf das Nötigste beschränkt, verstärkte Time-outs verringert und zusätzliche Verarbeitungsschritte in der Cloud vermeidet. Sobald das System einmal läuft, senden die Sensoren ihre Daten nur dorthin, wo diese wirklich nützlich sind.

Die leistungsstarken RISC-Computer der UC-8100-Serie von Moxa eignen sich für genau solche Aufgaben. Falls x86-Computing erforderlich ist, beispielsweise auf Schiffen, stellt Moxas MC-1100-Serie mit DNV-Zertifizierung eine vielversprechende Alternative dar. Beide Serien überzeugen durch ihren kleinen Formfaktor. Sowohl die Umwandlung der Datenformate, als auch die Zykluszeiten und die Cloud-Konnektivität sind komplett deterministisch. Für unerfahrene Anwender oder für Fälle, in denen es sehr stark auf eine schnelle Entwicklung und außerdem auf kurze Markteinführungszeiten ankommt, bietet Moxa mit der Software-Suite „ThingsPro“ ein Software-Framework an, über das sich Schnittstellen ganz einfach definieren lassen.

## Ohne Edge kein IIoT

Viele Menschen sehen im IIoT eine Technologie, die in Zukunft alle Probleme der Menschheit lösen wird. In ihren Augen ist der Sensor eine breite Röhre direkt in die Cloud, und alle Informationen sind genau nach Bedarf verfügbar. Ohne Edge-Computer bezahlt man für die Realisierung dieser Vision jedoch einen sehr hohen Preis, und zwar nicht nur für die verhältnismäßig teure Datenübertragung in die Cloud, sondern auch, weil die verschiedenen Feldbus-Typen und ebenfalls die Schnittstellen ohne Edge-Computer nicht wirtschaftlich interagieren können.

Mit Edge-Computing steht dem System-Designer ein leistungsstarkes Tool zur Verfügung, um auf kostengünsti-

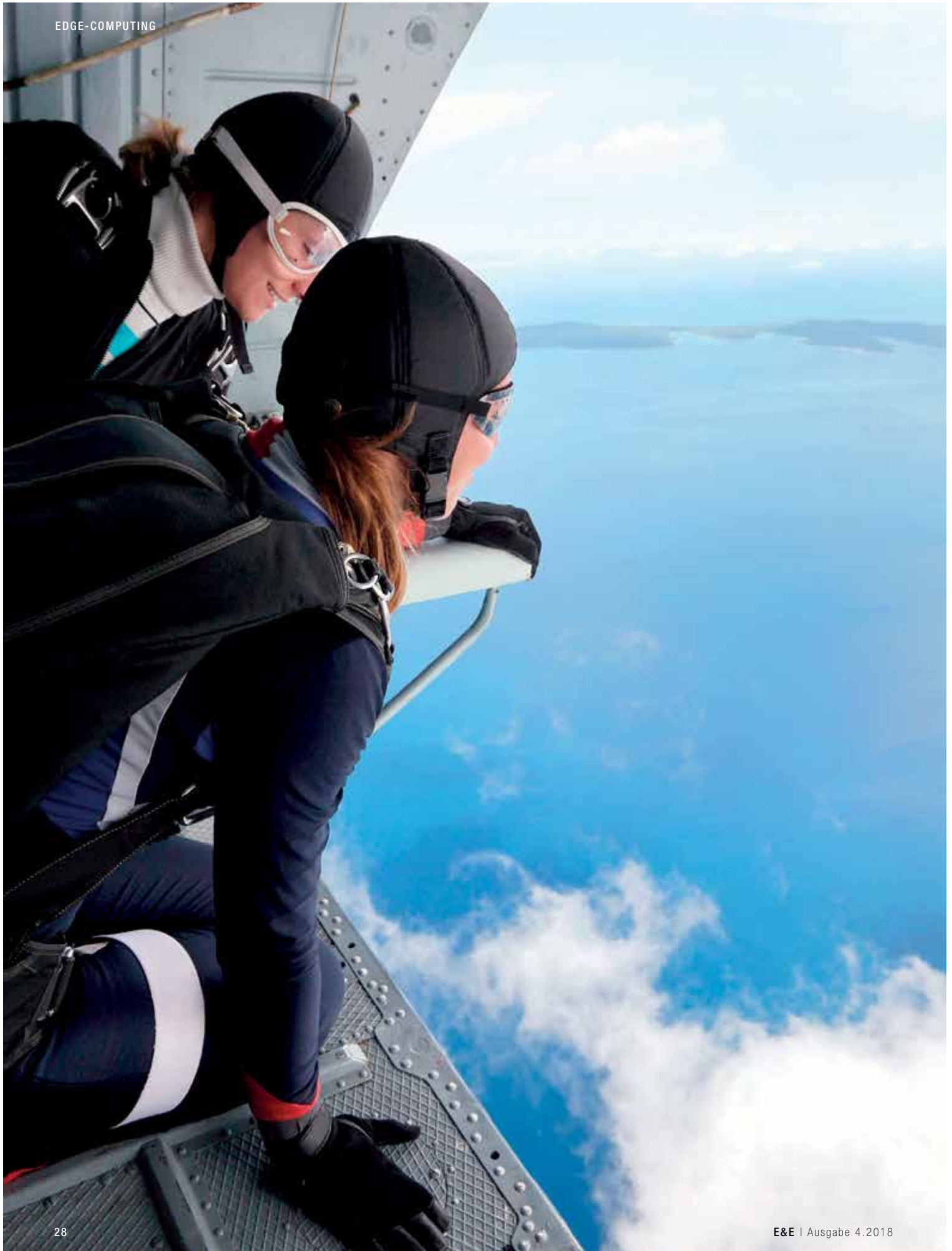
ge Weise das gesamte Potenzial eines industriellen Ablaufs zur Entfaltung zu bringen. Mit Edge-Computern lassen sich Daten effizient serialisieren und außerdem intelligente Objekte bauen. Der System-Designer sollte sich lediglich im Klaren darüber sein, dass das System von Anfang an in Untersysteme aufgeteilt werden muss. □



**Mein zuverlässiger Partner für**  
**Wartung & Instandhaltung**

Partner im Wartungs- & Instandhaltungsbereich sind vor allem Eines: verlässlich. Mit Conrad können auch unerwartete Bedarfe schnell und unkompliziert gedeckt werden. Bei einer Standardlieferung innerhalb von 24 Stunden oder auf Wunsch sogar innerhalb von 2 Stunden - minimieren Sie Ihre Ausfallzeiten.

- Über 1,2 Mio Artikel
- Beratung und sofortige Hilfe
- Effiziente Beschaffungsprozesse
- 24 Std. Standardlieferung
- Kalibrierservice



KOMMENTAR ZU DATENSPEICHERUNG UND -VERARBEITUNG

# Lohnt der Absprung in die Cloud?

Einige Experten sind der Meinung, dass alle Daten und Anwendungen in die Cloud wandern werden. Andere prognostizieren, dass ungefähr 40 Prozent der Daten dort gespeichert, verwaltet, analysiert und aufbewahrt werden, wo sie entstanden sind – am Rande des Internets. Wer von beiden Recht hat, erklärt Michael Kanellos, IoT-Analyst bei Osisoft.

TEXT: Michael Kanellos, Osisoft BILDER: Osisoft; iStock, vuk8691

Die Analyse von Daten wird in Zukunft sowohl lokal am Rande des Internets in einem Datenzentrum, als auch in einer öffentlichen, privaten oder hybriden Cloud ablaufen. Die gleiche Dynamik können wir in der IT beobachten. Durch das mit dem PC eingeführte Modell der dezentralen Ausführung von

Computeraufgaben sind zentrale Server nicht überflüssig geworden. Und vermutlich haben Sie mit der Geburt der Cloud Ihr Notebook auch nicht durch ein Terminal ersetzt. Wo Sie Ihre Analysefunktionen durchführen, wird letztlich von den folgenden fünf Faktoren abhängen:

## DATA MODUL

### ALLES ZUM THEMA EMBEDDED

eMotion UHD II



Baseboard Designs

Intel® Atom™ Low-Power  
COM Express Compact

- > Embedded Boards und Box PCs
- > Embedded Computing Design
- > Baseboards & Zubehör
- > eMotion LCD Controller Boards

Neuer Product Finder:  
[www.data-modul.com](http://www.data-modul.com)

#### INTEL® ATOM™ LOW-POWER (APOLLO LAKE-I)

- > Compact Size Type 6 (95 x 95 mm)
- > Intel® Atom™ SoC E3930/E3940/E3950
- > Bis zu 8 GB DDR3L und 1866 MT/s
- > Erweiterter Temperaturbereich von -40 bis 85°
- > Bis zu drei unabhängige Displays mit 4k Auflösung
- > Für industrielle 24/7 Anwendungen

## 1. Geschwindigkeit

Brauchen Sie die Informationen gleich oder können Sie warten? Je schneller Sie Antworten benötigen, desto weniger kommt die Cloud in Frage. Erinnern Sie sich an die letzte große Sonnenfinsternis im Sommer 2017 in den USA? Nach Informationen des Energieversorgers Caiso, der für 80 Prozent der Energieversorgung des Staates Kalifornien verantwortlich ist, fehlten durch die Verdunkelung der Sonne im Netz ungefähr 6 GW Energie – genug, um vier Millionen Haushalte zu versorgen. Allerdings war der Spuk bereits nach ein paar Minuten wieder vorbei. Caiso rief alle vier Sekunden die Daten der Generatoren im Netz ab, um durch Schwankungen verursachten Problemen zu auszugleichen.

## 2. Zuverlässigkeit

Wenn Twitter für eine Stunde ausfällt, dann scherzen die Leute nur darüber. Würde die Wasserversorgung an der Ostküste der USA plötzlich ohne Ankündigung ausfallen, wären besorgte Anrufe und Panik die Folge. Ölförder-, Berg- und Tagebauunternehmen setzen für ihre komplexen Analytikfunktionen auf Cloud-Technologien, beispielsweise bei der Analyse bestehender Prozesse hinsichtlich der Einsparmöglichkeiten oder Optimierung. Das macht Sinn, weil man Tausende Server gleichzeitig auf massive Rechenprobleme ansetzen kann und weil die Antwort nicht wirklich dringend benötigt wird.

Dreht es sich dagegen um Live-Vorgänge, so bleiben diese lokal. Können Sie sich vorstellen, einen 40-Tonnen-LKW über die Cloud zu steuern? Oder Bohrungen in der Tiefsee? Unerwartete Probleme können rasch Millionen von Dollar an Reparaturkosten und Umsatzverlusten verursachen. Darüber hinaus müssen Unternehmen in einem solchen Fall den IT-Support und Betten für die zusätzlichen Mitarbeiter mit dem Helikopter einfliegen. Die Risiken und Kosten, die

entstehen können, wenn nicht lokal verarbeitet wird, sind geradezu astronomisch.

## 3. Bandbreite und deren Kosten

Werden Daten in sintflutartiger Menge generiert, von denen nicht alle für eine vernünftige Analyse benötigt werden, so sollte man nur eine Zusammenfassung übermitteln. Eine intelligente Fabrik verfügt vielleicht über

50.000 Sensoren, die es zu verfolgen gilt und die mehrere Petabyte Daten am Tag generieren. Selbst ein normales Bürogebäude erzeugt 250 GB oder mehr Daten. Anstatt krampfhaft zu versuchen, Daten in der Cloud zu analysieren oder Thermostate aus der Ferne zu kontrollieren, können viele dieser Aufgaben günstiger und einfacher vor Ort durchgeführt werden. Übrigens: Viele Smart-Lighting-Unternehmen sind bereits von einer cloudbasierten auf eine lokale Steuerung umgeschwenkt. Windfarmen können aus Hunderten von einzelnen Windturbinen bestehen, die jeweils umfangreiche Datenmengen generieren. Dazu zählen etwa Rotorumdrehungen pro Minute, Windrichtung und -geschwindigkeit, Anströmwinkel der Rotoren und vieles mehr. Es ist nicht wirklich praxisnah, die Kosten für die Übertragung all dieser Daten an die Cloud in Kauf zu nehmen, um den Gesamtzustand der Anlage zu überwachen.

Wikibon zitiert eine Fallstudie zu einer abseits gelegenen Windfarm mit Sicherheitskameras und anderen Sensoren. Mit einer Entfernung zwischen Cloud und Windfarm von 300 km und einer angenommenen Reduktion

des Verkehrsaufkommens durch den Einsatz von Edge-Computing konnten die Kosten für Kontrolle und Datenverarbeitung innerhalb von drei Jahren von 81.000 auf 29.000 US-Dollar gesenkt werden. Das Analyseinstitut ist der Meinung, dass sich das Internet of Things für die überwiegende Mehrheit von Sensorprojekten zu einem Edge-plus-Cloud-Computing-Kon-



*„Durch das mit dem PC eingeführte Modell der dezentralen Ausführung von Computeraufgaben sind zentrale Server nicht überflüssig geworden“*

Michael Kanellos, IoT-Analyst bei Osisoft

zept entwickeln wird. In diesem und anderen ähnlich gelagerten Einsatzfällen erweist sich ein Ansatz als kosteneffizienter, bei dem die Sensoren lokal ausgewertet und nur Übersichtsdaten in die Cloud übermittelt werden.

#### 4. Der Ort der Aufgabe

Fragen Sie sich, wer die Daten benötigt. Sind es die Ingenieure in der Fabrik oder eine ganze Reihe unterschiedlicher Leute, Unternehmensabteilungen oder geografisch weit verstreute Interessenten? Bezieht sich das vorliegende Problem auf eine bestimmte Fertigungslinie oder das Gesamtkonzept der Produktion? Ist es ein lokales Problem, so sollten Sie es vor Ort speichern und analysieren. Die Automotive-Forschungsgruppe der RWTH Aachen entwickelt Verfahren zur Korrektur von Problemen in der Produktion von Batterien für Elektrofahrzeuge. Der Wissenschaftler Christoph Lienemann ist davon überzeugt, dass mit einer Überwachung vor Ort die Kosten um 20 Prozent und die Ausschussrate von Batteriezellen von 10 auf 2 Prozent gesenkt werden können. Lokale Erfolge können dann natürlich repliziert und unternehmensweit mit anderen geteilt werden.

#### 5. Die Komplexität der Aufgabe

Dies ist der alles bestimmende Faktor. Untersuchen Sie einige wenige Datenströme, um ein aktuelles Problem wie die Optimierung eines Förderbandes in einer Fabrik zu lösen oder vergleichen Sie Tausende von Fertigungslinien in mehreren Fabriken? Beobachten Sie die Gesundheitsdaten eines Patienten, um einen Therapieablauf zu bestimmen oder entwickeln Sie ein neues Therapieverfahren, für das Sie Millionen unterschiedlicher Proteine studieren müssen? Menschen werden als Business-Intelligence-Plattform meist unterschätzt. Die Schlussfolgerungen, die wir treffen können, gehen weit über das hinaus, was Maschinen leisten können. Ab einem bestimmten Punkt können wir gut extrapolieren.

Je nach Art der zu betrachtenden Analysefunktionen werden sich viele der angesprochenen Faktoren vermischen und überlappen; einigen wird höhere Priorität zukommen als anderen. Wie bei vielen datenbezogenen Dingen ist die Antwort am Ende nicht so eindeutig, wenn es darum geht, wo die Daten und Applikationen dieser Welt residieren sollen. Diese Frage wird in erster Linie durch die Faktoren Zeit, Problemstellung, Bandbreite, Zuverlässigkeit, Sicherheit und Geschwindigkeit beantwortet. Die Wahrheit ist irgendwo dort draußen – sie ist überall und nicht nur da, wo Sie sie vermuten. □

## IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller

**Redaktion** Florian Streifinger (Managing Editor/verantwortlich/-28), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Isabell Diederhosen (-38), Selina Doulah (-34), Anna Gampgenrieder (-23), Ragna Iser, Demian Kutzmütz (-37), Florian Mayr (-27), Sabrina Quente (-33), Cathrin Schmitt (-15)

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

**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-18), Vitor Amaral de Almeida (-24), Corinna Brodersen (-39), Caroline Häfner (-14), Doreen Haugk (-19), Maja Pavlovic (-17), Julia Rinklin (-10), Katrin Späth (-99); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2018

**Sales Services** Ilka Gärtner (-21), Franziska Gallus (-16), Marina Schiller (-20); dispo@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, Machtfinger Straße 7, 81379 München, Germany  
Tel. +49.(0)151.58.21.19-00, Fax +49.(0)89.50.03.83-10, 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@vuservice.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-Kompodium.

**Jährlicher Abonnementpreis**

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



## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Apem	65	Microchip	35
Arrow	74	Moxa	24
Beta Layout	53	MVtec Software	14
BJZ	U3	NTT	16
Börsig	51	Nvidia	16
Bürklin	39	NXP Semiconductors	16
Conrad Electronic	8, 27	ODU	74
Data Modul	29	Osisoft	28
Dell Technologies	16	Phoenix Contact	41, 68
Denso	16	Protiq	50
Deutronic Elektronik	37	Rosenberger-OSI	42
Display Elektronik	66	Rutronik	3
Fischer Elektronik	5	Schukat Electronic	74
Fraunhofer FEP	6	Schurter	36
Fraunhofer IPT	14	SE Spezial-Electronic	57
FTCAP	55	Socionext	48
Fujitsu	14	Stäubli Electrical Connectors	14, 74
Georg Schlegel	63, 64	Toyota	16
Graphscore	16	TQ-Systems	15, 74
Harting	14, 74	TTTech	14
Infineon	74	TU Chemnitz	14
Intel	16	VMware	16
Kontron	U2, 16, 20	Wago	74
Lapp	45	Weidmüller	14
MES Electronic Connect	47	Würth Elektronik eiSos	23, 58
Michael Page	77	Ziehl-Abegg	U4

WAS BEDEUTET DAS EIGENTLICH?

# DATENVERARBEITUNG AM RAND, IM NEBEL UND IN DER WOLKE

In der Industrie, aber auch zum Beispiel im Konsumbereich, fallen immer größere Datenmengen an. Um diese zu verarbeiten, wurden die Konzepte Edge-, Fog- und Cloud-Computing entwickelt. Was sich dahinter verbirgt, worin sie sich unterscheiden und welche Vor- und Nachteile sie besitzen, haben wir für Sie auf dieser Seite kompakt zusammengefasst.

TEXT: Florian Streifinger, E&E

## Edge-Computing

Edge-Computing bezeichnet die dezentrale Verarbeitung von Daten und steht damit in direktem Gegensatz zum Cloud-Computing. Der Begriff leitet sich vom englischen Edge für Rand oder Kante ab. Beim Edge-Computing bearbeiten Maschinen, Geräte und Bauteile die von ihnen erfassten Informationen selbst und leiten daraus oft direkt Handlungen ab. Es gibt drei Hauptgründe, um darauf zurückzugreifen. Erstens erzeugen die vielen vernetzten Geräte eine wahre Datenflut, deren Transport in die Cloud aufgrund der schier Menge sehr aufwendig oder nicht möglich ist. Zweitens entsteht durch den Hin- und Rücktransport der Daten eine Latenz, die in vielen Anwendungen nicht tolerierbar ist. Drittens bestehen beim Cloud-Computing Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes. Viele Unternehmen möchten ihre Maschinen- oder Geräteinformationen nicht auf den Servern externer Anbieter speichern, um unerlaubten Zugriff zu vermeiden.

## Cloud-Computing

Das Bekannteste der drei Datenverarbeitungskonzepte ist das Cloud-Computing. Es leitet sich vom englischen Begriff Cloud für Wolke ab. Damit ist die Bereitstellung von IT-Infrastruktur und bestimmten Dienstleistungen über das Internet gemeint. Im einfachsten Fall mietet ein Unternehmen oder eine Privatperson von einem Anbieter Speicherplatz, um dort Daten zu lagern. Aber auch der Zugriff auf bestimmte Rechenleistungen oder auf Software sind häufig nachgefragte Services. Bereitgestellt werden diese Angebote in den meisten Fällen über große Serverfarmen. Bekannte Anbieter dafür sind zum Beispiel Dropbox oder Amazon. Durch die Nutzung der Cloud sparen Unternehmen und Privatpersonen sich die Anschaffung und die Wartung der IT. Das rentiert sich vor allem für Firmen, die diese nicht ständig benötigen. Über die Cloud kann außerdem überall, wo es eine Internetverbindung gibt, auf die IT und die Software zugegriffen werden.

## Fog-Computing

Der Begriff Fog-Computing wird in vielen Fällen synonym zum Edge-Computing verwendet. Auch er bezeichnet eine Form der dezentralen Datenverarbeitung. Anders als beim Edge-Computing findet die Bearbeitung der Informationen allerdings nicht in den Geräten oder Bauteilen selbst statt, sondern in einer Einheit des Netzwerks, etwa einem Gateway. In vielen Fällen dient Fog-Computing dazu, die Menge

an Daten für den Transport in die Cloud zu reduzieren und nur bereits aufbereitete Informationen weiterzugeben. Die Übergänge zum Edge-Computing sind fließend. Die Vorteile ähneln sich deshalb. Beim Fog-Computing werden die Daten zwar an eine zentrale Stelle des Netzwerks gesandt, sie belasten allerdings nicht die Datenverbindung in die Cloud, sondern nur die Kapazität des lokalen Netzes. Auch die Latenz ist beim Fog-Computing gering und die Daten bleiben auf den Rechnern des Unternehmens.





Der Salar de Uyuni in Bolivien ist mit mehr als 10.000 Quadratkilometern die größte Salzebene der Erde. Er beherbergt eines der weltweit größten Lithiumvorkommen. Laut U.S. Geological Survey sollen dort etwa 5,4 Millionen Tonnen Lithium lagern.

SZENARIO 2050: LITHIUM UND KOBALT KÖNNTEN KNAPP WERDEN

## Wanted: Post-Lithium-Systeme

Die Verfügbarkeit von Lithium und auch Kobalt könnte für den steigenden Batteriebedarf nicht ausreichen. Zu diesem Ergebnis kommen mehrere Analysen vom Helmholtz Instituts Ulm (HIU). Alternativen werden erforscht und kommen teilweise bereits zum Einsatz.

TEXT: Selina Doulah, E&E BILDER: iStock

Kobalt ist die entscheidende Komponente der positiven Elektrode in Lithium-Ionen-Batterien. Sie bestimmt die Energie- und Leistungsdichte und die Lebensdauer. Doch das Leichtmetall Lithium ist schwer abzubauen und Kobalt ist toxisch. Daher verringern kobaltfreie Speichermaterialien und Post-Lithium-Technologien, die auf unkritischen Elementen wie Natrium und Schwefel, Silizium oder Zink mit Mangan oder aber Aluminium basieren, den Ressourcendruck.

„Um diese Risiken zu verringern und den Druck auf die Reserven von Kobalt und Lithium zu reduzieren, ist es unerlässlich, die Forschungsaktivitäten auf alternative Batterietechnologien auszuweiten“, sagt Daniel Buchholz. Er hat in einer Studie für das Helmholtz Instituts Ulm die Verfügbarkeit von Lithium und Kobalt untersucht. „Post-Lithium-Systeme sind besonders attraktiv für die Elektromobilität und stationäre Anwendungen. Daher ist es äußerst wichtig und dringend, ihr

Potenzial auszuschöpfen und diese hochenergetischen Batterien zur Marktreife zu entwickeln“, betont Stefano Passerini, stellvertretender Direktor des Helmholtz Instituts Ulm.

Um also auf Lithium und Kobalt zukünftig verzichten zu können, arbeiten viele Forscher an verschiedenen Möglichkeiten von Post-Lithium-Batteriesystemen. Einige der vielversprechenden Materialien sind:



Batterieentwicklung ist sehr viel Chemie: Eine Handschuhbox schützt die Forscher beim Zusammenfügen der empfindlichen Chemikalien.

## Natrium und Schwefel

Beim Entladen einer Zelle wandern die Lithium-Ionen zu der Kathode. Diese besteht aus Oxiden, die Metalle wie Kobalt oder Nickel enthalten. Die Metalloxide sind teuer und teils auch giftig. Forscher des Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) wollen sie durch Schwefel ersetzen, da dieser in großen Mengen verfügbar ist. Er entsteht als Abfallprodukt bei der Ölraffinerie und kann eine hohe Speicherkapazität entwickeln. Zusätzlich soll geschmolzenes Natrium eingesetzt werden, das sich aus Kochsalz gewinnen lässt und so praktisch unbegrenzt zur Verfügung steht. Allerdings brauchen Batterien auf dieser Basis noch Betriebstemperaturen von bis zu 300 °C und das Beheizen der Batterie bedeutet einen Effizienz-Verlust. Das IWS versucht die chemische Reaktion des Lithium-Schwefel-Akkus bei Raumtemperatur auf den Natrium-Schwefel-Akku anzuwenden, um damit zu beweisen, dass die Verbindung von Natrium und Schwefel ebenfalls bei Raumtemperatur funktionieren kann.

## Silizium

In Australien wird in der Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) an einer Batterie auf Silizium-Basis geforscht. Das ebenfalls

australische Energiespeicher-Unternehmen 1414 Degrees hat basierend auf dieser Forschung einen ersten Prototyp einer Batterie getestet, die Energie in Form von geschmolzenem Silizium speichern kann. Das Halbmetall Silizium ist in der Erdhülle, auf das Gewicht bezogen, das zweithäufigste Element nach Sauerstoff und steht daher reichlich zur Verfügung. Die Erdkruste besteht zu etwa 28 Prozent aus Silizium. Bei dem Prototyp der Forscher wird zunächst Energie genutzt, um das Halbmetall zu schmelzen. Sein Schmelzpunkt liegt bei 1.414 °C. Während das Silizium wieder abkühlt, wird eine Turbine angetrieben und dadurch Elektrizität erzeugt. Weil Silizium Wärme über eine lange Zeit halten kann, ist sie für solche Batterien geeignet. Jedoch geht zu viel Abwärme dabei verloren, sodass die Energieeffizienz gering ausfällt. Bei den ersten Probeläufen konnte zwar 80 Prozent der eingesetzten Energie gespeichert, allerdings nur 31 Prozent davon wieder in elektrischen Strom umgewandelt werden.

## Zink-Mangan

Vielversprechend scheinen Batterien auf Zink-Mangan-Basis zu sein, weil die Rohstoffe sehr günstig sind. Daran forschen Wissenschaftler des Pacific Northwest National Laboratory. Zwar sollen solche Batterien eine wesentlich höhere Energiedichte als herkömmliche

Batterien haben, sie halten dafür aber nur wenige Ladezyklen durch. Besonders schwer für die Forscher war es, das richtige chemische Verhältnis zwischen Zink und Mangan zu finden. In der Forschung ging man zunächst davon aus, dass sich Zink-Ionen durch den Elektrolyt genauso bewegen würden, wie Lithium-Ionen. Die Akkus büßten bei den ersten Tests jedoch schnell ihre Ladekapazität ein, da das Mangan seine Reaktionsfähigkeit verlor. Die Forscher erhöhten deshalb die Mangankonzentration. Dadurch blieb die Kapazität der Batterie auch nach 5000 Ladezyklen bei 92 Prozent.

## Aluminium

Wissenschaftler der TU Bergakademie Freiberg forschen an einer Hochvolt-Ionen-Festkörperbatterie auf Aluminium-Basis. Die Anode besteht aus reinem Aluminium. Aluminium hat eine vier mal höhere theoretische Ladungsdichte als Lithium. Bei gleichem Volumen besitzt ein Auto mit einem Aluminium-Ionen-Akku die zwei- bis sechsfache Reichweite eines Fahrzeugs mit Lithium-Ionen-Akku. Die Forscher nutzten zunächst einen Algorithmus zur Materialbewertung für elektrochemische Energiespeicher. Die wichtigsten Kennwerte sind dabei die Dichte, der Oxidationszustand, die jeweiligen Standardpotentiale und die gravimetrischen und volumetrischen Kapazitäten

und damit die spezifische Energiedichte. Zusätzliche Parameter wie Umweltverträglichkeit, die Elementhäufigkeit in der Erdkruste und der Preis wurden ebenso herangezogen. Weitere Parameter betrafen die sogenannte Kritikalität und die Recyclingquoten. „Dabei konnte Aluminium, gemäß unseres Bewertungssystems, die höchste Zahl an Punkten erreichen,“ erläutert Tilmann Leisegang, Verbundmanager des Forschungsprojekts. Also stellte sich Aluminium als geeignetes Material heraus. Das Leichtmetall ist außerdem das am häufigsten vorkommende Metall in der Erdhülle und nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element. Neben dem Vorteil des ausreichenden Vorkommens

und der bereits etablierten Aluminium-Industrie und damit auch dem Recycling ist der Sicherheits-Aspekt von Bedeutung: Es ist im Gegensatz zu Lithium nicht an der Luft entzündlich. „Zudem sind Aluminium-Ionen-Batterien kostengünstiger und können mehr Energie speichern“, sagt Leisegang. Warum Aluminium bisher nicht eingesetzt wurde, begründet er damit, dass bisher keine passenden Materialien verfügbar waren. „Also Aluminium-Ionenleiter und Elektroden, die den Aufbau einer Batterie ermöglicht hätten“, ergänzt der Wissenschaftler. „Seit ein paar Jahren gibt es allerdings mehr Bewegung in dem Bereich. Eine israelische Firma arbeitet an einer Aluminium-Luft-Batterie, ein grö-

ßeres Konsortium eines EU-geförderten Projekts an einer Aluminiumbatterie mit flüssigem Ionenleiter und eine Gruppe der Stanford Universität in Kalifornien an einem ähnlichen Prinzip.“ Das Thema Aluminium-Batterie wird immer bedeutender: Eine neue Studie von Frost & Sullivan hat diese Technologie nun in ihrem Bericht zu Post-Lithium-Systemen aufgenommen. „Wir arbeiten intensiv an der Präparation der identifizierten Materialien sowie daraus resultierender Zellmess-Serien. Wir erwarten die erste Zelle in den nächsten Monaten. Im April 2018 werden wir auf der Hannover Messe unseren bisherigen Stand vorstellen,“ sagt Tilmann Leisegang zur Entwicklung der Technologie. □

## PIC® & AVR® MCUs

Zusammen sind  
die Möglichkeiten unbegrenzt

Sie wollen Technologie intelligenter, effizienter und für jeden zugänglich machen? Microchip bietet die Möglichkeiten, Produkte und Tools zu entwickeln, die Ihr Designproblem einfach lösen, um zukünftige Anforderungen zu erfüllen. Microchips Angebot von mehr als 1200 8-Bit-PIC®- und AVR®-Mikrocontrollern ist nicht nur das branchenweit größte, sondern deckt auch neueste Techniken ab, um die Leistungsfähigkeit zu erhöhen, den Stromverbrauch zu verringern und die Entwicklungszeit zu verkürzen. Mit 45 Jahren Erfahrung in der Entwicklung kommerzieller und kostengünstiger MCUs ist Microchip der Anbieter erster Wahl, wenn es um umfassendes Know-how und Innovation geht.

### Wesentliche Leistungsmerkmale:

- ▶ Autonome Peripherie
- ▶ Energieeffizient
- ▶ Robust
- ▶ Einfache Entwicklung

**microchip**  
**DIRECT**  
www.microchipdirect.com



**MICROCHIP**  
www.microchip.com/8bitEU



MEHRZELLEN-AKKUS LADEN

# Balanceakt für Batterien

Ohne Battery-Balancing bestimmt in einem Mehrzellen-Akku stets die schwächste Zelle darüber, welche Kapazität das Gesamtsystem hat. Da einzelne Zellen aber unterschiedlich altern, kann man selbst mit einer gewissenhaften Selektion nicht sicherstellen, dass alle Zellen eine identische Kapazität aufweisen. Es braucht andere Ansätze.

TEXT: Peter Schraub, Schurter BILDER: Schurter; iStock, vernonwiley

Li-Ionen-Akkus unterliegen wie andere Akkutypen auch beim Laden und Entladen einem Abnutzungsprozess, der auf chemische Veränderungen zurückzuführen ist. Beim Li-Ionen-Akku besteht die Anode aus einer Kupferfolie, die mit Kohle oder einer Graphitverbindung beschichtet ist. Die Kathode besteht aus einer Lithiumverbindung. Der zwischen den Elektroden liegende Elektrolyt ist ein gelöstes Lithiumsalz.

Je nachdem ob der Elektrolyt flüssig oder fest ist, spricht man von Li-Ionen- oder Li-Polymer-Akkus. Die unter diesen Sammelbegriff gehandelten Zellen unterscheiden sich hauptsächlich im Kathodenwerkstoff, der aus Kobalt, Mangan, Nickel-Kobalt, Nickel-Kobalt-Mangan (NKM), Eisenphosphat oder Titanat bestehen kann. Die verschiedenen Kathodenwerkstoffe bewirken

unterschiedliche Energiedichten, Leistungsdichten, Nennspannungen und mögliche Ladezyklen.

## Schonendes Laden erhöht die Lebensdauer

Das IU-Ladefahren, das bei solchen Zellen angewandt wird, arbeitet mit Konstantstrom und Konstantspannung (Constant Current = CC, Constant Voltage = CV). Wie die Lebensdauer hängt auch die Ladezeit von diversen Faktoren ab, bei höheren Ladeleistungen vor allem von der Temperatur. Kurze Ladezeiten respektive hohe Ladeströme wirken sich belastend auf das Elektrodenmaterial aus, sodass die Lebensdauer und Zyklenzahl verkürzt wird. Schonendes Laden beziehungsweise Entladen erhöht die Lebensdauer massiv.

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

**DEUTRONIC**   
EDWANZ group



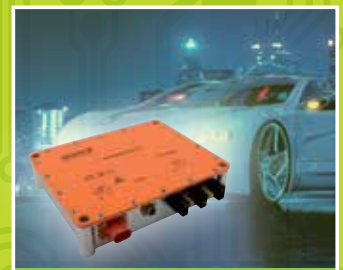
Batterieladesysteme



Stromversorgungen



Test- und Prüfsysteme

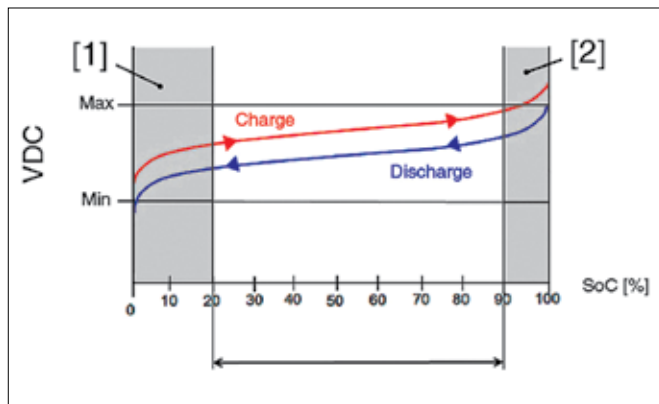


DC/DC Wandler

Besuchen Sie uns:  
Halle 12, Stand G71  
23.-27. April 2018



**Power and More**



Ein hoher Entladungsstress führt zu verminderter Lebensdauer [1], ebenso wie hoher Ladestress [2].

Das Laden und Entladen von Li-Ionen-Zellen bei hohen Strömen oder tiefen Temperaturen kann zu Lithium-Plating führen. Dabei lagern sich Lithium-Ionen bevorzugt auf der Anodenoberfläche ab, anstatt sich zwischen die Schichten des Graphits einzulagern. Dieser Effekt führt zu signifikanten Einbußen an Leistung, Lebensdauer und Sicherheit. In extremen Fällen kann das Lithium-Plating sogar zu einem Kurzschluss oder, da metallisches Lithium leicht entflammbar ist, auch zu einem Brand führen. Üblich sind je nach Qualität und Aufbau des Akkus 500 bis über 1.000 Ladezyklen. Als abgenutzt gilt ein Akku dann, wenn weniger als 80 Prozent der ursprünglichen Kapazität übrig sind.

## Kapazitätsverlust bei Akkupacks

Cluster beziehungsweise Akkupacks bestehen zur Erhöhung der Nennspannung in der Regel aus mehreren in Reihe geschalteten Einzelzellen oder Zellblöcken. Fertigungs- und alterungsbedingt gibt es hierbei Schwankungen in der Kapazität, im Innenwiderstand und auch bei weiteren Parametern dieser Zellen. Die schwächste Zelle bestimmt dabei, wie viel geladen beziehungsweise entladen werden darf. Im praktischen Einsatz von mehrzelligen in Reihe verschalteten Akkus führt dieser Umstand dazu, dass die Zellen in Reihe sowohl unterschiedlich geladen als auch entladen werden. Es kommt dann im Verbund zu kritischer Tiefentladung oder bei der Ladung zu einer Überladung und Überschreiten der Ladeschlussspannung einzelner Zellen. Je nach Akku-Typ kann es dadurch zu einer irreversiblen Schädigung einzelner Zellen kommen. Die Folge davon ist, dass der gesamte Akkupack an Kapazität verliert.

## Laden und Entladen intelligent steuern

Sogenannte Batteriemanagementsysteme (BMS) sind verantwortlich für die Steuerung und Kontrolle des Lade- und Entladevorgangs von Hochleistungs-Akkupacks in autonomen Leis-

tungselektronikanwendungen (E-Power) wie Elektro- und Hybridfahrzeugen, der Robotik oder Ähnlichem. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, dafür zu sorgen, dass jede einzelne Zelle sowohl beim Laden wie auch beim Entladen einen für die Anwendung definierten Grenzwert bezüglich Ladezustand (SoC = State of Charge) weder unter- noch überschreitet. Der SoC-Wert bezeichnet die noch verfügbare Kapazität eines Akkus im Verhältnis zum Nominalwert. Der Wert wird in Prozent vom vollgeladenen Zustand angegeben. Beispielsweise bedeuten 30 Prozent, dass der Akku noch über eine Restladung von 30 Prozent bezogen auf die Vollladung verfügt. Je nach Anwendung liegen die oberen und unteren Grenzwerte für den SoC bei 20 bis 100 Prozent für die maximale Leistung respektive 30 bis 70 Prozent für die maximale Lebensdauer.

BMS überwachen Kennwerte wie die Batteriespannung, die Temperatur der Zellen, ihre Kapazität, ihren Ladezustand, die Stromentnahme, die Restbetriebszeit, den Ladezyklus und vieles mehr. Diese Steuereinheiten sind unentbehrlich, da mehrere Batteriezellen zu einem Cluster vereinigt werden müssen, um eine hohe Gesamtbatteriekapazität zu erzielen. Eine zunehmend wichtigere Rolle in solchen Batteriemanagementsystemen spielen dabei die Balancer.

## Passives Battery Balancing

Eine technisch einfache, weit verbreitete Methode ist die des passiven Balancing. Dieses arbeitet praktisch nur im Bereich des Ladeschlusses, also wenn die Zellen eines Akkupacks fast vollständig geladen sind. Dabei wird bei jenen Zellen, die bereits die Ladeschlussspannung erreicht haben, ein Widerstand durch den Balancer parallel geschaltet. Das begrenzt die Spannung auf die Ladeschlussspannung. Diese Zelle wird dann nur geringfügig weiter geladen oder sogar etwas entladen, während die Zellen in der Reihenschaltung, die die Ladeschlussspannung noch nicht er-

reicht haben, weiterhin mit dem vollen Ladestrom versorgt werden. Die Leistung des Parallelwiderstandes muss dabei an den Ladestrom angepasst werden, da die überschüssige Energie in Form von Wärme am Widerstand auftritt.

Der Vorteil dieser Methode: Sie ist kostengünstig und technisch leicht realisierbar. Die Kehrseite der Medaille: Der Ladevorgang dauert so lange, bis die schwächste Zelle den geforderten SoC-Wert aufweist. Zudem verpufft viel Energie in unerwünschte Wärme. Diese Verlustwärme wirkt sich zudem negativ auf die Lebensdauer der Akkuzellen aus und stellt eine nicht unerhebliche Brandgefahr dar.

### Aktives Battery Balancing

Sehr viel komplexer, aber effizienter sind aktive Balancer. Bei ihnen wird ein Ladungstransfer von Zellen untereinander realisiert: Die Energie von Zellen mit höherer Ladung wird auf solche mit niedrigerer Ladung übertragen. Die Laderegelung stellt im Prinzip mehrere speziell auf die Anwendung optimierte Schaltregler dar, welche pro Zelle arbeiten und aktiv Energie übertragen. Dieser Vorgang kann bereits während des Ladeprozesses erfolgen. Üblicherweise setzt er aber wie beim passiven Balancing erst im Bereich des Ladeschlusses ein. Bei bidirektionalen Balancer-Systemen findet dieser Ladungsaustausch sowohl beim Lade- wie auch Entladevorgang statt. Bidirektionale Balancer sind dadurch noch effizienter.

Ein großer Vorteil beim aktiven Balancing ist der deutlich höhere Wirkungsgrad, da überschüssige Energie nur zu einem geringen Grad in Wärme umgewandelt wird. Aktives Balancing findet aktuell bei größeren Leistungen (E-Power) Anwendung, etwa im Bereich der Elektromobilität (EV = Electric Vehicle, BEV = Battery Electric Vehicle, HEV = Hybrid Electric Vehicle und PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle).



Jetzt müsste er sich nur noch selbst kabellos aufladen können.



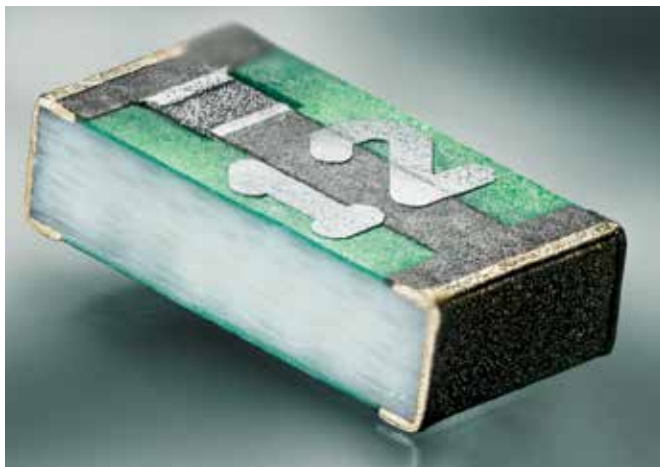
Verstehe, induktives Laden also. Dafür brauchen Sie zunächst eine RX Coil von TDK...

**So funktioniert Innovation.**

**Aus über 500.000 Artikeln finden wir zusammen genau Ihr Bauteil.**

**buerklin.com**

**Bürklin**  
DIE GANZE ELEKTRONIK



Die automotive Chip-Sicherung USN 1206 von Schurter schützt vor Überstrom und -temperatur gemäß AEC-Q200.

Der höhere Schaltungsaufwand für die Steuerung bringt natürlich auch höhere Initialkosten mit sich. Im Gegenzug bietet diese zum Batteriemangement gehörende Steuerung aber ebenfalls handfeste Vorteile. Mittels einer übergeordneten Laderegelung mit intelligenter und lernfähiger Software kann durch diese Ladungsverteilung von starken zu schwachen Zellen – auch über unterschiedliche Reihenschaltungen hinweg – die Lebensdauer eines Hochleistungs-Akkupacks deutlich verlängert werden.

## Zuverlässig dank Sicherungssystemen

In E-Power-Anwendungen wie zum Beispiel bei Elektrofahrzeugen stellen die Akkupacks den zumeist größten Kostenfaktor überhaupt dar. Der Kunde verlangt sowohl nach maximaler Leistungskapazität, schnellstmöglichem Ladevorgang, langer Lebensdauer als auch nach absoluter Zuverlässigkeit. Das sind Anforderungen, die nicht einfach vereinbar sind. Akkus auf Lithiumbasis weisen eine deutlich höhere Leistungsdichte als beispielsweise die robusten Bleiakkus auf.

Sie reagieren auf der anderen Seite jedoch sehr empfindlich auf Über- und Unterspannung. Das erfordert eine Überwachung und Absicherung, um einen vorzeitigen Ausfall, eine Überhitzung oder gar einen Kurzschluss einzelner Zellen zuverlässig zu verhindern. Solche Sicherungen müssen über viele Jahre fehlerfrei funktionieren. Sie müssen sowohl der winterlichen Kälte als auch der Sommerhitze widerstehen sowie Schlägen und Vibrationen standhalten. Zusätzlich dazu müssen sie maximale Lade- und Entladeströme mit minimalen Verlusten passieren lassen. Für das Ein- und Ausschalten und Beschleunigen ist außerdem die zyklische Festigkeit unverzichtbar.

Zu den größten Feinden der Akkupacks zählen aber Über-temperatur, Kurzschlüsse und pulsformige Überströme. Je nach Konstruktion und Verwendungszweck des Hochleistungs-Akkupacks muss der Fokus mal stärker auf den Schutz vor Überstrom, ein andermal eher auf die Temperatur gelegt werden. Zumeist kommen aber gleich mehrere potenzielle Probleme zusammen. In der Praxis bedeutet dies nichts anderes, als dass maßgeschneiderte Lösungen zur Absicherung notwendig sind. Denkbar und bereits realisiert sind hier etwa pulsafeste Kombi-Sicherungen zum Schutz vor Überstrom und Übertemperatur. Und zwar in Chip-Technologie, um auch die nötige mechanische Widerstandsfähigkeit zu gewährleisten. Maximale Leistungsdichte bei maximaler Sicherheit und Langlebigkeit: Dieser Ansatz gilt nicht nur für die einzelnen Zellen, sondern für die gesamte Energieeinheit.

## Optimiertes Balancing für hohe Ökonomie

Natürlich ist es möglich, stets auf die neueste Akku-Technologie zu setzen und immer die größtmögliche Leistungskapazität bereitzustellen. Dies ist aber grundsätzlich mit hohen Kosten verbunden – und Langzeiterfahrungen fehlen gänzlich. Aus diesem Grund tendiert die Industrie dazu, auf bewährten Technologien aufzubauen, welche sich in Standardanwendungen wie Notebooks millionenfach bewährt haben.

In einem nächsten Schritt werden Fertigungsprozesse optimiert, die Grenzen der Zu- und Abführung der Leistung ausgetestet sowie Mechanismen zur möglichst beliebigen Skalierung entwickelt. Dem intelligenten Lade- und Entladevorgang kommt künftig eine enorme Bedeutung zu. Optimiertes Balancing verbindet maximale Leistung mit maximaler Lebenserwartung. □



# CLICK



Halle 9, Stand F40



## Einfach und sicher mit einem Klick

### M12 PUSH-PULL

Die neuen M12-Steckverbinder mit Push-Pull-Schnellverriegelung verriegeln Sie einfach und sicher mit einem Klick. Der Clou: Ist der Steckverbinder nicht korrekt verrastet, springt er zurück. Die herstellerübergreifende Steckkompatibilität gewährleistet weltweit höchste Verfügbarkeit.

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

 **PHOENIX  
CONTACT**  
INSPIRING INNOVATIONS



## VERKABELUNG FÜR INDUSTRIE 4.0

# BEIM VERKABELN AN MORGEN DENKEN

Gewerbliche Neubauten sollten mit Blick auf die Investitionssicherheit von Anfang an über ein zukunftsorientiertes Verkabelungskonzept verfügen. Garantiert dieses einen hohen Datentransport, sind Unternehmen fit für Industrie 4.0, das Internet of Things und Big Data.

**TEXT:** Stefan Wiener, Rosenberger-OSI **BILDER:** Rosenberger-OSI; iStock, alphaspirit

Die Erfahrung zeigt, dass bei Neu- und Umbauten von gewerblichen Räumen die Gebäudeverkabelung zu den wichtigsten Gewerken gehört. Jeder Handgriff muss sorgfältig geplant werden, um nachfolgende Arbeiten nicht zu verzögern. Leitungsröhre, Kabel, Etagenverteiler oder Anschlussdosen im gesamten Gebäude, auf den Etagen bis hin in einzelne Räume – der klassische Installationsaufwand ist hoch. Eine moderne Gebäudeverkabelung bietet sich hier als Alternative an. Sie wird bei Umbauten notwendig, weil die bestehende Verkabelung den Anforderungen kontinuierlich steigender Datenvolumina nicht mehr genügt.

Moderne Geschäftsanwendungen generieren heute so viele Daten wie nie zuvor – ein Ende der wachsenden Datenvolumina ist nicht abzusehen. Das führt in vorhandenen IT-Infrastrukturen nicht selten zu Performance-Einbußen. In vielen Unternehmen steht daher die Modernisierung der Gebäudeverkabelung an. Beispiele für schier explodierende Datenmengen sind die Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) oder das Internet der Dinge. Vernetzte Geschäfts- sowie Fertigungs- und Lieferprozesse generieren Daten im Sekundentakt. So entstehen unvorstellbar große Datenmengen, die über die Datennetze von Gebäuden laufen

und am Zielort verarbeitet beziehungsweise gespeichert werden. Bei den transportierten Datenmengen und erforderlichen Geschwindigkeiten spielt die vorhandene Verkabelung häufig nicht mehr mit. Organisationen stehen daher zunehmend vor der Entscheidung, vorhandene Datenwege zu erweitern oder mit einer neuen Generation von Kabeln abzulösen.

Obwohl die Verkabelung im Kommunikationsverbund zwischen Rechenzentrum und den Arbeitsplätzen in den Büros oder Fertigungsstätten ein zentrales Element ist, fristet sie in der Aufmerksamkeitsskala eher ein Schattendasein. Im



Tagesbetrieb findet sie meist kaum Beachtung. „Das Erstaunen ist allerdings groß, wenn die Kabel nicht mehr funktionieren – sei es wegen der Überlastung oder weil sie einfach veraltet sind“, so Gerald Berg, Prozessverantwortlicher Sales & Marketing bei Rosenberger Optical Solutions & Infrastructure (Rosenberger-OSI) in Augsburg.

### Zunahme des Datenvolumens

Mit der zunehmenden Verbreitung von Industrie 4.0, IoT und Big Data haben sich die Ansprüche an den Datendurchsatz und die Performance deutlich verändert. Der digitale Mensch will den Zugriff auf Daten und Prozesse jetzt und jederzeit, rund um die Uhr. Sei es beim Geldabheben mitten in der Nacht oder bei der Arbeit am Schreibtisch sowie am Produktionsrechner in der Fertigung. Geht die Technologie im Hintergrund in die Knie, ist die Verwunderung meist groß. Es fehlt schlichtweg das Verständnis dafür, dass ein Service nicht jederzeit zur Verfügung

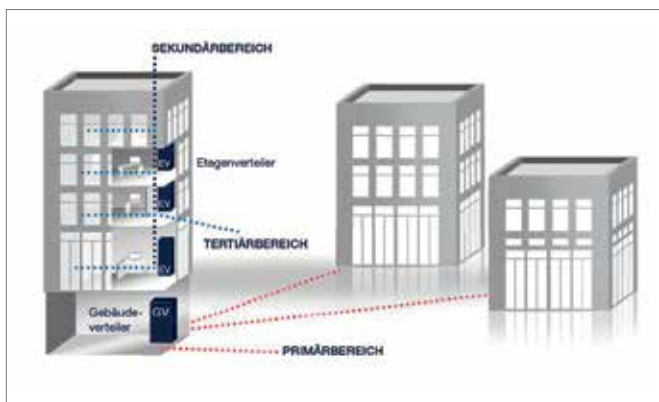
steht, da sowohl die Technik als auch die Applikationen gewisse Wartungsintervalle benötigen. Daten sind ein essentieller Bestandteil unseres Lebens und unserer Arbeitswelt, weshalb die Datenverfügbarkeit und die Performance von Services immer wichtiger werden. Die Verkabelung in Rechenzentren, Bürogebäuden und Fertigungsumgebungen spielt dabei eine zentrale Rolle. Dass auch Kabel in die Jahre kommen können, wird gerne verdrängt.

Viele Unternehmen scheuen allerdings die notwendige Erneuerung ihrer Verkabelung. Meist ist die Neuinstallation mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Und dann bleibt immer noch die Frage, ob die Performance der neuen Infrastruktur tatsächlich die hoch gesteckten Erwartungen erfüllt. Eine neue Generation von Kabeln bietet sich hier als probate Lösung an. Verbunden damit ist ein effizientes Gebäudeverkabelungsmanagement, mit dem IT-Umgebungen in beliebigen Gebäuden fit für die Zukunft werden. Dafür greift beispielsweise der

Hersteller Rosenberger-OSI auf eine mehr als 25-jährige Erfahrung bei der Verkabelung von Rechenzentren zurück, bei denen Hochgeschwindigkeits-Applikationen inzwischen Standard sind.

### Glasfaser-Technologie schafft Spielräume

Für eine zukunftsorientierte Gebäudeverkabelung bietet sich nach Überzeugung von Rosenberger-OSI eine Kombination von vorkonfektionierten Glasfaser- und kupferbasierten Kabeln an. Für Glasfaser spricht die nahezu unlimitierte Übertragungskapazität. Bei Anwendungen aus dem Bereich Industrie 4.0 oder Big Data, wo eine hohe Verfügbarkeit und Performance gefragt sind, gelten Glasfaserkabel als optimale und zukunftssichere Lösung. Verkabelungsstrukturen, die auf dieser Technologie aufbauen, sind in jeder Hinsicht adaptionsfähig. Innerhalb eines Gebäudes, in dem immer mehr Geräte angeschlossen werden müssen und das Prozessumfeld immer dynamischer wächst, steht



Beispiel einer optimierten Verkabelung in einem Gebäude



PerConnect basiert auf einer einseitigen Vorkonfektionierung der Kabel und einer vorausschauenden Netzwerkplanung.

damit eine optimale Versorgungsinfrastruktur zur Verfügung. Daher halten Verkabelungsexperten den Einsatz von Mehrfasersteckverbindern inzwischen auch in der Gebäudeverkabelung für sinnvoll.

Um den Installationsteams auf Baustellen eine schnellere Verlegung der Kabel durch bereits vorhandene Kabelführungssysteme zu ermöglichen, ist beispielsweise PerConnect, die neue Lösung von Rosenberger-OSI, einseitig vorkonfektioniert. „Bei der Entwicklung des LWL-Portfolios von PerConnect haben wir Wert darauf gelegt, den Durchmesser der Kabel möglichst niedrig zu halten“, berichtet Paul Maier, Produktmanager bei Rosenberger-OSI. „Der geringe Durchmesser der Kabel führt zu einer Reduzierung der Brandlast. Da zudem die Kabelkanäle weniger ausgelastet sind, verbessern sich die Ausbaumöglichkeiten erheblich.“ Das moderne Kabel-Portfolio ist zudem gelfrei, was dem Installateur einen aufwändigen Reinigungsprozess vor Ort erspart. Das Splicen kann damit ohne Verzögerung beginnen, wodurch sich der Zeitaufwand für die Installation deutlich verringert.

## Brandschutz ist essentiell

Ein wichtiges Kriterium bei der Planung einer neuen Gebäudeverkabelung muss der Brandschutz sein. Hier können

die Empfehlungen der EU-Bauproduktenverordnung (CPR) als Entscheidungshilfe hinzugezogen werden. Sie empfiehlt für die Verkabelung von Gebäuden Produkte, die der höchsten Brandschutzklasse entsprechen. Das sind beispielsweise Kabel, die in die TPA-Klasse B2 eingestuft werden und damit der bestverfügbaren Brandschutz-Kategorie entsprechen. „Bei einer Neuverkabelung muss der Kunde die Entscheidung für eine bestimmte Brandklasse treffen“, erläutert Berg.

„Zwar ist nicht überall der höchste Brandschutz notwendig oder von der EU-Verordnung empfohlen. Mit Blick auf die Zukunft macht es aber durchaus Sinn, sich von vornherein für Komponenten der höchstmöglichen Brandschutzkategorie zu entscheiden, denn im Ernstfall geht es schließlich um Menschenleben.“ Auch hinsichtlich der Investitionssicherheit mache die Entscheidung für einen hohen Brandschutz Sinn, denn der Lebenszyklus einer Gebäudeverkabelung liege bei 10 bis 15 Jahren, manchmal sogar länger, so Berg.

## Service und Planung nicht unterschätzen

Oft wird unterschätzt, dass es bei einer neuen Gebäudeverkabelung nicht damit getan ist, nur einige Kabel neu zu ziehen

oder weitere Anschlussdosen zu installieren. Vielmehr sollte ein zukunftssicheres Verkabelungsprojekt, auch mit Blick auf den Investitionsschutz, gemeinsam mit Fachleuten genau geplant werden. Schon während der Planungsphase lassen sich so mögliche Anforderungen berücksichtigen, die durch Industrie 4.0 und das Internet der Dinge auf ein Unternehmen zukommen. Mit einem sauber ausgearbeiteten Konzept sind Unternehmen vor bösen Überraschungen sicher. Das fängt beim Anforderungskatalog an und geht über die Planungs- und Realisierungsphase bis hin zur Wartung über die gesamte Lebensdauer der Infrastruktur.

Oft ist es nicht einmal notwendig, eine vollständig neue Gebäudeverkabelung aufzusetzen. Im Zuge eines „Revitalisierungs-Projektes“ lässt sich mit modernen Kabelgenerationen meist auch die Modernisierung eines vorhandenen Netzwerks problemlos vorantreiben. „Dabei ist es nicht notwendig, die gesamte Infrastruktur zu ersetzen. Vielmehr reichen oft schon kleinere Anpassungen, um diese effizienter zu gestalten“, berichtet Paul Maier von seinen Erfahrungen. Damit lasse sich eine Umgebung auch auf zusätzliche Anforderungen vorbereiten, die Industrie 4.0, IoT und Big Data an eine IT-Umgebung im geschäftlichen und industriellen Umfeld stellen. □

INDUSTRIELLE ETHERNET-CAT-7-LEITUNGEN FÜR  
GIGABIT-ANWENDUNGEN

# Freie Fahrt für große Datenpakete

Hohes Tempo bis 10 Gbit/s, Flexibilität und Robustheit: Die Anforderungen, die Industrie 4.0 an Etherline-Datenleitungen stellt, sind hoch. Eine neue Kabelserie bietet die Möglichkeiten, Engpässe auf den Datenbahnen der Produktion zu umgehen.

TEXT: Christian Illenseer, Lapp BILDER: Lapp; iStock, Ivantsov

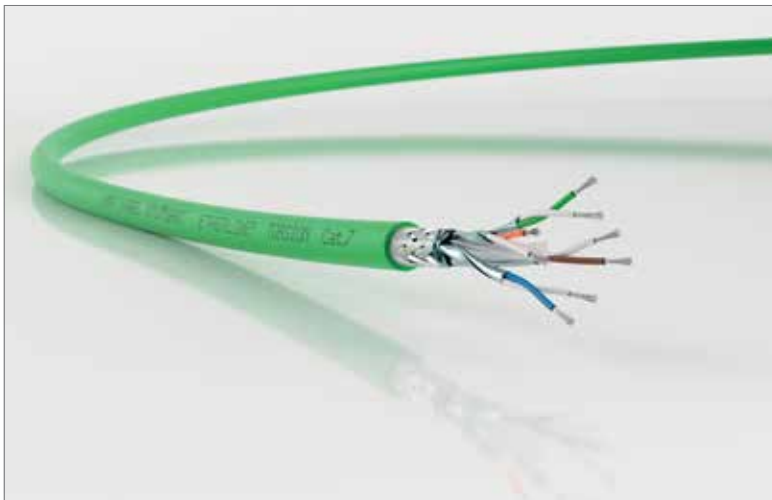
Industrie 4.0, die vierte industrielle Revolution, verzahnt die Produktion mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik. Neue technische Standards verändern die Interaktion zwischen Menschen, Maschinen und intelligenten Systemen. Entsprechend gewinnt auch die Datenübertragung immer stärker an Bedeutung. Kabel, das bedeutet die Nervenbahnen der Industrie 4.0, dürfen dabei nicht zum Engpass werden. Die Kunden fordern immer höhere Übertragungsraten, und neue Netzwerkteilnehmer wie hochauflösende Kameras treiben die Datenraten in die Höhe.

Als Reaktion auf diese neuen Herausforderungen werden bei Neuinstallationen großer Maschinenanlagen und auch in der Robotik vermehrt Netzwerke mit Gigabit-Performance eingerichtet.

Denn: Eine zusätzlich installierte Reserve stellt für das Unternehmen sicher, dass sich die Produktionsanlage später erweitern lässt. Außerdem erhalten Unternehmen einen Puffer für den Fall, dass durch Verschleiß oder leichte Beschädigungen nicht mehr die volle Übertragungsleistung erreicht wird. Ältere Kommunikationssysteme mit einer Datenübertragungsrate von lediglich 100 Mbit/s reichen nicht mehr aus.

## Mehr Speed für industrielles Ethernet

Dieser Anforderungen hat sich der Kabelhersteller Lapp angenommen und ein ganzes Portfolio von industriellen Ethernet-Cat-7-Leitungen für Gigabit-Anwendungen entwickelt. Die neuen Hochgeschwindigkeitsleitungen für industrielles Ethernet



**Etherline Torsion Cat.7 ist die erste torsionsfähige und Profinet-konforme Cat-7-Leitung der Welt.**

erreichen Datenraten nach Cat-7, also 10 Gbit/s im Frequenzband bis 600 MHz. Das Besondere daran: Zum neuen Lapp-Portfolio gehört auch die erste torsionsfähige und Profinet-konforme Cat-7-Leitung der Welt, die Etherline Torsion Cat.7.

Die Leitung lässt sich auf einer Länge von 1 m mindestens fünf Millionen Mal um 180 Grad in beide Richtungen tordieren, ohne Schaden zu nehmen. Diese Eigenschaft ist in allen Bereichen wichtig, bei denen Torsionskräfte auftreten können, etwa beim Übergang von der drehbaren Gondel zum statischen Turm einer Windkraftanlage oder wenn hochauflösende Kameras an Roboterarmen installiert werden sollen.

## Trennkreuz aus Polyethylen

Das Etherline-Kabel kommt ohne Füllschnüre, das bedeutet ohne Blindadern, aus. Beim herkömmlichen Verseilen einer Leitung werden Füllschnüre verwendet, um damit die Adernpaare im Kabel zu fixieren und gleichzeitig zu gewährleisten, dass das Kabel seine gleichmäßige und runde Form beibehält. Bei der Konfektionierung der Leitung verursachen diese jedoch einen zusätzlichen Aufwand, da sie jeweils einzeln abgeschnitten werden müssen.

Im Inneren der neuen Etherline-Torsionsleitung hält nun lediglich ein weißes Trennkreuz aus Polyethylen die Adern an ihrem Platz. Um das Trennkreuz zu entfernen, genügt somit ein einziger Schnitt. Das erleichtert die Konfektion marktgängiger Steckverbinder wie M12 X-codiert oder RJ45 und spart Zeit. Besonders relevant ist das, wenn die Produktion beim Austausch eines Kabels nicht lange stillstehen soll. Ein weiterer wichtiger Vorteil der Etherline Torsion Cat.7 ist ihre geringe Toleranz von  $100 \pm 5 \Omega$  beim Wellenwiderstand, was die Übertragungsleistung auch auf kurze Distanzen verbessert.

In Fabriken sind Leitungen oftmals besonderen Belastungen ausgesetzt. So ist in Schaltschränken häufig sehr wenig Platz für die vielen benötigten Leitungen, und im Maschinen- und Anlagenbau werden Kabel gelegentlich bewegt. Aus diesem Grund hat Lapp eine weitere Leitung für das Etherline-Portfolio entwickelt: die Etherline Cat.7 Flex. Wie der Name bereits andeutet, ist diese Leitung für die flexible Verlegung geeignet.

Ihre dünnen Aderquerschnitte ermöglichen einen Außendurchmesser von lediglich 6,4 mm und einen Biegeradius vom Vierfachen des Außendurchmessers, das bedeutet von weniger als 26 mm. Auf den Kupferleiter ist eine sogenannte Skin-Foam-Skin-Aderisolation aufgebracht, die mit Stickstoff aufgeschäumt wird.

Aufgrund der physikalischen Schäumung, bei der im Gegensatz zur chemischen Schäumung auf zusätzliche Additive verzichtet wird, sind beste Übertragungseigenschaften gewährleistet. Dadurch kann die Isolation insgesamt dünner ausfallen, was die Leitung kompakter macht. Das zahlt sich gerade in engen Schaltschränken aus, wo Datenleitungen oft durch zu enge Biegeradien Schaden erleiden und somit ihre maximale Datenübertragungsraten nicht erreichen können.

Der robuste, industrietaugliche Außenmantel der Etherline Cat.7 Flex lässt auch eine Verkabelung im Inneren einer Maschine zu. Dabei darf die Etherline-Leitung dank ihres 1.000-Volt-Ratings im nordamerikanischen Markt sogar ganz ohne mechanischen Schutz neben anderen Leitungen verlegt werden. Auch die Etherline Cat.7 Flex weist einen Wellenwiderstand von  $100 \pm 5 \Omega$  auf. Damit ist sie für Kurzlängen geeignet und ermöglicht in Ethernet-Netzwerken dennoch eine Channellänge von 60 m. Die Leitung wird von der Lapp-Tochter Ceam Cavi Speciali in Monselice in Italien gefertigt. Dort treibt Lapp unter anderem

Bei jedem Herstellungsschritt werden die Kabel einem Qualitätstest unterzogen. Auf dem Bildschirm ist das mit Stickstoff aufgeschäumte Isolationsmaterial zu erkennen.



die Entwicklung und Produktion von Industrie-4.0-Lösungen zur schnellen und flexiblen Datenübertragung voran.

### Abriebfester Außenmantel

Sowohl die Etherline Cat.7 Flex als auch die Etherline Torsion Cat.7 besitzen einen halogenfreien Polyurethan-Außenmantel, der besonders abriebfest ist und dadurch eine lange Lebensdauer der Leitungen sicherstellt. Der Außenmantel schützt die Isolation und die Schirmung vor Schäden. Das vermindert die Gefahr von Übertragungsstörungen und damit auch eines Absinkens der Datenrate. Dank des robusten Außenmantels benötigen die Kabel keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen, wenn sie unter dem Boden geführt werden. Das macht ihre Verlegung besonders einfach.

Die Etherline-Leitungen sind gegen die bei Antriebssystemen hohe EMV-Belastung gerüstet. Auch in punkto Langlebigkeit überzeugen die Kabel. Nicht nur im Maschinenbau oder bei der Robotik, sondern auch bei der Bahntechnik und in der Lebensmittelindustrie muss ein Kabel auch nach zehn Jahren im Einsatz noch einwandfrei funktionieren – und selbst dann soll es die Cat-7-Spezifikation erfüllen.

Die gängigen Standards, die man etwa von Ethernet-Leitungen aus dem Büro kennt, reichen dafür nicht aus – schließlich kommen die Kabel in einer Fabrik oft mit Ölen und Reinigungsmitteln in Kontakt oder werden millionenfach hin und her bewegt. Neuentwicklungen wie die Etherline-Leitungen zeigen deutlich: Die endgültige Realisierung von Industrie 4.0 rückt näher. □

**MES**  
THE CONNECTOR

[WWW.MES-ELECTRONIC.DE](http://WWW.MES-ELECTRONIC.DE)

**Verbindungen,  
die uns unabhängig machen.**

Weil Steckverbinder Systeme von MES nicht nur in Hauskraftwerken gebraucht werden, sondern an ganz vielen Orten, wo Menschen sich zuhause fühlen.

**Kabelkonfektion mit JST-Baureihe FAH**



## ETHERNET UND TSN

## „Mit dem IEP ist es egal, ob Module verschiedene Ethernet-Protokolle verwenden“

Ethernet ist der Verbindungstechnik-Standard in der Industrie. Die vielen verschiedenen Protokolle erschweren den Einsatz allerdings deutlich. Wesentlich einfacher soll das durch einen neuen Ethernet-Prozessor von Socionext werden. Wie das funktioniert, verrät Mark Ellins, Senior Director von Socionext, im Interview.

FRAGEN + BILD: Socionext



***Auf der diesjährigen Embedded World haben Sie einen Industrial Ethernet Prozessor (IEP) vorgestellt. Was hat es damit auf sich?***

Mark Ellins: Der Prozessor soll eine möglichst flexible Nutzung von Ethernet ermöglichen. Er unterstützt unterschiedliche Ethernet-Protokolle und erlaubt außerdem die Übersetzung von einem Protokoll in ein anderes.

***Inwiefern ist das relevant?***

Denken Sie nur an Industrie 4.0. In ihr wird alles vernetzt sein. Die einzelnen Produktionsinseln werden untereinander, mit anderen Fabriken, Lagerhäusern und der Cloud verbunden sein. Vernetzung wird noch viel relevanter, als sie heute bereits ist. Zurzeit läuft die meiste dieser Kommunikation in der Industrie über Ethernet. Es ist der Standard und das wird auch in Zukunft so bleiben. Ethernet ist aber nicht gleich Ethernet. Es gibt nicht nur einige Protokolle, die weit verbreitet sind, sondern oft stellen Hersteller diese auch noch mit einer eigenen Note aus. Zusammengefasst sorgt das für eine sehr hohe Komplexität. Unser Ziel mit dem IEP ist es, diese deutlich zu reduzieren, indem er mit allen Ethernet-Protokollen zurechtkommt. Das macht die Entwicklung von Geräten und Maschinen einfacher und senkt die Kosten.

***Firmen müssen sich bei ihren Geräten und Maschinen also nicht mehr für ein Protokoll entscheiden.***

Genau. Es geht aber nicht nur um die Kombination von Maschinen und Geräten in einer Fabrik oder Anlage. Ein großer Vorteil ergibt sich auch bei der Produktion von Geräten. Oft kombinieren Systemintegratoren dafür Module, die über Ethernet angeschlossen sind oder für einen Teil ihrer Funktionen auf Ethernet zurückgreifen, etwa I/O-Module. Mit dem IEP spielt es keine Rolle mehr, ob sie alle mit dem gleichen Ethernet-Protokoll arbeiten. Die Hersteller sind dadurch bei der Auswahl der Module deutlich flexibler.

***Welche Protokolle unterstützt der IEP?***

Das steht noch nicht endgültig fest. Unterstützt werden sicher PROFINET und CC-Link IE. Welche wir noch integrieren, besprechen wir gerade mit einigen Kernkunden. Wir sind da aber sehr flexibel.

***Werden Sie in Zukunft weitere Protokolle in den IEP integrieren?***

Auf jeden Fall. Time Sensitive Networking (TSN) ist zurzeit ein immens wichtiges Thema. Deshalb haben wir die Teile des Standards, die bisher veröffentlicht wurden, bereits in den IEP integriert. Der Rest folgt, sobald er vollständig ratifiziert wurde. Aber auch andere Protokolle beziehen wir ein, falls sie relevant für die Industrie

***„TSN ist zurzeit immens wichtig. Deshalb haben wir den Standard auch in unseren Ethernet-Prozessor integriert.“***

**Mark Ellins, Senior Director von Socionext**

werden. Das Konzept des IEP ist extra darauf ausgelegt, solche neuen Entwicklungen aufnehmen zu können.

***Der Prozessor befindet sich aktuell noch in der Entwicklung. Wann rechnen Sie mit der Fertigstellung?***

Zurzeit finalisieren wir mit einigen unserer wichtigsten Kunden die technischen Details. Ich gehe davon aus, dass wir in zwei Monaten fertig sind. Bis Ende des Jahres sollten die ersten Muster vorhanden und die Validierung abgeschlossen sein. Anfang nächsten Jahres, wahrscheinlich im ersten Quartal, werden die Prozessoren dann an die ersten Kunden geliefert.

***Socionext ist bisher sehr aktiv bei ASICs. Der IEP hört sich aber eher nach einem Standardprodukt an.***

Das ist vollkommen richtig. Er ist ganz klar als Standardprodukt gedacht. Bei Indus-

trie 4.0 geht es unter anderem stark darum, die Kosten zu senken. Das lässt sich besser über ein Standardprodukt umsetzen. Das Kern-IP steht natürlich für ASIC-Projekte zur Verfügung.

***Werden Sie auch individualisierte Versionen anbieten?***

Natürlich passen wir den IEP auch auf Kundenwunsch hin an. Wir greifen in diesem Fall auf das Standardmodell zurück und verändern ihn den Anforderungen entsprechend. Wichtig ist uns aber zunächst, die Grundversion des IEPs zu haben, mit der die meisten der Kundenanforderungen bedient werden können.

***Wie funktioniert die Umwandlung von einem Ethernet-Protokoll in ein anderes?***

Das läuft über zwei verschiedene Ethernet-Ports. Der IEP verarbeitet die eingehenden Pakete und entscheidet, ob sie lokal gespeichert oder verarbeitet oder zu dem nächsten Knoten weitergeleitet werden sollen. Falls dieser mit einem anderen Protokoll arbeitet, übernimmt der IEP die notwendige Übersetzung.

***Wie hoch sind die Übertragungsrate und die Latenz?***

Der Prozessor kann bis zu ein Gigabit pro Sekunde übertragen und hat eine maximale Latenz von 400 ns.

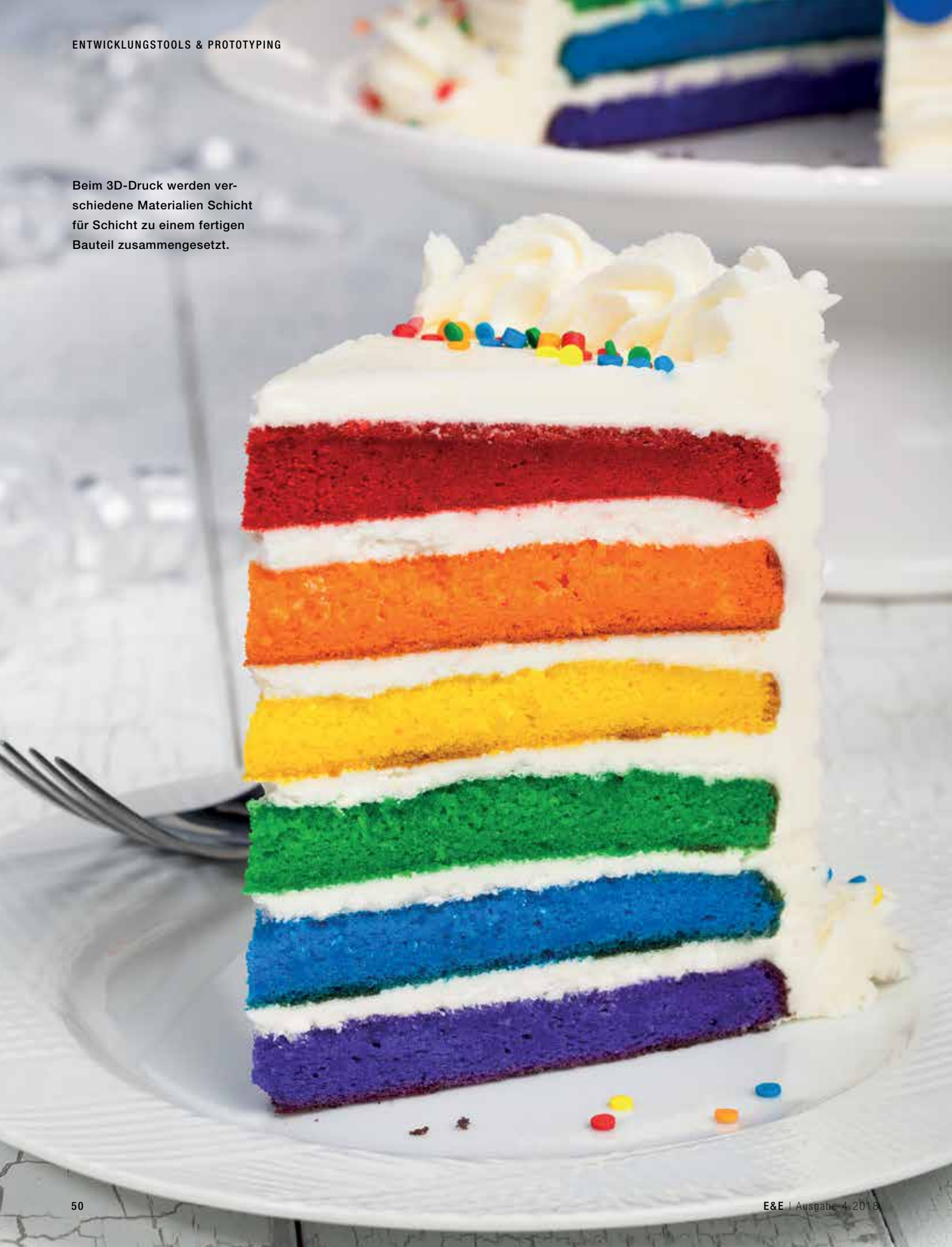
***Sinkt die Übertragungsrate bei der Übersetzung von einem in ein anderes Ethernet-Protokoll?***

Nein. Ein Gigabit pro Sekunde wird auch dann erreicht. Der IEP ist so konzipiert, dass er unabhängig vom Protokoll diese Übertragungsrate erreicht.

***Wie war die Resonanz auf der Messe?***

Ausgesprochen positiv. Wir haben damit gerechnet, dass der IEP für viele Firmen sehr interessant ist, waren aber dann doch überrascht über den großen Zulauf. Wir hatten viele sehr positive Gespräche. Die Hersteller erkennen ganz klar den großen Vorteil, den der Prozessor bietet. □

Beim 3D-Druck werden verschiedene Materialien Schicht für Schicht zu einem fertigen Bauteil zusammengesetzt.



ADDITIVE FERTIGUNG VON INDUKTOREN

# Schicht um Schicht

Die industrielle Produktion setzt zunehmend auf additive Fertigungsverfahren wie das selektive Lasersintern und -schmelzen oder Stereolithographie. Das schichtweise Aufbauen verschiedener Materialien erlaubt eine zeit- und materialsparende Herstellung individueller Bauteile – und damit die Umsetzung des Kerngedankens von Industrie 4.0.

TEXT: Ralf Gärtner und Johannes Lohn, Protiq BILDER: Protiq; iStock, juliannafunk

Die additive Fertigung – auch 3D-Druck genannt und nach dem englischen Additive Manufacturing häufig mit AM abgekürzt – ermöglicht neue Freiheitsgrade im Produktdesign. Beispielsweise lassen sich komplexe Funktionselemente, Gitter- und Stützstrukturen oder ebenfalls innenliegende Geometrien wie Fluidführungen kostengünstig in einer Weise herstellen, die die spätere Montage erheblich vereinfacht oder sogar vollkommen unnötig macht. Durch die Funktionsintegration lassen sich bereits im Herstellungsprozess mehrere Elemente einer Baugruppe zu einem Bauteil kombinieren.

## Neue Gestaltungsfreiheit

Die neue Gestaltungsfreiheit stellt jedoch Konstrukteure, die sich auf traditionelle, materialabtragende Verfahren spezialisiert haben, vor völlig neue Herausforderungen. Beim 3D-Druck sind sie in der Designphase nicht mehr an die üblichen Restriktionen wie Rechtswinkeligkeit, Grad-, Eben- und Rundheit, Parallelität oder Montagegerechtigkeit gebunden. Vielmehr erlaubt der Einsatz

von Freiformflächen, Hinterschneidungen, innenliegenden sowie Stütz- und Gitterstrukturen eine deutlich erhöhte Produktfunktionalität sowie Leichtbaukonzepte.

Die additive Fertigung eröffnet ganz offensichtlich eine freiere Formgebung. Dabei sind jedoch Gestaltungsrichtlinien einzuhalten. Beim pulverbettbasierten Laserschmelzen beziehungsweise -sintern von Metallen oder Kunststoffen muss sichergestellt werden, dass das nicht aufgeschmolzene Pulver aus den Hohlräumen entfernt werden kann. Auch sind beim 3D-Druck von Metallbauteilen Stützstrukturen notwendig, die Eigenspannungen aufnehmen und die Prozesswärme abführen. Mit der Nachbearbeitung der produzierten Bauteile tritt ein zusätzlicher Prozessschritt auf – man denke etwa an die Entnahme der Bauteile aus dem ungenutzten Pulver, das Entfernen der Stützstrukturen oder die Nachbereitung von Funktionsflächen. Diese Aufgaben werden oft manuell ausgeführt und haben maßgeblichen Einfluss auf die Herstellungskosten. Eine AM-gerechte Konstruktion berücksich-

# Börsig



Andreas Hägele · Außendienst

**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 F +49 7132 9393-91  
Siegmund-Loewe-Str. 5 E info@boersig.com  
74172 Neckarsulm www.boersig.com

# Börsig





Dieser magnetfeldoptimierte Induktor ist additiv aus hochleitfähigem Kupfer gefertigt.

tigt all diese Aspekte, um ein wirtschaftliches 3D-Drucken sicherzustellen.

## Optimierung durch Anwendungssimulation

Am Beispiel von Induktoren lassen sich die Vorteile der additiven Fertigung besonders gut aufzeigen. Induktive Erwärmung ist in der metallverarbeitenden Industrie ein beliebtes Heizverfahren, da es als prozesssicher, energieeffizient und präzise steuerbar gilt. Bei diesem Verfahren wird eine Induktionsspule mit einem Wechselstrom beaufschlagt, sodass sich ein Magnetfeld bildet. Bringt der Anwender nun ein leitfähiges Bauteil in das Magnetfeld ein, entsteht ein elektrischer Strom. Durch ohmsche Erwärmung erhitzt sich das Bauteil auf eine definierte Zieltemperatur, wobei Heizraten von über 150 K/s erreichbar sind.

Für einen möglichst hohen Wirkungsgrad ist die Form des verwendeten Induktors entscheidend: Je genauer die Induktionsspule an das Werkstück angepasst wird, desto effizienter und homogener erfolgt die Erwärmung. Traditionell wird die Spule durch manuelles Biegen und Löten angepasst. Dabei lassen sich verfahrensbedingt jedoch nur relativ einfache Geometrien erzeugen. Aus diesem Grund geht das Erhitzen komplexer Bauteile in der Regel mit einer deutlichen Inhomogenität und einer geringen Effizienz einher.

Moderne CAD-Programme liefern nicht nur die Modelle für den 3D-Druck eines Induktors, sondern lassen sich darüber hinaus verwenden, um die Anwendung des fertigen 3D-Objekts zu simulieren: Durch Magnetsimulationen wird nicht nur das Magnetfeld des Induktors, sondern auch der gesamte induktive Erwärmungsprozess nachgeahmt. Auf Basis der gewonnenen Daten lässt sich bereits am Modell ableiten,

wie sich das Bauteil im Betrieb verhalten wird. Außerdem ist ersichtlich, an welchen Stellen das Magnetfeld das zu härtende Werkstück noch nicht optimal umschließt und es somit zu Wärmeverlusten oder Inhomogenitäten kommen wird. Anhand dieser Erkenntnisse kann der Konstrukteur die Geometrie optimieren und die Leistungsfähigkeit verbessern.

## Standardgeometrien additiv fertigen

Natürlich ist die Herstellung eines individuell angepassten Induktors für viele Anwendungsgebiete nicht rentabel. Aber auch bei Induktoren, die auf Standardgeometrien basieren, kann die additive Fertigung punkten. Während bei der konventionellen Fertigung Lieferzeiten von bis zu zehn Wochen üblich sind, stehen additiv hergestellte Induktoren bereits nach wenigen Tagen zur Verfügung. Zudem verringern sich die Produktionskosten erfahrungsgemäß um etwa 50 Prozent.

Aufgrund der herkömmlichen manuellen Fertigung liegen die meisten Geometrien jedoch nur als 2D-Zeichnung und nicht als CAD-Modell vor. Egal, wie dringend ein Anwender Ersatz für einen defekten Induktor benötigt – zuerst muss ein 3D-Modell erstellt werden, auf Basis dessen der Induktor dann gedruckt werden kann. Zum Glück hat Protiq dafür eine clevere und zeitsparende Lösung entwickelt: Im Induktoren-Generator des Protiq Marketplace lassen sich die Heizspulen online in wenigen Schritten für spezifische Anwendungen konfigurieren. Zunächst wählt der Nutzer eine standardisierte Grundform aus, deren Maße er nach dem Baukastenprinzip anpassen kann.

Parameter wie die Höhe, der Querschnitt oder die Windungsanzahl lassen sich bedarfsgerecht verändern. Optional kann der Induktor um ein Anschlusselement mit frei wählba-



Belastungsoptimierte Spritzgusswerkzeuge lassen sich mit 3D-Druck zuverlässig und kostengünstig herstellen.

ren Abmessungen ergänzt werden. Schon während der Konfiguration wird ein 3D-Modell der individualisierten Geometrie erstellt und der Preis für den fertigen Induktor berechnet. Die additive Fertigung des Induktors beginnt unmittelbar nach Eingang der Bestellung, sodass der Kunde schon nach wenigen Tagen das dringend benötigte Ersatzteil in seinen Händen hält.

Um Induktoren aber überhaupt erst additiv fertigen zu können, muss man eine Möglichkeit finden, hochleitfähiges Kupfer im Rahmen des selektiven Laserschmelzens zu verarbeiten. Bei diesem Verfahren wird Metallpulver durch einen Laser aufgeschmolzen und schichtweise zu einem 3D-Objekt aufgebaut. Da Kupfer die Strahlung herkömmlicher Laserschmelzanlagen fast vollständig reflektiert, ist ein gezieltes

# create:electronics

**NEU** LEITERPLATTEN  
**8-Stunden-Service**

**NEU** FRONTPLATTEN  
**in 1 AT\***

**NEU** BESTÜCKUNG  
**in 2 AT\***

**NEU** 3D-DRUCK  
**in 4 AT\***

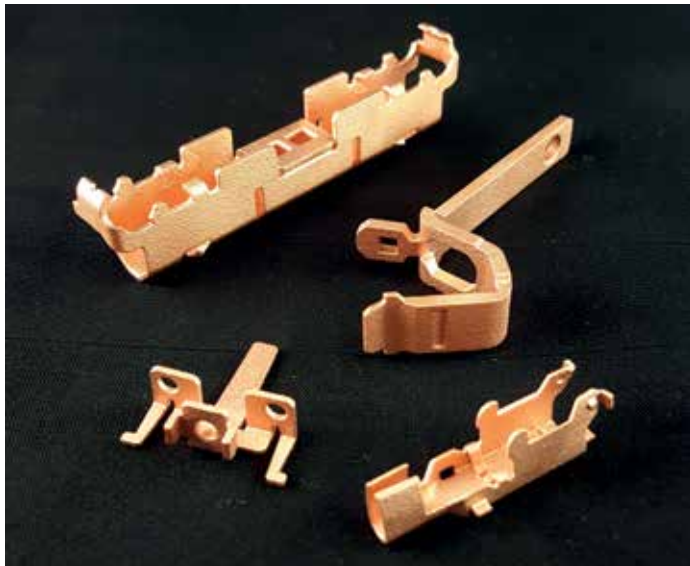
SCHABLONEN

3D-MID

RFID

eSTORE

\* AT = Lieferzeit in Arbeitstagen



Protiq entwickelt Prozesse zum 3D-Druck von hochleitfähigem Kupfer.

Aufschmelzen dieses Materials nahezu unmöglich. Deshalb hat Protiq einen Prozess entwickelt, der die Verarbeitung nicht nur von hochleitfähigem Kupfer, sondern auch von Zink und Messing trotzdem erlaubt. Auf diese Weise lassen sich als Ergänzung zum Zink-Druckgussverfahren kleine Stückzahlen während der Produktentstehung oder als Ersatzteile additiv herstellen. Und die Verarbeitung von Messing bietet neue Gestaltungsfreiheiten für die Schmuck- und Armaturenindustrie.

### Lasersintern für vielfältige Kunststoffe

Ein anderes wichtiges AM-Verfahren ist das Lasersintern, bei dem Kunststoffbauteile schichtweise in drei Schritten aufgebaut werden. Zunächst wird eine 0,06 bis 0,12 mm dünne Pulverschicht aufgetragen. Danach erwärmen Heizstrahler das Pulver bis knapp unter den Schmelzpunkt. Schließlich schmilzt ein Laser den schichtspezifischen Bauteilquerschnitt auf. Am Ende ist das fertige Bauteil von nicht aufgeschmolzenem Kunststoffpulver umgeben.

Traditionell werden 90 Prozent der lasergesinterten Bauteile aus PA 12 mit oder ohne Füllstoff (wie Aluminium- oder Glaskugeln) produziert. Die Elektro- und Automobilindustrie verlangt jedoch vermehrt technische Kunststoffe, welche die Anforderungen ihrer Endprodukte erfüllen – zum Beispiel P 6, P 6.6 oder PBT. Auch der Standardkunststoff Polypropylen (PP) erfreut sich großer Beliebtheit. Um auch mit solchen Materialien Serienprodukte direkt und werkzeuglos fertigen zu können, hat Protiq eine optimierte Lasersinter-Anlage entwickelt. Eine präzise Regelungstechnik ermöglicht die Verarbeitung von Hochtemperaturkunststoffen bei einer Vorheiztemperatur von bis zu 380°C. Dank eines innovativen Pulverauf-

tragungssystems lassen sich auch schlecht rieselfähige Pulver verarbeiten, sodass im Materialentwicklungsprozess selbst kryogen vermahlene Standardgranulate verwendet werden können.

Neben neuen Materialien ist bei der werkzeuglosen Herstellung von Serienbauteilen auch eine hohe Detailauflösung bei gleichzeitig hoher Aufbaugeschwindigkeit gefragt. Diesen Anforderungen wird die Protiq-Anlage dank neuer Belichtungsstrategien mit einstellbarem Laserspot gerecht. Mit einem minimalen Laserspot-Durchmesser von 0,23 mm lassen sich filigranste Strukturen erzeugen. Und die Belichtung mit einem bis zu 2 mm großen Laserspot erlaubt eine schnelle, wirtschaftliche Herstellung mit hohen Aufbauraten.

### Automatisierte Prozesskette

Um das Tempo der additiven Fertigungstechnik nicht durch vor- und nachgelagerte Prozesse wie die Angebotserstellung, das Materialhandling oder das Nacharbeiten der Bauteile zu verlangsamen, bedarf es einer automatisierten Prozesskette. Protiq arbeitet daher mit einer Onlineplattform, auf der Kunden ihr individuelles CAD-Modell analysieren lassen können. Das System gibt unmittelbar Auskunft über die Herstellungskosten und die Lieferzeit. Anschließend wählt der Kunde das Produktionsverfahren, das gewünschte Material und die Nachbearbeitung – zum Beispiel eine Lackierung in einem beliebigen RAL-Ton. Mit Abschluss des Bestellvorgangs wird die Herstellbarkeit des Bauteils überprüft, und mögliche Fehler im Modell werden behoben. Dann läuft die Fertigung automatisch an, wobei der Kunde fortlaufend über den aktuellen Produktionsstatus auf dem Laufenden gehalten wird. □

PULSGENERATOREN FÜR LEBENSMITTEL

# CHIPS UNTER HOCHSPANNUNG

Lebensmittel mit Strom behandeln, um sie besser verwertbar zu machen – das klingt futuristisch. Ein Verfahren namens PEF ist inzwischen jedoch technisch ausgereift und bereit, den Markt zu erobern. Bei den PEF-Anlagen von Pulsemaster liefern Hochspannungskondensatoren von FTCAP die Energie für die Erzeugung der Stromimpulse.

TEXT: André Tausche, FTCAP BILDER: FTCAP; iStock, anilakkus

Das niederländisch-deutsche Unternehmen Pulsemaster ist einer der Pioniere im Bereich der gepulsten elektrischen Felder, kurz PEF (Pulsed Electric Fields). Es bietet Anlagen sowohl für die Lebensmittelindustrie als auch für die Wissenschaft an. In der Lebensmittelindustrie werden bislang mehr als 70 PEF-Systeme eingesetzt, zum Beispiel zur Herstellung von Pommes Frites, Chips oder frischen Säften.

„Die PEF-Technik ist schon seit rund 30 Jahren bekannt und wird seit etwa acht Jahren auch industriell eingesetzt“, erläutert Werner Kohorst, Technical Director bei Pulsemaster. „Das Versuchsstadium haben wir längst hinter uns gelassen – wir sprechen hier von einem innovativen, aber inzwischen durchaus etablierten Verfahren.“ Die Pulsgeneratoren arbeiten nach dem Prinzip eines Marx-Generators mit Halbleitern. Alle erfolgreich laufenden Anlagen in Deutschland, den USA, Kanada, den Niederlanden, Belgien, Frankreich, Österreich, Australien, Indien und China wurden von Pulsemasters hochqualifiziertem Engineering-Team in Deutschland entwickelt.

## Lebensmittel einfacher verarbeiten

Derzeit entwickelt das Unternehmen eine neue Generation von PEF-Anlagen mit einer Leistung von 100 kW. Diese Systeme sind unter anderem für kartoffelverarbeitende Unternehmen interessant. Der Hintergrund: Wenn rohe, unbehandelte





PEF-Systeme sind unter anderem für Unternehmen interessant, die Kartoffeln verarbeiten – denn diese lassen sich nach der PEF-Behandlung einfacher verarbeiten.

Kartoffeln geschält und geschnitten werden, tritt Stärke aus – ein Vorgang, den die Hersteller von Chips oder Pommes Frites möglichst vermeiden wollen. Werden die Kartoffeln hingegen vor der Verarbeitung mit Hochspannungsimpulsen behandelt, tritt dieser Effekt nicht auf. Aber das ist nicht der einzige Vorteil: Die PEF-behandelten Knollen haben eine gummiartige Konsistenz und lassen sich deshalb sehr einfach schneiden, wobei die Schnittkanten völlig glatt sind. „Die PEF-Technik gewährleistet nicht nur eine leichte Verarbeitung der Kartoffeln, sondern auch eine ansprechende Optik des Endproduktes – und die Vitamine und Nährstoffe bleiben auch erhalten“, fasst Werner Kohorst zusammen.

## Reduzierte Keimzahlen

Zauberei? Mitnichten: Die PEF-Technik basiert auf der Tatsache, dass sich die physikalischen Eigenschaften von Lebensmitteln mit Hilfe von Hochspannungsimpulsen verändern lassen. Wenn Strom durch eine biologische Zelle fließt, wird diese geöffnet und das Zellinnere kann austreten. Dies hat bei den Kartoffeln eine veränderte Konsistenz zur Folge, kann aber zum Beispiel auch zu einem höheren Ertrag beim Pressen von Säften führen.

Werden Lebensmittel sehr stark mit PEF behandelt, ergibt sich noch ein weiterer Effekt: Bei bereits gepressten Frischsäften wie den beliebten Smoothies lassen sich mithilfe der Hochspannungsimpulse bis zu 99,999 Prozent aller Zellen zerstören. Gleichzeitig wird der Mechanismus, der den Stoffwechsel der Zelle steuert, außer Kraft gesetzt, was zu einer massiven Reduktion der Keimzahlen führt. Die Säfte sind somit deutlich länger haltbar, ohne dass sich der Geschmack ändert oder Vitamine verloren gehen. Das ist ein klarer Vorteil gegenüber traditionellen Konservierungsmethoden wie beispielsweise der Ultrahocherhitzung.

## Impulsketten vom Kondensator

Die PEF-Anlagen von Pulsemaster behandeln die Lebensmittel mit einer Serie von Impulsen. Dabei wird die benötigte Energie aus Kondensatoren entnommen und in einer Behandlungskammer an die betreffenden Lebensmittel abgegeben. „Unsere Pulsenergie liefern ungefähr 10  $\mu$ s lang eine extrem hohe elektrische Spannung, anschließend erfolgt eine Pause von mehreren tausendstel Sekunden, und so weiter“, erklärt Werner Kohorst. Solche Impulsketten machen das Grundprinzip der

Anlagen aus. Der Vorteil dieses speziellen Konzepts liegt in der schnellen Anstiegszeit der Spannung – eine grundlegende Voraussetzung für die PEF-Wirksamkeit.

Die in den PEF-Anlagen eingesetzten Kondensatoren sind schon allein deshalb essentiell, weil man die benötigte Ausgangsleistung von 90 MW nicht einfach aus der Steckdose bekommt. „Für diese Leistung bräuchte man schon ein eigenes kleines Kraftwerk“, so Werner Kohorst. Die Alternative zum Kraftwerk sind Hochspannungskondensatoren, die in diesem Anwendungsfall quasi als Batterien dienen. Die Kondensatoren werden kontinuierlich nachgeladen, sodass sie über kurze Zeiträume einen extrem hohen Strom für die Impulserzeugung abgeben können. Für diesen Zweck hat Pulsemaster eine eigene Technologie entwickelt, die dem Anwender eine größtmögliche Zuverlässigkeit der Anlagen garantiert.

## Hohe Pulsstromfestigkeit

Bei der neuesten Generation von PEF-Anlagen vertraut Pulsemaster erstmals auf Kondensatoren des deutschen Herstellers FTCAP. „Für die neuen Systeme benötigen wir Kondensatoren





Bei seinen neuen PEF-Anlagen vertraut Pulsemaster auf die niederinduktiven CX-Kondensatoren von FTCAP.

mit einer extrem hohen Pulsstromfestigkeit“, beschreibt Werner Kohorst die Ausgangslage. „Bei FTCAP wurden wir fündig. Wir entschieden uns für die Hochspannungskondensatoren der CX-Serie mit einer Spannungsfestigkeit von 1100 V.“ Bei der Baureihe Coax Cap CX handelt es sich um sehr niederinduktive Filmkondensatoren ( $< 10,5 \text{ nH}$ ), bei denen ein selbstheilendes Polypropylen-Dielektrikum zum Einsatz kommt. Durch den internen Kupferanteil und einen plangefrästen Kondensatorboden lässt sich eine besonders gute Kühlung erreichen. Zwei massive Messingterminals mit einem Durchmesser von jeweils 16 mm sorgen für eine hohe Stromtragfähigkeit.

Der aufwändig gestaltete Innenaufbau der CX-Kondensatoren weist eine technische Besonderheit auf: In der sogenannten koaxialen Bauart wird eine besonders niederohmige Rückleitung von der unteren Wickelseite zum obliegenden Anschlussterminal hergestellt. „Die dadurch entstehende Abschirmung bewirkt gleichzeitig eine außergewöhnlich niedrige Eigeninduktivität“, erklärt Dr. Thomas Ebel, Geschäftsführer von FTCAP. „Das macht diese Kondensatoren auch bei hohen Rippelfrequenzen oder eben Impulsentladungen wie bei

den Pulsemaster-Anlagen zu einer guten Wahl.“

### Bereit für den Dauereinsatz

Pulsemaster ist mit den FTCAP-Kondensatoren rundum zufrieden und überzeugt davon, dass sie sich auch im Betrieb beim Endkunden bewähren werden. „Die CX-Kondensatoren verfügen über die benötigte Pulsstromfestigkeit; zudem sind sie extrem robust, zuverlässig und langlebig“, fasst Werner Kohorst zusammen. „Das ist wichtig, weil unsere Anlagen normalerweise im Dauereinsatz betrieben werden.“

Sehr positiv empfindet Werner Kohorst auch die persönliche Zusammenarbeit während der Entwicklungsphase: „Da FTCAP in Deutschland entwickelt und fertigt, können wir direkt vor Ort anrufen und uns somit ohne die sonst auftretende Sprachbarriere beraten lassen. Das ist für uns ein großer Vorteil.“ Mehrere der neuen Pulsemaster-Systeme sind bereits verkauft, unter anderem an einen sehr großen europäischen Pommes-Frites-Hersteller. In der Anlage können bis zu 60 t Kartoffeln pro Stunde PEF-behandelt werden und die Hochspannungskondensatoren von FTCAP sind immer mit dabei. □

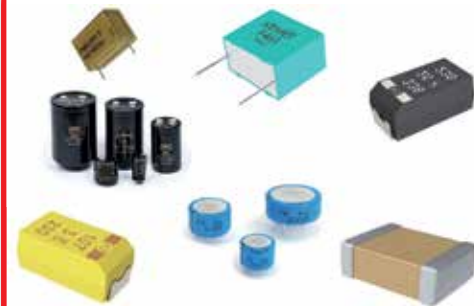


[www.spezial.com](http://www.spezial.com)

Ihr Lieferant für aktive, passive und elektromechanische Bauelemente von führenden Herstellern aus aller Welt.

Electronic Components  
**KEMET**  
CHARGED®

## Kondensatoren



...weil Ihre Applikation das Beste vom Besten verdient

- Tantal-Kondensatoren
- Polymer-Elektrolyt-Kondensatoren
- Aluminium-Elkos
- Superkondensatoren (EDLCs)
- Keramik-Kondensatoren
- Film-Kondensatoren

Ihr Spezialist für  
passive Bauelemente:

SE Spezial-Electronic GmbH  
[www.spezial.com](http://www.spezial.com)  
[passive@spezial.com](mailto:passive@spezial.com)  
+49 (0) 2301 / 184 80 - 515

## EMV-KONFORMES DESIGN BEI DC/DC-SCHALTREGLERN

# Die Störung immer im Blick

Nicht nur Entwickler haben ein Interesse daran, über die Ursachen elektromagnetischer Störungen in Schaltkreisen möglichst genau im Bilde zu sein. Dieser Überblick über die Auswirkung des Layouts, der Bauelemente und der Filter auf die EMV von modernen DC/DC-Schaltreglern hilft dabei.

**TEXT:** Andreas Nadler, Würth Elektronik eiSos **BILDER:** Würth Elektronik eiSos; iStock, Grafissimo

In der einschlägigen Literatur bekommen Hardwareentwickler allerlei Tipps zum Design von Schaltreglern. Das umfasst sowohl die Auswahl der passenden Speicherinduktivitäten, Ein- und Ausgangskondensatoren, MOSFETs und Schottky-Dioden als auch PCB-Layoutvorschlägen. Sie zeigt außerdem, wie sich ein EMV-konformes Design realisieren lässt. Allerdings findet man nur selten EMV-Vergleichsmessungen, welche die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen belegen. Da aber so gut wie jede moderne Leiterplatte in irgendeiner Form DC/DC-Konverter enthält, ist ein Vorher-nachher-Vergleich der EMV-Messungen an diskret aufgebauten DC/DC-Konvertern für fast jeden Entwickler von großem Interesse.

## Verschiedene Störarten

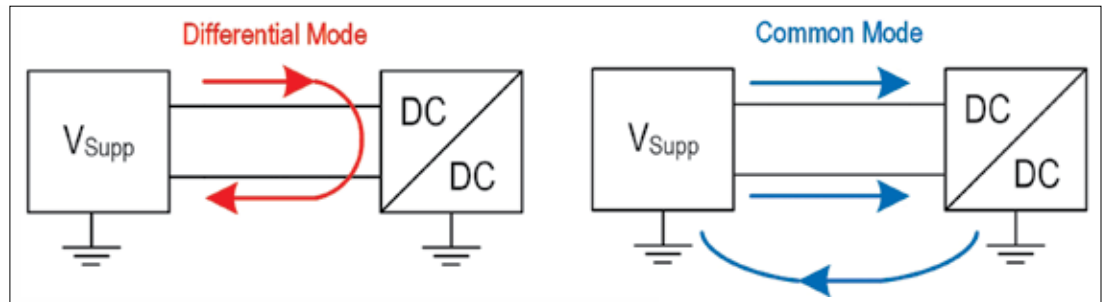
Um die Ausbreitung von Störungen zu verstehen, muss man zuerst unterscheiden, um welche Art von Störer es sich handelt, und die Kopplungswege entsprechend identifizieren. Dabei wird zwischen zwei Arten von Störsignalen unterschieden:

- Beim Gleichtaktsignal (englisch: Common Mode) ist der Strom in Phase. Der Störstromkreis schließt sich über die Erde. Die Entstörung erfolgt über eine stromkompensierte Drossel.
- Beim Gegentaktsignal (Differential Mode) ist der Strom um 180° phasenverschoben. Der Störstromkreis schließt sich über Hin- und Rückleiter. Die Entstörung erfolgt mit Hilfe von LC-, T-, II-Filtern.

Um ein EMV-konformes Layout zu gestalten, muss man wissen, wo und warum die entsprechenden EMV-Störungen entstehen können. Messungen der Störfeldstärke in der EMV-Kammer (zum Beispiel nach EN 61000-4-3) zeigen bei Schaltreglern oft ein breitbandiges Störspektrum zwischen 30 und 400 MHz. Die Ursache dafür ist unter anderem die steile MOSFET-Schaltflanke – je nach Anstiegszeit ist ein Frequenzspektrum bis einige hundert MHz nicht ungewöhnlich. Dadurch bilden beispielsweise die MOSFET-Ausgangskapazität  $C_{DS}$ , die Junction-Kapazität und die Reverse-Recovery-Kapazität der Schottky-Diode gemeinsam mit den parasitären Leiterbahninduktivitäten hochfrequente LC-Schwingkreise.

Falls einzelne Masse-Leiterbahnen nicht niederimpedant gehalten sind oder falls einzelne Leiterbahnzüge zwei Ströme führen und dadurch an der gemeinsamen Impedanz verkoppeln, muss im Design mit Common-Mode-Störungen gerechnet werden. Diese Störungen koppeln dann kapazitiv in Richtung Störquelle aus, um den Störstromkreis hochfrequent zu schließen. Bei der Störspannungsmessung (zum Beispiel nach CISPR 16-2-1) kann die eigentliche Schaltfrequenz des





Beim Differential Mode ist der Gegentaktstörstrom um 180° phasenverschoben. Im Common Mode fließt der Gleichtaktstörstrom hingegen in Phase.



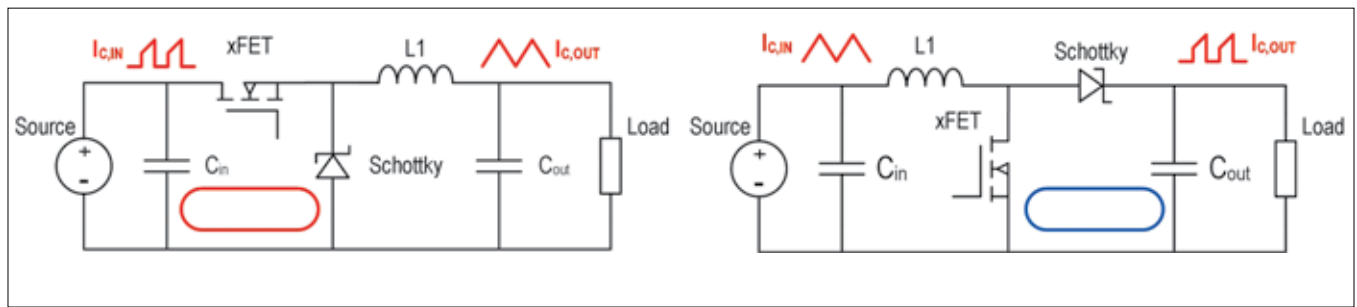
Reglers und deren Oberwellen meist bis 10 MHz beobachtet werden. Die Wellen treten je nach Schirmung und Leitungslänge als eine Mischung von Common- und Differential-Mode-Störern auf. Die Ursache für die Differential-Mode-Störung liegt unter anderem in der diskontinuierlichen Stromaufnahme des MOSFETs, was einen Spannungsabfall am ESR der Ein- oder Ausgangskondensatoren verursacht.

### Boost- und Buck-Konverter

Unabhängig von den verwendeten Bauteilen und dem Layout muss man wissen, dass sich die Schaltregler-Topologien dahingehend unterscheiden, ob sie potentiell eher am Eingang oder am Ausgang Störungen verursachen. Beim sogenannten Boost-Konverter ist der Ausgang kritischer, weil dort die Speicherdrossel als „Strombremse“ zwischen dem MOSFET und dem Eingang sitzt. Beim Buck-Konverter ist hingegen der Eingang kritischer, weil bei dieser Topologie die Speicherdrossel zwischen MOSFET und Ausgang sitzt. Offensichtlich benötigt der Buck-Konverter einen Eingangsfilter und der Boost-Konverter potentiell einen Ausgangsfilter, um diskontinuierliche Stromverläufe zu dämpfen.

### Dämpfung von 40 dB pro Dekade

Beginnen wir mit den Eingangsfiltern. Bei modernen Konvertern sind Schaltfrequenzen von 250 kHz bis 4 MHz üblich. Um die Grundwelle und deren Oberwellen in den Griff zu bekommen, eignen sich LC-Filter besonders gut. Mit diesen



Die Abbildung zeigt die kritischen Stromschleifen für Buck- (links) und Boost-Konverter (rechts). Beim Boost-Konverter ist der Ausgang kritischer, da dort die Speicherdrossel zwischen dem MOSFET und dem Eingang sitzt. Beim Buck-Konverter ist hingegen der Eingang kritischer.

Filtern erreicht man eine Dämpfung von bis zu 40 dB pro Dekade. Außerdem lassen sich damit Filtereckfrequenzen bis in den niedrigen kHz-Bereich realisieren. Die Formel für die Resonanzfrequenz  $f_0$  des Filters lautet:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{\text{filter}} \cdot C_{\text{filter}}}}$$

In der Praxis hat es sich bewährt, dass die Eckfrequenz des Filters bei circa einem Zehntel der Schaltregler-Frequenz liegt: Damit lassen sich bei der Schaltfrequenz (Grundwelle) etwa 40 dB Dämpfung der Spektralamplitude erreichen. Falls sich mit diesem Wert die EMV-Pegel nicht einhalten lassen, muss die Eckfrequenz weiter gesenkt werden. Dies zieht allerdings größere Bauelemente beziehungsweise einen schlechteren  $R_{DC}$  bei der Filterinduktivität nach sich.

### Auswahlkriterien für Filterinduktivitäten

Mögliche Auswahlkriterien für die Filterinduktivitäten sind die maximale Stromtragfähigkeit und die Eigenresonanzfrequenz (SRF), welche über dem zu filternden Spektrum liegen sollte. Da die SRF produktionsbedingt abweichen kann, sollte man immer im Frequenzbereich mit induktiv bestimmter Spulenimpedanz bleiben, mit ausreichendem Abstand zur SRF. Wer die Impedanz des Eingangsfilters vor allem im Frequenzbereich über 10 MHz erhöhen möchte, kann den LC-Filter um einen pulsstrombelastbaren Ferrit der WE-MPSB-Serie ergänzen, um DC-Stromversorgungen hochfrequent zu entstoren. In diesem Fall können die Induktivität und der Kondensator etwas kleiner dimensioniert werden. Als Filterkondensatoren empfehlen sich kleine SMD-Elektrolytkondensatoren mit Werten von 10 bis 100  $\mu\text{F}$ . Grundsätzlich sollte die Filterinduk-

tivität möglichst klein gehalten und dafür die Filterkapazität vergrößert werden. Diese Maßnahme wirkt sich positiv auf den Wirkungsgrad aus.

### MLCCs als Eingangskondensatoren

Werden MLCCs als Eingangskondensatoren eingesetzt und mit einer Filterinduktivität oder einer parasitären Zuleitungsinduktivität kombiniert, können bei Spannungstransienten (zum Beispiel einem Absinken der Eingangsspannung) Oszillationen am Eingang des Schaltreglers auftreten. Diese werden durch den sogenannten negativen Eingangswiderstand ausgelöst. Da eine negative Impedanz Energie nicht absorbiert, sondern im Gegenteil Energie liefern kann, entstehen gemeinsam mit den parasitären und absichtlich eingesetzten Induktivitäten beste Voraussetzungen für einen unerwünschten Schwingkreis. Der durch die Filterinduktivität und den MLCC-Eingangskondensator erzeugte LC-Schwingkreis weist eine hohe Resonanzüberhöhung auf. Er speist sich aus der Restenergie, die der Konverter während der Transiente nicht aufnimmt.

$$P_{in} \sim P_{out}$$

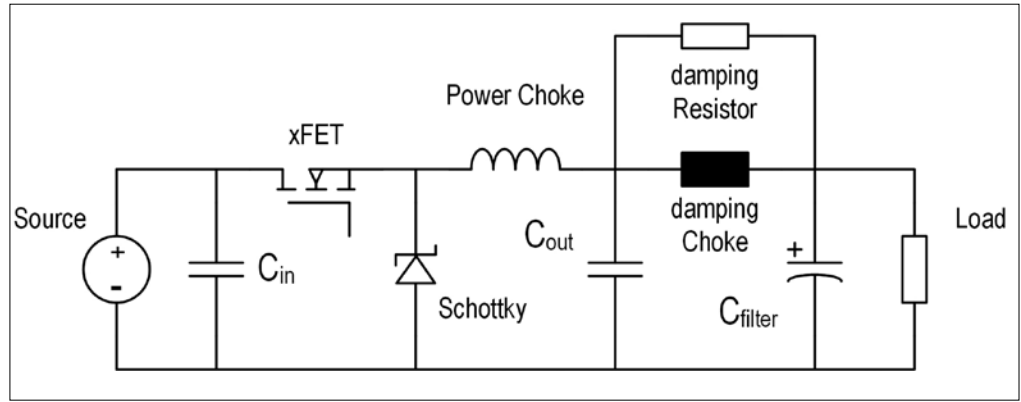
$$U_{in} \cdot I_{in} = U_{out} \cdot I_{out}$$

$$R_{in} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{-U_{in}^2}{P_{out}}$$

Die negative Eingangsimpedanz kann zu mehreren Problemen führen:

- Wenn sich ihr Frequenzbereich mit der Bandbreite der Regelschleife überschneidet, ist die Regelschleifenstabilität des Ausgangs gefährdet.

Mit Ausgangsfiltern lässt sich die Restwelligkeit der Ausgangsspannung weiter verringern. Gezeigt ist die Dämpfung des Ausgangsfilters mit einem Widerstand, der parallel zur Filterinduktivität geschaltet wird.



- Bei Resonanz sind Spannungsüberhöhungen möglich, wodurch aktive und passive Bauelemente beschädigt werden können.
- Sie kann weitere EMV-Störer verursachen.

### Aktive Dämpfung des Schwingkreises

Die aktuell beste Methode zur Vermeidung dieser unerwünschten Effekte besteht darin, den LC-Schwingkreis aktiv zu dämpfen. Bewerkstelligen lässt sich dies mit Hilfe eines SMD-Widerstands (geringe Eigeninduktivität) in Reihe zu einem Kondensator, der die DC-Spannung blockt. Bei der Auslegung sollte eine Schwingkreisgüte von  $Q = 1$  oder ein Dämpfungsfaktor von  $\zeta = 0,707$  gewählt werden. Oft wird stattdessen auch ein Elko mit entsprechend hohem ESR eingesetzt. Die Stabilitätskriterien lauten wie folgt:

$$\frac{L_{\text{filter}}}{C_{\text{input}} \cdot R_{\text{damp}}} \ll R_{\text{in}} \quad |Z_{\text{out,filter}}| \ll |Z_{\text{in,smps}}|$$

Der Dämpfungskondensator muss bei der Resonanzfrequenz von  $C_{\text{in}}$  und  $L_{\text{filter}}$  eine geringere Impedanz aufweisen, damit der Widerstand die Resonanzüberhöhung des Filters effektiv dämpfen kann. Daher sollte  $C_{\text{damp}}$  etwa viermal größer als  $C_{\text{in}}$  sein. Ein Dämpfungsfaktor  $\zeta$  von 0,707 ist ausreichend, wobei gilt:

$$n = \frac{C_{\text{damp}}}{C_{\text{input}}} \quad \zeta = \frac{n+1}{n} \cdot \frac{L_{\text{filter}}}{2 \cdot R_{\text{damp}} \cdot \sqrt{L_{\text{filter}} \cdot C_{\text{input}}}}$$

Für den Widerstand  $R_{\text{damp}}$  sind je nach Güte Werte zwischen 0,1 und 4,7  $\Omega$  gängig. Mit Hilfe einer Stromzange lässt sich

ganz einfach feststellen, ob eine stabile Auslegung erreicht ist. Dazu muss man die Stromamplitude im Eingangskondensator über den gesamten Dynamikbereich des Konverters hinweg beobachten. Entspricht der Stromverlauf den zu erwartenden Transienten durch den Eingangskondensator, ist der Konverter stabil. Tritt jedoch eine zu hohe Amplitude auf, die nicht mit dem prognostizierten Betrieb übereinstimmt, muss entsprechend gedämpft werden.

### Restwelligkeit der Ausgangsspannung

Abschließend noch ein Wort zu Ausgangsfiltern. Diese werden oft eingesetzt, um die Restwelligkeit der Ausgangsspannung noch weiter zu verringern. Wenn der Spannungsabfall über der Filterinduktivität nicht ignoriert werden kann, muss die Ausgangsspannung *nach* diesem Filter und nicht wie üblich *am* Ausgangskondensator abgegriffen werden. Für den Dämpfungswiderstand des Ausgangsfilters gilt folgende Formel:

$$R_{\text{damp}} = \sqrt{\frac{L_{\text{filter}}}{C_{\text{filter}}}}$$

Typische Werte für eine Filterinduktivität am Ausgang sind 0,47 bis 2,2  $\mu\text{H}$ . Zudem sollte  $R_{\text{DC}}$  klein und die Eigenresonanzfrequenz möglichst hoch sein. Außerdem muss man darauf achten, dass  $R_{\text{damp}}$  deutlich größer ist als der  $R_{\text{DC}}$  der Filterinduktivität, um die Dämpfung des Filters nicht zu verringern. Auf der Website [www.we-online.de/ANP044](http://www.we-online.de/ANP044) sind weitere Layoutempfehlungen hinterlegt. Dort findet sich auch ein Vergleich zwischen einem EMV-kritischen und einem EMV-unkritischen Design, inklusive der Messungen für die Störspannung am Ein- und Ausgang des Boost-Konverters. □

# TRENDS

## DISPLAYS & HMI

Taster, Schalter, Joysticks, Keyboards oder Displays - HMI-Komponenten gibt es in vielen Ausführungen. Einige besonders interessante sehen Sie hier.



Skalierbares HMI-System

### Raspberry Pi

Sylogic hat ein neues HMI-System mit 10,1-Zoll-Widescreen-Display vorgestellt. Dieses lässt sich mit skalierbaren Prozessoren ausstatten und eignet sich je nach Ausführung als Steuerung oder als Web-Terminal im Industrieumfeld. Für leistungshungrige Steuerungsanwendungen wird das HMI-System mit den bewährten Baytrail-Prozessoren (E3845 1,91GHz) von Intel ausgestattet. Die Übertragung zu Maschinen erfolgt in Echtzeit über Industrial-Ethernet. Wird der Panel-PC als Web-Terminal eingesetzt, lässt er sich auch mit einem Raspberry Pi ausstatten.



Frei programmierbar

### Magnetschalter

Zur Abfrage von Greifsystemen im explosionsgefährdeten Bereich bietet Schunk ab sofort einen frei programmierbaren und damit universell einsetzbaren Magnetschalter mit ATEX-Zertifizierung für die Gerätegruppe II, Kategorie 2. Der MMS 22-PI1-EX verfügt über einen frei programmierbaren Schalterpunkt und detektiert einen Magneten im Inneren des Aktors. Der neue Schalter kann störkonturfrei unmittelbar in der C-Nut der Greif- beziehungsweise Schwenkmodule platziert werden. Statt den Schalterpunkt mechanisch einzustellen, lässt er sich mit wenigen Handgriffen programmieren.



Alphanumerisches LCD-Modul

### Für Industrie und POS

Der Hersteller Seacomp-Displaytech bietet mit dem 16x2 Standard-Display der 162-Serie ein alphanumerisches LCD-Modul an, das sich an verschiedene Anwendungen anpassen lässt. Das Standard-Modul 162C mit blauem Modus und weißer Hintergrundbeleuchtung arbeitet bei Betriebstemperaturen zwischen 0 und 50 °C. Mit Abmessungen von 80 mm x 36 mm verfügt es über einen Sichtbereich von 64,5 mm x 13,8 mm. Gedacht ist es unter anderem für die Bereiche Metering, POS und Kiosk, Medizintechnik und Industrie. Erhältlich ist es bei dem Distributor Rutronik.

# COLLIT



## E-Paper-Display mit 4,2 Zoll Sonnenlichttauglich

SE Spezial-Electronic hat ein rein reflektiv arbeitendes sonnenlichttaugliches 4,2-Zoll-E-Paper-Display gemeinsam mit dem TINK-EP-D042A03 der Firma Thingwell Electronics vorgestellt. In dem Display werden Bilddaten über ein 3- oder 4-Draht-Interface in das RAM des EPD-Controllers geschrieben. Dieser erzeugt dann das Bild auf dem Aktiv-Matrix-E-Paper. Die dünne und verbrauchsarme Anzeige basiert auf der Elektrophorese, also dem Wandern elektrisch geladener Teilchen in einem Trägermaterial, durch Einwirkung eines Feldes.



## Unbemannte Fahrzeuge und industrielle Maschinen 5-Wege-Daumenjoystick

Mit der Serie NV bietet APEM einen switchbasierten und enorm kompakten 5-Wege-Daumenjoystick mit sehr gutem taktilen Feedback für eine präzise Kontrolle per Fingerspitze. Ab sofort ist die Serie NV mit zusätzlichen Features und auf Wunsch außerdem als 3-Wege-Version erhältlich. Ideal geeignet sind die äußerst robust gebauten Mikro-Joysticks zum Beispiel unter anderem für professionelle Fernsteuereinheiten unbemannter Fahrzeuge und für Multifunktionsgriffe in landwirtschaftlich oder industriell eingesetzten Maschinen.



## Widescreen mit 7 bis 10 Zoll HMI-Displays

Mitsubishi Electric hat sein Produktangebot grafischer Bediengeräte der Serie GOT2000 um zwei neue Modelle mit Breitbildformat erweitert. Sie verfügen über zwei separate Ethernet-Ports und eine integrierte Audio-Schnittstelle, über die sich Warnmeldungen und andere Informationen als gesprochener Text ausgeben lassen. Beim HMI GT21 handelt es sich um ein Graphic Operation Terminal (GOT) im Wide-Screen-Format mit 7 Zoll. Das GT25 ist wahlweise mit WVGA-Display mit 7 Zoll oder mit WXGA-Display mit 10 Zoll erhältlich.

made in germany

## Sehr kompakte Befehlsgeräte

> **mYnitron** - Einbau-Ø 16,2 mm

- Not-Halt-Taste
- aktiv-leuchtende Not-Halt-Taste mit Zustandsanzeige nach EN ISO 13850:2015
- Drucktaster taktil (35V / 1 Schließer) beleuchtbar
- fühlbarer, definierter Druckpunkt
- verschiedene Beschriftungsmöglichkeiten
- verschiedenfarbige Tasterkappen
- Frontringe in metallisch oder schwarz

**SCHLEGEL**  
ELEKTROKONTAKT  
www.schlegel.biz



## SAFETY

## Verbesserungen für Not-Halt-Taster

Sind Not-Halt-Taster nicht sachgemäß montiert, kann das die Sicherheit des Personals und der Anlage erheblich gefährden. Selbstüberwachende Geräte helfen dabei, diese Lücke zu schließen. In den Not-Halt-Geräten installierte Diagnoseeinheiten sichern Anlagen zusätzlich ab.

TEXT: Bernd Geisinger, Georg Schlegel BILDER: Georg Schlegel

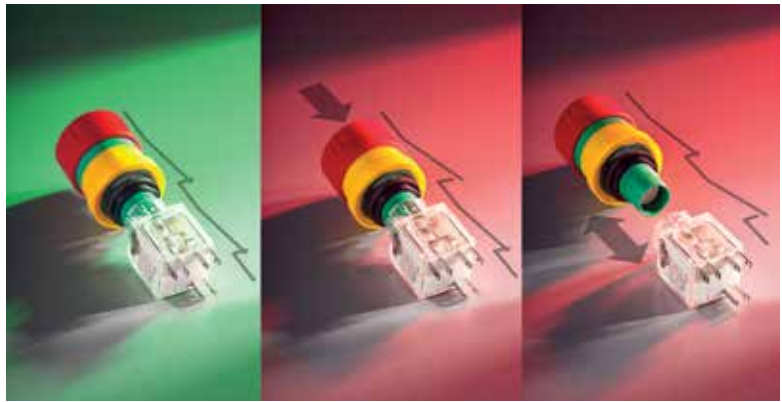
Der Zweck von Not-Halt-Geräten ist es, bestehende oder bevorstehende Notfallsituationen möglichst schnell abzuwenden, um Schaden an Mensch und Maschine zu verhindern. Tritt an einer Maschine oder Anlage eine Fehlfunktion auf oder führt die Fehlbedienung zu einer unkontrollierbaren Situation, soll ein Not-Halt gewährleisten, dass sich das System sofort und einfach per Knopfdruck in den sicheren Zustand versetzen lässt. Um sicherzustellen, dass Not-Halt-Geräte immer eindeutig erkennbar und auf gleiche Weise zu bedienen sind, unterliegen Aufbau und Funktionsweise den Normen EN 60947-5-5 und EN ISO 13850.

Die Produktion von Waren und Gütern geschieht größtenteils über sehr komplexe und umfangreiche Produktionsanlagen.

Diese Anlagen werden heutzutage nicht mehr als Komplettsystem betrieben, sondern in einzelne Bereiche unterteilt. Diese Unterteilung hat den Vorteil, dass Anlagen schneller an Produktionsänderungen angepasst werden können und im Ganzen ausfallsicherer sind. Der modulare Aufbau bringt aber noch andere Vorteile. Unter anderem lassen sich damit die einzelnen Bereiche jeweils durch ein Not-Halt-Gerät absichern. Gibt es einen Fehler in der Produktion oder besteht Gefahr für eine Person, wird durch Betätigung der jeweiligen Not-Halt-Taste der entsprechende Teil der Anlage in einen sicheren Zustand gebracht. Der Rest des Systems bleibt aber weiterhin in Betrieb. Beim Einsatz von Not-Halt-Geräten sollte allerdings immer beachtet werden, dass die Not-Halt-Funktion nur eine ergänzende Schutzmaßnahme ist



Bei unsachgemäßer Montage von selbstüberwachenden Not-Halt-Geräten verhindern diese die Inbetriebnahme der Anlage. Sollten sie ausfallen, schalten sie die Anlage in einen sicheren Zustand.



und nicht als Ersatz für Schutzmaßnahmen oder Sicherheitsfunktionen angewendet werden darf.

Ein Not-Halt-Gerät besteht einfach dargestellt aus einem roten Taster, dem sogenannten Pilzknopf, und einem Kontaktgeber, der mit der elektrischen Steuerung der Anlage verbunden ist. Wird der Pilzknopf betätigt, führt dies zum Öffnen der Kontaktbrücke im Kontaktgeber. Die elektrische Steuerung erkennt das Öffnen als Not-Halt-Signal und fährt die Anlage sofort in den sicheren Zustand. Durch die Betätigung wird der Pilzknopf zusätzlich verriegelt und kann, je nach Ausführung, durch Drehen, Schlüsselentriegelung oder Ziehen entriegelt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Anlage solange im sicheren Zustand verbleibt, bis der Schaden oder die Gefahr beseitigt wurde. Not-Halt-Geräte sind ein wichtiger Sicherheitsaspekt für Mensch und Maschine. Daher müssen der korrekte Gebrauch und die Funktionalität durch verschiedene Maßnahmen sichergestellt werden.

## Selbstüberwachende Not-Halt-Geräte

Um das versehentliche Auslösen eines Not-Halts zu verhindern, muss zuerst ein gewisser Druckwiderstand überwunden werden, bevor dieser komplett durchgedrückt werden kann und einrastet. Zusätzlich lässt sich der Zustand eines Not-Halts über eine Schaltstellungsanzeige erkennen. Will man das Abschalten von Anlagen oder Maschinen durch Not-Halt-Geräte zuverlässiger machen, kann man durch einen zweiten Öffner-Kontakt ein redundantes System erzeugen. Das Signal zum Anhalten erfolgt auch dann, wenn einer der beiden Kontakte wegen eines elektrischen Fehlers, zum Beispiel eine Leitungsunterbrechung oder ein Kurzschluss, den neuen Zustand nicht signalisieren kann. Diese Sicherheitsmaßnahme versagt allerdings, falls das Not-Halt-Gerät unsachgemäß montiert oder beschädigt wurde und der Pilzknopf nicht richtig mit dem Kontaktgeber verbunden ist. Die Betätigung der Not-Halt-Taste hat dann keine Auswirkung mehr auf den Kontaktgeber und bleibt wirkungslos.

Um diese Sicherheitslücke zu schließen, hat Schlegel selbstüberwachende Not-Halt-Geräte entwickelt. Die Selbstüberwachung erfolgt über einen zusätzlichen Schließerkontakt. Ist der Pilztaster korrekt mit dem Kontaktgeber verbunden, dann ist auch die Verbindung zur elektrischen Steuerung vorhanden. Geht diese Verbindung zwischen Pilzknopf und Kontaktgeber jedoch verloren, verhält sich das Not-Halt-Gerät ähnlich, als wäre die Not-Halt-Taste aktiv gedrückt worden. Sie löst in diesem Fall das Signal zum Anhalten der Anlage aus. Sind Pilzknopf und Kon-

**APEM**  
an IDEC company

**DIE EINZIGEN  
DIE GANZ DICHT SIND**

Komplett geschlossene Betätigungsfläche plus einteilige Konstruktion: Piezo-Taster der Serie PBA von APEM halten absolut zuverlässig dicht bis IP68 und IP69K. Ebenfalls zur Serienausstattung gehören die besonders leicht zu reinigende Metall-Oberfläche, Ring- oder Punktbeleuchtung sowie eine extrem lange Lebensdauer von über 50 Millionen Schaltzyklen.



**SCHALTEN SIE JETZT UM AUF 100 % SICHERHEIT:  
PIEZO-TASTER VON APEM**

taktgeber somit nicht korrekt miteinander verbunden, lässt sich das System nicht in Betrieb nehmen oder schaltet ab, wenn beide im laufenden Betrieb, zum Beispiel durch Abschlagen, getrennt werden.

## Aktives oder Inaktives Not-Halt-Gerät?

Um das Verwechseln von aktiven und inaktiven Not-Halt-Betätigern zu verhindern, mussten bis vor kurzem inaktive Not-Halte durch Wegschließen oder Abdecken unkenntlich gemacht werden, sobald das zugehörige Bedienpanel oder Anlagenteil nicht mehr mit dem Gesamtsystem verbunden war. Mit der neuen EN ISO 13850:2015 können Not-Halt-Tasten den aktuellen Betriebszustand nun auch durch entsprechende Beleuchtung anzeigen. Um die Arbeitssicherheit zu erhöhen und inaktive Not-Halte besser erkennen zu können, hat Schlegel Not-Halt Tasten entwickelt, die den aktiven und inaktiven Zustand nach diesem Prinzip signalisieren. Der Pilzknopf bei diesen wird nicht mehr rot eingefärbt, sondern besteht aus einem halbtransparenten Grauton. Durch die Transparenz kann der Pilz im aktiven Zustand rot beleuchtet werden und ist dadurch eindeutig als funktionierender

Not-Halt erkennbar. Ist er inaktiv, bleibt der Schaltknopf unbeleuchtet und grau. Das versehentliche Betätigen eines scheinbar aktiven Not-Halts wird somit im Notfall vermieden. Zur Verfügung stehen derzeit Varianten mit Flachsteck- und Printanschluss für Einbauöffnungen mit einem Durchmesser von 16,2 mm oder 22,3 mm. Auf Kundenanfrage entwickelt das Unternehmen auch individuelle Lösungen, wie zum Beispiel Komplettsysteme aus Bedientableau und Not-Halt.

## Not-Halt mit Diagnoseeinheit

Als Erweiterung ihrer Sicherheitsfunktionen hat Schlegel mit dem Not-Halt SET\_QRBDUV\_01 eine Diagnoseeinheit entwickelt, die kontinuierlich den Zustand der Beleuchtung überwacht. Kommt es zu einem kompletten oder auch nur teilweisen Ausfall der Beleuchtung oder unterschreitet die Leuchtkraft einen vorgegebenen Wert, löst der Not-Halt selbstständig und unverzüglich das Not-Halt Signal aus. Zusätzlich wurde der Not-Halt SET\_QRBDUV\_01 so konstruiert, dass sich Teilbetätigungen sowie Quer- und Erdschluss über den Anschluss eines Auswertegeräts erkennen lassen. Der Schlegel Not-Halt QRBDUV hat neben dem rot beleuchteten Pilzknopf auch einen gelb beleuchteten Blockierschutzkragen. Möchte man, dass der Betätiger leichter zu identifizieren ist, kann die optionale Blinkfunktion des Blockierschutzkragens durch entsprechende Verdrahtung aktiviert werden. Der Not-Halt hat die Schutzart IP65 und ist als Bausatz für den Innenbereich oder als Gehäuseversion mit M12-Anschluss verfügbar.

## Umfangreiches Not-Halt-Programm

Das Not-Halt-Sortiment von Schlegel umfasst eine Vielzahl an Betätigern, die sich in Größe, Form und Einsatzbereich unterscheiden. Möglich sind Einbauöffnungen mit 16,2, 22,3 und 30,5 mm Durchmesser sowie 23 mm x 23 mm, 24 mm x 24 mm und 26 mm x 26 mm, Schutzarten von IP65 bis IP69K, Varianten mit Schutzkragen oder Blockierschutzkragen, Schlüsselerriegelung und Not-Halt-Geräte für den Hygienebereich. Fast alle Not-Aus-Taster können als Dreh- oder Zugentriegelung umgesetzt werden. Die Konstruktion der Not-Halt-Geräte ermöglicht die zuverlässige Funktion bei Spannungen bis zu 440 V und für die immer häufiger geforderten Kleinspannungen. Das wird durch die Selbstreinigungsfunktion der Kontakte und für guten Kontaktdruck dimensionierte Federn gewährleistet. Zur Auswahl stehen Silberkontakte oder Kontakte mit Goldauflage. Alle Kontaktgeber für Schraub-, Flachsteck-, Cage-Clamp- oder Schnellanschlüsse sind zwangsöffnend nach EN 60947-5-1 und ein- oder zweikanalig verfügbar. Je nach Ausführung sind maximal 4 Öffner-Kontakte pro Not-Halt-Gerät möglich. □

display  
...since 1984

LCD  
LED  
TOUCH  
TFT  
KEYPADS  
OLED

COLOUR UP

YOUR LIFE

TÜV 900

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

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda  
Tel. 060 43 - 98888-0 · Fax 060 43 - 98888-11

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



# FASZINATION ELEKTRONIK

publish  
industry  
verlag



BILD-QUELLE: ISTOCK, ALFEXE

## KARRIERE IN DER ELEKTRONIKINDUSTRIE

**INTERVIEW MIT GUNTHER OLESCH**  
„Es mangelt an Qualifizierten,  
nicht an Bewerbern“ ..... S. 68

**UMFRAGE ZUR MITARBEITERSUCHE**  
Die Arbeitswelt dem digitalen  
Wandel anpassen..... S. 74

**GEHALTSÜBERBLICK**  
Das verdienen Ingenieure und  
Elektrotechniker..... S. 80

**INTERVIEW MIT STEFAN HOITZ**  
„Das Lohngefälle nimmt  
immer weiter ab“ ..... S. 77



*Interview mit  
Professor Gunther Olesch,  
Phoenix Contact*

Gunther Olesch ist seit 1989 bei Phoenix Contact tätig. Als Geschäftsführer verantwortet er die Bereiche Personal, Informatik und Facility Management Engineering. Unter seiner Ägide setzt Phoenix Contact seit weit über einem Jahrzehnt auf Employer Branding und wurde infolgedessen mehrfach als einer der besten Arbeitgeber Deutschlands ausgezeichnet.

Gunther Olesch ist außerdem langjähriger Lehrbeauftragter an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Darüber hinaus ist er Vorsitzender des Arbeitgeberverbands Lippe und Vorsitzender der Initiative für Beschäftigung OWL.

## Ausbildung, Fachkräfte und der Wert von Employer Branding

# „Es gibt keinen Mangel an Bewerbern, sondern an ausreichend Qualifizierten“

Viele Unternehmen können offene Stellen nicht wie gewünscht besetzen. Qualifizierte Arbeitskräfte sind Mangelware und zudem heiß umkämpft. Wir haben mit Professor Gunther Olesch, Chief Human Resources Officer bei Phoenix Contact, über die Schwierigkeit gesprochen, vielversprechende Bewerber zu finden. Er erklärt auch, weshalb Phoenix Contact nicht vom allgemeinen Fachkräftemangel betroffen ist und warum so manche Firma bis 2030 aussterben wird.

TEXT: Jessica Schuster, E&E BILD: Phoenix Contact

**E&E: Eine Befragung des Deutschen Industrie- und Handelskammertags (DIHK) hat ergeben, dass rund 31 Prozent der Unternehmen freie Lehrstellen nicht besetzen konnten. Wie schätzen Sie die Lage ein?**

Gunther Olesch: Ja, diese Statistiken sind allgemein bekannt. Gottseidank gelten sie nicht für Phoenix Contact. Wir haben heute noch nicht so starke Probleme wie andere Unternehmen, wenn es etwa darum geht, Auszubildende zu bekommen. Momentan können wir alle Lehrstellen besetzen.

**Wie viele Bewerber melden sich bei Ihnen?**

Wir haben an die 1.200 Bewerbungen auf 100 Positionen, die wir ausschreiben. Einen Mangel an Bewerbern gibt es also nicht – vielmehr einen Mangel an ausreichend Qualifizierten.

**Wie beurteilen Sie, ob ein Bewerber ausreichend qualifiziert für eine Ausbildungsstelle ist?**

Wir machen eine Art Test, denn die Schulnoten müssen unterschiedlich beurteilt werden. Eine „Drei“ hier bedeutet eine „Zwei“ dort. Wir müssen ja wissen,

über was für ein Wissenslevel die potenziellen Auszubildenden verfügen. Die Noten geben häufig nicht die konkrete Leistungsfähigkeit wieder. Mit dem Test wollen wir bei den jungen Leuten herausfinden, wo es Nachholbedarf gibt und wo nicht. Durchgeführt wird das Ganze zudem in Gruppen, um auch das Sozialverhalten zu betrachten. Kommunikation ist eminent wichtig. Man spricht von emotionaler Intelligenz. Sie ist der entscheidende Faktor, auch für den beruflichen Erfolg. Ein enorm hoher IQ bringt nichts, wenn man sein Wissen nicht überbringen kann.

**An welchen Fähigkeiten hapert es bei den heutigen Bewerbern am meisten?**

Da wir ein technologisches Unternehmen sind, ist ein zentraler Punkt das Rechnen. Wenn man einen Abiturienten fragt: „Das Produkt kostet 300 Euro. Wie hoch wäre ein Rabatt von 15 Prozent?“ Dann kann es passieren, dass geschätzt wird. Dabei handelt es sich um einen einfachen Dreisatz. Ich finde, das ist Basiswissen. Den Satz des Pythagoras zu beherrschen, ist zwar schön und gut, doch den habe ich das letzte Mal benutzt, als ich in der Schule war. Den Dreisatz hingegen brau-

che ich permanent. Das Gleiche gilt für Deutsch. Für mich gehört es dazu, im Anschreiben an einen Kunden die Grammatik korrekt zu beherrschen.

**Was können Unternehmen gegen solche Wissenslücken unternehmen?**

Wir vermitteln so ein Basiswissen in unserem Zusatzunterricht für die Auszubildenden. Dort unterrichten wir beispielsweise Mathematik und Deutsch. Hier erwarte ich eigentlich, dass das von der Schule kommt, nicht von uns. Einige junge Menschen kommen mit der Haltung zu uns, alles zu wissen. Dann müssen sie die Maschine wirklich beherrschen und nicht nur darüber reden. In der Ausbildung werden sie geerdet. Damit übernehmen unsere Ausbilder Erziehungsaufgaben, die eigentlich die Schule und die Eltern übernehmen müssten.

**Tauschen Sie sich mit anderen Unternehmen aus? Wie sieht es bei denen aus?**

Ja, wir tauschen uns intensiv aus. Überall zeigt sich das gleiche Bild. Was wir uns von Schulen wünschen, sind Grundrechenarten in der Mathematik, Rechtschreibung in Deutsch und ein Unterrichtsfach darüber, wie ein Unterneh-

## „Die Veränderungskompetenz wird immer wichtiger.“

men funktioniert. Ich selbst habe Abitur gemacht und hatte keine Ahnung, was der Unterschied zwischen Umsatzrendite und Deckungsbeitrag ist. Das muss man dann aber die ganze Zeit beherrschen, und es wird nicht unterrichtet!

### ***Ist es heutzutage schwer, Schüler zu einer technischen Ausbildung zu bewegen?***

Jungen weniger als Mädchen. Jungen arbeiten gerne mit Technik und sitzen gerne vor dem Computer. Mädchen zwar auch, sie nutzen die Technik jedoch mehr als soziales Netzwerk.

### ***Wie erfolgreich sind Ihre Versuche, speziell junge Frauen für technische Berufe zu begeistern?***

Wir machen sehr viel, um Mädchen technische Berufe näher zu bringen. Der Erfolg ist jedoch mäßig. Wenn wir einen Girl's Day veranstalten, sind die Mädchen im ersten Moment richtig begeistert. Am Ende wählen sie trotzdem oft einen anderen Weg. Diese 100 Positionen, die wir pro Jahr zu besetzen haben, sind zu 85 Prozent technisch und zu 15 Prozent kaufmännisch. Von letzteren 15 Prozent sind 80 Prozent Frauen; bei den 85 Prozent sind es dagegen nur 6 Prozent.

### ***Ist das ein deutsches Phänomen?***

Ich unterrichte an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe internationale Gruppen. Aus Indien kommen 55 Prozent, aus China 50 Prozent Frauen aus technischen Branchen. Nur in Deutschland sieht es anders aus. Das ist unglaublich. In kaufmännischen Berufen gibt es viele Frauen, im Einkauf, Finanzwesen, in der Öffentlichkeitsarbeit oder dem Personalwesen. Doch sobald es um die Entwicklung von Technologie geht: hauptsächlich Männer.

### ***Ein Großteil der jungen Leute scheint lieber auf Universitäten zu gehen, anstatt***

### ***einen handwerklichen Beruf zu erlernen. Ist das ein Versäumnis der Politik?***

Nein, das ist kein Versäumnis, ganz im Gegenteil. Die Politik hat vor 15 Jahren gesagt, es gebe zu wenig Akademiker. Deswegen hat man viel Werbung für die Hochschulen betrieben. Jetzt ist das Pendel zu sehr in die andere Richtung ausgeschlagen, weil eine Stelle als Facharbeiter plötzlich nicht mehr interessant zu sein scheint. Wenn sich ein Facharbeiter allerdings weiterbildet, verdient er das Gleiche wie ein Akademiker. Das ist vielen nicht bewusst.

### ***Sie haben allerdings auch studiert.***

Akademikertun – das sage ich auch immer meinen Studenten – ist wie eine Eintrittskarte zu einem Theaterstück, dessen Hauptdarsteller, Regisseur oder Drehbuchautor sie sind. Macht was daraus! Ich zum Beispiel würde von meiner Ausbildung her gar nicht in dieses Unternehmen gehören. Ich bin Psychologin und in einem Hightech-Unternehmen in der Geschäftsführung für Information Technologies zuständig, für Facility Management und HR. Passt eigentlich gar nicht. (lacht)

### ***Wie kann man wieder mehr junge Leute dazu begeistern, eine Ausbildung zu machen?***

Dieses Pendel muss jetzt wieder in die Mitte zurückgeholt werden. Wir brauchen natürlich Facharbeiter, die zum Beispiel eine Maschine bedienen und warten, bei der ein Ingenieur auf Dauer sagt, er fühle sich unterfordert. Eine Maschine muss aber betreut werden; sie läuft nicht von selber. Daher machen wir an den Schulen sehr viel für eine Facharbeiterausbildung. Wir schicken unserer Ausbilder und auch unsere Auszubildenden in die Schulklassen. Gerade letztere sind ja viel glaubwürdiger, wenn sie 18, 19 Jahre

alt sind und sagen: „Das macht mir Spaß. Die Arbeit ist toll.“ Außerdem holen wir Schulklassen in das Unternehmen, damit sie sich die Ausbildung einmal ansehen können. Aber gleichwohl, wir alle, die Unternehmen wie auch die Politik müssen wieder Werbung für Facharbeiterpositionen machen. Das ist wichtig.

### ***Gibt es ein Fachgebiet, für welches Sie gerade besonders intensiv nach qualifiziertem Personal suchen?***

Primär sind wir ein Industrieunternehmen. Wir haben allerdings als Strategie festgelegt, stark in die Software und Digitalisierung zu investieren, weil es einfach die Zukunft ist. Dafür suchen wir natürlich Fachleute. Momentan bauen wir eine digitale Schnittstelle zum Kunden auf und brauchen daher Leute, die zum Beispiel auch bei Amazon oder Alibaba arbeiten. Denn die bringen die notwendigen Erfahrungen mit. Wir sind in dieser Welt nicht groß geworden.

### ***Das heißt, dass Sie sich die IT-Kompetenz erst einmal zukaufen werden?***

Wir haben in unserem Unternehmen IT-Kompetenz, aber nicht in dem Maße wie wir es in naher Zukunft brauchen werden. Es gäbe zwar die Möglichkeit, diese Kompetenz weiter selbst zu fördern. Dafür müssten wir unter anderem mehr Ausbilder einstellen. Das würde, wenn wir meinetwegen zehn eigene Leute ausbilden, wahrscheinlich rund fünf Jahre dauern. Ein neuer Mitarbeiter, der zuvor in einem IT-Unternehmen tätig gewesen ist, muss dagegen nur etwa ein Jahr eingearbeitet werden. Das heißt, das ist einfach schneller – vier Jahre schneller. Deshalb haben wir uns dafür entschieden.

### ***Phoenix Contact ist nicht in einer großen Stadt beheimatet. Stellt Sie das vor Probleme, gute Fachkräfte zu finden?***

## „Das Wesentliche ist das Wohlfühlen, nicht das Geld.“

Wir haben zurzeit pro Monat 1.000 Bewerber. Für Phoenix Contact ist das also nicht so schwer. Das ist jedoch nicht ohne Grund so: Von den Produkten her sind wir außerhalb der Branche weitgehend unbekannt. Sie können uns noch nicht einmal im Baumarkt kaufen. Deswegen haben wir vor rund 15 Jahren angefangen, auf Employer Branding zu setzen. Schon vor 20 Jahren wusste man, wie die demographische Entwicklung aussehen wird. Damals hatte ich gesagt, dass wir viel stärker auf die Arbeitgeber-Attraktivität setzen müssen. Denn wir waren nicht Microsoft, Porsche oder BMW, die alle als tolle Marken mit tollen Hauptsitzen in den Städten empfinden.

### **Was haben Sie unternommen, um diese Attraktivität sicher zu stellen?**

Wir haben angefangen, die Bedürfnisse der Mitarbeiter zu ermitteln. Wir waren eines der ersten Unternehmen, das damals Mitarbeiterbefragungen durchgeführt hatte. Viele führen Befragungen durch und sehen die Sache dann als erledigt an. Nichts ist fataler als das. Bei uns setzt sich jeder Vorgesetzte mit seinen Mitarbeitern zusammen und setzt Verbesserungsbedarf um, der aus den umfangreichen Analysen hervorging. Das sollte das Ziel sein. Alle zwei Jahre führen wir eine Mitarbeiterbefragung durch. 2019 ist es wieder so weit. Da wird man sehen, ob die Vorgesetzten ihre Ziele erfolgreich umsetzen konnten.

### **Wozu betreiben Sie einen solch hohen Aufwand?**

Die Generationen Y und Z haben heute ein anderes Werteverständnis. Denn sie wollen nicht nur Karriere machen und Geld verdienen, sondern ein Arbeitsumfeld haben, in dem sie sich wohlfühlen. Überall lässt sich herausfinden, wer einen guten Ruf als Arbeitgeber hat: Facebook,

Xing und so weiter. Wir fragen alle jungen Menschen, die sich bei uns bewerben, wie sie auf Phoenix Contact gekommen sind. Die Antwort lautet: „Sie sind ein sehr guter Arbeitgeber.“ Dadurch bekommen wir die Leute; die Örtlichkeit spielt keine Rolle. Denn was nützt es ihnen, wenn sie in Berlin tätig sind und vielleicht auch gut verdienen, aber jeden Morgen mit Bauchschmerzen zur Arbeit gehen? Ein angenehmes Umfeld kann auch durch das höchste Gehalt und die schönste Stadt nicht ersetzt werden. Hinzu kommt noch, dass junge Menschen zwar schon gerne nach Berlin wollen, doch sobald Kinder dazukommen, wird es preislich schwierig. Hier draußen auf dem Land kostet ein allein stehendes Haus noch 300.000 Euro, doch in München steht eine eins davor. Das könnte auch ein Vorteil für unseren Standort sein.

### **Es geht vielen Bewerbern heute also nicht mehr unbedingt um ein besonders hohes Gehalt?**

Das Wesentliche ist das Wohlfühlen, nicht das Geld. Wir wollen nicht, dass die Menschen bei uns für Geld arbeiten, sondern für Phoenix Contact. Das machen wir nicht nur aus Selbstzweck. Es gibt hierfür messbare Größen. Die Besetzungsquote: Im letzten Jahr konnten die deutschen Unternehmen nur 75 Prozent der qualifizierten Positionen besetzen – wir 95 Prozent. Die Fluktuation: Deutschlandweit liegt die Fluktuation bei 8,6 Prozent – bei uns liegt sie bei 0,9 Prozent. Der Krankenstand: Deutschlandweit liegt er bei 8,7 Prozent – wir hatten 2017 im Durchschnitt 4,8 Prozent.

### **Entscheidend für viele qualifizierte Bewerber ist also vor allem das gute Betriebsklima?**

Ja, wir haben ein gutes Arbeitsumfeld und deswegen kommen die Leute zu uns.

Ich behaupte, bis zum Jahr 2030 werden viele Unternehmen aussterben, die keine gute Unternehmenskultur haben.

### **Wie meinen Sie das?**

Die wenigen Hochqualifizierten können sich ihren künftigen Arbeitgeber einfach auswählen. Ich erlebe das heute schon an der Hochschule, an der ich den Master „Wirtschaftsingenieur international“ unterrichte. Ein Jahr bevor die Studenten fertig sind, haben sie bereits fünf Angebote und brauchen sich nirgendwo bewerben. Fünf Angebote als Wirtschaftsingenieur! Das ist vielen Unternehmen gar nicht bewusst. Sie warten ab und schalten erst Anzeigen, wenn sie Personal brauchen. Dann sind die besten Absolventen aber schon weg. Man muss viel früher anfangen. Deswegen engagieren wir uns auch bewusst an der Hochschule, denn hier können Sie die besten Leute rekrutieren.

### **Welche Fähigkeiten müssen Arbeitnehmer in Zukunft vor allem mitbringen?**

Also, wenn ich von Kompetenzen spreche, wird vor allem eine deutliche Veränderungskompetenz wichtig werden. Was will ich damit sagen? Wenn jemand vor 30 Jahren einen Job angefangen hat, hat er ihn nach zehn Jahren ganz ähnlich gemacht. Heute erleben wir durch die digitale Transformation einen permanenten Wandel. Deswegen ist es wichtig, dass man bereit ist, sich auch zu verändern und nicht zu sagen: „Ich habe das jetzt gelernt. Das will ich jetzt so weitermachen.“ In fünf Jahren macht man vielleicht nicht etwas völlig anderes, aber man macht es in abgewandelter Weise. Lernbereitschaft, das ist etwas, was sehr, sehr entscheidend für die Zukunft ist. Man muss aufgeschlossen sein. Und noch eine Kompetenz: Man muss neugierig für Neues sein. □

Die Zukunftskonferenz für die Digitalisierung der Industrie

# INDUSTRY.forward

am 7. Juni 2018 in Berlin

Business Model Innovation,  
Digitalisierung der Kundenschnittstelle,  
New Work – die Geschäftsprozesse der  
Zukunft gestalten!



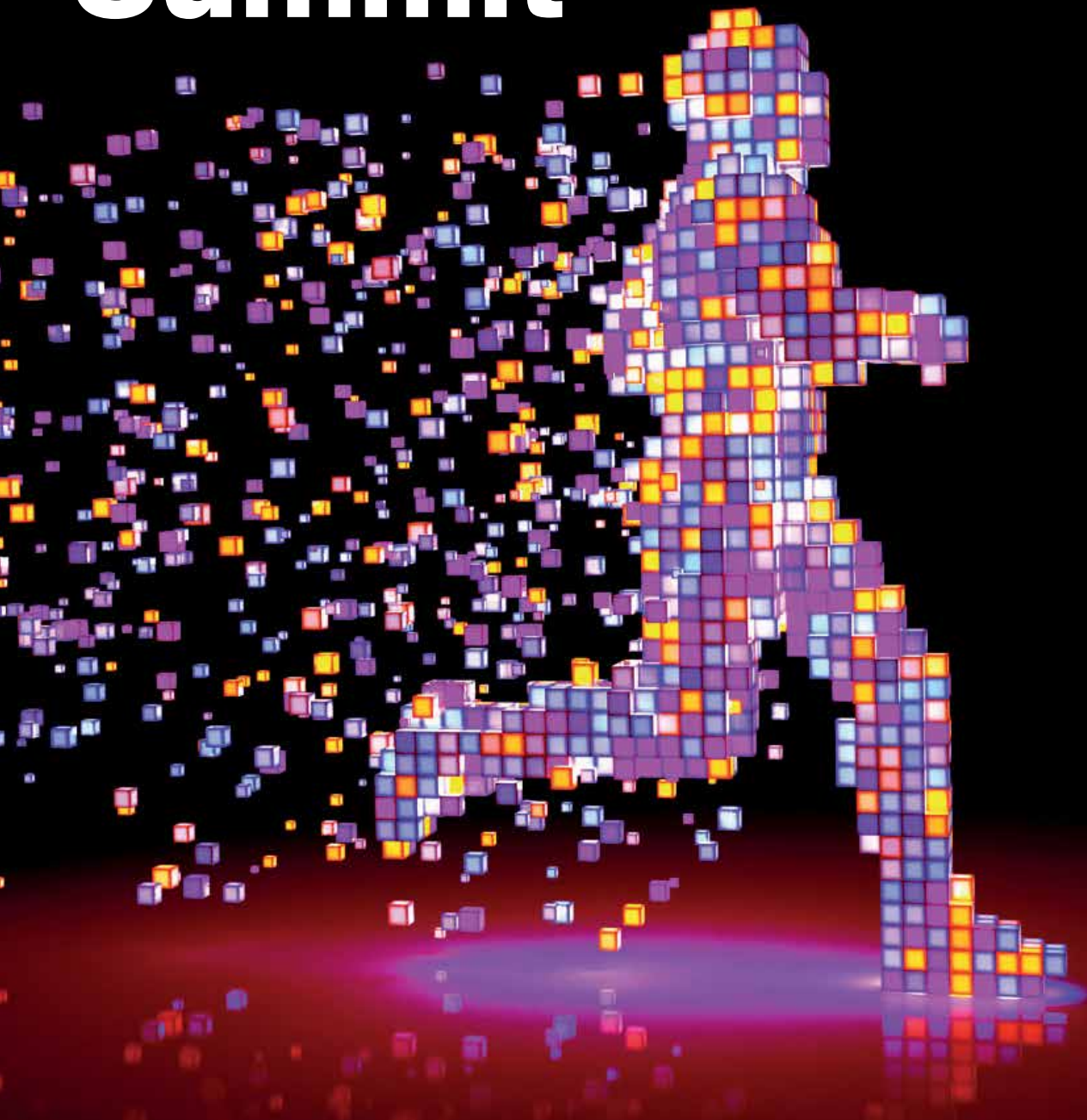
INDUSTRY  
FORWARD

## **Aus der Industrie für die Industrie**

Vernetzung, Digitalisierung und neue Geschäftsmodelle verändern die Beziehung zum Kunden und fordern neue agile Prozesse und Strukturen. Silos müssen aufgebrochen, neue Fähigkeiten entwickelt und Organisationen umgebaut werden.



# Summit



Der INDUSTRY.forward Summit ist Pulsgeber und gibt praktische Antworten, wie Industrieunternehmen diese Herausforderungen meistern. Die Strategie- und Praxis-erfahrenen Speaker kommen aus erfolgreichen Industrie- und Mittelstandsunternehmen. Jeder einzelne verfügt über Erfahrungen, wie relevante Elemente der digitalen Transformation gemeistert werden können – zusammen liefern sie eine Blaupause für den Digital Change eines Industrieunternehmens.

**Programmdetails,  
Speakerinformationen  
und Tickets unter:**

**[www.industry-forward.com](http://www.industry-forward.com)**

Umfrage zu Mitarbeitersuche und -bindung

# DIE ARBEITSWELT MUSS SICH DEM DIGITALEN WANDEL ANPASSEN

Die digitale Transformation bringt nicht nur in technischer Hinsicht viele Herausforderungen mit sich, sondern verändert auch die Arbeitswelt in erheblichem Maße. Angestellte müssen neue Fähigkeiten erlernen, bisherige Berufsbilder wandeln sich und neues Fachwissen ist nötig. Angesichts dieser Herausforderungen haben wir einigen Unternehmen folgende Fragen gestellt: Wie schaffen Sie es, sich die Dienste von talentierten und gut ausgebildeten Berufseinsteigern und Fachkräften zu sichern? Und wie gelingt es Ihnen, die besten davon langfristig zu binden?

**UMFRAGE:** Florian Mayr, Anna Gampenrieder, Florian Streifinger, E&E

**BILDER:** iStock, Gremlin; Arrow, Harting, Infineon, ODU, Schukat, Stäubli, Maximilian Mutzhas, Christian Schwier



## RUTH BECK

Klassische hierarchische Modelle in einer Unternehmensstruktur gehören mehr und mehr der Vergangenheit an. Flache Organisationen sind viel besser dazu geeignet, ein Unternehmen und damit seine Mitarbeiter auf sich schnell ändernde Bedingungen einzustellen. Es gilt nun, die Weiterentwicklung von Mitarbeitern auf neuen Ebenen zu denken, die sich in verschiedene Richtungen bewegt statt nur rein vertikal. Unternehmen, die diese neuen Ansätze verstehen und umsetzen können, sind in der Lage, den „Mitarbeiter der Zukunft“ erfolgreich anzusprechen und länger zu halten. Und das auf Basis von interessanten und abwechslungsreichen Aufgaben und Projekten. Durch Work Life Integration können sich zudem das berufliche und private Leben gegenseitig befruchten, beispielsweise durch großartige menschliche Erfahrungen im Rahmen von Corporate Social Responsibility-Projekten.

Ruth Beck, Vice President HR,  
Arrow EMEA Components



## RALF MEMMEL

Infineon ist weltweit aktiv, um geeignete Kandidaten über verschiedene Kanäle zu finden. Dazu gehen wir zum Beispiel Kooperationen mit Universitäten ein, arbeiten mit Schulen, besuchen Messen oder veranstalten spezielle Events. Auch arbeiten wir kontinuierlich an unserem Bekanntheitsgrad und am Employer Branding. Bereits Schüler können Infineon in Praktika oder über ein Projektseminar kennenlernen. Infineon bildet bedarfsgerecht aus und bietet sowohl klassische Ausbildungsberufe als auch eine Vielzahl dualer Studiengänge an in Bereichen, die für unseren Unternehmenserfolg kritisch sind. Der Vorteil ist, die Studierenden wissen, in welchem Bereich sie später arbeiten werden. Wir haben viele Werkstudenten, bieten globale Trainee-Programme an oder unterstützen Promotoren.

Ralf Memmel, Leiter des HR Future  
Work Environment von Infineon



## GERLINDE DILG

Bewerber können sich heute aufgrund der Digitalisierung sehr gut informieren. Die Unternehmen sind transparenter als früher. Zugleich sinkt allgemein die Loyalität gegenüber einer Firma. Wir tun viel für familienfreundliche Strukturen mit flexiblen Arbeitszeiten, Elternzeit und individuellen Regelungen soweit es wirtschaftlich vertretbar ist. Dazu fördern wir aktiv die Weiterbildung unserer Mitarbeiter und bieten attraktive Sozialleistungen. Unser Recruiting-Team beschäftigt sich außerdem sehr intensiv mit Methodik und dem Handling der Mitarbeiterfindung. Gerade bei Online-Bewerbungen erwarten Bewerber eine schnelle Rückmeldung. Sie wollen sich schnell, unkompliziert und umfassend bei Bewertungsportalen über neue Arbeitgeber informieren. Umgekehrt wollen sie auch gerne gefunden werden. Deshalb sind wir auf diesen Plattformen aktiv.

Gerlinde Dilg, Personalleiterin  
von ODU



## EDITH SCHUKAT

Als Familienunternehmen setzen wir auf eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unseren Mitarbeitern, eine freundliche Arbeitsatmosphäre und kurze Entscheidungswege. Fachkräfte übernehmen bei uns stetig mehr Verantwortung und entwickeln sich weiter. Sie erhalten die Sicherheit, langfristig und selbstständig an Projekten und Strategien arbeiten zu können sowie Kunden- und Herstellerbeziehungen zu pflegen. Besonderen Wert legen wir auf die Förderung junger Talente, die wir gewissenhaft auswählen: Unsere kaufmännischen und IT-Auszubildenden bekommen bei uns die Möglichkeit, ausbildungs- oder berufsbegleitend zu studieren, und nutzen das sehr häufig. Ihnen vertrauen wir später gerne verantwortungsvolle Positionen an, zum Beispiel im Line- und Produktmanagement.

Edith Schukat, Prokuristin von  
Schukat Electronic



## THOMAS SPINDLER

Stäubli wächst stetig und vergrößert an mehreren Standorten sein Team. Daher sind wir immer auf der Suche nach interessierten Mitarbeitern. Zur Rekrutierung greifen wir auf Kanäle wie Online-Job-Portale, Tageszeitungen und Anzeigen auf unserer Website zurück. Nutzen aber auch Kontakte zu Bildungseinrichtungen, Messen und Mitarbeiterempfehlungen. Wir sind international aufgestellt und in vielen Bereichen aktiv. Durch unser breites Anwendungsspektrum in der Industrie sind die Aufgabengebiete sehr vielseitig. Dadurch können wir spannende und abwechslungsreiche Betätigungsfelder bieten. Gleichzeitig fördern wir Talente und unterstützen unsere Arbeitnehmer gezielt bei der Weiterbildung. Einen Großteil unserer Führungskräfte rekrutieren wir aus den eigenen Reihen.

Thomas Spindler, Head of Sales & Marketing Stäubli Electrical Connectors



## REINER GERSTNER

Bei der Nachwuchssicherung setzen wir auf eine fundierte kaufmännische und technische Berufsausbildung und eine enge Zusammenarbeit mit Hochschulen. Wir unterstützen etwa die Studentengruppe TUfast Eco Team, die unseren Elektro-Antrieb in ihrem Rennwagen verwendet und damit erfolgreich an Wettbewerben teilnimmt. Zudem sind wir Praxispartner bei „Hochschule Dual“ und bieten Studierenden die Möglichkeit, ihre Abschlussarbeit bei TQ zu verfassen. Hinzu kommt, dass unsere Aufgabengebiete sehr abwechslungsreich sind. Mitarbeitern können bei Leuchtturmprojekten mitwirken, etwa bei der Produktion von Robotern oder der Markteinführung des selbst entwickelten Hochleistungsantriebs für E-Bikes.

Reiner Gerstner, Chief Marketing Officer der TQ-Group



## PHILIPP WOLTER

Wago bietet talentierten Berufseinsteigern spannende Positionen mit Entwicklungsperspektiven in unterschiedlichen Bereichen. Wichtig sind zum einen die sehr interessanten Aufgaben mit viel Freiraum als auch die kurzen Entscheidungswege, die ein Familienunternehmen ausmachen, sowie Professionalität und ein starkes Wachstum. Um unsere neue Mitarbeiter langfristig an Wago zu binden, bieten wir unterschiedliche Maßnahmen an. Diese beinhalten verschiedene Entwicklungs- sowie individuell abgestimmte Weiterbildungs- und Schulungsprogramme. Außerdem unterstützen wir unsere Mitarbeiter aktiv im Bereich Work-Life-Balance. Mit Angeboten von der Kinderbetreuung bis hin zum Lebenslagen-Coaching übernehmen wir Verantwortung für unsere Mitarbeiter.

Philipp Wolter, Recruiting und Personalmarketing bei Wago



## SONJA ROTH

Wir gewinnen junge, talentierte Fachkräfte unter anderem, indem wir ihnen die Möglichkeit bieten, in spannenden, zukunftsweisenden Digitalisierungsprojekten zu arbeiten. Sie können bereichsübergreifend an verschiedenen Harting-Standorten tätig sein, auch im Ausland. Darüber hinaus profitieren unsere Nachwuchskräfte vom breiten Angebot an Weiterbildungsmöglichkeiten, zum Beispiel als E-Learning, über Präsenzveranstaltungen oder auch durch die Förderung von berufs begleitenden Studiengängen. Die Seminare reichen von Soft Skills bis hin zur Digitalen Transformation. Unser betriebliches Gesundheitsmanagement Fit@Harting wird von den Mitarbeitenden ebenfalls sehr gut genutzt. Zudem bietet Harting über 50 verschiedene Gleitzeit- und über 100 Teilzeitmodelle sowie Home-Office an.

Sonja Roth, Zentralbereichsleiterin Personal bei Harting

Interview mit Stefan Hoitz, Michael Page

## „Das Lohngefälle nimmt ab“

Der Arbeitsmarkt hat sich zu einem Kandidatenmarkt entwickelt, sagt Stefan Hoitz, Director bei der Personalvermittlung Michael Page. Im Zeitalter des Fachkräftemangels bewerben sich nicht mehr nur Arbeitssuchende bei Unternehmen, sondern auch Unternehmen bei den Kandidaten. Im Gespräch mit E&E erklärt Hoitz daher unter anderem, welche Berufe besonders gefragt sind und was angehende Techniker und Ingenieure an Gehalt erwarten können.



DAS INTERVIEW FÜHRTE: Florian Mayr, E&E BILD: Michael Page

*Herr Hoitz, Sie sind seit sechs Jahren bei Michael Page tätig. Wie gefragt ist die Personalvermittlung heutzutage?*

Sehr gefragt. Es ist ein nach wie vor ein wachsender Markt. Die Bereitschaft mit Personaldienstleistern zu arbeiten, ist mittlerweile bei fast jedem Unternehmen vorhanden. Das war zu Beginn meiner Karriere noch anders. Damals war es noch eine teilweise erklärungsbedürftige Dienstleistung. Dass das heute nicht mehr so ist, liegt auch daran, dass viele Unternehmen nicht mehr in Lage sind, ihre Positionen alleine zu besetzen.

*Wer sind Ihre primären Kunden?*

Unsere Kunden reichen vom Start-up-Unternehmen bis hin zum DAX-30-Konzern.

*Aktuell ist man in manchen Regionen Deutschlands, zumindest gefühlt, schon nahe an der Vollbeschäftigung. Wie sehen Sie den Stand des deutschen Arbeitsmarktes?*

Grundsätzlich ist es so: Je spezialisierter eine Position, desto größer ist die Nachfrage und desto geringer das Angebot an Kandidaten. Mittlerweile ist es tatsächlich so, dass wir von einem Kandidatenmarkt sprechen. Ein guter Kandidat kann sich heute aussuchen, in welchem Unternehmen er arbeitet. Der Kandidat bewirbt sich heute nicht mehr beim Unternehmen, sondern Unternehmen bewerben sich beim Kandidaten. Das hat sich in den letzten Jahren deutlich verändert.

*In der Tagespresse wird immer wieder ein Fachkräftemangel beklagt. Gibt es einen solchen in Deutschland?*

Das ist sehr positions- und branchenbezogen. Wie ich gerade sagte: Je spezialisierter, desto schwieriger ist es für die Unternehmen, geeignete Fachkräfte zu finden. Es gibt auch einige Unternehmen, die mit Sicherheit bis zu zwölf Monate die jeweilige Position nicht besetzen können. Aber das würde ich jetzt nicht pauschal auf den gesamten Arbeitsmarkt ausdehnen.

*Welche Berufsfelder sind im Bereich Engineering derzeit besonders gefragt?*

Das sind die Bereiche, in denen intensiv nach Fachkräften gesucht wird. Viele Unternehmen sind dabei, stärker zu automatisieren und ihre Produktionslinien und Prozesse zu digitalisieren. Gesucht werden vor allem Positionen im Bereich Software- und Hardwareentwicklung sowie im System Engineering, also im Bereich des sogenannten Embedded Engineering. Ein weiteres Thema sind die großen Datacenter, die an vielen Orten entstehen. Klima- und Kältetechniker werden dort unter anderem sehr stark gesucht und sind gefragte Berufszweige.

*Welche Fachkräfte sind sonst noch gefragt?*

Das ist je nach Branche sehr unterschiedlich. Speziell für den Bereich der Digitalisierung kann ich aber sagen: Hier werden neben den klassischen Positionen im Bereich der Entwicklung von Soft- und Hardware auch Projektmanager mit Know-how im Bereich der Elektrotechnik stark nachgefragt.

*Wie wichtig ist Unternehmen erste Berufserfahrung bei den Bewerbern?*

Unternehmen haben zum Teil sehr spezifische Anforderungen. Die Absolventen von der Uni und auch von Ausbildungsberufen werden in den Unternehmen häufig weiter ausgebildet, um ihnen spezifisches Know-how mitzugeben. Viele Unternehmen investieren nochmal ein bis zwei Jahre in den Kandidaten bis er tatsächlich das nötige Wissen hat. Deswegen ist es für viele Unternehmen auch spannend, sich gerade die jungen Kandidaten mit zwei bis drei Jahren Berufserfahrung vom Markt zu angeln, um genau diesem Investitionszeitraum ein Stück weit zu entgehen.

*Am gefragtesten am Arbeitsmarkt sind also vor allem junge Leute mit ein paar Jahren Berufserfahrung?*

Ja, im Sinne von noch formbar im Wissen und noch offen für neue Eindrücke. Das ist immer gefragt, gepaart mit den ersten Jahren Berufserfahrung.

*Weil wir gerade beim Thema Berufseinsteiger sind: Was verdienen junge Techniker und Ingenieure?*

Im Bereich Techniker, das heißt mit Berufsausbildung, sind wir als Berufseinsteiger im Bereich von 32.000 Euro bis 40.000 Euro Jahresgehalt. Ingenieure liegen mit dem entsprechenden Studienabschluss bei rund 40.000 bis 50.000 Euro. Es gibt aber auch Unternehmen, die für Absolventen weit über 50.000 Euro bezahlen.

*Das wirkt, als seien Techniker ebenso gefragt wie Studienabsolventen.*

Sie sind ebenso gefragt wie Ingenieure, absolut.

*Können Absolventen in der heutigen Situation selbstbewusster auftreten und mehr Gehalt verlangen?*

Die Gehälter haben sich in den letzten Jahren schon sehr nach oben entwickelt – auch bedingt durch die Knappheit der entsprechenden Fachkräfte. Wie üblich in der freien Marktwirtschaft bestimmt das Angebot die Nachfrage. Im Wesentlichen haben aber Unternehmen klare Gehaltsvorstellungen in Bezug auf Absolventen. Es gibt also weniger den klassischen Verhandlungsspielraum, sondern es ist beim Berufseinstieg vielmehr die Frage, in welche Branche gehe ich und wie groß ist das Unternehmen.

*Unterscheiden sich die Einstiegsgehälter in den verschiedenen Branchen – zum Beispiel Pharma, Maschinenbau – voneinander?*

Nein, das unterscheidet sich nicht so sehr beim Einstieg. Branchenunterschiede entwickeln sich eher im Zuge der Berufslaufbahn. Was man hingegen immer wieder feststellt, ist ein Unterschied zwischen KMUs und Konzernen.

*Wie schwer ist es, Personal an Unternehmen zu vermitteln, deren Standorte nicht in den großen, hippen Städten liegen?*

Viele Unternehmen haben mit der Location zu kämpfen, wenn sie sehr weit von Ballungsgebieten entfernt sind. Das ist zunehmend zu beobachten. Andererseits gibt es auch sehr viele Local Heroes, die sehr beliebte Arbeitgeber in einem gewissen Einzugsgebiet sind. Viele Unternehmen machen das sehr geschickt, indem sie sich regional einbringen und gut positionieren. Aber klar, der Kampf um die guten Arbeitskräfte, ist auf dem Land genau so groß wie in der Stadt.

*Was müssen Unternehmen abseits der Ballungsgebiete machen, um sich die Dienste der besten Fachkräfte zu sichern?*

Sie müssen sehr stark am Thema Employer Branding arbeiten und sich ein gutes Image aufbauen. Gerade in ländlicheren Gegenden sprechen sich Arbeitsbedingungen, gute aber auch negative Meinungen von Mitarbeitern noch schneller herum als in der Stadt. Es ist auch wichtig, frühzeitig mit Schulen zusammenzuarbeiten, um mit den Schülern rechtzeitig über Ausbildungsplätze zu sprechen und sie für sich zu gewinnen. In den ländlichen Gegenden sind die Unternehmenszugehörigkeiten noch immer sehr lang.

*Wie wichtig ist in solchen Regionen der Faktor Gehalt? Gibt es noch ein Gefälle zwischen Stadt und Land?*

Das hat sich sehr verändert. Vor einigen Jahren gab es noch ein deutlicheres Gefälle. Unternehmen in ländlicheren Gegenden haben aber immer mehr Schwierigkeiten, Fachkräfte nur aus der Region zu rekrutieren. Sie müssen also mehr und mehr Experten aus der Stadt anziehen. Diese bekommen sie natürlich nicht, wenn sie weniger bezahlen. Insofern hat eine Anpassung stattgefunden.

*Zum Ende hin möchte ich noch auf die Fähigkeiten zu sprechen kommen, die für Arbeitgeber heute interessant sind. Welche Weiterbildungen sollten Arbeitnehmer wahrnehmen, welche Fähigkeiten schärfen?*

Es werden immer mehr Softwarekenntnisse gefordert. Seien es Programmiersprachen wie C, C++ oder C#, seien es CAD-Kenntnisse und Erfahrungen mit zum Beispiel Catia, SolidWorks oder Creo beziehungsweise CAE-Kenntnisse wie Eplan oder aber auch ERP-Kenntnisse wie beispielsweise SAP. Steuerungstechniken wie SPS oder S7 sind ebenfalls ein großes Thema. Außerdem werden die Unternehmen zunehmend internationaler; Englisch ist daher entscheidend. Kommunikations-Skills sind allgemein relevant.

*Ist Bewerbern ein entsprechendes Weiterbildungsangebot seitens der Unternehmen wichtig?*

Kandidaten ist es heute sehr wichtig, wenn sie sehen, dass in ihre Karriere weiter investiert wird.

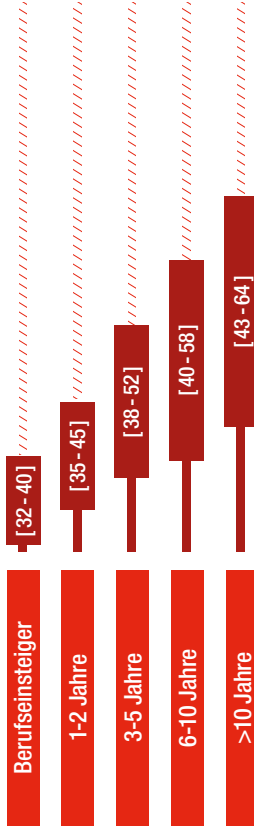
# GEHÄLTER

## INGENIEURE & ELEKTROTECHNIKER

### GEHÄLTER NACH BERUFSERFABHRUNG

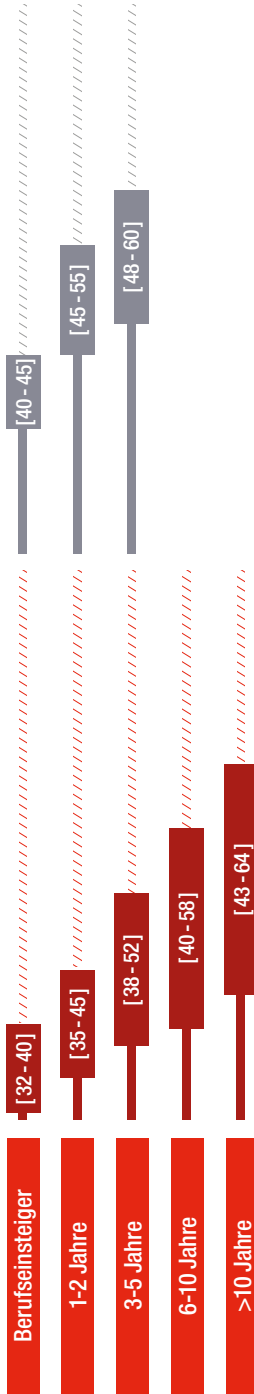
#### TECHNIKER

Spanne der durchschnittlichen Fixgehälter in KEUR



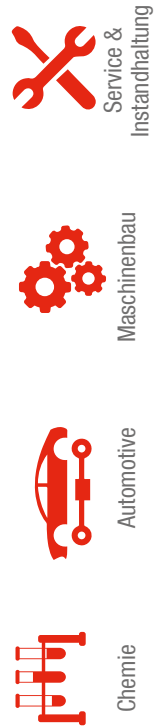
#### INGENIEURE

Spanne der durchschnittlichen Fixgehälter in KEUR



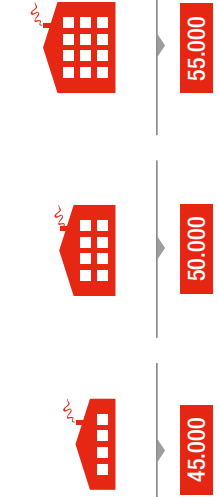
### GEHÄLTER NACH BRANCHEN

Durchschnittliches Fixgehalt in EUR



### GEHÄLTER NACH UNTERNEHMENSGRÖSSE

Durchschnittliches Fixgehalt in EUR





## GEHALTSTABELLE: ALLE UNTERSUCHTEN POSITIONEN AUF EINEN BLICK

FUNKTIONSBEREICH	MIN*	MAX*	Ø Fixgehalt in EUR
Qualitätsingenieur	45.000	65.000	50.000
Elektroingenieur	42.000	65.000	55.000
Versuchingenieur	42.000	55.000	48.000
Junior Projektingenieur	42.000	55.000	45.000
Qualitätstechniker	42.000	55.000	45.000
Inbetriebnahme-Ingenieur	40.000	60.000	50.000
SPS-Techniker	38.000	65.000	47.000
Konstrukteur	38.000	55.000	46.000
Service-Techniker	36.000	55.000	46.000
Gebäudetechniker	33.000	48.000	43.000
Elektroniker	32.000	48.000	42.000
Instandhalter	32.000	45.000	40.000
Technischer Zeichner	30.000	38.000	34.000

\* Gehaltsangaben exklusive Zusatzleistungen

Die Gehaltsangaben für das Jahr 2017 basieren auf einer Analyse der von Page Personnel durchgeführten Vermittlungen sowie aus Kandidaten- und Kundengesprächen im Bereich Ingenieure & Techniker. Die Gehaltsangaben stellen Bruttojahresgehälter im Durchschnitt für den Großraum Frankfurt und Düsseldorf dar, die im individuellen Vergleich abweichen können.

## AUFGESCHRAUBT: DELUXE-KORKENZIEHER FÜR HOBBY-SOMMELIERS

Wenn es um Wein geht, schadet ein wenig Extravaganz nie. Mit dem elektrischen Korkenzieher Avec Plaisir kann das ein oder andere bewundernde Staunen abgesehen werden. Denn auch wenn bereits ein oder zwei Gläser über den Durst getrunken wurden, verlassen den Besitzer seine Kräfte und Geschicklichkeit beim Öffnen eines guten Tropfens nicht. Die Apparatur wird einfach auf den Flaschenhals gesetzt, ein Knopf gedrückt und im Nu ist die Flasche geöffnet. Und das ohne unnötiges Gezerre, Flecken und etwaige Peinlichkeiten.



In unserer Rubrik „Aufgeschraubt“ zeigen wir Ihnen Produkte aus dem Consumer-Bereich auf eine andere Art und Weise. Statt des Gehäuses schauen wir uns das Innenleben der Geräte an. Wenn Sie Ideen haben, was wir für Sie aufschrauben sollen, lassen Sie es uns einfach wissen ([newsdesk@publish-industry.net](mailto:newsdesk@publish-industry.net)). □

# NTG-6R

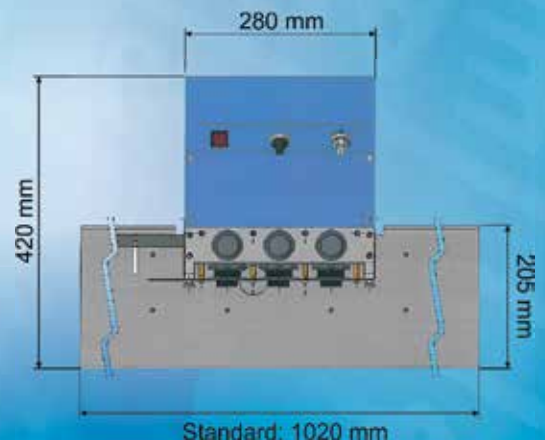
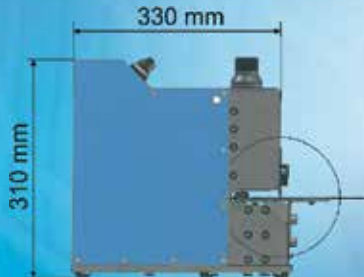
**Speziell zum Trennen von  
Aluminiumleiterplattennutzen**



- verstellbarer Längsanschlag
- höhenverstellbares Führungsblech
- einzeln einstellbare Messerpaare
- dreistufiger Trennvorgang
- ermöglicht das Trennen in nur einem Vorgang
- praktisch unbegrenzte Länge des Nutzens



Das dreistufige Trennverfahren ist insbesondere für Aluminiumnutzen entwickelt worden. Selbstverständlich können jedoch auch Standardnutzen wie z.B. FR4 getrennt werden.



Technische Änderungen vorbehalten.

Mehr Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie unter [www.bjz.de](http://www.bjz.de)

**BJZ GmbH & Co. KG**  
Berwanger Str. 29 • D-75031 Eppingen/Richen

Telefon: +49 -7262-1064-0  
Fax: +49 -7262-1063  
E-Mail: [info@bjz.de](mailto:info@bjz.de)  
Web: [www.bjz.de](http://www.bjz.de)

# Die Königsklasse

der Lufttechnik



## Zukunft spüren

**ZAcube** – Die neue High-Efficiency Ventilatorenformation

**Quadratisch – praktisch – ZAcube.** Mit einzigartigem Premium Optimizer für deutlich höhere Luftleistung, höheren Wirkungsgrad und geringere Akustik. Stapelbar bis zu 5 Ebenen (auch Vorfertigung und Krantransport von komplettem Stapel möglich). Glatte Oberflächen, keine scharfen Kanten – perfekt optimiert für RLT-Hygienerichtlinien. So sieht Technik der Zukunft aus! [www.ziehl-abegg.de](http://www.ziehl-abegg.de)



23.04.-27.04.2018  
Halle 11 – Stand E59



Viele Kombinations-  
möglichkeiten –  
passgenau für jeden  
Anwendungsbedarf

Die Königsklasse in Lufttechnik, Regeltechnik und Antriebstechnik



Bewegung durch Perfektion

ZIEHL-ABEGG   
**RETROFITBLUE**

ZAcube – bestens geeignet für schnelle,  
unkomplizierte Modernisierungsmaßnahmen

**ZIEHL-ABEGG** 