



# ELEKTRONIK PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

Wissen.  
Impulse.  
Kontakte.

19

B19126

5. Oktober 2015

€ 12,00



**EBV** Elektronik  
| An Avnet Company |

## Internet der Dinge – Chance und Herausforderung

Beim Internet der Dinge wachsen die Disziplinen Sensorik, Aktorik, Datenverarbeitung, Connectivity und Security zusammen – eine Herausforderung für Viele, nicht aber für EBV.

### EMV-tauglicher Hall-Sensor

Unter welchen technischen Voraussetzungen sich Wege und Winkel sicher erfassen lassen.

Seite 28

### Wärmemanage- ment-Knowhow

Geballtes Wissen für Hardwareentwickler und Gerätebauer auf den Cooling Days 2015.

Seite 42

### Reduktion von Spannungsverlust

Wie die Gleichstrom-Analyse thermische und elektrische Gefahren aufdeckt.

Seite 58

auf Anfrage -  
30 Tage netto  
Zahlungskonditionen  
verfügbar

**DIGIKEY.DE**

Die weltweit grösste Auswahl an elektronischen Komponenten für die sofortige Lieferung!

# DIE Bezugsquelle der Bauteile für IHR neues Design!



**KOSTENLOSER  
VERSAND**  
FÜR BESTELLUNGEN  
ÜBER 65 €!



TELEFON: 0800 180 01 25

**DIGIKEY.DE**

**Digi-Key**<sup>®</sup>  
ELECTRONICS

ÜBER 1.100.000 PRODUKTE AUF LAGER | ÜBER 650 BRANCHENFÜHRENDE ANBIETER | 100% AUTHORIZIERTER DISTRIBUTOR

\*Für alle Bestellungen unter 65,00 € wird eine Versandgebühr von 18,00 € erhoben. Alle Bestellungen die mit UPS versandt werden, haben eine Lieferzeit von 1-3 Tagen (abhängig vom Endbestimmungsort). Keine Bearbeitungsgebühren. Alle Preise verstehen sich in Euro und enthalten Zollgebühren. Bei einem zu großen Gewicht oder bei unvorhergesehenen Umständen, die eine Abweichung von diesem Tarif erfordern, werden Kunden vor dem Versand der Bestellung kontaktiert. Digi-Key ist ein autorisierter Distributor für alle Lieferpartner. Neue Produkte werden täglich hinzugefügt. © 2015 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ecja  
MEMBER

ecs  
member

CEDM  
MEMBER

# München leuchtet und meine Wut lässt langsam nach

**M**ünchen leuchtet – die Weltstadt mit Herz wurde zum Licht am Ende des Tunnels für viele Tausend Flüchtlinge. München, ich verneige mich vor dir. Du hast mir die Wut genommen und bist zur Hauptstadt der Menschlichkeit geworden. Die Welt blickt jetzt wieder mit mehr Respekt auf Deutschland. Und ich bin stolz auf uns.

Richtig wütend war ich in den letzten Wochen, weil in Deutschland wieder Häuser brannten und die braune Soße unseren Ruf als weltoffenes, modernes und verantwortungsvolles Land besudelte. Diese Nazis richten in ihrer Verblendung einen unermesslichen Schaden für Deutschland an. Stellen Sie sich nur mal vor, was mehr als eine Milliarde Menschen in aller Welt denken, wenn sie im Fernsehen oder Internet sehen, wie in Deutschland Asylantenheime brennen.

Ich glaube aber, dass die Nazis mit ihren feigen Taten auch ein Stück weit dazu beigetragen haben, dass die Stimmung in Deutschland gekippt ist – ins Positive. Viele Politiker wie Bürger haben gemerkt, dass wir nun handeln müssen und dass wir helfen müssen. Wer sollte diese große Flüchtlingswelle auch sonst bewältigen, wenn nicht wir?

*„Für viele Länder sind wir ein Vorbild. Ich ärgere mich über jeden, der dieses Image durch Dummheit beschädigt.“*



**Johann Wiesböck**, Chefredakteur  
johann.wiesboeck@vogel.de

Natürlich brauchen wir unsere Partner in Europa dazu. Die nehmen wir mit unserem Vorbild in die Pflicht. Das hat auf Dauer viel mehr Wirkung als jeder Appell und jede Schelte. Aber ernüchternd ist es schon, dass alle EU-Nehmerländer östlich Deutschlands ernsthaft glauben, sie könnten sich raus mogeln.

Was mir auch noch Sorgen macht, ist die unklare Haltung zu den Flüchtlingen vieler normaler Menschen in meiner Umgebung – privat wie beruflich. Woher kommt die Angst vor dieser Situation? Warum sieht man nur die Probleme und hat so wenig Mitgefühl?

Sehen wir der Situation doch ins Auge. Nehmen wir die Herausforderung an. Oder kennt jemand eine bessere Alternative? Jeder sollte sich das überlegen und dann Stellung beziehen. Ich habe mich entschieden. Wir müssen helfen.

Herzlichst, Ihr



**EKL**®  
electronics cooling

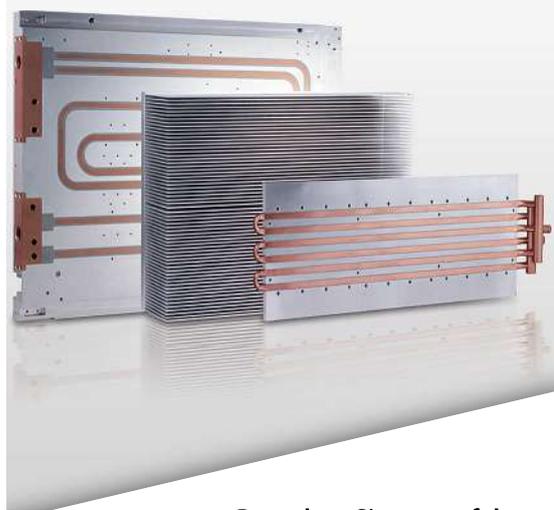
## HOCHLEISTUNGSKÜHLKÖRPER

Über 20 Jahre Erfahrung

Kundenspezifische Kühlkörper

Große Auswahl an Fertigungstechnologien

Moderne Entwicklungswerkzeuge (Simulationssoftware und Thermografie)



Besuchen Sie uns auf den:

**COOLING DAYS**

21. Oktober 2015 in Würzburg

[www.ekl-ag.de](http://www.ekl-ag.de)

## BAUTEILEBESCHAFFUNG

### Internet der Dinge – Chance und Herausforderung zugleich

EBV unterstützt seine Kunden mit Know-how, das weit über die rein technischen Aspekte des Internets der Dinge hinaus reicht. Der Distributor bietet Informationen über die Möglichkeiten des IoT: Das Angebot reicht von Seminaren bis hin zu komplexen Beratungsdienstleistungen. Dies kann dazu führen, dass Kunden gar ihr Geschäftsmodell überdenken und eine neue Dienstleistung anbieten und so ohne großen Mehraufwand die Wertschöpfung intensivieren.

# 25



## ELEKTRONIKSPIEGEL

- 6 **Zahlen, Daten, Fakten**
- 8 **Events**
- 12 **News & Personalien**
- 20 **Branchen & Märkte**

## SCHWERPUNKTE

### Bauteilebeschaffung

#### TITELTHEMA

- 25 **IoT – Chance und Herausforderung zugleich**  
Beim IoT wachsen die Disziplinen Sensorik, Aktorik, Datenverarbeitung, Connectivity und Security zusammen. Eine Herausforderung für Viele, nicht aber für EBV.

### Industrieelektronik

- 28 **Hall-Sensor integriert 100-nF-Kondensatoren**  
Zum EMV-sicheren Erfassen von Wegen und Winkeln integriert der Hall-Sensor HAC 830 zwei Blockkondensatoren mit dem branchenhöchsten Wert von 100 nF im TO92-UP-Gehäuse und ist bis über 7 kV ESD-fest.

### Wärmemanagement

- 32 **Vorteile von Kühlgeräten im Hybridbetrieb**  
Bei seiner neuen Kühlgerätegeneration Blue e+ setzt Rittal erstmals auf eine Hybridtechnologie in Kombination mit einer Inverterregelung. Wie die Neuentwicklung funktioniert, zeigt dieser Beitrag.

- 42 **Wärmemanagement für Hardwareentwickler**  
Die Cooling Days 2015 bieten geballtes Wärmemanagement-Knowhow. Schwerpunkte in diesem Jahr sind Grundlagen am 20. Oktober, Technikrends und Best Practice am 21. Oktober sowie Leistungselektronik am 22. Oktober.

### Passive Bauelemente

- 44 **Wie Sie Superkondensatoren sinnvoll einsetzen**  
Superkondensatoren sind eine ideale Ergänzung zu herkömmlichen Akkus. Hier erfahren Sie alles über Aufbau, Eigenschaften und sinnvolle Einsatzbereiche dieser leistungsfähigen Energiespeicher.

### Nützliche Helfer

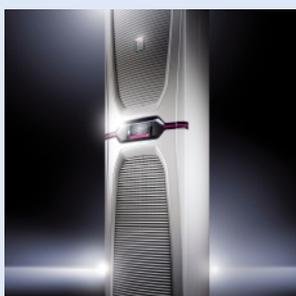
- 54 **Passende Filterlösungen für Elektrofahrzeuge**  
Wegen ihrer Motorinverter sind Elektrofahrzeuge massive elektromagnetische Störenfriede. Daraus resultierende EMV-Probleme lassen sich mit den richtigen Filterlösungen jedoch in den Griff bekommen.

### EDA

- 58 **Reduktion von Spannungsverlust**  
Bei Boardstrukturen mit niedrigen Spannungen und hohen Strömen ist der Spannungsabfall auf Leiterbahnen nicht vernachlässigbar. Die Gleichstrom-Analyse deckt thermische und elektrische Gefahren auf.

### Special

- 62 **Innovationen aus Baden-Württemberg**  
Baden-Württemberg ist Standort vieler Hidden Champions, die in ihrem Bereich weltweit Marktführer sind. Wir stellen Ihnen eine Auswahl von Elektronikunternehmen vor.



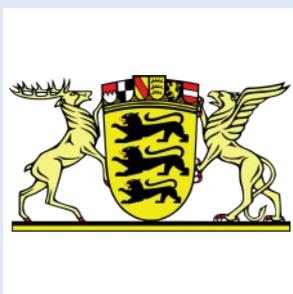
**32** Vorteile von Kühlgeräten im Hybridbetrieb



**44** Wie Sie Superkondensatoren sinnvoll einsetzen



**54** Passende Filterlösungen für Elektrofahrzeuge



**62** Innovationen aus Baden-Württemberg

## TIPPS & SERIEN

- 18 **Analog-Tipp**  
Was die Rauschzahl über A/D-Wandler verrät

## ZUM SCHLUSS

- 74 **Dieter Liesabeths, CREE**  
Spezialisiert und konzertiert die SiC-Potenziale pushen

## RUBRIKEN

- 3 **Editorial**  
22 **Online**  
48 **Interview**  
72 **Impressum & Inserentenverzeichnis**

### Power Kongress

20.-21.10.2015, Würzburg

Der Power-Kongress 2015 bietet den Teilnehmern zwei Tage mit Expertenvorträgen, Best-Practice-Beispielen und einer Ausstellung.

[www.power-kongress.de](http://www.power-kongress.de)



# The EBV-IoT

Smart, Secure, Connected – Everywhere

Seit Jahren unterstützt EBV Kunden in ganz Europa bei Anwendungen, die heute unter den Begriff IoT fallen. Die EBV Vertriebstams und unsere Markt- und Technologiesegmente unterstützen Kunden dabei eigene IoT Anwendungen zu entwickeln und neue Features wie wireless und security zu integrieren. Zusätzlich bieten wir mit EBVchips ganz neue Produkte an, die es so im Markt noch nicht gibt. Für alle Fragen rund ums Thema IoT wenden Sie sich bitte an Ihre lokalen EBV Partner oder besuchen Sie uns unter [ebv.com/iot](http://ebv.com/iot).

Distribution is today.  
Tomorrow is EBV!  
[www.ebv.com/de](http://www.ebv.com/de)

 **EBV Elektronik**  
| An Avnet Company |

## AUFGEMERKT

Bild: Evan-Amos/Wikipedia/Public Domain

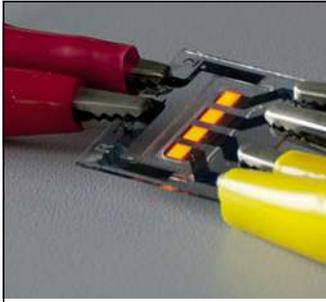


## GameCube-Sonderedition Panasonic Q

Die Konsole Panasonic Q (SL-GC10) war eine offizielle Sonderedition des Nintendo GameCubes und wurde von Panasonic hergestellt. Der Unterschied zum Standard-GameCube bestand darin, dass er neben Spielen auch DVDs sowie Audio-CDs abspielen konnte. Panasonic Q wurde ausschließlich in Japan vertrieben und kam im Dezember 2001 für 39.800 Yen (umgerechnet ca. 300 Euro) auf den Markt. Ein Merkmal des Panasonic Q war seine hintergrundbeleuchtete Flüssigkristallanzeige. Die Konsole verfügt über drei

Cinch-Ausgänge für Composite-Video und Stereo-Ton, S-Video und den vom normalen GameCube bekannten „Digital-AV-Out“-Anschluss. Außerdem hatte der Q einen optischen 5.1-Dolby-Digital sowie einen separaten Subwoofer-Ausgang. Erweiterungen, die für den normalen GameCube hergestellt wurden, funktionierten auch mit dem Q. Wegen des hohen Preises und des schleppenden Verkaufs wurde die Herstellung zwei Jahre später im Dezember 2003 eingestellt. // DF

## AUFGEDECKT: AquaJelly von Festo



### Graphen für die OLED

Forscher wollen statt dem knapper werdenden Indiumzinnoxid (ITO) künftig auf Graphen als Elektrodenmaterial bei der OLED setzen. Vor allem die optisch-elektrischen Eigenschaften und die mechanische Stabilität machen den Kohlenstoff mit seiner zwei-dimensionalen Struktur interessant. Eine Monolage-Graphen lässt sich auf dünnes Glas oder Kunststoffolie dampfen. Forscher konnten bereits eine weiße OLED mit einer Fläche von etwa 65 mm x 65 mm realisieren. // HEH

### Halbkugel

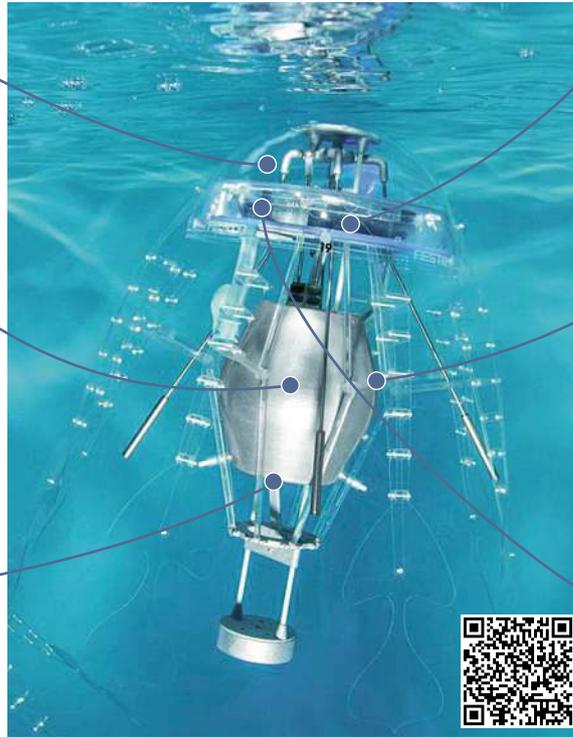
Die Halbkugel ist mit einer ringförmigen Steuerplatine mit integrierten Infrarot-, Druck- und Funksensoren ausgestattet.

### Druckkörper

Der wasserdichte Druckkörper enthält den elektrischen Antrieb, die beiden Lithium-Ionen-Polymer-Akkus sowie die Servomotoren.

### Steuerung

Die zeitversetzte Ansteuerung der einzelnen Tentakel führt zu einer Wellenbewegung und somit zu einem peristaltischen Vortrieb.



### Sensorik

Elf Infrarot-Leuchtdioden sind auf einem Ring angebracht und dienen der Kommunikation untereinander über eine Entfernung von 80 cm.

### Tentakel

Die Tentakel sind mit einer Fin Ray® Struktur ausgebildet. Einer Konstruktion, die sich von der Anatomie der Fischflosse ableitet.

### Vernetzung

Datenerfassung und -austausch in Echtzeit über Drucksensoren, Funk (ZigBee®, WLAN) und Infrarotlicht mit zugehöriger App.

Die AquaJellies von Festo sind künstliche, autonome Quallen mit elektrischem Antrieb und einer adaptiven Mechanik. Entwickelt wurden die AquaJellies im Rahmen des Bionic Learning Network. Sie bestehen aus einer transluzenten Halb-

kugel und acht Tentakeln. Im Zentrum befindet sich ein lasergesinterter Druckkörper. Dieser enthält einen elektrischen Antrieb, zwei Lithium-Ionen-Polymer-Akkus, die Laderegulierung sowie die Servomotoren für die Taumelscheibe. // ED

### AUFGE-SCHNAPPT

*„Wenn wir jetzt anfangen, uns noch entschuldigen zu müssen dafür, dass wir in Notsituationen ein freundliches Gesicht zeigen, dann ist das nicht mein Land.“*

Angela Merkel zur aktuellen Flüchtlingsdiskussion

# 6

### AUFGEZÄHLT

Im Vergleich zu einem durchschnittlichen, fünf Jahre alten PC liefert die 6. Generation der Intel Core Prozessoren bis zu zweieinhalbfache Leistung. Die 14nm-CPU's der neuen Core-Generation basieren auf der Skylake-Mikroarchitektur, was halb so dünne Formfaktoren mit der Hälfte des Gewichts von aktuellen Geräten ermöglicht.

## Digitale Sprachtherapie

Ein Berliner Start-up hat mit evivespeech eine digitale Sprachtherapie entwickelt, die Schlaganfall-Patienten bei der Aussprache von Lauten und Wörtern unterstützt. Die mobile Lösung erkennt, ob die Aussprache korrekt erfolgt und gibt ein entsprechendes Feedback. Das Unternehmen ist auf der Suche nach Sponsoren. // HEH



# Design und Auswahl von Stromversorgungen in der Praxis

Am 20./21. Oktober findet der 1. Power-Kongress in Würzburg statt. Schwerpunkte sind das Design selbst sowie die Auswahlkriterien und Design-in-Konzepte für Stromversorgungen: [www.power-kongress.de](http://www.power-kongress.de)

Der Power-Kongress 2015 wendet sich sowohl an Stromversorgungs-Designer als auch an Hardware-Entwickler und Gerätebauer, die nach passenden und zukunftssicheren Stromversorgungs-lösungen für ihre Systeme suchen.

Der Power-Kongress bietet den Teilnehmern zwei Tage mit Expertenvorträgen, Best-Practice-Beispielen und eine Ausstellung.

Am 20. Oktober findet ein Expertenseminar zum Thema Stromversorgungs-Design – Technologien, Verfahren, Komponenten und Tools – statt. Der 21. Oktober befasst sich mit Stromversorgungs-Trends sowie mit Auswahlkriterien und Design-in-Konzepte von Stromversorgungen, neuen Schaltungstopologien, Normen und Vorschriften etc. An diesem Tag zeigen bekannte Firmen der Branche ihre neuesten Produkte und Technologien in einer Tabletop-Ausstellung

## Vorträge und Referenten auf dem 1. Power-Kongress 2015

Acht Fachvorträge zum Themenkomplex Stromversorgungs-Design erwarten die Kongressteilnehmer am 21. Oktober:

1. Digital Control of Switched Mode Power Supplies: dealing with noise above the Nyquist frequency, A. Skinner, TDK-Lambda.
2. Digital Control Today: Die Relevanz von Digital Power Design in Server-, Telecom- und Industrie-Stromversorgungssysteme, Dr. Frank Schafmeister, Delta Energy Systems.
3. Fit & Forget – oder die Kunst des Designs von Schaltnetzteilen mit höchstmöglicher Lebenserwartung, Thomas Rechlin, RECOM.
4. Non-Linear Digital Control Strategies in Power Conversion Systems, Andreas Reiter, Microchip Technology.
5. LDO vs. DCDC – Fakten und Mythen zu den jeweiligen Vor- und Nachteilen, Florian Feckl, Texas Instruments.
6. Applications of GaN power switches in power supplies, Jim Honea, Transphorm.
7. EMV von Schaltreglern – wie Sie typische Designfehler vermeiden, Nils Dirks, DCC.
8. Lebensdauer der Stromversorgung richtig beurteilen? U. Schweizer, TDK-Lambda.



**Power-Kongress 2015:** Die Veranstaltung bietet Entwicklern und Anwendern von Stromversorgungen zwei Tage mit Expertenvorträgen und Best-Practice-Beispielen für ihre tägliche Arbeit sowie eine Fachausstellung

Am 21. Oktober geht es um Trends und Auswahlkriterien für Stromversorgungen:

1. Stromversorgungen für induktive Lasten richtig auswählen, Dr. Christian Miesner, CompuMess Elektronik.
2. AC/DC-Wandler mit Leistungsfaktorkorrektur erreichen durch die „Double-Clamp-Adaptive-Cell“-Schalttopologie einen konstant hohen Wirkungsgrad, M. Panizza, Vicor.
3. Laborgeprüfte Netzteil-Mainboard-Bundles sparen Zeit und Kosten bei der Entwicklung zuverlässiger IPC- und Embedded-Systeme, Karsten Kopka, Bicker Elektronik.
4. Bitte nicht stören – Befilterung von DC/DC-Wandlern, Thomas Rechlin, RECOM.
5. EMV-Anforderungen an Stromversorgungen – EN61204-3-Konformität in der Praxis, Christian Paulwitz, EPCOS.
6. Was ist bei der Ermittlung des Wirkungsgrades bei Schaltnetzteilen zu beachten? Bernhard Erdl, PULS.
7. Programmierbare Quelle-Senke im Zwei-Quadranten-Betrieb, K. Reitberger, HEIDEN.
9. Programmierbare Laborstromversorgungen, Matthias Fischer, TDK-Lambda. // JW

[www.power-kongress.de](http://www.power-kongress.de)

## Jetzt anmelden zum 1. Power-Kongress

Der Power-Kongress bietet den Teilnehmern eine neue Plattform. Für den Besucher heißt das: Kompaktes Stromversorgungs-Knowhow unter einem Dach und direkter Austausch mit den Stromversorgungs-Experten der führenden Anbieter.

Der Kongress wendet sich an Hardwareentwickler, Systemdesigner sowie Geräte- und Anlagenbauer in den Bereichen Industrieelektronik, Automation, IT und Kommunikationstechnik, Medizin, Energie, Transportation sowie Luft- und Raumfahrttechnik.

Der Kongress wird unterstützt von TDK-Lambda und PULS (Hauptspensoren), von HEIDEN, HY-LINE und TRACO (Business-Sponsoren) sowie von weiteren Ausstellern aus der Power-Branche. Hier geht's zur Anmeldung: [www.power-kongress.de](http://www.power-kongress.de).

# Die weltweit grösste Auswahl an elektronischen Komponenten für die sofortige Lieferung!™

# DIGIKEY.DE

TELEFON:  
0800 180 01 25



30 TAGE  
NETTO

AUF ANFRAGE - 30 TAGE NETTO  
ZAHLINGKONDITIONEN VERFÜGBAR



KOSTENLOSER VERSAND FÜR  
BESTELLUNGEN ÜBER 65 €\*

€

ALLE PREISE VERSTEHEN SICH IN EURO  
UND ENHALTEN ZOLLGEBÜHREN

## LOKALER VERTRIEB & TECHNISCHER SUPPORT VERFÜGBAR



ÜBER 1.100.000 PRODUKTE AUF LAGER | ÜBER 650 BRANCHENFÜHRENDE ANBIETER | 3,9 MILLIONEN TEILE ONLINE

\*Für alle Bestellungen unter 65,00 € wird eine Versandgebühr von 18,00 € erhoben. Alle Bestellungen die mit UPS versandt werden, haben eine Lieferzeit von 1-3 Tagen (abhängig vom Endbestimmungsort). Keine Bearbeitungsgebühren. Alle Preise verstehen sich in Euro und enthalten Zollgebühren. Bei einem zu großen Gewicht oder bei unvorhergesehenen Umständen, die eine Abweichung von diesem Tarif erfordern, werden Kunden vor dem Versand der Bestellung kontaktiert. Digi-Key ist ein autorisierter Distributor für alle Lieferpartner. Neue Produkte werden täglich hinzugefügt. © 2015 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

# LED- und OLED-Praxisforum am 22. Oktober in Würzburg

*Von der Lichtplanung bis zur kompletten Lichttechnik: Auf unserem Praxisforum am 22. Oktober bekommen Sie praktische Tipps von Experten aus der Industrie.*



**Experten geben Antworten:** Auf unserem LED-/OLED-Praxisforum am 22. Oktober stehen Vertreter aus der Industrie mit ihrem Fachwissen zur Verfügung. Schauen Sie sich unser Programm an.

Ein Sprichwort besagt „Planung ist das halbe Leben“. Auf unserem LED- und OLED-Praxisforum am 22. Oktober in Würzburg gibt unser Referent Dr. Rainer Kling vom Lichttechnischen Institut des KIT in Karlsruhe in seiner Keynote einen Überblick zu den Themen Lichtplanung bis zur Lichttechnik. Denn eine LED oder OLED ist ein komplexes Halbleiterbauelement. Die Grundlage einer optimierten und normgerechten Beleuchtungslösung mit guter Lichtqualität ist nur mit einer unabhängigen Lichtplanung erreichbar. Wesentliche Punkte für eine LED-Leuchte sind das Thermomanagement, die Höhe der System-Nennlebensdauer oder Lichtfarbe und Farbortstabilität.

## Intelligent vernetzte LED-Leuchten im Alltag

Warum ist die LED die dominante Lichttechnik? Das fragt Artur Grösbrink von Osram Opto Semiconductors. Obwohl die LED bereits in den 1950er Jahren mit der roten LED entdeckt wurde, kam der entscheidende Durchbruch erst 1994 mit der blauen LED. Denn jetzt lässt sich weißes Licht erzeugen. Dem Halbleiterlicht sind nur die Grenzen der

Physik gesetzt. Der nächste logische Schritt in der Beleuchtungstechnik heißt Vernetzung. Guido Körber von Code Mercenaries Hard- und Software gibt in seinem Vortrag praktische Tipps und zeigt gleichzeitig Fallstricke auf, die bei intelligenten Lichtsystemen auftreten können. Welches Benutzerinterface benötige ich und warum muss ich mich jetzt auch mit Cybersecurity beschäftigen? Herzstück der intelligenten Leuchte ist der Treiber. Denn einfach das Licht ein und ausschalten reicht nicht mehr. Thomas Rechlin von Recom zeigt, mit welchen Mitteln Licht smart und Teil des Internet of Things wird. Das Licht wird erst durch den geeigneten Treiber schlau.

Neben dem Treiberbaustein ist das Wärmemanagement ein wichtiger Aspekt bei der Beleuchtung. Denn nur ein Teil der eingebrachten elektrischen Energie wird bei der LED in Licht umgesetzt. Bei entsprechender Leistungsdichte und ungünstiger Konfiguration entstehen unerwünschte Temperaturspitzen. Die Folge ist ein geringerer Wirkungsgrad und ein früherer Ausfall der LED. Heiko Schüler von CADFEM beschreibt in seinem Vortrag, wie die Finite-Element-Methode bei der numerischen Simulation eines

LED-Kühlkonzepts hilft. Dabei hilft der Grundsatz „So einfach wie möglich – so komplex wie nötig.“ Damit das Licht auch dort ankommt, wo es benötigt wird, sind Optiken notwendig. Doch Kunststoffe sind nicht immer geeignet. Ein besserer Werkstoff ist Glas: es ist beständig gegenüber UV-Strahlung, Feuchtigkeit und Wärme. Holger Kreilkamp vom Fraunhofer-Institut IPT Aachen stellt mit dem nicht-isothermen Blankpressen von komplexen LED-Optiken aus Glas ein überzeugendes Verfahren vor.

Patrick Barkowski vom Start-up SIOD stellt sogenannte Polymer-Leuchtdioden (PLEDs) vor, die gerade für Displayanwendungen in Frage kommen. Der Vortrag geht auf die praktischen Herausforderungen ein, die sich aus dem Druck von organischen Leuchtdioden mit dem Tintenstrahldruck ergeben. Zum Abschluss zeigt Mike Ludwig von dresden elektronik, dass ein gemeinsamer Standard in der Beleuchtungstechnik notwendig ist. Mit ZigBee LightLink (ZLL) zeigt der Referent wichtige Aspekte des ZLL-Profiles und erläutert, warum das der Standard für die drahtlose Vernetzung im Gebäude ist. // HEH

[www.led-praxis.de](http://www.led-praxis.de)



## Analog Devices und EBV

Das umfassendste Portfolio  
an RF & Mikrowave

Analog Devices bietet das umfassendste Portfolio an RF ICs, die die gesamte RF-Signalkette von DC bis über 100 GHz abdecken. Mit über 1000 Hochleistungs-RF ICs bietet ADI eine Vielzahl von RF-Funktionsblöcken sowie hoch integrierte Lösungen für Kommunikation, Test- & Messgeräte, Luft- und Raumfahrt & Verteidigungs-Märkte. Diese Produkte werden durch eine Vielzahl von Design-Ressourcen unterstützt, die die Entwicklung von RF-Systemen erleichtern, wie z.B. kostenlose Design-Tools, FMC-Rapid-Prototyping-Plattformen, Schaltkreise aus den Lab<sup>®</sup> Referenzdesigns und EngineerZone<sup>®</sup> Technikforen.

Für Fragen und Anwendungsberatung kontaktieren Sie bitte Ihre lokalen Partner von EBV, dem führenden Spezialisten in EMEAs Halbleiter-Distribution und besuchen Sie auch [ebv.com/rf](http://ebv.com/rf).



Distribution is today. Tomorrow is EBV!

[www.ebv.com/de](http://www.ebv.com/de)

 **ANALOG  
DEVICES**  
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

 **EBV Elektronik**  
| An Avnet Company |

BAYERISCHE ARBEITGEBER

## Schnellere Integration von Flüchtlingen in den Arbeitsmarkt



Bild: vbw

**Alfred Gaffal:** „Berufsschulen nehmen eine zentrale Rolle bei der Integration von Asylbewerbern in den Ausbildungsmarkt ein, deshalb ist es wichtig, dass wir uns hier engagieren.“

„Eine besondere Situation erfordert flexibles und unbürokratisches Handeln“, erklärt Alfred Gaffal von den Bayerischen Arbeitgebern. Ein erstes Maßnahmenpaket im Wert von einer Million Euro setzen die Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft und die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber bayme vbm jetzt um.

Das Paket umfasst die Projekte „IdA – Integration durch Arbeit“ und „Perspektive Beruf für Asylbewerber und Flüchtlinge“ sowie das Service-Portal „Integra-

tion durch Arbeit“. bayme vbm vbw Präsident Alfred Gaffal betont: „Die Flüchtlingswelle erfordert flexibles und unbürokratisches Handeln. Mit ihren Projekten und Serviceangeboten will die bayerische Wirtschaft helfen, die Lage zu meistern und geflüchteten Menschen mit einer hohen Bleibewahrscheinlichkeit Perspektiven auf dem Arbeitsmarkt zu eröffnen.“

Seit September 2015 läuft das Projekt „Perspektive Beruf für Asylbewerber und Flüchtlinge“ der Stiftung Bildungspakt Bay-

ern, dessen Exklusivsponsor die vbw ist. Das Projekt unterstützt nach Bayern kommende jugendliche Flüchtlinge und Asylbewerber an Berufsschulen im Freistaat. Das Ziel des Programms ist es, schulisch beeinflussbare Faktoren für einen erfolgreichen Übergang der Jugendlichen in eine duale Ausbildung oder den ersten Arbeitsmarkt zu analysieren und Unterrichtskonzepte für eine verbesserte Förderung zu entwickeln. // JW

bayme vbm

IAA 2015

## Kohlenstoffnanoröhren beheizen Elektroautos besonders effizient

Im Winter sinkt die Reichweite eines Elektroautos aufgrund des zusätzlichen Energiebedarfs der Heizung deutlich. Anders als bei konventionellen Pkw, wo Motorabwärme im Überfluss vorhanden ist, um das Fahrzeuginnere aufzuheizen, fällt bei Elektroautos so gut wie keine Abwärme an. Deshalb ist eine zusätzliche elektrische Heizung notwendig. Diese wird über die gleiche Batterie mit Strom versorgt, die auch den Motor beliefert. „Im ungünstigsten Fall kann man mit dem Auto dann nur noch die halbe Strecke fahren wie sonst“, erläutert Serhat Sahakalkan, Projektleiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart.

Die Forscher am IPA haben deshalb eine Flächenheizung auf Folienbasis entwickelt, die in Elektroautos schnell für wohlige Wärme sorgt und effektiver ist als bisherige Elektroheizungen. Das Heizkonzept basiert auf einer Folie, die mit leitfähigen Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) beschichtet ist. Dazu sprühen die Wissenschaftler eine CNT-Dispersion hauchdünn auf. „Die Folie wird auf die innere Türverkleidung aufgeklebt und erzeugt dort im Bereich der Armlehne in kürzester Zeit eine angenehme

Wärme“, so Sahakalkan weiter. Die Heizung funktioniert nach dem Joul'schen Gesetz: Fließt Strom durch die Folie, stößt er auf einen natürlichen Widerstand zwischen den einzelnen Nanopartikeln. Durch diese Zusammenstöße entsteht Wärme.

Auch herkömmliche elektrische Widerstandsheizungen nutzen dieses Prinzip. Als leitfähiges Material kommt dabei meist Kupferdraht zum Einsatz, der beispielsweise in Silikonmatten eingebettet wird. Die Lösung der Stuttgarter Forscher bietet jedoch einige Vorteile: Während Kupferdrahtheizungen relativ

sperrig sind und einigen Bauroum benötigen, besteht die Folienheizung aus einer nur wenige Mikrometer dicken Schicht aus leitfähigem Material. Sie lässt sich flexibel auf unterschiedlichste Oberflächen aufbringen und spart dank ihres geringen Gewichts Energie und Kosten. Die CNTs selbst haben nur eine geringe Wärmespeicherkapazität, sodass die Wärme unmittelbar an die Umgebung abgegeben wird. Im Gegensatz zur drahtbasierten Variante verteilt sich die Wärme homogen über die gesamte Folienfläche, was den Wirkungsgrad deutlich erhöht.

Schaltet der Fahrer die Heizung aus, kühlt das Material ebenso rasch wieder ab. „Diese schnellen Reaktionszeiten sind gerade für kurze Strecken wie Stadtfahrten ideal“, erläutert Sahakalkan. Die gewünschte Heizleistung lässt sich vom Nutzer stufenlos regeln. Selbst punktuelle Defekte beeinträchtigen die Funktionsfähigkeit nicht. Bei drahtbasierten Heizungen können dagegen schon winzige Brüche im Metall zum Ausfall führen.

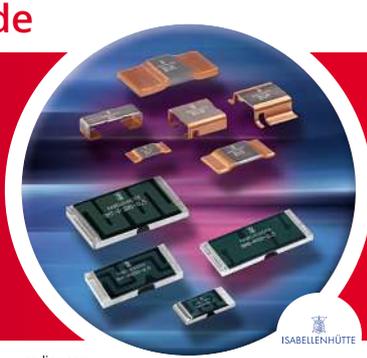
Um die Folie gleichmäßig auf die gewölbte Türverkleidung aufzubringen, unterteilen die Forscher sie in kleine Module und kleben sie dann abschnittsweise auf die Verkleidung auf: „An den Wölbungen entstehen leicht Falten, was den Abstand der Elektroden zueinander verändert. Dann wäre keine homogene Wärmeverteilung mehr gewährleistet“, erklärt Sahakalkan. „Längerfristig wollen wir das Verfahren noch vereinfachen und die CNT-Dispersion direkt auf die entsprechenden Autobauteile aufsprühen. Dies würde den Herstellungsprozess deutlich wirtschaftlicher machen – gerade auch im Vergleich zu drahtbasierten Lösungen.“ // TK

Anzeige

**ISABELLENHÜTTE:**  
**Messwiderstände**

- Geeignet für hohe Ströme
- Niedrige Widerstandswerte
- Niedriger Temperaturkoeffizient
- Exzellentes Wärmemanagement und Langzeitstabilität

**CODICO®**



Kontakt: +43 1 86 305-0 | office@codico.com | www.codico.com

Fraunhofer IPA

SOFTWARE-RISIKOMANAGEMENT

## Flexera übernimmt Secunia



Bild: Secunia

Flexera Software, Hersteller von Systemen zum Software-Lizenzmanagement, hat mit Secunia einen Anbieter von Vulnerability-Management-Software übernommen. Dessen Lösungen helfen, Schwachstellen in der Software-Infrastruktur zu finden.

„Teil von Flexera zu sein, ist für uns ein Schritt eines natürlichen Wachstumsprozesses – für unsere Mitarbeiter und unsere Kunden und Partner“, sagt Peter Colsted, Secunia-CEO. // FG

**Peter Colsted:** Für den Chef von Secunia Software ist es Teil eines „natürlichen Wachstumsprozesses“, Teil von Flexera Software zu sein.

Flexera

REINIGUNGSSTIFT

## Säubern mit Isopropylalkohol



Bild: setron

Die feuchte, punktgenaue Faserspitze des Reinigungsstifts SPOTCLEAN mit hochreinem Isopropylalkohol von KONTAKT CHEMIE löst und beseitigt Schmutz in einem Arbeitsgang, insbesondere von kleinen Oberflächen wie Laser, Kopftrommeln, Druckköpfe oder Sensoren (Vertrieb: setron). Der Stift ist bestens geeignet für Messgeräte, DVDs, Magnetkarten-Lesegeräte, Drucker, Kameras und weitere elektronische Geräte. // MK

**Säubern mit Isopropylalkohol:** SPOTCLEAN löst und beseitigt Schmutz in einem Arbeitsgang (Vertrieb: setron)

setron

VERBINDUNGSTECHNIK

## Li-Fi Interconnect statt Kabel



Bild: Fraunhofer IPMS

Forscher des IPMS wollen drahtgebundene Feldbussysteme oder HF-Steckverbindungen durch Li-Fi-Kommunikationsmodule ersetzen. Mit der optischen Technologie lassen sich Daten im Halb- und Vollduplex-Betrieb mit einer Geschwindigkeit bis zu 12,5 GBit/s auf kurzen Distanzen übertragen. Der Transceiver soll Kabel- oder Steckverbindungen in nichts nachstehen und auch gegenüber Funklösungen bis zu 10-mal schneller sein. // KR

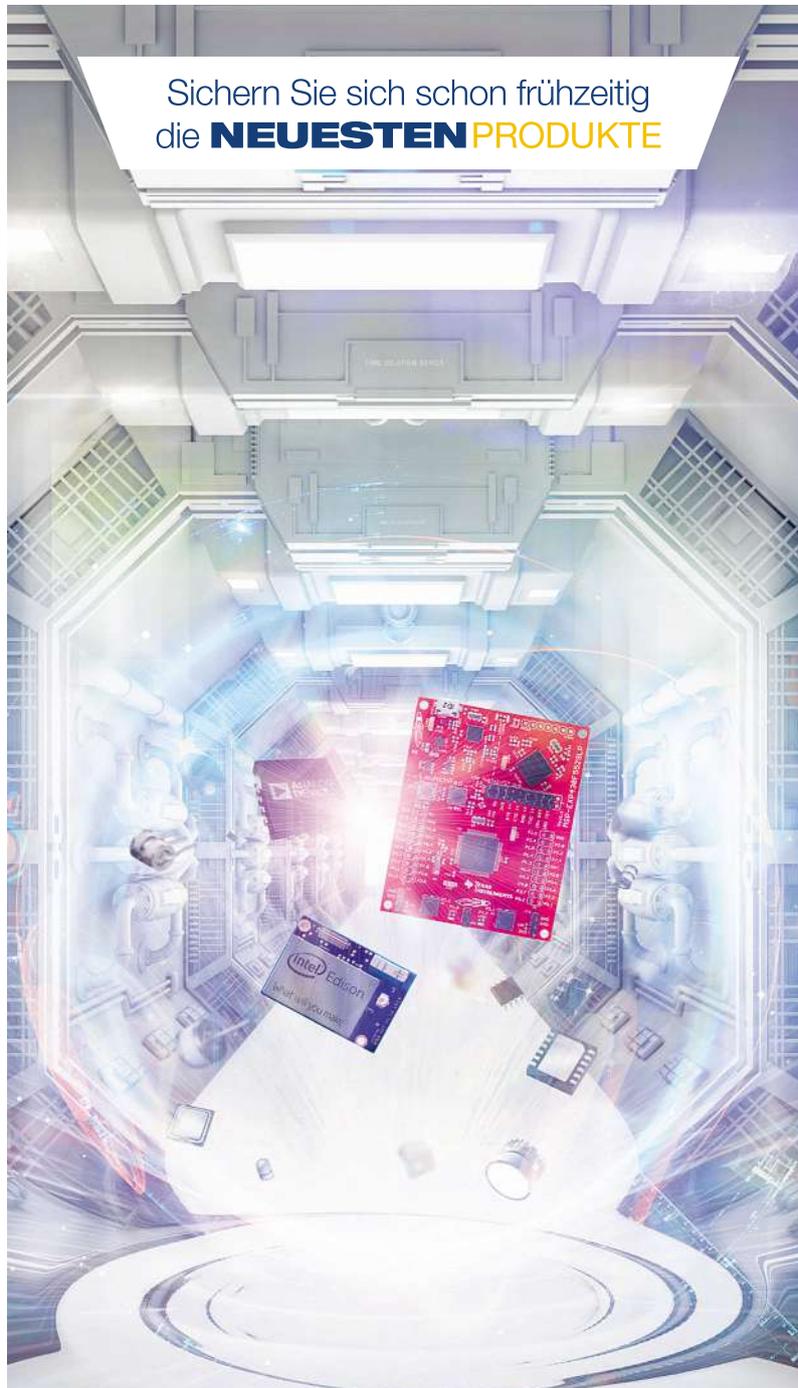
**Verbindungstechnik:** Die Li-Fi Interconnect-Technologie bietet insbesondere bei beweglichen oder bewegten Anlagenteilen eine höhere Zuverlässigkeit und Sicherheit.

Fraunhofer IPMS

mouser.de/new

Autorisierter globaler Distributor für die **NEUESTEN** elektronischen Komponenten.

Die Zukunft lässt sich nicht mit Produkten aus der Vergangenheit gestalten.



Sichern Sie sich schon frühzeitig die **NEUESTEN** PRODUKTE



Die neuesten Produkte für Ihre neuesten Designs™

## GEHÄUSE

## Modulare Gehäusetechnik auf Rollen



Bild: Heitec

Der Geschäftsbereich Elektronik von Heitec erweitert seine Gehäusefamilie RiCase für den mobilen Einsatz und schwere Lasten. Die Linie, die sowohl zum Einbau von 19"-Einschüben wie auch von Komponenten geeignet ist, erfüllt Forderungen für extrem stabile Tisch- und Systemgehäuse.

Die kundenspezifischen Systeme können mit speziellen Rollen und Griffmulden, ausgelegt auf Schwerlast bis zu 80 kg ausgestattet werden. Die Griffmulden – statt hervorstehender Griffe –

bedeuten für Anwendungen mit räumlichen Einschränkungen außerdem einen zusätzlichen, platzsparenden Vorteil und sind ergonomisch designt. Die Rollen sind so ausgelegt, dass auch das Überfahren von Kabeln problemlos möglich ist. Eine weitere häufige Anforderung ist auch erhöhter Staubschutz, der mit RiCase-Zubehör gemäß IP-52 einfach umgesetzt werden kann.

Die Familie überzeugt durch ihre modulare Ausrichtung, Robustheit und Stabilität. Die Modelle sind in drei Standarddekor-

farben bis zu 12 HE Höhe und 84 TE Breite sowie 540 mm Tiefe als System- und Tischgehäuse mit variablem Innenausbau und Zusatzkomponenten als Katalogprodukte erhältlich und können kundenspezifisch bis zu 24 HE Höhe und 780 mm Tiefe ausgebaut werden. Spezielle Varianten können aufgrund der patentierten und sehr stabilen modularen Grundstruktur der Profile ohne zusätzliche Verstärkungselemente realisiert werden. // KR

Heitec

**Heitec:** Die RiCase-Familie gibt es jetzt auch als modulare Gehäusetechnik auf Rollen.

## HALBLEITER

## Dialog Semiconductor übernimmt Atmel für 4,6 Milliarden US-Dollar

Der Halbleiterhersteller Dialog Semiconductor will sich mit einer milliardenschweren Übernahme in den USA verstärken. Wie das Unternehmen am 20. September 2015 in London ankündigte, sei mit dem Management des Konkurrenten Atmel sei eine entsprechende Fusionsvereinbarung geschlossen worden, wonach Dialog insgesamt 4,6 Mrd. US-\$ an Atmel zahlen wird. Durch die Fusion soll ein maßgebendes Unternehmen in den Bereichen Mobile Elektronik, IoT und Automotive entstehen.

Dialog Semiconductor will die Transaktion zum Teil aus Barmitteln und eigenen Wertpapieren sowie einem zusätzlichen Kredit in Höhe von 2,1 Milliarden US-\$ bezahlen. Dabei sollen die Atmel-Aktionäre je Stammaktie 4,65 Dollar und 0,112 Anteile an einem Wertpapier von Dialog Semiconductor ("American Depository Share") erhalten. Wie Dialog ankündigte, steige die Anzahl der Aktien nach der Übernahme von etwa 81 auf etwa 130 Millionen Stück. Nach Einschätzungen Dialogs werden die

ehemaligen Aktionäre von Atmel nach vollendeter Transaktion etwa 38% des gemeinsamen Unternehmens besitzen.

Aus der Übernahme erhofft sich das im TecDax notierte Unternehmen im Jahr 2017 einen positiven Gewinnbeitrag und rechnet zudem in einem Zeitraum von zwei Jahren mit jährlichen Kosteneinsparungen von 150 Millionen US-\$. Atmel erzielte im vergangenen Jahr einen Umsatz von 1,41 Milliarden US-Dollar und beschäftigt weltweit rund 5000 Mitarbeiter. Dialog

Semiconductor kam 2014 auf Erlöse von rund 1,16 Milliarden Dollar. Wenn die Behörden zustimmen, soll der Fusion bereits zum ersten Quartal kommenden Jahres abgeschlossen sein.

Atmel entwirft, entwickelt, produziert und vertreibt diverse Speicher- und integrierte Schaltungen. Die Chips werden unter anderem in Telekommunikation, Computer, Netzwerke, industrielle und militärische Anwendungen eingesetzt. // SG

Dialog Semiconductor

## LG SMARTTHINQ

## Nachrüstbarer Smart-Home-Sensor



Bild: LG Home Appliances

Viele Smart-Home-Applikationen setzen komplizierte Installationen oder Geräte mit integrierter Intelligenz voraus. Mit dem SmartThinQ-Sensor möchte LG auch alte Waschmaschinen und Kühlschränke smart machen.

Der kreisrunde Sensor wird an die Türen von Waschmaschinen, Kühlschränken und anderen Geräten geklebt und enthält Sensoren zur Messung von Vibrationen, Bewegungen und der Temperatur. Per Smartphone-App gibt das Gerät Meldungen an den Nutzer weiter.

Der SmartThinQ-Sensor kann den Benutzer etwa darüber informieren, ob die Waschmaschine den aktuellen Waschvorgang beendet hat. Am Kühlschrank montiert, teilt die App mit, ob Lebensmittel bald ablaufen oder wann und wie oft die Kühlschranktür geöffnet wurde.

Als Einbruchsschutz können die smarten Gadgets ebenfalls eingesetzt werden, da sie auch Fenster und Türen überwachen können. Über einen integrierten Infrarot-Sensor kann der Sensor zudem auch andere Geräte wie

Klimaanlagen oder TV-Geräte ein- und ausschalten.

Die Sensoren funken per ZigBee mit der Basisstation, die mit dem WLAN-Router verbunden ist. Dadurch lassen sich die Informationen der App auch unterwegs abrufen. Preise und Marktstart für Deutschland sind noch nicht bekannt; LG wird die Basisstation vermutlich im Bundle mit mehreren Sensoren verkaufen. Der Preis dürfte bei 200 bis 250 Euro liegen. // RM

LG

**SmartThinQ-Sensor:** Das unscheinbare Gerät macht auch ältere Kühlschränke und Waschmaschinen smart.

## BETRIEBSSYSTEME

**Microsoft lädt Windows-10-Installationsdatei ungefragt auf den PC**

Microsoft lädt die Windows-10-Installationsdatei bei aktivierten Windows-Updates in einigen Fällen automatisch auf alte Windows-Versionen (7, 8, 8.1) herunter, auch wenn der User keinen Upgrade-Wunsch geäußert hat. Die Redmonder möchten so vermutlich den schnellen

Umstieg auf Win 10 erleichtern. Das Problem: Die Datei benötigt rund 6 GB an Speicherplatz und der Download belegt ungefragt die Internetleitung.

Offiziell geäußert hat sich Microsoft zu den Vorwürfen nicht, obwohl das Problem nun schon einige Wochen lang im Internet

die Runde macht. Ob der eigene Rechner vom Zwangs-Update betroffen ist, lässt sich herausfinden, wenn man die Anzeige von versteckten Dateien im Datei-Explorer erlaubt. Microsoft speichert die Image-Datei in einem nicht sichtbaren Ordner unter `C:\$windows.~BT` ab.

Einige Systemadministratoren haben inzwischen Artikel online gestellt, die den Schluss zulassen, dass das ungefragte Update eventuell auch falschen Systeminstellungen geschuldet ist – etwa bei Office-PCs. // RM

Microsoft

## INDUSTRIE 4.0

**Deutsches IIC-Länderteam**

Nachdem das Industrial Internet Consortium (IIC) bereits 200 Mitglieder zählt – darunter namhafte deutsche Unternehmen – hat sich am 1. September 2015 das erste „Country Team“ gegründet – und zwar in Deutschland. Es wird vom „Steinbeis-Transferzentrum Innovationsforum Industrie“ geleitet.

Das Industrial Internet Consortium (IIC), eine global agierende Organisation, die die Etablierung des industriellen Internet der Dinge beschleunigen soll, hat die 200-Mitglieder Marke nur 18 Monate nach der Gründung erreicht.

Um den Bedürfnissen der wachsenden globalen Mitgliedschaft besser gerecht zu werden, gab das IIC am 1. September 2015 die Gründung des weltweit ersten „Country Teams“ in Deutschland bekannt. Weitere Länderteams, unter anderem in China, Indien und Japan sind ebenfalls bereits in Gründung. Das deutsche Team wird vom „Steinbeis-Transferzentrum Innovationsforum Industrie“ (STCII) geleitet.

Das IIC German Country Team wird sich auf spezialisierte Anwendungsfälle und Testumgebungen sowie den regionalen Transfer und den Aufbau von Beziehungen zu nationalen und regionalen Gremien im Kontext von Industrie 4.0 konzentrieren. // FG

Industrial Internet Consortium

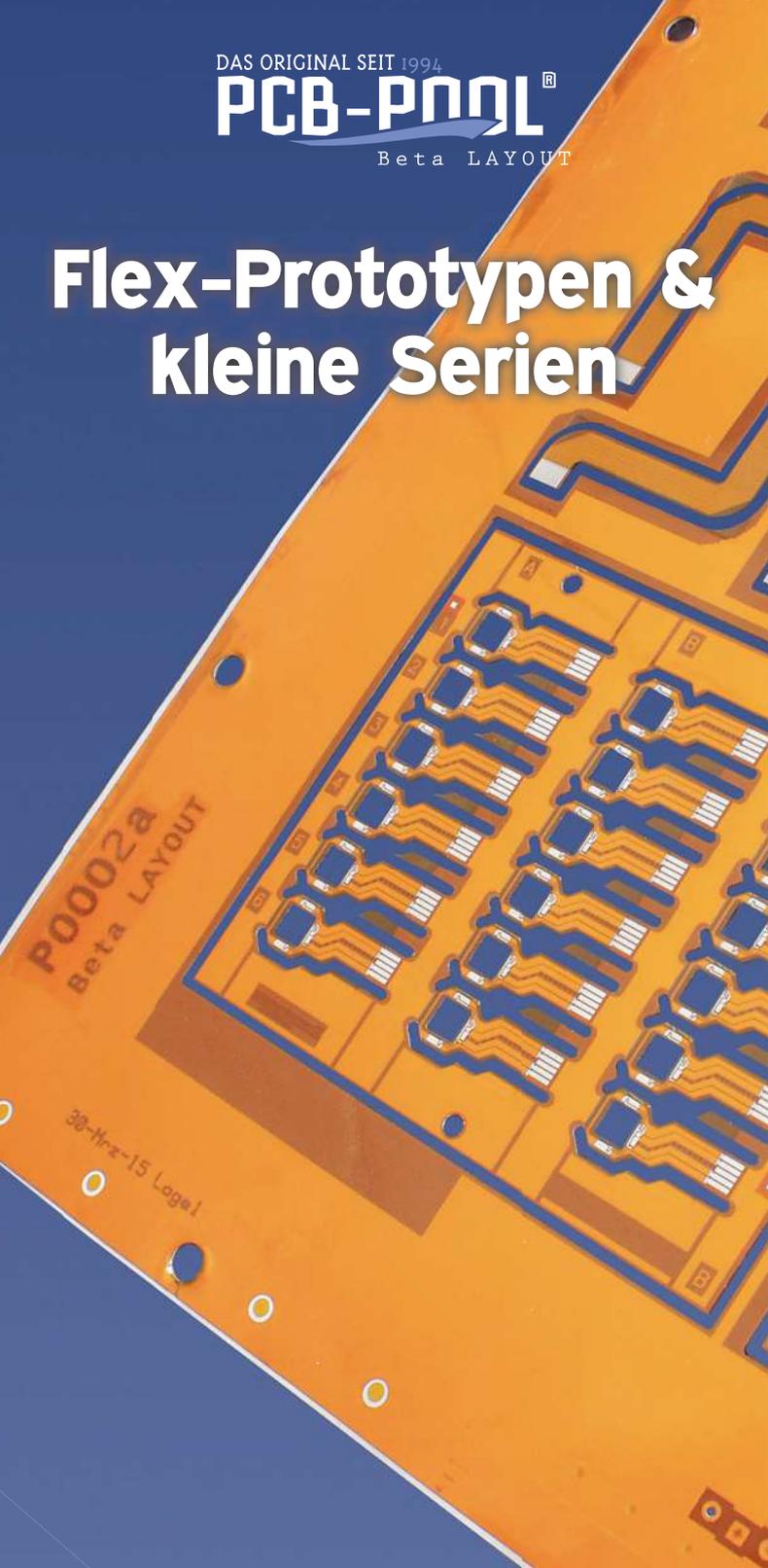


**HINTER JEDER  
EINFACHEN BESTELLUNG**

**STEHT EIN  
ZUVERLÄSSIGER LIEFERANT**

Alles aus einer Hand – bei uns müssen Sie nicht lange überlegen, denn wir bieten Ihnen das optimale Preis-Leistungs-Verhältnis. Keine Einschränkungen durch Mindestbestellwert, dafür jedoch eine breite Produktpalette aus Automation, Elektronik und Instandhaltung. Ob Sie ein Teil benötigen oder Tausende: Vertrauen Sie uns bei Ihrer Bestellung.

# Flex-Prototypen & kleine Serien



**NEU**

**Flexible Leiterplatten:  
 Günstige Preise dank Pool-Produktion  
 Online kalkulierbar • Made in Germany**

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

HOME AUTOMATION

## Vernetzung mit Lemonbeat



Bild: RWE

**Flexibel einsetzbar:** Diverse Geräte nutzen bereits das Lemonbeat-Protokoll, so etwa die Elektro-Ladebox von RWE.

RWE hat mit Lemonbeat ein Kommunikationsprotokoll entwickelt, das den Herausforderungen des Internets der Dinge begegnet. Teil der Lösung ist der Sprachstandard „Lemonbeat Smart Device Language“.

Das Protokoll stellt sicher, dass Geräte über das Internet vernetzt werden können. Die „Lemonbeat Smart Device Language“ lässt sich auch mit Protokollen wie Bluetooth, WLAN oder Thread verknüpfen. // FG

RWE

ORGANISCHE ELEKTRONIK

## Elektronen fahren auf Autobahn

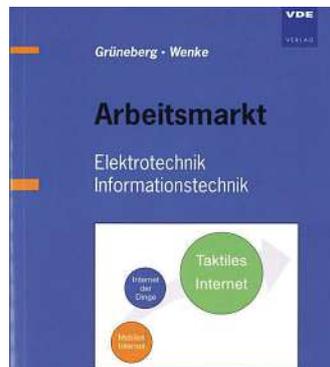
Ein Großteil flexibler Elektronik basiert auf dünnen Filmen organischer Materialien, die Licht einfangen und mit Exzitonen in elektrischen Strom umwandeln. Essenziell für die Effizienz der organischen Halbleiter ist die Distanz, die die Exzitonen im Material zurücklegen können. Mit einer neuen bildgebenden Technik untersuchten Wissenschaftlern der Universität Vermont Defekte und Korngrenzen in organischen Dünnschichten. So erlangten sie ein tieferes Verständnis dafür, wie die Anord-

nung der Moleküle im Kristall die Bewegung der Exzitonen beeinflusst. Durch die Verwendung einer neuartigen Pen-Writing-Technik erzeugte das Team Filme mit großen Kristallkörnern und somit weniger Störstellen. In diesen Filmen konnten die Exzitonen weitere Strecken zurück legen. So kann die Energie sich einfach entlang der Molekül-Autobahn bewegen, obwohl keine elektrische Netto-Ladung transportiert wird. // AI

University of Vermont

ARBEITSMARKT

## VDE-Ratgeber für Berufseinsteiger



**Gratis zu beziehen:** Das Buch „Arbeitsmarkt Elektrotechnik/Informationstechnik 2015“ von Prof. Jürgen Grüneberg und Dr. Ingo-G. Wenke.

Über Fakten und Hintergründe zu Studium, Berufsfeldern und Karrieremöglichkeiten für angehende Elektroingenieure informiert die 22. Ausgabe des kostenlosen VDE-Ratgebers Arbeitsmarkt Elektrotechnik/Informationstechnik.

Das Buch von Professor Jürgen Grüneberg und Dr. Ingo-G. Wenke kann beim VDE kostenlos über die Internetadresse [www.vde.com/arbeitsmarkt](http://www.vde.com/arbeitsmarkt) angefordert werden. // DF

VDE

## FAHRERASSISTENZSYSTEME

## „Transparent Trailer“ macht Anhänger durchsichtig



**Blick in und durch einen Anhänger:**  
Eine neue Technologie von Land Rover auf Basis mehrerer Kameras macht es möglich.

Land Rover macht Fahrzeuganhänger durchsichtig. Mit dem Entwicklungsprojekt „Transparent Trailer“ erforscht der britische Allradspezialist Möglichkeiten, wie das Gespannfahren sicherer gemacht werden kann. Ein wichtiger Baustein des Konzepts ist ein Kamerasystem, das den Anhänger auf elektronischem Weg unsichtbar macht – der Fahrer erhält freie Sicht nach hinten, ohne störenden toten Winkel. Überholmanöver werden dadurch ebenso einfacher und sicherer wie das Manövrieren

mit angekoppeltem Wohnwagen oder Anhänger. Land Rover erforscht darüber hinaus im Rahmen des Projekts weitere Technologien zur Verbesserung der Ladungssicherheit, etwa zur Überwachung von Pferden während der Fahrt. Das im Range Rover installierte Transparent-Trailer-System nutzt zum einen die Bilder des von Land Rover entwickelten Surround-Kamerasystems, das über eine Rückfahrkamera und Kameras an den Außenspiegeln verfügt. Zum anderen kommt eine drahtlose

Digitalkamera hinzu, die am Heck des Anhängers oder Caravans platziert wird. Das System setzt die Aufnahmen aller Kameras zusammen und erzeugt auf diese Weise ein Livebild ohne Anhänger – dank Elektronik wird der Hänger durchsichtig. Sobald Anhänger und Zugfahrzeug gekoppelt werden, erscheint der digital aufbereitete unverstellte Blick nach hinten automatisch im Innenspiegel des Fahrzeugs. // TK

Land Rover

## TESTMODELL FÜR QUANTENCOMPUTER

## Physiker der Saar-Uni mit „Google Research Award“ ausgezeichnet

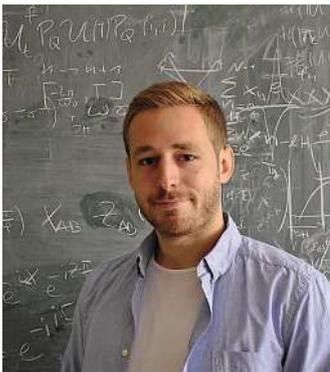


Bild: Saar-Uni

**Tobias Chasseur:** Der Doktrand wird von Google für der Ausarbeitung seines Testmodells für Quantenprozessoren gefördert.

Um die Entwicklung eines funktionablen Prüf- und Testsystems für Quantenprozessoren zu unterstützen hat Google zwei Physiker der Saar-Uni, Professor Frank Wilhelm-Mauch und den angehenden Doktoranden Tobias Chasseur, mit dem Google Research Award ausgezeichnet.

Bevor Technologiekonzerne ihre Computerchips auf den Markt bringen, prüfen sie auf Herz und Nieren, ob ihre Technik fehlerfrei funktioniert. Auch bei künftigen Quantencomputern müssen solche Prozessoren störungsfrei laufen. Effektive und zuverlässige Testverfahren fehlen aber bislang. An der Saar-Uni arbeiten theoretische Physiker um den angehenden Doktoranden Tobias Chasseur und Professor Frank Wilhelm-Mauch an einem Modell, das Quantenprozessoren prüfen soll.

Der Internetkonzern Google unterstützt den Saarbrücker Nachwuchswissenschaftler bei dieser Arbeit für ein Jahr mit 32.000 US-\$. Chasseur wird das Modell anschließend im Quantenrechner-Labor von Professor

John Martinis in Kalifornien in der Praxis testen. Martinis und sein Team sind dabei, einen schon bald nutzbaren Quantencomputer zu entwickeln. Dieser könnte die Rechenleistung um ein Vielfaches übersteigen und in Sekundenschnelle Milliarden von Rechenschritten durchführen. Martinis arbeitet mittlerweile für Google. Zuvor hat der Physiker an der University of California Santa Barbara an der Quantentechnologie geforscht. // SG

Universität des Saarlandes



HAMMOND  
MANUFACTURING®

Standardmäßige und modifizierte Gehäuse aus Aluminium-Druckguss, Metall oder Kunststoff.

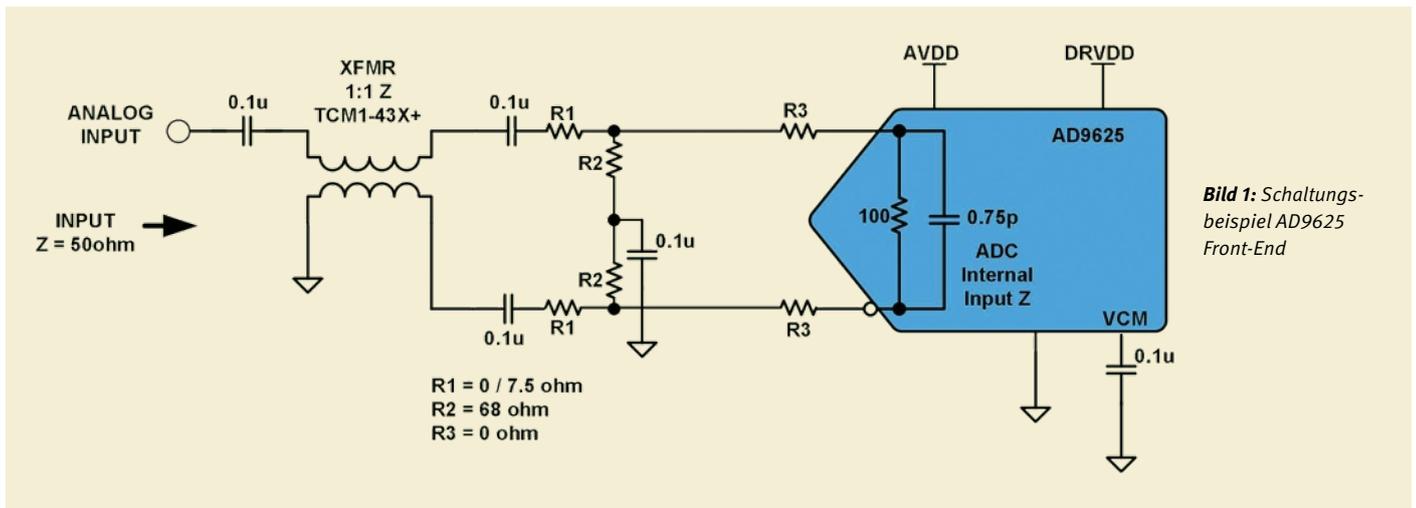
sales@hammondmfg.eu



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

# Was die Rauschzahl über A/D-Wandler verrät

ROB REEDER \*



Bei A/D-Wandlern sind Rauschzahl (NF) und Signal/Rausch-Verhältnis (SNR) austauschbar. Die Rauschzahl eignet sich zum Verständnis der Rauschdichte, während das SNR das Gesamttrauschen im interessierenden Frequenzband angibt. Betrachtet man die Rauschzahl etwas genauer, sieht man, dass einige Kompromisse irreführend sein können und dass eine niedrige Rauschzahl nicht immer ein geringeres Eingangsrauschen bedeutet, das an den Wandler gelangt.

Die Rauschzahl lässt sich einfach nutzen, wenn man versucht, die dynamischen Auswirkungen von kaskadierten Signalketten zu verstehen. Bei einer Vervierfachung des Quellenwiderstands verbessert sich die Rauschzahl um 6 dB. Allerdings erhöht der vergrößerte Widerstand auch das Johnson-Rauschen am Wandleringang. Mit einem höheren Quellenwiderstand oder mehr als der Hälfte des Eingangssignals über der analogen Eingangsstufe (Transformator oder Verstärker) wird die Handhabung des Rauschens über den interessierenden Bandbe-

reich schwieriger, bis schließlich die Leistungsfähigkeit des Wandlers sinkt.

Warum ist das so? Reduziert man den Eingangsmessbereich, muss die Verstärkung erhöht werden. Dies sieht theoretisch gut aus. Transformatoren sind jedoch stärker von der Verstärkungsbandbreite abhängig als Verstärker. Optimiert man die Rauschzahl mit einem „High-Gain“-Transformator, erschwert dies ZF-Anwendungen mit über 100 MHz. Das Problem bei Verstärkern ist ähnlich. Erhöht man die Verstärkung, steigen sowohl das Signal- als auch das Verstärker-rauschen. Dies beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit des Wandlers. Ein Anti-Aliasing-Filter hoher Ordnung in Verbindung mit verlustbehafteten Widerständen ist erforderlich, um die Leistungsfähigkeit zu erhalten.

Bei der Entwicklung einer Wandler-Eingangsstufe sollte man die spektrale Rauschdichte (NSD) im Auge behalten. Sie ist normalerweise in nV/√Hz spezifiziert. Die NSD ist das, was für den Wandler wirklich wichtig ist, da sie im digitalen Bereich verarbeitet wird, um innerhalb des Frequenzbands die Signale von Interesse zu differenzieren und schließlich aufzunehmen.

Abschließend sollte sichergestellt werden, dass die Eingangs- und Ausgangssignale über die gesamte Signalkette maximiert werden, indem dort, wo erforderlich, Verstär-

kung vorgesehen wird. Dämpfung, „Padding“ oder Widerstand sind in keiner Signalkette ein guter NF-Kompromiss, da so Energie verschwendet und das Rauschen aufgrund von Widerständen erhöht wird.

Die Rauschzahl  $NF = P_{is} - SNR - 10 \log BW + 174 \text{ dBm}$  mit  $P_{is}$  als Vollausschlag-Leistung des Eingangsnetzwerks. SNR wird für das Eingangsnetzwerk gemessen. BW ist die -3dB-Bandbreite des Eingangsnetzwerks und 174 dBm bezeichnet das thermische Grundrauschen ( $kT BW$ ) mit  $k = 1,38 \times 10^{-23}$  und  $T = 300 \text{ K}$  für Raumtemperatur. // KR

#### Analog Devices

+49(0)89 769030

#### Weiterführende Literatur

- [1] Kester, W.: *Analog-Digital Conversion*. Analog Devices. 2004. ISBN 0-916550-27-3 ([http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-06/data\\_conversion\\_handbook.html](http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/39-06/data_conversion_handbook.html))
- [2] Tutorial MT-006: *ADC Noise Figure – An Often Misunderstood and Misinterpreted Specification* (<http://www.analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/MT-006.pdf>)
- [3] Tutorial MT-052: *Op Amp Noise Figure: Don't Be Misled* (<http://www.analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/MT-052.pdf>)
- [4] Brannon, B.: *Analyzing ADC Noise Impacts on Wireless System Performance*. EE Times. 2003 ([http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1226005](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1226005))



\* Rob Reeder

... ist Senior System Application Engineer bei Analog Devices in Greensboro / USA.



Weitere Infos:

[www.mathworks.de/accelerate](http://www.mathworks.de/accelerate)

Datenblätter

Demo-Videos

Testlizenzen

# MODELLIERUNG PHYSIKALISCHER SYSTEME

in

## Simulink

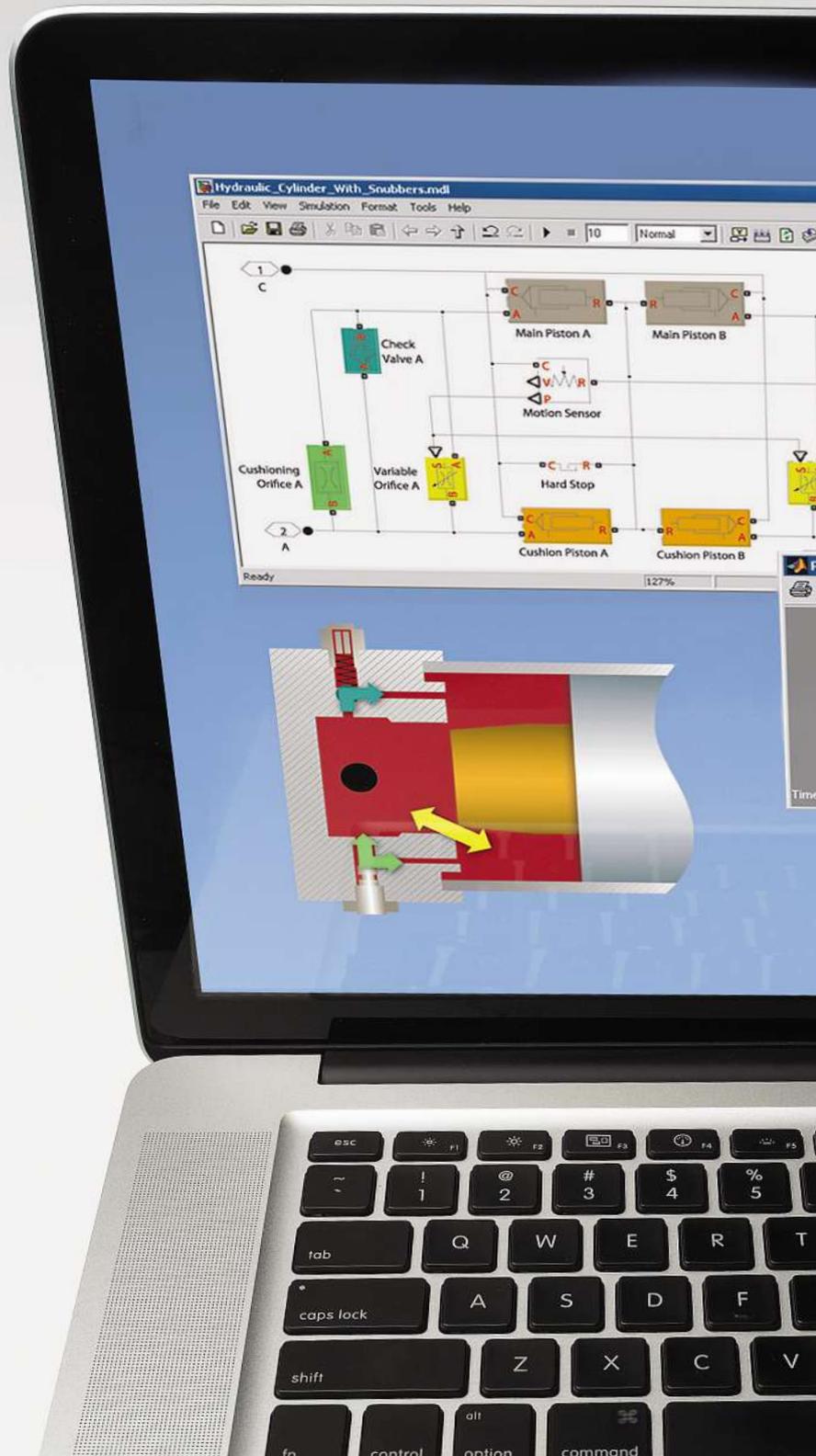
mit **Simscape™**

- elektrische
- mechanische
- hydraulische  
und weitere Systeme

### Nutzen Sie Simscape und Simulink

zur Modellierung und Simulation von Regelstrecke und Regler. Erstellen Sie Ihre Modelle in der grafischen Entwicklungsumgebung, oder importieren Sie physikalische Modelle aus CAD-Systemen. Verwenden Sie vorgefertigte Komponenten oder entwerfen Sie eigene Systemelemente mit der Simscape Programmiersprache. Implementieren Sie Ihr Design automatisiert auf Embedded Systemen.

**MATLAB®  
& SIMULINK®**



INNOVATIONSSTUDIE

## Produktentwicklung greift zu kurz

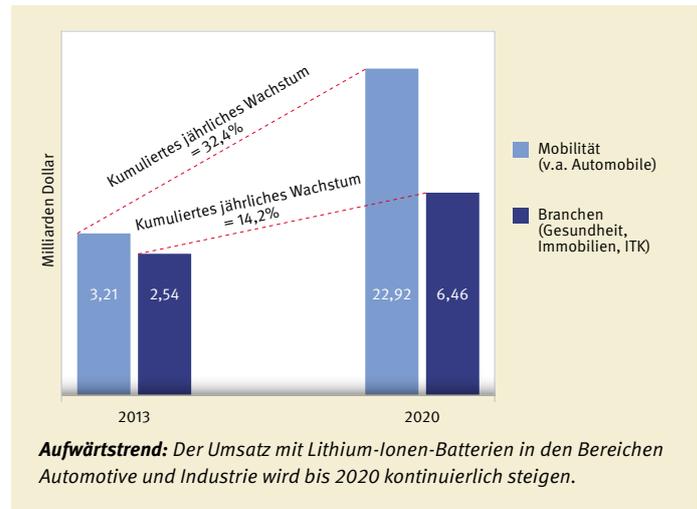


Laut der Innovationsstudie 2015 der Unternehmensberatung Staufen stehen klassische Produktinnovationen ganz oben auf der To-Do-Liste der deutschen Entwicklungsabteilungen. Für die Studie wurden mehr als 150 Industrieunternehmen befragt. 70 Prozent der Firmen arbeiten an Produktneuheiten. Bei 44

Prozent wird zudem an neuen Systemen und Prozessen geforscht. Aber nur 18 Prozent befassen sich auch mit möglichen neuen Geschäftsmodellen. Martin Haas, Vorstand des Beratungshauses, warnt, dass die klassische inkrementelle Produktverbesserung bald nicht mehr genügen könnte. // FG

AKKUMULATOREN

## Lithium-Ionen – erste Wahl im IoT



Der Markt für Lithium-Ionen-Akkus wird durch das IoT einen beträchtlichen Aufschwung erleben. Das berichten die Marktforscher von Frost & Sullivan. Im Jahr 2020 wird der Gesamtmarkt für Li-Ionen-Batterien bei 55 Milliarden Dollar liegen, allein der Automobilbereich wird rund 23 Milliarden Dollar ausmachen. Allerdings werden auch andere Chemikalien an Bedeutung gewinnen. // FG

### BRANCHENBAROMETER

#### Halbleitermarkt über Vorkrisen-Niveau

Der deutsche Halbleitermarkt ist im Jahr 2014 mit einem Plus von 4,4 Prozent auf etwas über elf Milliarden Euro gewachsen, meldet der ZVEI. Damit hat der Halbleitermarkt das Vorkrisenniveau von 2007 nachhaltig überschritten. Für 2015 erwartet die Branche ein Wachstum im oberen einstelligen Bereich.

#### Big-Data-Investitionen flachen ab

Investitionen in Big Data steigen 2015 laut Gartner nicht mehr so stark wie zuvor. Mehr als 75 Prozent der 437 befragten Unternehmen investieren bereits oder planen eine Investition in den kommenden zwei Jahren, was ein Plus um drei Prozent im Vergleich zu 2014 ergibt.

#### Zweistelliges Plus bei Elektro-Exporten

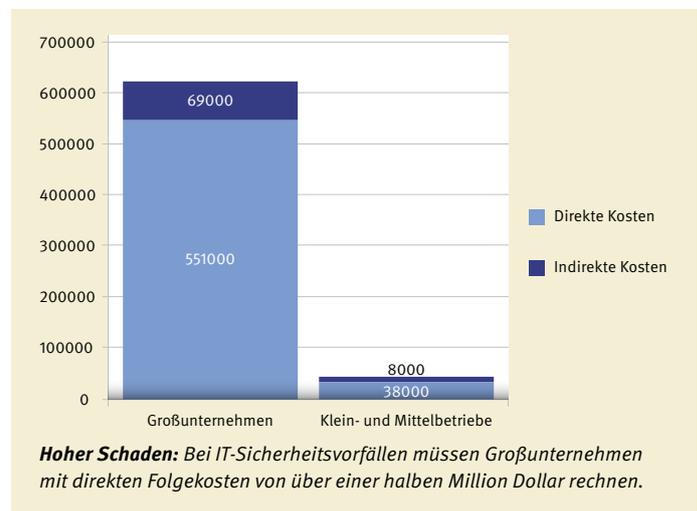
Die Exporte der deutschen Elektroindustrie sind im Juni 2015 laut ZVEI zweistellig gestiegen. Sie stiegen um 13,8 Prozent gegenüber dem Vorjahr auf 14,9 Milliarden Euro. Im gesamten ersten Halbjahr 2015 summierten sich die Branchenexporte auf 85,9 Milliarden Euro.

#### Infineon behauptet Marktführerschaft

Zum zwölften Mal in Folge ist Infineon Weltmarktführer bei Leistungshalbleitern. Mit einem Marktanteil von 19,2 Prozent liegt Infineon zusammen mit dem Anfang 2015 übernommenen Unternehmen International Rectifier mit großem Abstand an erster Stelle (Quelle: IHS).

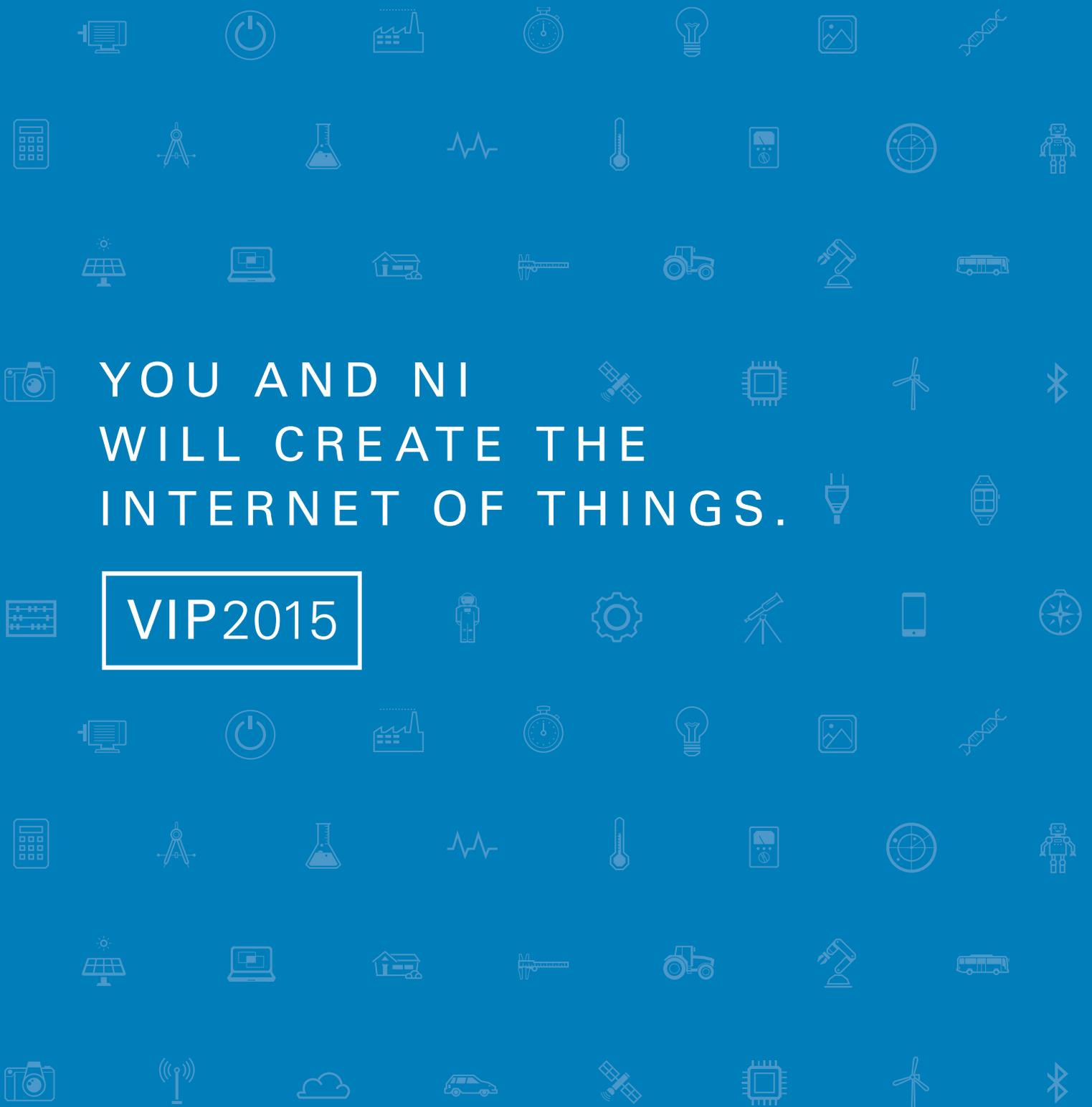
IT-SECURITY

## Immense Kosten bei Pannen



551.000 US-Dollar müssen große Unternehmen im Schnitt in Folge eines IT-Sicherheitsvorfalles aufbringen. Bei mittelständischen Unternehmen betragen die Kosten im Schnitt 38.000 US-Dollar. Dies geht aus einer von Kaspersky Lab bei B2B International beauftragten Studie hervor. Zu den Vorfällen gehören Mitarbeiterbetrug, Cyber-Spionage, Netzwerkeinbrüche und dergleichen. // FG

Weitere Marktzahlen finden Sie unter:  
[www.elektronikpraxis.de/Marktzahlen](http://www.elektronikpraxis.de/Marktzahlen)



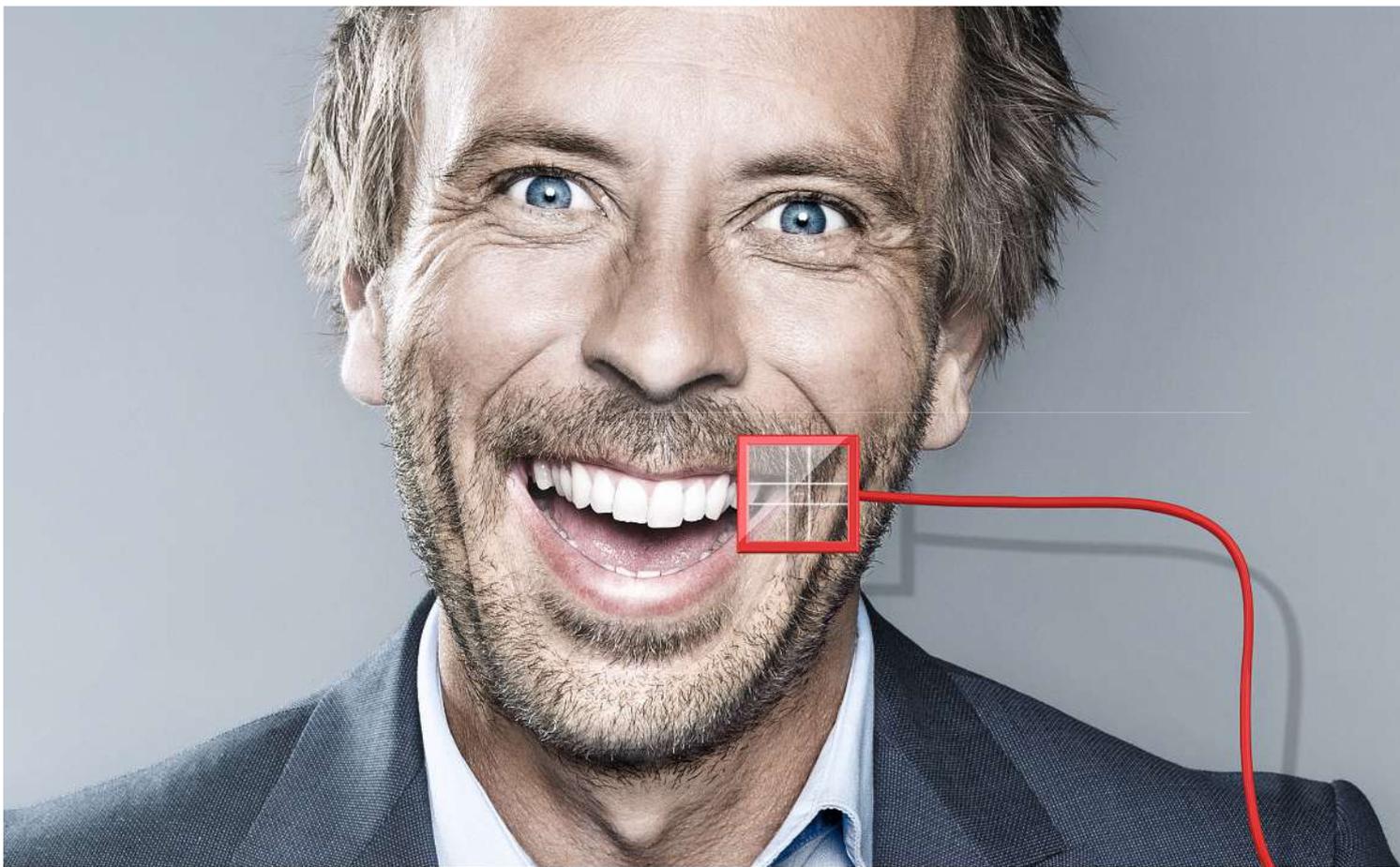
YOU AND NI  
WILL CREATE THE  
INTERNET OF THINGS.

VIP2015

21.-23. Oktober 2015  
Technologie- und Anwenderkongress

Jetzt anmelden:  
[ni.com/vip](http://ni.com/vip)





BEGEISTERUNGS-MESSER



# MESSBAR MEHR BEGEISTERUNG.

Wie man höchste Zufriedenheit erreicht? Eigentlich ganz einfach: Man bietet die größte Produktauswahl, die beste Beratung und einzigartige Qualität. Jetzt erfreuen lassen unter: [www.datatec.de](http://www.datatec.de)



Ihr Spezialist für Mess- und Prüfgeräte

MESSBAR MEHR.  
**dataTec**



# Internet der Dinge – Chance und Herausforderung zugleich

*Beim Internet der Dinge wachsen die Disziplinen Sensorik, Aktorik, Datenverarbeitung, Connectivity und Security zusammen – eine Herausforderung für Viele, nicht aber für den Distributor EBV.*

THOMAS STAUDINGER \*

Eine der Hauptstärken von EBV Elektronik liegt schon seit Jahren darin, die Einzelthemenbereiche des Internets der Dinge (Internet of Things; IoT) miteinander zu verknüpfen und aus dieser Themenkombination heraus neues Potenzial für seine Kunden zu entwickeln. Seit einigen Jahren drückt sich das auch in den von EBV fokussierten Segmenten aus: einerseits den klassischeren Marktsegmenten Automotive, Consumer, Healthcare, High-Rel und Erneuerbare Energien sowie andererseits in den technologiegetriebenen Segmenten FPGA, Identifikation, LightSpeed und RF&Wireless. EBV ist also bestens gewappnet für das Internet der Dinge. Beispiele aus den Marktsegmenten „Healthcare“ sowie „Erneuerbare Energien“ finden Sie auf ELEKTRONIK-PRAXIS.de; Sucheingabe: 43243777.

Bereits seit Jahrzehnten war die Kommunikation zwischen Maschinen (M2M, Machine-to-Machine) für EBV ein wesentliches Thema, aber das Internet mit seiner Infrastruktur und die zunehmende Verbreitung von Produkten wie PC, Tablet und Smartphone sowie von neuen Halbleiterprodukten haben den Markt nicht nur komplett umgekrempelt sondern auch völlig neue Lösungsansätze in bisher überhaupt noch nicht relevanten Bereichen ermöglicht. Ein gutes Beispiel dafür, wie EBV Elektronik das interdisziplinäre Denken mit vernetzten Lösungen vorantreibt, ist das Wissensmagazin „The Quintessence“, in dem EBV seit 2007 in Form von Themenheften über neue Möglichkeiten in verschiedenen Bereichen informiert. Die letzten Ausgaben befassten sich zum Beispiel mit Sensortechnik, Internet der Dinge, Cyber-Sicherheit, Cloud-Technologie

und Industrie 4.0, während sich in der nächsten Ausgabe alles um Smart-Systems drehen wird. Gerade weil EBV sich schon lange mit den Themenbereichen „Internet der Dinge“ und „Industrie 4.0“ beschäftigt, sehen die Experten bei EBV diese Begriffe auch mehr als Schlagwörter, die in der Presse oftmals publikumswirksam überbetont werden. Viel wichtiger ist es, Entwicklern und Entscheidern die Bedeutung des IoT für ihr jeweiliges berufliches (und durchaus auch privates) Umfeld klar zu machen, damit sie die hieraus

erwachsenden Möglichkeiten optimal nutzen können. Daher stellt sich EBV stets die gleiche, im Grundton sehr simple Frage: Wie können wir unseren Kunden helfen, eine Lösung zu realisieren, die smart und intelligent ist, die permanent datentechnisch an die Außenwelt angebunden ist und dabei eine sichere (secure) Kommunikation ermöglicht? Kurz gesagt: Es geht um smart, secure und connected everywhere.

Mit seiner Technologie-Marktmatrix hat EBV bereits einen sehr guten Ansatz, um he-

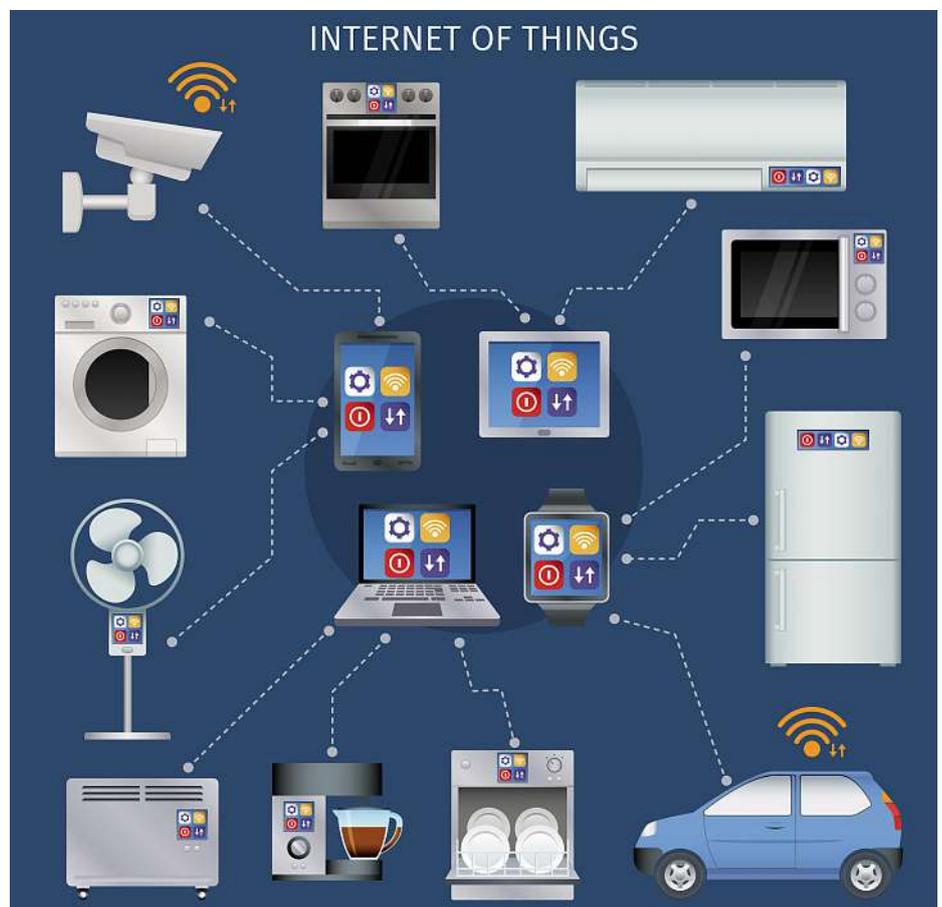


Bild: macrovector/Fotolia

**Internet der Dinge:** Verbindet verschiedene bisher als Insellösung existierende Märkte.



\* Thomas Staudinger  
... ist Vice President  
Vertical Segments EBV



Bild: Bobboz / Fotolia

IoT: Nur wer um dessen Bedeutung weiß, kann die erwachsenden Möglichkeiten optimal nutzen.

rauszuarbeiten, welche Technologie welchen Mehrwert in der entsprechenden Applikation bieten kann, um so ein wettbewerbsfähiges Produkt zu realisieren.

### IoT-Lösungen für klassische EBV-Kunden

Mit dem IoT ändern sich allerdings auch die Herausforderungen der EBV-Kunden, wenn es beispielsweise darum geht, ein bisher autonomes Gerät ans Internet anzubinden oder mit einer Cloud-Lösung zu verbinden. Diese Anbindung bringt auch neue Anforderungen mit sich. So kann ein Wireless-Modul in Kombination mit der jeweiligen Software-Lösung die gewünschte Connectivity ermöglichen, während eine passende Security-Lösung für die entsprechende Datensicherheit bei Authentifizierung und Datenaustausch sorgt. Mit ihrem Kernprodukt – dem ehemals autonomen Gerät – kennen sich die EBV-Kunden bestens aus; oftmals sind sie in diesem Bereich sogar Weltmarktführer und/oder ein Hidden-Champion. Mit den Themen Hochfrequenztechnik und Security mussten sich diese Unternehmen bisher jedoch in vielen Fällen noch gar nicht beschäftigen, so dass oft nicht ausreichend Ressourcen im eigenen Haus vorhanden sind, um die Herausforderungen des IoT zu stemmen. Exakt an dieser Stelle legt EBV einen besonderen Schwerpunkt, um diesen Kunden mit passenden Ressourcen und spezifischem Know-how dabei zu unterstützen, ihr neues Produkt möglichst schnell auf den Markt zu bringen. Ganz bewusst bringt EBV dabei auch die Risiken zur Sprache, die sich sicherheitstechnisch durch die Datenüber-

tragung ergeben, denn schließlich lässt sich mit den geeigneten Halbleiterbausteinen und adäquater Software stets die passende Sicherheitslösung finden.

Im Prinzip verbindet das IoT verschiedene bisher als Inselösung existierende Märkte genauso wie das Internet die Stand-Alone-Computer und PCs miteinander vernetzt. Dies weicht die bisherige scharfe Trennung zwischen vielen Applikationen auf.

### EBVs Einsatz für Newcomer, Start-ups und Nischenmärkte

Ein gutes Beispiel dafür sind Sportbekleidungsstücke, die mittlerweile auch Sensoren enthalten können oder Möbelstücke mit integrierter Ladestation für das drahtlose Laden mobiler Endgeräte. Die Sportartikel- oder Möbelhersteller waren bisher typischerweise keine Elektronikspezialisten. EBV kann diesen Unternehmen zeigen, welche Möglichkeiten die Technologien bieten und Brücken zu geeigneten Partnern bauen, die auf die individuellen Bedürfnisse der entsprechenden Branche beziehungsweise Lösung adäquat eingehen können. So half EBV einem sehr großen Sportartikelhersteller dabei, einen Pulsfrequenzsensor in die Oberbekleidung sowie Drucksensoren in die Laufschuhe zu integrieren, wobei in diesen Applikationen zur Verbindung der Halbleiter oft ein flexibles Board erforderlich ist.

Auch diverse Start-ups haben äußerst clevere Ideen, aber häufig ist die Hardware für diese Unternehmen nur ein Standardprodukt, das sie benötigen, um ihre Geschäftsidee umzusetzen. Oft differenzieren sich diese Unternehmen primär über ihre Soft-

ware und Dienstleistungen, über die Anbindung an die Cloud und/oder über die dahinter liegende Datenverarbeitung. EBV hat schon diversen Start-ups geholfen, ihre Produkte auf den Markt zu bringen – manchmal auch durch das Vermitteln eines Kontaktes zu einem potenziellen Geldgeber oder zu einem geeigneten Fertigungspartner. Auch wenn es darum geht, die Logistik zu organisieren, kann EBV den Start-ups oft entscheidenden Support liefern, beispielsweise bei der Organisation von Software-Updates oder bei der Auslagerung von Gateway- und Server-beziehungswise Cloud-Dienstleistungen. Clevere Start-ups haben rund um das IoT auch in Europa sehr gute Möglichkeiten, ihre Ideen umzusetzen, nicht nur in den Bereichen Wearables, Personal Healthcare, Fitness-Sensoren und Tracker. EBV hat in Zentraleuropa eine Mannschaft von sieben Mitarbeitern, die sich alleine mit Start-ups beschäftigen und so im Jahr 2014 insgesamt gut 400 Kunden identifiziert haben.

Zum Teil gibt es die für den entsprechenden Markt oder das angestrebte Design erforderlichen Halbleiter (noch) nicht. Gründe könnten sein, dass sich dieser Markt zu schnell verändert oder dass die klassischen Halbleiterhersteller einen Markt beziehungsweise ein Applikationsfeld als nicht attraktiv ansehen. Im Rahmen seines EBVchips genannten Programms kann EBV Elektronik relativ schnell eine Lösung für diese bisher nicht abgedeckten Anwendungen schaffen. Bei zwei Produkten im Rahmen von EBVchips handelt es sich übrigens nicht um reine Halbleiter sondern um die Vesta und Maia genannten Wireless-Module für spezielle Applikationen. Vesta und Maia bieten Entwicklern jeweils eine Plattform, mit der sie zügig ein neues, per Software konfigurierbares Produkt mit Internetanbindung auf den Markt bringen können. Während Vesta ein Sub-GHz-Modul für IP500-Mesh-Netzwerke ist, handelt es sich bei Maia um ein Sub-GHz-Modul, das EBV zusammen mit erprobten Stacks für M-Bus und OMS ausliefert.

### Von Sensoren, Low-Power und Aktoren

Ein wesentliches Element im IoT sind die Sensoren, die den Ist-Zustand diverser Größen erfassen. EBV ist mit seiner sehr breiten Sensorpalette bestens aufgestellt. Durch eine intelligente Vorverarbeitung der Sensordaten direkt am Sensor lässt sich das über die Funkschnittstelle übertragene Datenvolumen signifikant verringern. Das entlastet das genutzte Frequenzband und reduziert den Energieaufwand. Wenn Sensordaten vor Ort erfasst, eventuell vorverarbeitet und weiter-

*„Wir realisieren mit Kunden IoT-Lösungen, die smart, intelligent und permanent an die Außenwelt angebunden sind und dabei eine sichere (secure) Kommunikation ermöglichen.“*

Thomas Staudinger, EBV

gesandt werden, ist Low-Power-Design ein wesentliches Thema: Ein gutes Beispiel hierfür ist ein batteriebetriebener Temperatursensor, der seine Daten über eine Funkverbindung an einen Rechner übermittelt. Je geringer der Energiebedarf der Schaltung, umso länger arbeitet das Sensorsystem mit einer Batterieladung und umso geringer ist der Wartungsaufwand. EBV hat Low-Power-Mikrocontroller namhafter Hersteller im Portfolio, die erstaunlich lange Batterielaufzeiten ermöglichen. Nach der Datenverarbeitung steht die Steuerung von Aktoren an. So hat EBV zur Regelung und Ansteuerung von Motoren eine breite Palette von Motortreibern im Programm. Auch rund um das Smart-Lighting – intelligente Lichtlösungen mit Regelung von Helligkeit und Farbtemperatur – bietet EBV viele Lösungsmöglichkeiten an.

### Industrie 4.0 und Predictive Maintenance

Industrie 4.0 steht für eine hochgradige Vernetzung innerhalb der Fertigung. Ein relativ neuer Aspekt ist die Predictive Maintenance. Dabei erkennen Sensoren eventuelle Abnutzungen und warnen rechtzeitig vor einem Ausfall. Bei Gesprächen rund um Industrie 4.0 geht es für EBV Elektronik nicht mehr nur um die Ebene der reinen Technologieumsetzung sondern auch um die Beantwortung von Fragen wie „Wie gehe ich damit um?“ „Was bedeutet das?“ „Wer sind die Spieler?“ „Worin liegen die Auswirkungen?“. Folglich besteht die Herausforderung für EBV darin, die Diskussionen bei seinen Kunden auf eine höhere Ebene zu bringen und ihnen dabei zu helfen, auch den Prozess anzupassen und so die Produktberatung um das Geschäftselement zu ergänzen.

### Sensoren in Home Automation, Connected Car und Medizin

Auch in den Bereichen Home Automation sowie Connected Car ergeben sich interessante neue Möglichkeiten. So könnte etwa in einem Haus ein Großteil der Lichtschalter entfallen, wenn Sensoren erkennen, wo sich die Menschen gerade aufhalten. Auch für die effiziente Heizungssteuerung liefern Sensoren wertvolle Inputs. Gleichzeitig gehen die deutschen Automobilhersteller davon aus, dass bis zum Jahr 2020 mindestens jedes zweite neu zugelassene Fahrzeug ein Connected Car sein wird, also ein Fahrzeug mit einer permanenten Verbindung zum Internet. In der Medizin ermöglicht das IoT neue Formen der Patientenüberwachung. Mit den entsprechenden Sensoren am Körper und dem Smartphone in der Tasche ist bei kranken Menschen eine permanente Überwa-

chung bestimmter Vitalparameter im Alltag möglich, Krankenhausaufenthalte oder der tägliche Gang zum Arzt können entfallen. Derartige Applikationen des IoT erhöhen nicht nur die Lebensqualität sondern senken gleichzeitig die Behandlungskosten. Derartige Systeme zur Patientenüberwachung nutzen vor allem Bluetooth Low Energy (BLE) und WiFi zur Datenübertragung.

### IoT @ EBV, Software-Support und Security

EBV unterstützt Kunden weit über die rein technischen Aspekte hinaus. Das fängt mit Informationen über die Möglichkeiten des IoT an, führt über technische Seminare bis zu Beratungsdienstleistungen, die sogar ein radikales Überdenken des Geschäftsmodells zur Folge haben können. So hatte etwa ein EBV-Kunde früher Kompressoren hergestellt, aber heute verkauft er Druckluft als Dienstleistung: Statt eine Maschine zu verkaufen bietet er seinen Kunden jetzt Luft in einer definierten, permanent verfügbaren Qualität und Spezifikation. Mit Hilfe der zuvor erwähnten Predictive Maintenance im Rahmen des IoTs und der daraus resultierenden Ausfallsicherheit kann der Kunde jetzt durch das Anbieten einer Dienstleistung eine viel intensivere Wertschöpfung erzielen.

Obwohl das Kerngeschäft von EBV ganz klar die Halbleiter-Distribution ist, wird auch in den Software-Support investiert. So ist ein EBV-Mitarbeiter ausschließlich damit beschäftigt, Software potenzieller und existierender Partner zu untersuchen und zu qualifizieren. EBV kann so mittels qualifizierter Third-Party-Anbieter Kundenlösungen zügig umsetzen. Schon jetzt hat EBV zirka 20 Unternehmen zertifiziert, deren Software speziell auf IoT-Anwendungen zugeschnitten ist. Dazu zählen Ingenieursdienstleister, Softwarehäuser aber auch Cloud-Partner. Ein heikles aber äußerst wichtiges Thema ist die Datensicherheit (Security). Verzeichnete EBV bis vor einem Jahr nur drei bis vier Kundenanfragen nach ID- und Security-Lösungen, sind es mittlerweile 15 bis 20 Anfragen pro Monat. Rund um Identifikation und Security hat EBV mit den Herstellern Atmel, Infineon, NXP und ST alle Marktführer auf seiner Linencard. Für komplette Sicherheitslösungen arbeitet EBV etwa mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit (Fraunhofer AISEC) zusammen. Zudem hat EBV speziell im Bereich Security geschulte FAEs, sodass auch hier Kunden bestens unterstützt werden. // MK

**EBV**  
+49(0)8121 7740



Volumenaufträge  
Mengenrabatte

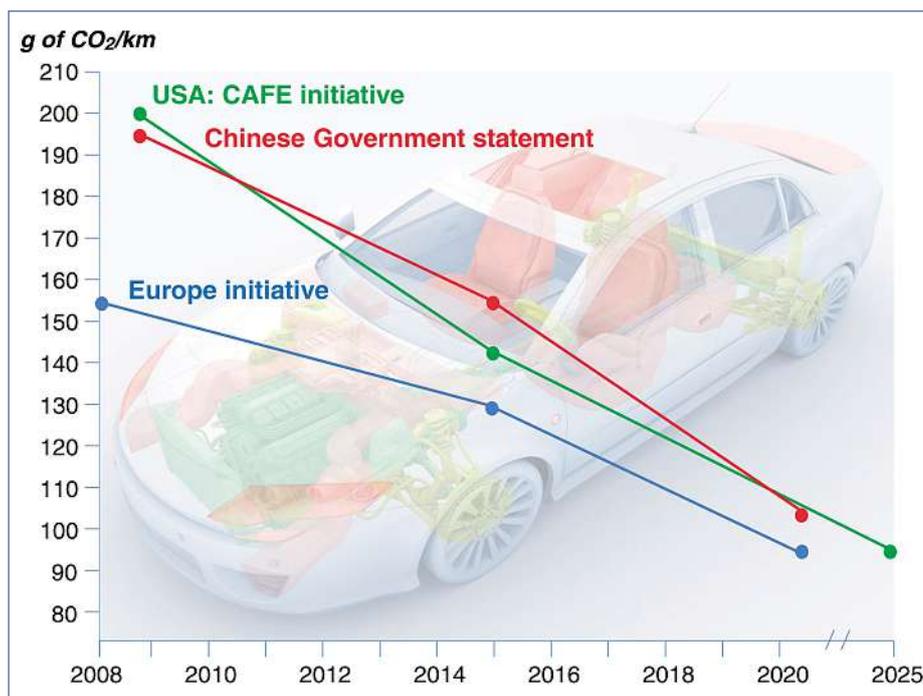


HIER STARTEN ▶  
de.farnell.com

# Branchenkleinster Hall-Sensor integriert 100-nF-Kondensatoren

Zum EMV-sicheren Erfassen von Wegen und Winkeln integriert der Hall-Sensor HAC 830 zwei Blockkondensatoren mit dem branchenhöchsten Wert von 100 nF im TO92-UP-Gehäuse und ist bis über 7 kV ESD-fest.

MATTHIEU REZÉ \*



**Bild 1:** Das Emissionsziel von 95 g CO<sub>2</sub>/km liegt erheblich unter den Emissionen von 139 g/km, die 2010 festgelegt wurden und einer Emissionsreduzierung von 31% entsprechen.

Die Sensor-Familie HAL 83x umfasst robuste Sensoren zur Erkennung linearer Bewegungen und Winkel. Für Flexibilität in der Anwendung sorgen sowohl ein Analog- und PWM-Ausgang als auch der programmierbare Tiefpassfilter. Der Chip hat eine hohe Temperaturstabilität, sodass sich die Sensoren weitläufig unter rauen Betriebsumgebungen nutzen lassen; das betrifft nicht nur Industrieapplikationen, sondern insbesondere Automotive-Anwendungen. Die Fähigkeit der Sensoren, niedrige Magnetfelder detektieren zu können, führt

zu geringeren Systemkosten. Bei Anwendungen ohne Leiterplatte, etwa bei der Drosselklappe oder dem Turbolader eines Kraftfahrzeugs, erhöht der HAC 830 nicht nur die EMV-Performance, sondern steigert auch die Systemzuverlässigkeit. Die Besonderheiten des Hall-Sensors HAC 830 bzw. der Sensor-Serie HAL 83x beschreibt der Artikel am Beispiel der Verwendung im anspruchsvollen Automobil-Bereich.

## Die hohen Anforderungen des Automotive-Sektors

Höherer Fahrkomfort, optimale Motorleistung und mehr Fahrvergnügen bei gleichzeitiger Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes – um diese Ansprüche zu erfüllen, spielt das Motor-Management eine Schlüsselrolle. Allein im letzten

Jahrzehnt wurden Anwendungen im Antriebsstrang dank automatischer Steuerung erheblich verbessert. Präzise Sensoren liefern alle benötigten Informationen an die Steuereinheit, die so auf jeden Betriebszustand optimal reagieren kann. Magnetfeldsensoren aus Silizium, insbesondere jene, die auf dem Hall-Effekt beruhen, sind in vielen Antriebsstrangsystemen die Technologie der Wahl. Der kürzlich von Micronas vorgestellte robuste und programmierbare Hall-Sensor, erfüllt die strengen Standards hinsichtlich elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) in Fahrzeugen ohne zusätzliche externe Komponenten. Autohersteller benötigen solche Produkte zum Einsatz in modernen Motoren, z.B. bei Euro-6-kompatiblen Aktuatoren im Luftkreislauf.

## Strenges Emissionsziel braucht leistungsstarke Sensorik

95 g/km heißt das strenge, von der EU-Kommission vergangenes Jahr festgesetzte CO<sub>2</sub>-Emissionsziel für Pkw, die nach 2021 in Europa verkauft werden. Dieser Wert erscheint auf den ersten Blick als eine echte Herausforderung, wird jedoch von vielen Ländern wie China, einer der weltgrößten CO<sub>2</sub>-Emitenten, mit 106 g/km im Jahr 2020 schon fast erreicht. Die USA, bekannt für ihre Spritschlucker, haben sich ein ähnliches Ziel gesetzt, jedoch erst nach 2025.

Das neue Emissionsziel von 95 g/km liegt erheblich unter den 139 g/km, die 2010 festgelegt wurden und einer Emissionsreduzierung von 31% entsprechen. Dieser Wert allein zeigt den enormen Druck, unter dem die Regierungen stehen, wenn es darum geht, die Umweltbelastung entsprechend den Forderungen der zunehmend umweltbewussten Verbraucher zu verringern. In der Europäischen Union entfallen etwa 20% aller CO<sub>2</sub>-Emissionen auf den Straßenverkehr, während Pkw rund 12% dazu beitragen. In allen modernen Staaten besteht mittlerweile überwiegend Einigkeit hinsichtlich ähnlicher



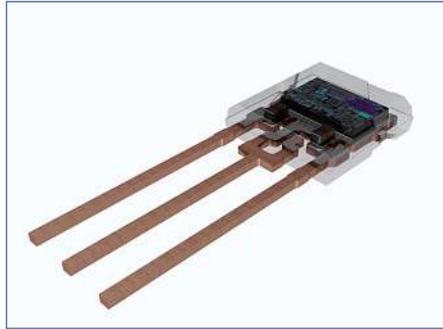
\* Matthieu Rezé  
... ist Automotive Marketing Manager bei Micronas, Freiburg.

Vorschriften zur Begrenzung der Abgasemissionen bei Neufahrzeugen.

In Europa definiert eine Reihe von EU-Richtlinien diese Emissionsnormen, die zunehmend strikter formuliert werden. Der Ausstoß von Stickoxid ( $\text{NO}_x$ ), Gesamtkohlenwasserstoff (THC), Nichtmethan-Kohlenwasserstoff (NMHC), Kohlenmonoxid (CO) und Feinstaub (PM) wird beispielsweise für die meisten Fahrzeugmodelle vorgegeben. Diese Entwicklung nahm ihren Anfang in den Siebzigerjahren, wobei die Stufen in der Regel als Euro 1, Euro 2, Euro 3 usw. als Normen für Leichtfahrzeuge bezeichnet werden. Die Einhaltung der Norm wird überprüft, indem der Motor einen standardisierten Testzyklus durchläuft. Fahrzeuge, die diese Norm nicht erfüllen, können in der EU nicht verkauft werden.

In den Vereinigten Staaten wurden in den Siebzigerjahren nach der Ölkrise die ersten CAFE-Normen (Corporate Average Fuel Economy; etwa: Flottenverbrauch) verabschiedet. Dies erfolgte parallel zu den Normen bezüglich Treibhausgasemissionen, die von der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde (EPA) erlassen wurden. Nach 2010 wurden beide Normen harmonisiert, um gemeinsame Emissionsziele zu erreichen.

Beim Gesamtverbrauch in modernen Fahrzeugen spielen mehrere Faktoren eine Rolle, wobei sich eine Reihe verfügbarer Technologien für die Einhaltung der neuen Normen für 2017 bis 2025 eignen. Darunter sind Entwicklungen wie neuartige Getriebe, Start-Stopp-Systeme, Verringerung des Fahrzeuggewichts, geringer Reifenabrollwiderstand sowie Verbesserungen der aerodynamischen



**Bild 2:** Innenansicht eines HAC-830-Positionssensors mit integrierten Kondensatoren.

Eigenschaften und der Klimaanlage. Hybridautos oder vollelektrische Fahrzeuge erreichen erheblich niedrigere Emissionswerte, doch aufgrund ihrer höheren Kosten und den hohen Anforderungen an die Elektronik ist ihre Marktdurchdringung noch recht beschränkt.

Verglichen mit diesen Technologien ermöglicht die Einführung fortgeschrittener Benzin- und Dieselmotoren hinsichtlich Kraftstoffverbrauch einen wesentlich verbesserten Wirkungsgrad und gilt als wichtigster Beitrag zu einer besseren Umweltbilanz: Ein 10% geringerer Kraftstoffverbrauch kann zu einer  $\text{CO}_2$ -Reduzierung von bis zu 15 g/km führen.

### Das Prinzip Drive-by-wire und der geregelte Luftkreislauf

Der Verbrennungsmotor hat mit der Einführung von hydraulischen und elektromechanischen Aktoren aufgrund verbesserter elektronischer Systeme im vergangenen Jahrzehnt enorme Veränderungen durchlau-

fen. An die Stelle des Bowden-Zugs, der früher das Gaspedal mit der Drosselklappe verband, trat beispielsweise nun die elektronische Drosselklappe (Electronic Throttle Control, ETC). Eine elektronische Steuereinheit (Electronic Control Unit, ECU) ermittelt die erforderliche Drosselklappenstellung, indem die Messdaten verschiedener Sensoren wie Gaspedalsensor oder Motordrehzahlsensor ausgewertet werden. Mittels eines Steueralgorithmus in der ECU wird ein Elektromotor angesteuert und die Drosselklappe in die erforderliche Position gebracht.

Die meisten Autofahrer sind sich der Vorteile der ETC gar nicht bewusst, da die Kenndaten des Fahrzeug-Antriebsstrangs nahtlos konsistent und unabhängig von den vorherrschenden Bedingungen wie Motortemperatur, Luftdruck und Beladung erfasst werden. Dies alles läuft „hinter den Kulissen“ ab und erleichtert dem Fahrer den Gangwechsel und den Umgang mit dramatischen Drehmomentwechseln bei starker Beschleunigung oder Verzögerung. Zudem nützt dies auch dem Fahrzeugmotor, da die Drosselklappe unabhängig von der Lage des Gaspedals bewegt werden kann.

Neben der elektronischen Drosselklappensteuerung benötigen neuere Motoren noch weitere Verfeinerungen, etwa einen Regelkreis im Air-Management des Motors, um die strengen Emissionsnormen zu erfüllen. Die Euro-6-Norm sieht minimale Umweltbelastungswerte vor, mit einer Verringerung des Stickoxidausstoßes ( $\text{NO}_x$ ) um 77% im Vergleich zur aktuellen Euro-5-Norm.

Bei der seit vielen Jahren zum Einsatz kommenden Abgasrückführung (AGR) handelt es sich um eine Anzahl von Bauelementen,

## Greenliant® Zuverlässige Solid-State-Speicher für die Industrielle Automatisierung



G-Card for the Cloud



mSATA Drives



SSD on a Chip

NOWHERE, but **HERE.** [www.macnica.eu](http://www.macnica.eu)

**MACNICA**  
Ingolstadt, Munich, Dortmund

die sowohl die Menge als auch Temperatur und Durchgangsrate der Abgase regelt, die zurück in die Verbrennungskammern geführt werden. Diese teilweise Wiederverwertung der Abgase senkt die Verbrennungstemperatur und verringert so die  $\text{NO}_x$ -Bildung beim Fahren unter Volllast. Diese Technologie ist jedoch nicht auf einen bestimmten Motorentyp beschränkt, sodass wir mittlerweile eine Art Konvergenz in der Bauweise des Luftkreislaufs bei Diesel- und Benzinmotoren beobachten können. Die Leistung eines Dieselmotors wird über die Regulierung der Kraftstoffeinspritzung in die Zylinder gesteuert. Da die Luftzufuhr bei diesem Motorentyp nicht geregelt werden muss, wird auch keine Drosselklappe im Lufteinlass benötigt. Um den strengeren Emissionsnormen zu genügen, verfügen neuere Dieselmotoren nun dennoch über eine Drosselklappe (wie bei Benzinmotoren) mit deren Hilfe ein Unterdruck am Ansaugkrümmer erzeugt wird. Dadurch kann Abgas durch ein AGR-Untersystem eingeleitet werden, sodass die Verbrennungstemperatur abgesenkt und lediglich ein Minimum an  $\text{NO}_x$  erzeugt wird.

### Robuste und berührungslose Sensoren ohne Leiterplatte

Die ECU des Motors muss die genaue Position der Drosselklappen im Einlass und im Abgasrückführungssystem kennen, wodurch der Einsatz berührungsloser und genauer Positions- oder Winkelsensoren erforderlich wird. Der Hall-Effekt ist heute die Technologie der Wahl; Hall-Effekt-Sensoren werden heutzutage in über 80% aller Automotive-Anwendungen mit Magnetfeldsensoren eingesetzt. Eine Kombination aus kleiner Baugröße und der Infrastruktur zur Silizium-CMOS-Batch-Produktion ermöglicht eine hohe Integrationsdichte von Schaltungselementen. Die Serienproduktion in großen Stückzahlen macht die Sensoren wirtschaftlich rentabel und ermöglicht die von der Automobilindustrie geforderten niedrigen Stückpreise.



**Bild 4:** AGR-Modul für Common-Rail-Dieselmotoren mit Direkteinspritzung.

Ein weiterer Vorteil gegenüber anderen Technologien ist die Tatsache, dass Hall-Effekt-Sensoren, sofern sie adäquat gekapselt werden, unempfindlich gegenüber Staub, Schmutz und Wasser sind. Da sie keinen Kontakt mit dem Messobjekt eingehen, arbeiten sie verschleißfrei und mit höchster Zuverlässigkeit. Sie eignen sich vorzüglich als Positionssensoren, wenn es darum geht, einen Weg, eine Position oder einen Winkel präzise zu messen. Durch ihre Genauigkeit und Robustheit sind sie die erste Wahl für Anwendungen im Motorraum wie ETC und AGR und bieten eine lange Lebensdauer auch bei Umgebungstemperaturen bis 160 °C.

Micronas hat nun für einen ihrer Kunden, dank langjähriger Erfahrung im Automobilgeschäft, der standorteigenen Fertigung und der Erfolgsgeschichte von Zero PPM im Automotive-Sektor, kürzlich einen verbesserten Positionssensor für AGR-Anwendungen in Common-Rail-Dieselmotoren mit Direkteinspritzung entwickelt. Der HAC 830 basiert auf Micronas bewährter CMOS-Technologie und ist für Sperrschichttemperaturen bis 170 °C ausgelegt. Der Sensor kombiniert den

präzisen und robusten Silizium-Chip der HAL 83x-Familie mit zwei integrierten 100-nF-Blockkondensatoren in einem winzigen 3-Pin-TO92UP-Gehäuse. Diese Sensoren eignen sich für den Einsatz in temperaturkritischen Anwendungen im Automotive-Sektor. Die Kondensatoren werden mittels leitfähigen Klebstoffs mit dem Leadframe verbunden. Die mechanische und thermische Festigkeit von verklebten Chips ist aufgrund der Elastizität der Klebeverbindungen in der Tat größer als bei gelöteten Chips.

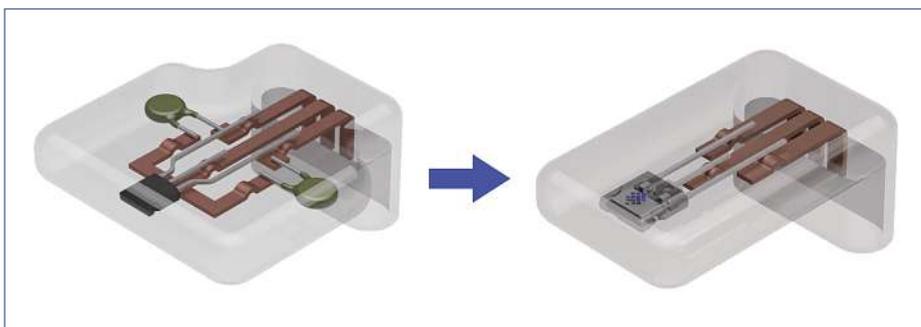
HAC 830 bietet alle Vorteile der HAL 83x-Familie, wie z.B. höchste Genauigkeit und Temperaturstabilität sowie Empfindlichkeit unter rauen Umgebungsbedingungen. Aufgrund seiner integrierten Kondensatoren erzielt der Sensor einen ESD-Level größer als 7 kV HBM und erfüllt somit die strengen Anforderungen an die Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) wie Bulk-Current-Injection (BCI) entsprechend Euro-6-Norm. Der HAC 830 ist bezüglich Störfestigkeits-BCI-Tests bis zu 300 mA gemäß ISO 11452-4 (open loop) und PSA B21-100-C (closed loop) in die Klasse A eingestuft.

Im Vergleich zu anderen Lösungen des Marktes bietet das TO92UP-Gehäuse den kleinsten Formfaktor. Es kann direkt auf ein Stanzgitter geschweißt werden. Durch den dadurch möglichen Verzicht auf eine Leiterplatte reduzieren sich sowohl die Baugröße des Gesamtsystems als auch die Gesamtkosten. Darüber hinaus wird auch die langfristige Zuverlässigkeit des Gesamtsystems wesentlich erhöht. Bei anderen auf dem Markt erhältlichen Lösungen werden die Kondensatoren über zusätzliche Anschlüsse mit dem Sensor-Chip verbunden. Der geringe Abstand zwischen diesen Anschlüssen birgt allerdings die Gefahr eines Kurzschlusses. Daher muss eine zusätzliche Schutzschicht aufgebracht werden. Das Single-Mold-Konzept des HAC 830 hat neben der geringen Baugröße den Vorteil, dass keine zusätzliche Schicht aufgebracht werden muss.

Der Sensor bietet wesentlich mehr Design-Flexibilität, wenn Baugröße ein wichtiges Kriterium ist. Er benötigt zudem eine geringere Anzahl externer Bauteile, was weniger Lötstellen erfordert; dadurch steigt die langfristige Zuverlässigkeit des Systems insgesamt erheblich. Micronas wird ihre Palette an Single-Mold-Sensor-Lösungen mit integrierten Kondensatoren künftig auch auf weitere Produktfamilien innerhalb ihres Portfolios ausweiten – darunter auch Hall-Schalter und 2D-/3D-Sensoren. // KU

**Micronas**

+49(0)761 5170



**Bild 3:** Beispiel eines Moduls mit externen Kondensatoren (links) und mit HAC 830 (rechts).

REGISTRIERUNG  
GEÖFFNET

# DC DATACENTER DAY 2015

PLANUNG – BETRIEB – EFFIZIENZ

Energie-Effizienz

RZ-Modernisierung  
und -Konsolidierung

Planung

DCIM-Lösungen

Datacenter-Sicherheit

Stromversorgung

Zukunft

Richtlinien  
und Normen

Strategie

Monitoring

Kühlung

Jetzt anmelden unter: [www.dc-day.de](http://www.dc-day.de)

21. Oktober 2015, Vogel Convention Center VCC, Würzburg

Premium-Partner



Standard-Partner | Basic-Partner



# Vorteile von Kühlgeräten im Hybridbetrieb

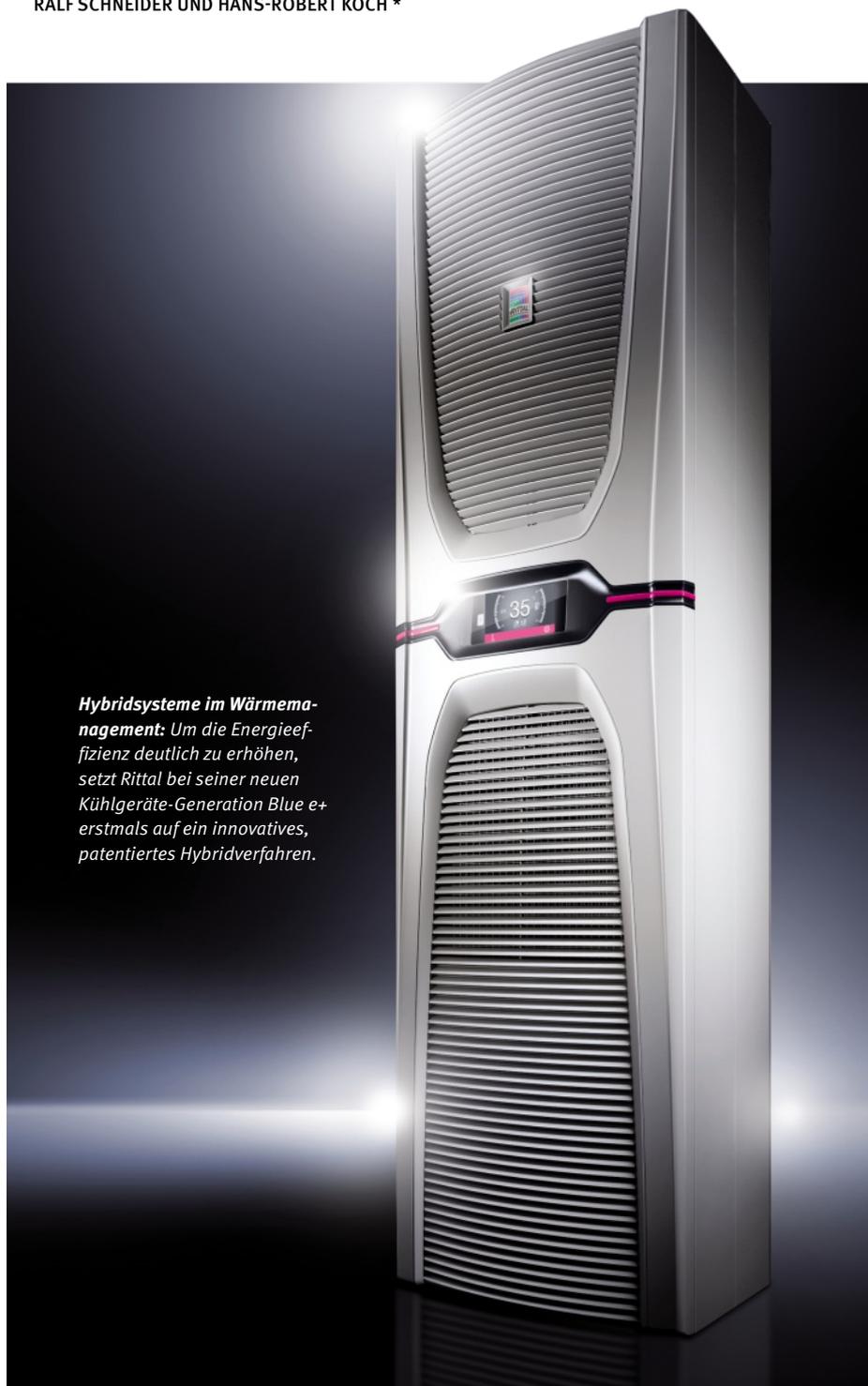
*Bei seiner neuen Kühlgerätegeneration Blue e+ setzt Rittal erstmals auf eine Hybridtechnologie in Kombination mit einer Inverterregelung. Wie die Neuentwicklung funktioniert, zeigt dieser Beitrag.*

RALF SCHNEIDER UND HANS-ROBERT KOCH \*

Das Herzstück der Kühlgeräteserie Blue e+ von Rittal ist die patentierte Kombination einer Heat Pipe mit dem klassischen Kompressor-Kältekreislauf (Bild 1). Die Heat Pipe ist ein Wärmerohr, das als Wärmeüberträger unter der Nutzung von Verdampfungswärme eines Mediums eine hohe Wärmestromdichte erlaubt. Somit können auf kleiner Querschnittsfläche große Wärmemengen transportiert werden. Es handelt sich hierbei um ein hermetisch gekapseltes Volumen, das mit einem Arbeitsmedium (Kältemittel R134a) gefüllt ist. Im Rohr befindet sich das Medium zu einem kleinen Teil im flüssigen und zu einem größeren Teil im dampfförmigen Zustand.

Der Heat-Pipe-Wärmetauscher hat je eine Wärmeübertragungsfläche für Wärmequelle und Wärmesenke. Bei Wärmeeintrag auf der Schaltschrankinnenluftseite beginnt das Arbeitsmedium (Kältemittel R134a) in der Heat Pipe zu verdampfen. Dadurch wird über dem Flüssigkeitsspiegel der Druck im Dampfraum lokal erhöht, was zu einem geringen Druckgefälle innerhalb des Wärmerohres führt. Der entstandene Dampf steigt auf und strömt zu einer Stelle mit niedrigerer Temperatur, d.h. zur Wärmesenke im Außenluftbereich, wo er kondensiert.

An dieser Stelle erhöht sich die Temperatur durch die frei werdende Kondensationswärme. Die zuvor aufgenommene latente Wärme wird an die Umgebung abgegeben. Das nun flüssige Arbeitsmedium fließt durch die Schwerkraft wieder zurück an die Stelle, an



Bilder: Rittal

**Hybridsysteme im Wärmemanagement:** Um die Energieeffizienz deutlich zu erhöhen, setzt Rittal bei seiner neuen Kühlgeräte-Generation Blue e+ erstmals auf ein innovatives, patentiertes Hybridverfahren.



\* Ralf Schneider  
... ist Abteilungsleiter Business Development Climatisation bei Rittal in Herborn.



\* Hans-Robert Koch  
... ist Leiter Fachpresse, Unternehmenskommunikation bei Rittal in Herborn.

der die Wärme eingeleitet wird (also an die Wärmequelle).

Beim Heat-Pipe-System von Blue e+ handelt es sich um einen sogenannten „Zwei-Phasen-Thermosyphon“, in dem das Medium ausschließlich aufgrund der Schwerkraft kreist. D.h. das flüssige Arbeitsmedium fließt allein durch die Schwerkraft zurück zur Wärmequelle. Damit das Schwerkraftprinzip für das Kühlgerät richtig funktioniert, befindet sich der wärmeaufnehmende Teil unterhalb des wärmeabgebenden Teils der Heat Pipe (Bild 2).

### Heat-Pipe-Technik und Kompressorkälteanlagen

Bei einer positiven Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) von z.B. +15 K zwischen Schaltschrankinnentemperatur (z.B. +35°C) und Umgebungstemperatur (z.B. +20°C) können so über die Heat Pipe circa 60 % der gesamten Wärmelast eines Schaltschranks mit 1,5 kW Verlustleistung passiv, d.h. ohne zusätzliche Umwälzpumpe, abgeführt werden. Der Vorteil des Schwerkraftprinzips liegt darin, dass bei einer Umkehr der Temperaturbedingungen mit einer negativen Temperaturdifferenz von z.B. -10 K (z.B. Schaltschrankinnentemperatur +35°C; Umgebungstemperatur +45°C) keine Wärmeenergie von außen über die Heat Pipe in den Schaltschrank eingetragen werden kann. In diesem Fall kann das dampfförmige Kältemittel nicht weiter aufsteigen. Es kommt zu keiner Verflüssigung



**Bild 1:** Die integrierte Heat Pipe für eine passive Kühlung führt Wärme aus dem Schaltschrank ab, sobald die Umgebungstemperatur unterhalb des Sollwerts liegt.

des Kältemittels und der Flüssigkeitsstrom kommt zum Erliegen.

Bei kleiner werdenden Temperaturdifferenzen wird also die Leistung der Heat Pipe immer geringer und das Kühlgerät arbeitet nun im aktiven Kompressorbetrieb.

Die sogenannten Kompressionskälteanlagen bestehen aus den vier Hauptbestandteilen Verdampfer, Kältemittelverdichter (Kompressor), Expansionsventil und Verflüssiger, die durch Rohrleitungen miteinander verbunden sind. Wie die Heat Pipe ist auch dieser Kältekreislauf mit dem Kältemittel R134a befüllt.

Im Verdampfer geht das flüssige Kältemittel in den gasförmigen Zustand über. Die dazu benötigte Energie wird als Wärme der Schaltschrankinnenluft entzogen und bewirkt so deren Abkühlung. Im Verdichter wird das Kältemittel so stark komprimiert, dass es im Verflüssiger ein höheres Temperaturniveau erreicht als die Umgebungsluft. Dadurch kann die überschüssige Wärme über die Fläche des Verflüssigers an die Umgebungsluft abgegeben werden. Das Kältemittel ändert hierbei seinen Aggregatzustand von gasförmig zu flüssig, wodurch sehr viel Wärmeenergie vom Kältemittel an die Umgebungsluft abgegeben wird.

Über ein elektronisch geregeltes Expansionsventil wird der Druck im Kältekreislauf der Blue e+-Geräte drastisch reduziert und das Kältemittel in den Verdampfer eingespritzt. Durch diese Druckminderung wird auch das Temperaturniveau des Kältemittels unter die Temperatur der Schaltschrankinnenluft abgesenkt. Hierdurch ist es in der Lage, wieder neue Wärmeenergie von der Schaltschrankinnenluft aufzunehmen und dabei zu verdampfen. Das dampfförmige Kältemittel wird wieder vom Kompressor angesaugt und der Kreislauf beginnt erneut.

### Hybridsystem mit hohem EER und SEER

Das Hybrid-System aus Heat Pipe und Kompressorkältekreislauf kann sich auf die jeweiligen Umgebungstemperaturbedingungen optimal einstellen und erreicht dabei sehr hohe Kälteleistungszahlen. Energy Efficiency Ratios (EER) von 5 bis 10 sind eher die Regel als die Ausnahme (EER = Kühlleistung / eingesetzter elektrischer Energie).

Die Heat Pipe ist umso effizienter, je höher die positive Temperaturdifferenz zwischen Schaltschrankinnenluft und Umgebungsluft ist. So kann z.B. ein 1,5-kW-Kühlgerät alleine 900 W Kühlleistung mit der Heat Pipe abführen, wenn die Solltemperatur des Schaltschranks +35°C und die Umgebungstemperatur +20°C beträgt.

## Simulationssoftware oder Dienstleistung



## 6SigmaET

Fragen Sie uns nach einer Testlizenz oder einem Dienstleistungsangebot

Deutlich kann diese hohe Energieeffizienz mit der sogenannten Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) beschrieben werden. Hierbei werden saisonale Schwankungen der Umgebungstemperatur mit berücksichtigt. Liegt der SEER bei effizienten Kompressor-Kühlgeräten bei ca. 2 bis 3, so kann beim Hybrid-System ein SEER von mehr als 10 erreicht werden. Grund hierfür ist die Tatsache, dass die Spitzenkühlleistung eines Kühlgerätes nur an wenigen Tagen im Jahr benötigt wird. Oftmals reicht schon die Leistung der Heat Pipe aus, da im Mittel die Umgebungstemperatur niedriger ist als die Solltemperatur im Schaltschrank und somit die Wärme ohne hohen Energieverbrauch des Kompressors abgeführt werden kann.

### Die Regelungstechnik entscheidet

Die Regelungstechnik der Kühlgeräte wurde optimal auf die Hybrid-Technik abgestimmt. Ist die Umgebungstemperatur deutlich niedriger als die Solltemperatur im Schaltschrank, arbeiten nur die Lüfter im Innen- und Außenkreislauf. Der Kompressor bleibt ausgeschaltet und die Kühlung geschieht passiv über die Heat Pipe. Bei kleiner werdendem  $\Delta T$  wird die Drehzahl der Lüfter von der Regelung über den integrierten Inverter kontinuierlich erhöht. Reicht die dadurch erhöhte Luftmenge nicht mehr aus, um die komplette Wärmeenergie über die Heat Pipe abzuführen, schaltet die Regelung den Kompressor hinzu. Das Kühlgerät arbeitet nun im Hybrid-Betrieb. Steigt die Umgebungstemperatur weiter an und erreicht einen Wert über dem Sollwert der Schaltschrankinnenluft, arbeitet das Kühlgerät im reinen Kompressorbetrieb.

Die Regelelektronik misst ständig, wie viel Kühlleistung zur Verfügung gestellt werden muss und passt dabei die Drehzahl der Lüftermotoren und des Kompressors auf den optimalen Wert an. Dank der Inverter-Techno-

logie, mit der über eine Spannungsregelung die Drehzahl von Kompressor und Lüfter eingestellt werden kann, wird immer exakt die Kühlleistung zur Verfügung gestellt, die aktuell benötigt wird. Hierdurch wird nicht nur eine sehr hohe Energieeffizienz erreicht. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist auch die sehr genaue Temperaturkonstanz im Schaltschrank.

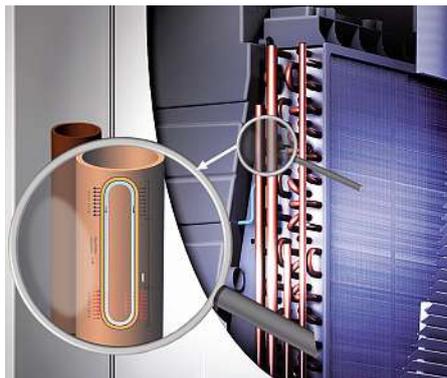
### Kein Hitzestress im Schaltschrank

Herkömmliche Schaltschrankkühlgeräte arbeiten normalerweise mit einer Zweipunkt-Regelung, die neben einem Sollwert als Einschaltpunkt auch eine Hysterese von z.B. 5 K als Ausschaltpunkt benötigen. Der Kompressor erbringt in solchen Systemen immer die volle Kühlleistung, obwohl diese nicht immer gefordert ist. Dadurch kann sich die Ausblastemperatur im Kaltluftstrom unter Umständen sehr schnell enorm absenken. Temperaturschwankungen im Luftaustritt

des Kühlgerätes von 25 K und mehr sind im zyklischen Betrieb (Kompressor ein und aus) keine Seltenheit und bedeuten enormen thermischen Stress. Die Bauteile im Schaltschrank können bei solchen Systemen sehr stark unterkühlt werden und es entstehen unter Umständen mit fortschreitender Nutzungsdauer „kalte“ Lötstellen durch mechanische Beanspruchung aufgrund thermischer Ausdehnung bzw. Schrumpfung.

Die oben geschilderten negativen Effekte treten bei der Regelung der Hybrid-Geräte nicht mehr auf. Durch die optimale Leistungsregelung aller Motoren im Kühlgerät (Lüfter und Kompressor) wird eine sehr konstante Ausblastemperatur erreicht. Es findet kein Takten mehr statt und der Schaltschrank wird auch nicht mehr zu stark unterkühlt. Durch die Anpassung der Kühlleistung an das individuelle Lastverhalten im Schaltschrank werden die Bauteile geschont und ihre Lebensdauer deutlich erhöht. Ein weiterer positiver Nebeneffekt ist, dass die Taupunkttemperatur der Luft kaum noch unterschritten wird. Dies bedeutet, dass die Kühlgeräte selbst bei hohen relativen Luftfeuchten kaum noch Kondensat erzeugen (Bild 3).

Durch die Realisierung einer sehr genauen Ausblastemperatur mit einer Abweichung von weniger als 0,2 K sind nun auch andere Messstellen für die Ermittlung der Sollwerttemperatur als Regelgröße möglich. Neben der Ansaugtemperatur im Lufteintritt im Innenkreis des Kühlgerätes sind nun auch die Ausblastemperatur sowie ein externer Fühler im Schaltschrank als Messstelle definierbar. Im Regelungsmodus „Ansaugtemperatur“ wird die durchschnittliche Schaltschrankinnenlufttemperatur überwacht. Der Regelungsmodus „Ausblastemperatur“ ist besonders geeignet für Komponenten, die eine definierte Zulufttemperatur benötigen (z.B. IT-Komponenten). Der externe Fühler als dritter Regelungsmodus kann flexibel an einer definierten Position im Schaltschrank



**Bild 2:** Bei der Heat Pipe handelt sich um ein hermetisch gekapseltes Rohr, das mit einem Arbeitsmedium (= Kältemittel R134a) gefüllt ist. Im Rohr befindet sich das Medium zu einem kleinen Teil im flüssigen und zu einem größeren Teil im dampfförmigen Zustand. Bei Wärmeeintrag auf der Schaltschrankinnenluftseite beginnt das Arbeitsmedium in der Heat Pipe zu verdampfen.

## Optimierte Kühlung

- Extrudierte, Druckguss- und Flüssigkeitskühlkörper
- Riesige Profilauswahl, mit und ohne Clipbefestigung
- Komplette CNC-Bearbeitung und Oberflächenveredelung
- Thermische Simulationen und individuelles Kühlkörperdesign

**CTX** THERMAL SOLUTIONS





*Bild 3: Durch die leistungsgeregelte Kühlung entfällt für alle Komponenten im Schaltschrank der thermische Stress.*

angebracht werden und eignet sich besonders zur gezielten Kühlung von Hot Spots.

### Praxistest bei Maschinenbauer Kapp und Autohersteller Audi

Mit der Kühlgerätegeneration Blue e+ lassen sich, wie aktuelle Messungen bei Kapp Werkzeugmaschinen zeigen, jetzt thermische Belastungen durch Temperaturschwankungen – gegenüber herkömmlich geregelten Kühlgeräten – um 95 % reduzieren. Seit Januar 2015 befindet sich ein Testgerät im Leistungstest bei der Kapp in Coburg – und somit unter realen Einsatzbedingungen im Maschinenbau.

Verglichen wird ein Wandanbaukühlgerät der neuen Serie mit einem aktuellen Wandanbaukühlgerät an identischen Steuerungsschränken.

Zum Erfassen von Temperaturen wurden Messungen an beiden Geräten vorgenommen. Die Temperaturdifferenz bei dem herkömmlichen 2-Punkt geregeltem Kühlgerät betrug 5 K zum Sollwert, was der normalen Regelcharakteristik entspricht. Beim „Blue e+“-Kühlgerät war in gleicher Zeit nur eine Abweichung von 0,2 K gegenüber der Sollwerteneinstellung zu verzeichnen.

„Dieses Ergebnis hat mich wirklich überrascht und auch beeindruckt. Mit der Temperaturgenauigkeit der neuen Rittal Blue e+ Kühlgeräte können wir den thermischen Stress für unsere Steuerungen signifikant senken und erhöhen damit automatisch die Lebensdauer unserer Anlagen. Ein absolutes Plus für uns im Maschinenbau“, sagt Alfred Tenner, Leiter der Abteilung Messen, Steu-

ern, Regeln bei der Kapp Werkzeugmaschinen GmbH.

Dass die Neuentwicklung die erwarteten Energieeinsparungen auch unter realen Einsatzbedingungen in der Industrie erfüllt, belegen auch erste Teststellungen in der Automobilindustrie. So bestätigen aktuelle Leistungsmessungen bei Audi in Ingolstadt Energieeinsparungen bei der Schaltschrank-Klimatisierung von 75%.

Seit Januar 2015 befindet sich ein Testgerät im Leistungstest in der Endkontrolle des Ingolstädter Autobauers. Bei der Teststellung an drei Schaltschränken erfolgt eine Vergleichsmessung der Neuentwicklung mit zwei weiteren Kühlgeräten von Rittal. Verglichen wird Blue e+ mit einem Kühlgerät der aktuellen Serie TopTherm Blue e und einem älteren Kühlgerät. Die Teststellung soll über ein Jahr laufen.

Bereits jetzt bestätigen die ersten Ergebnisse des Feldtests exakt die Leistungsmessungen aus der Entwicklung. „Im direkten Vergleich mit dem aktuellen Kühlgerät TopTherm Blue e und unter gleichen Bedingungen haben wir mit dem Gerät Blue e+ bisher 75% Energieeinsparung bei der Kühlung dieser Produktionssteuerung erzielen können“, erklärt Andreas Korn, Dipl.-Wirtschaftsingenieur Planung Automatisierungstechnik bei Audi in Ingolstadt. Und ergänzt: „Mit den „Blue e+“-Kühlgeräten setzt Rittal neue Maßstäbe für Energieeffizienz in der Schaltschrank-Klimatisierung.“ // KR

**Rittal**  
+49(0)2772 505-2693

## Wärmeableitgehäuse & Strangkühlkörper

- Stabile Profilgehäuse mit integrierten Kühlrippen
- Effiziente Entwärmung elektronischer Bauteile
- Umfangreiches Produktprogramm
- Sonderprofile und -gehäuse nach Ihren Vorgaben



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

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

Nottebohmstraße 28  
D-58511 Lüdenscheid  
Telefon +49 (0) 23 51 43 5-0  
Telefax +49 (0) 23 51 4 57 54  
E-mail [info@fischerelektronik.de](mailto:info@fischerelektronik.de)  
[www.facebook.com/fischerelektronik](http://www.facebook.com/fischerelektronik)



SPONSOREN

ALPHA-Numerics



# COOLING DAYS

Elektronikkühlung + Wärmemanagement

20. – 22. Oktober 2015, Vogel Convention Center VCC, Würzburg

[www.cooling-days.de](http://www.cooling-days.de)

Kompaktere Applikationen und stetig steigende Leistung: die Auslegung des Wärmemanagements ist kein leicht zu lösendes Problem. Auf dem Fachkongress „Cooling Days“ erleben Sie aktuelle Lösungen und Best Practices aus der Industrie, dank derer Ihr Device und Sie cool bleiben.

VERANSTALTER

ELEKTRONIK  
**PRAXIS**  
Akademie

KÜHLKÖRPER

## Effizientere Wärmeableitung

Versarien hat Kühlkörper Serie LPH00xx mit niedriger Bauhöhe auf den Markt gebracht, die auf der eigenentwickelten mikroporösen Kupfertechnologie VersarienCu basieren. Die Kühlkörper eignen sich für Set-Top-Boxen, Flachbildschirme, Kabelmodems, Breitband-Router, Voice-over-IP (VoIP) Ausrüstung und Gigabit Passive Optical Network (GPON) Kommunikations-Infrastruktur. Sie stehen in den Abmessungen 10 mm x 10 mm x 2 mm bis 40 mm x 40 mm x 5 mm zur Verfügung. Eine dünne, aber extrem harte Kupferoxidschicht hält hohen Temperaturen stand und verbessert das Wärmeverhalten des Kühlkörpers, damit mehr Wärme abgeführt werden kann. Damit ist bei jeder passiven Kühllösung eine erhebliche Verringerung der Bauhöhe möglich, ohne dabei Kompromisse bei der Wärmeableitung von den verbundenen Elektronikbautei-



len eingehen zu müssen. Folglich erhöht sich die Zuverlässigkeit als auch die Lebensdauer des Systems; das Ausfallrisiko sinkt. Tests haben ergeben, dass die Kühlkörper vergleichbare Lösungen anderer Hersteller um bis zu 6 °C/W übertreffen. Bei einer Last von 5 W beträgt der Wärmewiderstand des Kühlkörpers LPH0010 17,4 °C/W.

**Versarien**

LÜFTER

## Geräuschreduktion mit Potenzial

Die von SEPA Europe angebotenen Lüfter von ADDA sind in vielen Größen auch als temperaturgesteuerte Version lieferbar. Dabei regelt ein Sensor an der Nabe des Motors die Drehzahl linear mit dem Temperaturanstieg. Wenn der Luftstrom an der Austrittseite unter 25°C liegt, dreht der Lüfter bei gut der Hälfte der späteren Nenndrehzahl. Diese wird bei einem warmen

Luftstrom von ca. 50°C erreicht. Zwischen Raumtemperatur und 50°C erhöht sich die Drehzahl linear und stufenlos. Die daraus resultierenden Effekte sind immens, da vor allem Geräusch und Stromaufnahme bei abgesenkter Drehzahl stark abnehmen und die volle Leistung nur dann abgefordert wird, wenn sie wirklich notwendig ist. Bei dem gängigen Lüftern AD 1212HB-A78 (120x120x25 mm) wurde bei 25°C und einer Drehzahl von 1150 U/min eine Stromaufnahme von 54 mA und ein Geräusch von 24 dB(A) gemessen. Überdies wurde bei einer Temperatur von 50°C und einer Drehzahl von 2080 U/min eine Stromaufnahme von 155 mA und ein Geräusch von 39 dB(A) detektiert. Elektronische Einrichtungen zur Drehzahlsteuerung sind nicht notwendig.

**Sepa**



Bauteile

Halbleiter

Komponenten & Geräte

# Power Motor by SUNON



### SUNON Power-Motor-Lüfter:

- sehr hoher Luftdurchsatz
- maximale Zuverlässigkeit
- von 38 bis 120 mm

Mehr Infos: 02173 - 950 780

### Distribution by Schukat electronic

- 25.000 Produkte
- detaillierte Technikinfos
- günstige Preise
- 24 h-Lieferservice

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

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

**SCHUKAT**  
electronic

**Kompetenz  
in Technik.**

**FLÜSSIGKEITSKÜHLUNG**

**kundenspezifische  
Lösungen**

Hohe Kühlleistung  
durch  
eingearbeitete  
Kupfer- oder  
Edelstahl  
Innenrohre.



**HOCHLEISTUNGS-  
KÜHLKÖRPER**

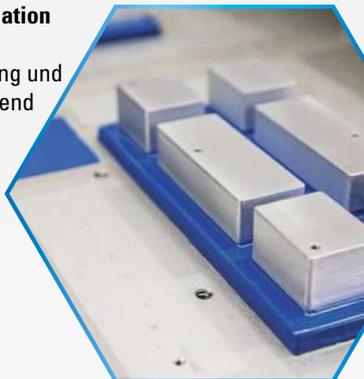
**feinverrippt**

Variable Breiten  
durch modernste  
Reibschweiß-  
technik.



**BLAUE TECHNIK**  
**elektrische Isolation**

Potentialtrennung und  
hoch wärmeleitend  
mit 1W/mK.



**austerlitz  
electronic**

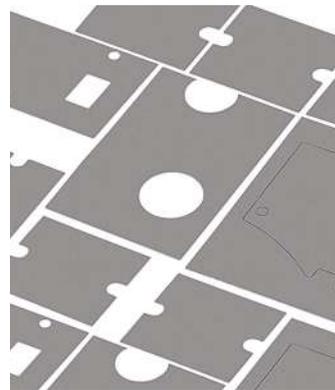
**austerlitz electronic GmbH**  
Ludwig-Feuerbach-Straße 38  
D-90489 Nürnberg

Telefon: +49 (0)9 11/5 97 47-0  
Telefax: +49 (0)9 11/5 97 47-89  
E-Mail: info@austerlitz-electronic.de  
Internet: www.austerlitz-electronic.de

SILIKONFREIE GAP-FILLER

**Luftspalte vollständig ausgefüllt**

Bei der Kontaktierung von zwei flachen Oberflächen beträgt die effektive Kontaktfläche ohne mechanische Nachbearbeitung nur 2 bis 5 %. Zur Minimierung von thermischen Übergangswiderständen erweitert Fischer Elektronik das Produktportfolio Wärmeleitmaterial um silikonfreie Gap-Filler. Die verschiedenen Varianten der Artikelgruppe GEL F 15 besitzen gute thermische Eigenschaften und eignen sich besonders für silikonfreie Applikationen. Die Eigenschaften des Materials GEL F 15 in puncto Komprimierbarkeit und exzellenter Formanpassung bewirken eine vollständige und dauerhafte Ausfüllung der durch Toleranzen, unterschiedlichen Bauteilhöhen und Ausdehnungskoeffizienten hervorgerufenen Luftspalte. Die natürliche Selbsthaftung des Materials ermöglicht ebenfalls eine einfache Vormontage sowie eine rück-



standsfreie Demontage. Zunächst werden die silikonfreien, UL 94 V-0 spezifizierten Gap-Filler in den Materialstärken 1,0, 1,5 und 2,0 mm mit/ohne Glasfaserverstärkung angeboten. Zuschnitte, Ausstanzungen und Modifikationen werden nach kundenspezifischen Vorgaben in der hauseigenen Folienstanzerei durchgeführt.

**Fischer Elektronik**

BEFESTIGUNGSSCHRAUBEN

**Für Lüfter mit Kunststoffgehäuse**

Sepa Europe hat das Programm rund um die Befestigungselemente für Lüfter erweitert. Aktuell aufgenommen wurden spezielle Befestigungsschrauben für Thermoplaste, also Lüfter mit Kunststoffgehäuse.

Die sogenannten TP-Schrauben zeichnet eine auf Thermoplaste optimierte Gewindegeometrie aus, damit können Lüfter mit Kunststoffgehäuse optimal

befestigt werden. Der Innensechsrund-Antrieb sorgt für eine gute Kraftübertragung bei der Montage und ist für eine automatisierte Fertigung besonders geeignet.

Lieferbar sind unterschiedliche Größen (3,5 mm x 10 mm; 4 mm x 10 mm bis 5 mm x 10 mm) in verzinkter als auch schwarz passivierter Ausführung. Edelstahl Ausführungen, sowie andere Abmessungen sind auf Anfrage ebenso erhältlich.

Die dabei hervorzuhebenden Eigenschaften sind: Relaxation wird vermieden; die Schrauben bieten eine optimale Selbsthemmung, hohe Belastbarkeit und niedrige Gewindeformmomente. Die Befestigungselemente können lose oder abgepackt im Polybeutel zu jeweils vier Stück bezogen werden.



**Sepa Europe**

KÜHLKÖRPER

## Zur passiven Kühlung von LED



Sunons aktuelle Entwicklung ist ein hocheffizienter Kühlkörper für die passive Kühlung von LED-Innenbeleuchtungen. Die Kühlkörper bieten zahlreiche Vorteile wie sehr niedriger Energieverbrauch, ein äußerst geringes Gewicht, eine kompakte Ausführung und Geräuschlosigkeit. Sie eignen sich für LED-Innenbeleuchtungen mit einer maximalen Leistung von 50 W. Die Kühlkörper gibt es in fünf verschiedenen Ausführungen, d.h. Durchmesser von 90 und 99 mm,

Bauhöhen von 110 und 160 mm. Sunons Ingenieure haben sich für einen Säulen Kühlkörper mit Heat Pipe entschieden. Im Gegensatz zu Aluminium-Kühlprofilen, die bisher üblicherweise für die passive Kühlung verwendet werden, sind Säulen Kühlkörper mit Heat Pipes wesentlich leichter. Außerdem verfügen sie über eine bessere Wärmeleitfähigkeit und somit höhere Kühlleistung. Die Kühlkörper sind teils aus Aluminium, teils aus Kupfer gefertigt, wobei die oberste Schicht aus Aluminium besteht. Die Kühlkörper haben ein Gewicht von nur 195 bis 290 g. Die Kühlkörper sind leicht zu installieren, so der Hersteller. Üblicherweise kleben die Kunden ihre LED-Leuchten selbst auf den Kühlkörper.

Sunon

SCHALTSCHRANK-LÜFTER

## Warme Luft von oben absaugen



Dachlüfter sind in vielen Schaltschrank-Anwendungen die optimale Klimatisierungslösung, weil sie die nach oben steigende warme Luft sicher aus dem Schaltschrank saugen. Alternativ zu den bekannten Ausführungen mit Stahlblechgehäuse und Radiallüfter gibt es die Dachlüfter der Baureihe DVL/DVE von Elmeko als kostengünstige Variante. Sie basieren auf den Filterlüftern des Unternehmens und sind ausgestattet mit einer abgerundeten Dachhaube aus Kunst-

stoff. Daher kann der Anwender aus Filterlüftern durch den Austausch des Kiemengitters gegen die Dachhaube einen Dachlüfter machen. Sechs verschiedenen Typen in zwei Rahmengrößen 223 mm x 223 mm bzw. 292 mm x 292 mm sind verfügbar mit Luftleistungen von 120 bis 840 m<sup>3</sup>/h. Die lüfterlose Dachentlüftung DVE gibt es ebenfalls in beiden Baugrößen. Alle Dachlüfter DVL und Entlüftungen DVE sind mit Filtermatte der Klasse G3 ausgerüstet und erreichen die Schutzart IP 54. Der Filterwechsel erfolgt ohne Werkzeug und ist bei laufendem Betrieb möglich. Der Einbau erfolgt ohne Werkzeug und ohne Schrauben, da die Geräte per umlaufenden Rastnasen im Montageausschnitt gehalten werden.

Elmeko



### DER NEUE FILTERLÜFTER PLUS BLÄST MEHR LUFT AUS DEM SCHALTSCHRANK.

Die Elektronikschützer von STEGO haben eine neue Filterlüfter-Serie entwickelt. Durch ihre einzigartige Klappentechnologie und den Einsatz von nur einer Filtermatte sorgt sie für eine effektivere Luftumwälzung und ein deutliches Plus an Luftleistung. Und es kommt noch besser ...



LERNEN SIE JETZT ALLE PRODUKTHIGHLIGHTS KENNEN:  
➔ [WWW.FILTERLUEFTER-PLUS.DE](http://WWW.FILTERLUEFTER-PLUS.DE)



## FILTERLÜFTER

**Elektronikschützer mit großer Klappe**

Stego hat eine Filterlüfter-Serie auf den Markt gebracht, die sich eigenen Angaben zufolge durch eine neuartige Klappentechnik auszeichnet. Damit erreicht sie in Schaltschränken und anderen elektronischen Anwendungen eine deutlich effizientere Luftumwälzung und ein Plus an Betriebssicherheit. Fünf Größen mit den gängigen Ausschnittsmaßen zwischen 92 x 92 mm und 291 x 291 mm umfasst die Filterlüfter-Serie. Das Plus an Luftleistung liegt je nach Gerätegröße bei bis zu 100 %, verglichen mit



herkömmlichen Filterlüftersystemen mit zwei Filtermatten.

Aufgrund zusätzlicher Produktvarianten lässt das Filterlüfter Plus System seinen Käufern zudem die Wahl zwischen zwei Funktionsprinzipien, die sich

durch ihre Luftstromförderrichtung unterscheiden. Beim FPI-Prinzip („In“) wird Frischluft durch den Filterlüfter aktiv eingeführt und als erwärmte Innenluft durch den Austritt per Klappen oben passiv abgegeben. Beim FPO-Prinzip („Out“) tritt die Luft passiv durch den Filter unten ein, wird vom Lüfter aktiv nach oben gesaugt und durch die Klappen abgeführt. Mit beiden Prinzipien werden Wärmestaus maßgeblich reduziert.

Im Gegensatz zur Filtermatte kann durch die Klappentechno-

logie deutlich mehr Luft austreten. Somit reicht ein kleiner Filterlüfter aus, um die gleiche Luftleistung zu erzielen wie zuvor mit einem größeren Gerät. Ist der Filterlüfter nicht in Betrieb, bleiben die zurückgesetzten Klappen geschlossen und lästiger Schmutz außen vor. Dank eines eigenentwickelten Drehriegelsystems kann der Filterlüfter Plus werkzeuglos in den Schrankausschnitt eingesetzt und befestigt werden.

**Stego**

## LÜFTERAGGREGAT

**Große Wärmemengen ableiten**

Kühlkörper-Spezialist Seifert electronic kombiniert beim KL-521 einen Hochleistungskühlkörper mit verschiedenen leistungsstarken Lüftern für 5, 12 oder 24 V DC. Konzipiert ist dieses Sys-

tem, um Wärme z.B. von Leistungshalbleitern auf Platinen und aus kleinvolumigen Gehäuse sicher abzuführen. Durch einen engen Rippenabstand ergibt sich eine sehr große Kühlfläche. Das kompakte Aluprofil mit 42 mm x 42 mm Querschnitt wird in der gewünschten Länge gefertigt. Zwischen Lüfter und Profil sitzt optional eine Druckkammer von 15 mm Länge, die den thermischen Widerstand um rund 10% verbessert.

**Seifert electronic**

## KÜHLTECHNIK

**Kompressor im Dosenformat**

Der Kompressor von Samsung (Vertrieb: AMS) besitzt eine Kühlleistung bis zu 500 W. Einsatzmöglichkeiten in der Photonik sind kompakte Umlaufkühler oder das direkte Kühlen von La-

serdioden. Gewicht und Größe wurde auf ein Viertel der konventionellen Kompressoren reduziert, dies entspricht ungefähr einer 250-ml-Getränkebox. Der Mini-Kompressor erreicht durch seine hocheffiziente Motorkonstruktion, der durchdachten Kompressionstechnologie mit minimalen Kältemittelverlusten, sowie der verwendeten Nano-Technologie und Regelungstechnik eine Effizienzsteigerung von 35%.

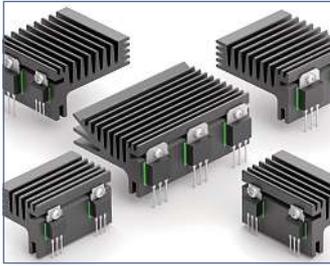
**AMS Technologies**

**Der neue Bürklin-Katalog lässt andere alt aussehen.****Der Bürklin-Katalog 2016 ist da:**

- Profitieren Sie von mehr als 75.000 hochwertigen Artikeln
- Entdecken Sie innovative Serviceleistungen made by Bürklin
- Bestellen Sie Ihr Gratis-Exemplar unter [www.buerklin.com](http://www.buerklin.com)

KÜHLKÖRPER

## Strangkühlkörper für Leiterplattenmontage



Ein probates Mittel zur gezielten Entwärmung elektronischer Bauelemente auf der Leiterkarte erfolgt immer schon durch die Befestigung der zu entwärmenden Halbleiter an die Wärmesen-

ke. Speziell für diesen Anwendungsfall erweitert Fischer das Produktprogramm um weitere Strangkühlkörper für die Leiterplattenmontage. Die neuartigen Kühlkörpertypen SK 609, SK 610 und SK 611 sind wärmetechnisch und von ihren Abmessungen besonders auf die Verwendung der Leistungstransistoren TO 218, TO 247, TO 248, TO 264 sowie SOT 429 angepasst. Direkt im Profil integrierte, stranggepresste Gewindekanäle ermöglichen die Bauteilmontage mittels einer M3-Schraubbefestigung, ebenso die

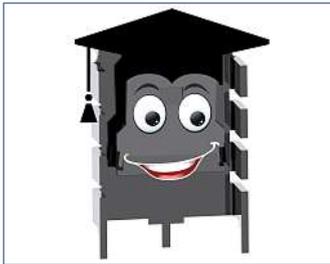
Befestigung des Kühlkörpers auf der Leiterplatte.

Für die Kühlkörperbefestigung auf der Leiterplatte stehen ebenfalls einschraubbare Lötstifte zur Verfügung, welche im Gewindekanal eingeschraubt, eine direkte Verlötlung auf der Platine gewährleisten. Aufgrund der speziellen Formgebung der Strangprofile, ist des Weiteren ein Überbau, über unterschiedlich hohe elektronische Bauteile, gegeben.

Fischer

TIM

## Thermische Auslegung von Elektronik leicht gemacht



Zunehmende Packungsdichte, höhere Leistungen und kürzere Entwicklungs- und Testzeiten sorgen häufig für Kopfzerbrechen, besonders wenn die Entwärmung der Leistungshalblei-

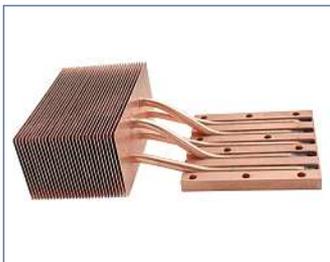
ter nicht von vornherein im Design mit berücksichtigt wird. Wie sicher leistet meine Anwendung in der gewählten Materialkombination das wofür sie konzipiert ist? Kann ich die notwendige Lebensdauer der Elektronik unter den gegebenen Randbedingungen wirklich garantieren? Bleiben die Temperaturen in den Halbleitern in den ‚gesunden‘ Bereichen? Welches Wärmeleitmaterial (TIM) ist denn für meine Anwendung am geeignetsten? An dieser Stelle setzt Kunze Folien mit Dr. Heat an. Dr. Heat ist

eine Web-basierte Anwendung für Entwickler mit der sie die thermische Auslegung ihrer Anwendung spielerisch ausprobieren können. Dabei können die wichtigen Parameter (Gehäuseform, Fläche, Umgebungstemperatur, TIM, etc.) ausgewählt oder verändert werden. Ein ausgeklügeltes Programm zeigt dem Benutzer die Auswirkung der Veränderung für jede Stelle in der Kette Hitzequelle-TIM-Kühlkörper an.

Kunze Folien

WÄRMELEITROHRE

## Wärmeableitung effizient gemacht



Innerhalb der vergangenen zehn Jahre hat sich Aavid Thermalloy im Bereich der Wärmeleitrohre der Entwicklung der Technologie und der Fertigungsprozesse sowie der Sicherstellung der Lang-

lebigkeit als Pionier betätigt. Wärmeleitrohre können ebenfalls eingesetzt werden, um die Effektivität von Rippenkühlkörpern zu steigern, indem die Wärme direkt an die Rippenköpfe geleitet wird. Die vielseitige Einsetzbarkeit von Wärmeleitrohren reicht von unterbrechungsfreien Stromversorgungen, Anwendungen in der Telekommunikation, Antrieben, der Transportindustrie, PCs bis zu Servern. Über die gesteigerte Leistungsfähigkeit für natürliche und erzwungene Konvektion hinaus reduzieren

Wärmeleitrohre die Kosten, das Gewicht und das Volumen einer Anwendung und haben keine beweglichen Bestandteile. Kleinere Wärmeleitrohre steigern die Effektivität der Wärmeabfuhr während größere Durchmesser das abzuleitende Wärmeevolumen steigern. Das Unternehmen hat außerdem die Hi-Contact™ Technologie für eingebettete Wärmeleitrohre entwickelt, die den gesamten Ableitungsprozess noch effizienter machen.

Aavid Thermalloy

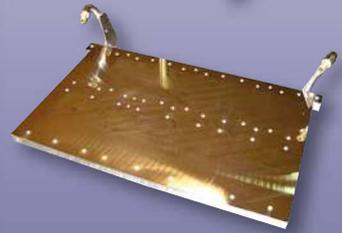


A Miba Group Company

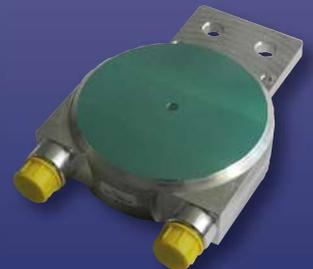
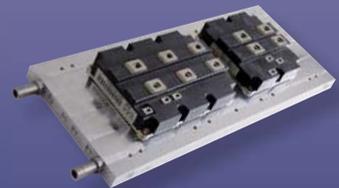
www.dau-at.com

## IHR SPEZIALIST FÜR FLÜSSIGKEITS-KÜHLUNG

Alle Abmessungen möglich



Extrem gute thermische Performance



Lösungen für jede Anwendung

dau - SÜD

+49 7144/8848726

martin.raepple@dau-at.com

dau - NORD

Tel +49 (0) 60 83 / 94 11 10

frank.ott@dau-at.com

# Wärmemanagement für Hardwareentwickler und Gerätebauer

*Die Cooling Days 2015 bieten geballtes Wärmemanagement-Knowhow. Schwerpunkte in diesem Jahr sind Grundlagen am 20. Oktober, Technikrends und Best Practice am 21. Oktober sowie Leistungselektronik am 22. Oktober: [www.cooling-days.de](http://www.cooling-days.de)*

**D**as Kühlen elektronischer Bauelemente, Baugruppen und Systeme bis hin zu ganzen Anlagen gehört schon immer zum Handwerkszeug der Hardware-Entwickler und System-Designer. Durch die unaufhaltsame Steigerung der Packungsdichte wird diese klassische Ingenieursaufgabe jedoch zur ständigen Herausforderung. Dass Elektronikentwickler und Gerätebauer diesen Herausforderungen optimal vorbereitet begegnen zu können, hat ELEKTRONIKPRAXIS die Cooling Days ins Leben gerufen. An drei Tagen werden zahlreiche Aspekte der Elektronik Kühlung analysiert.

Experten aus Industrie und Forschung erklären die wichtigsten Grundlagen und stellen neue Verfahren und Produkte für die Elektronik Kühlung vor.

## Physikalische Grundlagen und Wirkprinzipien der Kühlung

Am 20.10. findet ein Grundlagenseminar statt, das von Experten der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, des ZFW Stuttgart und von Alpha Numerics gehalten wird. Die Themen im Einzelnen:

- Zusammenfassung der physikalischen Grundlagen: Wärmetransport durch Leitung, Strömung und Strahlung, Grundgleichungen für Überschlagsrechnungen, Prof. Andreas Griesinger.
- Oberflächen, Grenzschichten und thermische Interfacematerialien: Praktische Tipps für die Anwendung von thermischen Interfacematerialien, Gap Fillern und Phase Change Materialien, Peter Fink.
- Methoden zur Charakterisierung von Wärmepfaden in der Elektronik: Vergleich verschiedener Mess- und Analyseverfahren zur detaillierten Bestimmung von Wärmeleiteigenschaften, Prof. Andreas Griesinger.
- Thermosimulation für die Elektronik Kühlung: Optimierung des Wärmemanagements von Baugruppen, Geräten und Systemen mittels Simulation: Herangehensweise, Möglichkeiten und Grenzen, Beispiele, Tobias Best.



*Prof. Andreas Griesinger, Duale Hochschule Baden-Württemberg, wird in diesem Jahr zwei Vorträgen halten: ‚Physikalischen Grundlagen der Entwärmung‘ und ‚Methoden zur Charakterisierung von Wärmepfaden‘*

## Best Practice in Elektronik Kühlung und Wärmemanagement

Am 21.10. wird eine Reihe von 12 Fachvorträgen angeboten, die sich mit neuen Technologien und Best-Practice-Beispielen befassen. Die Beiträge reichen von der Komponenten- und Baugruppenebene über Interface-Materialien und Flüssigkeitskühlung bis hin zur Schaltschränkklimatisierung. Hier kommen schwerpunktmäßig erfahrene Industrievertreter zu Wort.

Und in den Pausen zwischen den Vorträgen zeigen an diesem Tag 16 bekannte Unternehmen neue Produkte und Lösungen für die Elektronik Kühlung und das Wärmemanagement. Darunter die Hauptsponsoren Alpha Numerics und Rittal, die die Cooling Days seit Beginn unterstützen.

## Kühlung und Wärmemanagement in der Leistungselektronik

Der 22.10. widmet sich ganz dem Anwendungsfeld Leistungselektronik inkl. Hochleistungssysteme. Folgende Themen und Industrieexperten stehen auf der Agenda:

- Kühltechnikrends und kommende Technologien für das Wärmemanagement in der Leistungselektronik, Hermann Strass.
- Hocheffiziente Kühlung von High-Performance-Computing-Systemen mit der High-Tech-Flüssigkeit Novec von 3M am Beispiel des GreenICE-Systems von Extoll, Prof.-Dr. Ulrich Brüning, Extoll / Universität Heidelberg.
- Methodik zur systematischen Ausfallsachen- und Root-Cause-Analyse, Stefan Strixner, ZESTRON Europe.
- Effektives Wärmemanagement, Verfahren und Trends für die Leistungselektronik, Jürgen Bliesner, Siemens; Ralf Schneider, Rittal.
- Livedemonstration der Simulationssoftware 6SigmaET und Vorstellung von Simulationsmöglichkeiten für die Power-Industrie, Tobias Best, Alpha Numerics.

## Programm, Veranstaltungsort, Preise und Anmeldung

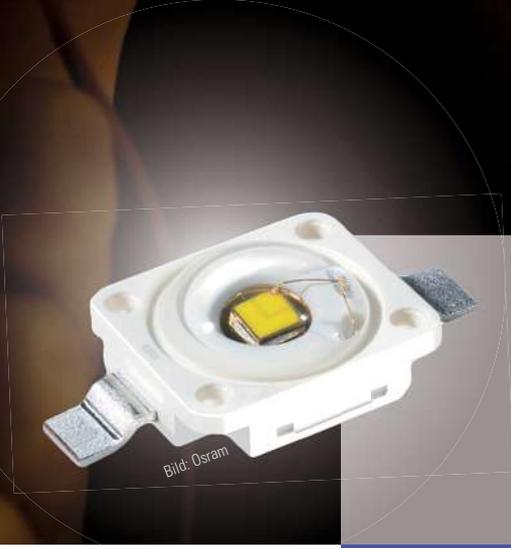
Die Teilnahmegebühr für einen Tag beträgt 350 €, für zwei Tage 580 € und für Tage 740 €. Die Preise gelten pro Person und zzgl. MwSt. Veranstaltungsort ist das Vogel Convention Center (VCC) in Würzburg: Veranstalter ist die ELEKTRONIKPRAXIS Akademie. Hier geht's zur Anmeldung: [www.cooling-days.de](http://www.cooling-days.de).

Parallel zu den Cooling Days 2015 finden drei weitere Fachkonferenzen statt: der Power-Kongress ([www.power-kongress.de](http://www.power-kongress.de)), das LED-OLED-Praxisforum ([www.led-praxis.de](http://www.led-praxis.de)) und der Datacenter Day ([www.dc-day.de](http://www.dc-day.de)). Die Teilnehmer aller vier Konferenzen treffen sich in einer gemeinsamen Ausstellungshalle, die viele interessante Anknüpfungspunkte bietet.

Eine ideale Gelegenheit für das Networking unter den Teilnehmern und die Kontaktaufnahme zu den zahlreichen Experten aus Forschung und Industrie. // JW

[www.power-kongress.de](http://www.power-kongress.de)  
+49(0)931 418-3081

Experten-  
vorträge und  
Best-Practices  
zum (O)LED-  
Einsatz



# LED • OLED

## Praxisforum

22. Oktober 2015, Vogel Convention Center VCC, Würzburg

[www.LED-Praxis.de](http://www.LED-Praxis.de)

Kosten- und energieeffizient, lange Lebensdauer, intelligent – die (O)LED vereint viele Vorteile. Wie man sie am besten einsetzt und vernetzt, kühlt und versorgt, lernen Sie auf dem **LED- und OLED-Praxisforum** von ELEKTRONIKPRAXIS.

VERANSTALTER:



# Wie Sie Superkondensatoren in Fahrzeugen sinnvoll einsetzen

*Superkondensatoren sind eine ideale Ergänzung zu herkömmlichen Akkus. Hier erfahren Sie alles über Aufbau, Eigenschaften und sinnvolle Einsatzbereiche dieser leistungsfähigen Energiespeicher.*

JAMES C. LEWIS \*



Bild: fotolia, Jan Reichel

**Ein Fall für Superkondensatoren:** Die leistungsfähigen Energiespeicher können in Nutzfahrzeugen die Starterbatterie beim Anlassen des Dieselmotors helfen.

**N**utzer und Betreiber aller Arten von Fahrzeugen – von Kleinwagen bis hin zu großen dieselbetriebenen Nutzfahrzeugen und Lokomotiven – haben ein Interesse an Technologien, mit denen sich die laufenden Kosten und die Umweltbelastung verringern lassen. Superkondensatoren verbessern dabei das Energiemanagement in einer Reihe von elektrischen Fahrzeugsystemen, z.B. beim Start, bei der Stopp-/Start-

funktion von Verbrennungsmotoren sowie bei der Energiespeicherung und Energieerhöhung (Power Boost) in Antriebssträngen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Sie können neben einer Blei-Säure- oder Lithium-Ionen-Batterie betrieben werden und könnten in Zukunft sogar einen erheblichen Anteil der Lithium-Ionen-Batteriekapazität in Hybrid- und Elektrofahrzeugen übernehmen.

## Superkondensatoren bieten viele Vorteile

Die Vorteile von Superkondensatoren im Vergleich zu Batterien sind die hohe Leistungsdichte, schnelles Laden, hervorragendes Verhalten bei niedrigen Temperaturen,

eine hohe Zahl an Arbeitszyklen und eine längere Lebensdauer. Sie können zudem sicher im ungeladenen Zustand versendet werden, während der Versand von Batterien strengen Vorschriften unterliegt, z.B. denen der IATA (International Air Transport Association) oder der IMO (International Maritime Organization), was den Transport von Lithium-Batterien betrifft.

Solche Regelungen basieren auf Vorgaben der Vereinten Nationen (UN) über den Transport gefährlicher Güter. Hinzu kommt, dass die Zellenspannung von Superkondensatoren von der Bauteilchemie unabhängig ist. Entwickler erhalten damit mehr Freiheit bei der Festlegung der Zellenspannung entspre-



\* James C. Lewis  
... ist Technical Marketing Director,  
KEMET Electronics Corp.

chend den Anforderungen der Anwendung. Andererseits bedeuten eine höhere Selbstentladung und eine geringere Energiedichte, dass Superkondensatoren eher in Kombination mit Batterien anstatt eigenständig genutzt werden.

### Aufbau und Eigenschaften von Superkondensatoren

Superkondensatoren werden auch als Doppelschichtkondensatoren bezeichnet. Ihr Aufbau weist zwei Kohlenstoffelektroden auf jeder Seite eines Zellulose-Separators auf, der mit einem Elektrolyt imprägniert ist. Liegt eine Ladespannung an, wandern Ionen im Elektrolyt zu den Elektroden mit entgegengesetzter Polarität, was zwei getrennte geladene Schichten erzeugt (Bild 1).

Dieser Vorgang ist ähnlich zu dem, was in einer Batterie geschieht, nur dass das Ergebnis auf einem elektrostatischen anstatt chemischen Effekt basiert. Die Reaktion ist damit umkehrbar, wodurch ein Superkondensator eine sehr lange Lebensdauer bietet. Die Zellenspannung ist unabhängig von der verwendeten Chemie. Obwohl die Energiedichte geringer als bei einer Batterie ist (<15 Wh/kg) bieten Superkondensatoren eine sehr hohe Leistungsdichte von ca. 4000 W/kg.

Superkondensatoren können mit Kapazitäten von Tausenden von Farad gefertigt werden. Die Kapazität ergibt sich durch folgende Gleichung:

$$C = \epsilon_0 \cdot K \cdot A / d$$

Dabei ist A die Fläche der Kohlenstoffelektrode und d die Dicke der inneren Helmholtz-Schicht, die sich am nächsten zur Elektrode befindet (Bild 2).

### Unterteilung in Module sorgt für Spannungsausgleich

Um die Energie für die Zielanwendung bereitzustellen, sind Superkondensatoren in Module unterteilt (Bild 3). Sie sorgen für einen Spannungsausgleich (Voltage Balancing), bieten Sicherheitsfunktionen wie ein Überdruckventil und Schaltkreise zum Entladen des Kondensators.

Ein Superkondensator-Modul besteht aus mehreren Low-Voltage-Kondensatoren, die in Serie geschaltet sind und so einen Kondensator-Stack bilden. Wird Spannung an die Anschlüsse angelegt, ist die anfängliche Spannungsverteilung über die Zellen eine Funktion der einzelnen Kapazitäten. Nachdem der Stack einige Zeit mit dieser Spannung verbunden ist, verläuft die Spannungsverteilung über die einzelnen Leckströme der Zellen. Zellen mit höheren Leckströmen weisen eine geringere Spannung auf, wobei

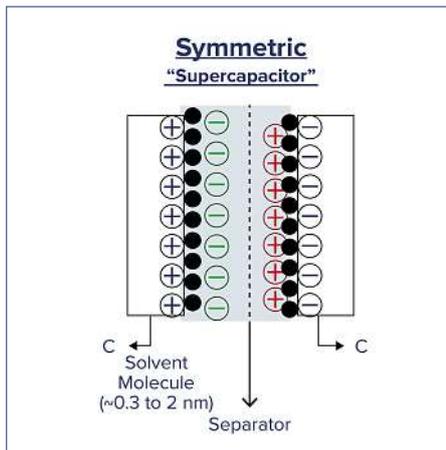


Bild 1: Funktionsprinzip eines Superkondensators

andere Zellen einer höheren Spannung ausgesetzt sind, was zu einer kürzeren Zellenlebensdauer und einem vorzeitigen Modulausfall führen kann.

### Die Lebensdauer hängt von Spannung und Temperatur ab

Spannung und Temperatur sind die ausschlaggebenden Faktoren, die zur Zellenlebensdauer beitragen. Das Ende der Lebensdauer des Kondensators lässt sich entsprechend seines Kapazitätsverlustes ermitteln, der einen bestimmten Anteil von zum Beispiel 20% einnimmt oder sich in einem größeren (mitunter verdoppelten) äquivalenten Serienwiderstand äußert. Der Kapazitätsverlust verlangsamt sich im Laufe der Zeit. Betriebsbedingungen wie Entladungsrate und -tiefe haben keinen Einfluss auf die Lebensdauer. Dies steht im Gegensatz zur Lebensdauer einer Batterie, die sich bei schnellem oder tiefem Entladen erheblich verkürzen kann. Der Spannungsausgleich dient zur Einhaltung einer konstanten Spannung an den einzelnen Zellen im Stack. Dies erfolgt über einen passiven Schaltkreis mit Widerständen, um die Auswirkungen von Kondensator-Leckströmen zu mindern. Alternativ lässt sich mit einer Ladungspumpe ein aktiver Ausgleich realisieren, bei dem überschüssige Ladung abgeführt wird, was wesentlich energieeffizienter ist.

### Zellen mit schweißbarem Axial-Schraubanschluss

KEMETs Superkondensatoren der S301-Serie sind Zellen mit schweißbarem Axial-Schraubanschluss, die für Hochleistungsmodule im Transportwesen, unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV), für die Leistungskompensation und für Backup-Systeme geeignet sind. Die Zellen weisen eine Nennspannung von 2,7 V auf und stehen mit Ka-



**BEST CAPACITORS  
MADE IN GERMANY**



## WIMA DC-Link Kondensatoren

WIMA DC-LINK MKP 6 Kondensatoren werden in der Leistungselektronik, z.B. in der Umrichtertechnik eingesetzt und weisen bei hohen Frequenzen eine höhere Wechselstrombelastbarkeit auf als vergleichbare Elektrolytkondensatoren. Sie zeichnen sich ausserdem aus durch:

- Sehr hohe Volumenkapazität
- Hohe Bemessungsspannung pro Bauelement
- Sehr niedrigen Verlustfaktor (ESR)
- Sehr hohen Isolationswiderstand
- Hervorragende Selbstheilungseigenschaften
- Hohe Lebensdauererwartung
- Trockenen Aufbau ohne Elektrolyt oder Öl
- Zylindrisches Aluminiumgehäuse für die Schienenmontage
- Ungepolte, besonders sichere Anschlusskonfiguration mit "male" oder "female" Anschlüssen.

WIMA DC-LINK MKP 6 Kondensatoren sind mit Kapazitätswerten von 75 µF bis 4920 µF und Spannungsreihen von 600 V- bis 1500 V- verfügbar. Die Bauelemente sind schadstoffarm konform RoHS 2011/65/EU.



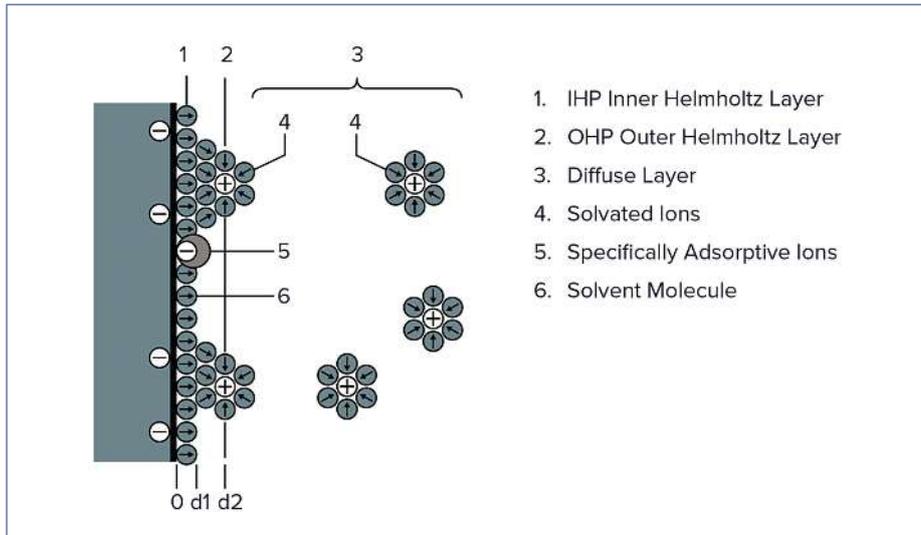


Bild 2: Ionen-Anziehung an den Elektroden des Superkondensators

pazitätswerten von bis zu 3000 F bereit. Sie liefern für die Dauer von einer Sekunde an die 2200 A Spitzenstrom. Das Supercapacitor Development Kit von KEMET hilft Entwicklern beim Modulaufbau. Es enthält bis zu sechs S301-Zellen mit je 60 mm Durchmesser (Bild 4). Hinzu kommen Platinen mit zweistufigen aktiven Ausgleichsschaltkreisen, Sammelschienen, Schrauben, Beilagscheiben und Anschlussdrähte.

### Vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Superkondensatoren

Da sie in der Lage sind, hohe Energie bereitzustellen, können Superkondensator-Module Batterien beim Starten von Motoren unterstützen. Dabei kann es sich um Pkw-

Motoren mit Stopp-/Start-Technik handeln oder um Hochleistungsanwendungen wie Startsysteme für Diesel-Lokomotiven.

Der Start-/Stopp-Betrieb stellt hohe Anforderungen an herkömmliche Blei-Säure-Batterien in Fahrzeugen. Die Batteriespannung kann beim Anlassen um die Hälfte abfallen, und regelmäßige Neustarts im Stadtverkehr können zu einer Tiefenentladung führen und die Batterielebensdauer erheblich verkürzen.

Superkondensatoren bieten hingegen eine sehr lange Lebensdauer und lassen sich schnell wieder aufladen. Damit können sie Blei-Säure-Akkus beim Anlassen des Motors und im Start-/Stopp-Betrieb während der Fahrt unterstützen. Superkondensatoren sind auch besonders effizient bei der Ener-

giespeicherung in einem Rückgewinnungssystem, z.B. beim regenerativen Bremsen. Damit verlängert sich nicht nur die Batterielebensdauer, sondern auch die allgemeine Gebrauchstauglichkeit von Fahrzeugen mit Start-/Stopp-Funktion wird verbessert. Außerdem sorgen Superkondensatoren auch für mehr Wirtschaftlichkeit und Reichweite bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen.

### Wie sich selbst größte Dieselmotoren starten lassen

Die größten Dieselmotoren, wie sie in Muldenkippern im Bergbau und in Lokomotiven zum Einsatz kommen, können 1000 bis über 3000 PS Leistung aufweisen, was hohe Anforderungen an herkömmliche Starterbatterien stellt. In einer Lokomotive wird die Batterie zuerst zur Aktivierung der hydraulischen Pumpen eingesetzt, um den Motor für den Start vorzubereiten. Bei kaltem Wetter muss zudem noch eine Vorheizphase erfolgen, um einen weichen Anlauf zu erhalten, ohne dabei Motorkomponenten zu beschädigen.

Die Vorstart-Prozeduren können bis zu 60 Sekunden Zeit in Anspruch nehmen, was dazu führt, dass die Batterie bereits erheblich entladen ist – noch bevor der eigentliche Anlassvorgang stattfindet. Bei normalem Gebrauch betreibt die Batterie auch andere Bordsysteme wie Kompressoren und das Bremssystem – selbst wenn der Motor nicht läuft. Soll dann der Motor erneut gestartet werden, ist es möglich, dass die Batterie nicht über genügend Energie verfügt, um den Strom für den Anlasser bereitzustellen. Dieser Wert kann 2000 A oder mehr betragen. Eine Überdimensionierung der Batterie, um einen zuverlässigen Start zu garantieren, erhöht das Gewicht und die Kosten. Alternativ kann man den Lokomotivmotor im Stillstand laufen lassen, was allerdings Kraftstoff verschwendet und Abgase erzeugt, die in einigen Bereichen, z.B. in Bahnhöfen, unerwünscht sind.

### Nachteile von Blei-Säure- und Blei-Eisen-Batterien

Die großen Blei-Säure- oder Blei-Eisen-Batterien, die in Lokomotiven zum Einsatz kommen, weisen auch Nachteile hinsichtlich ihrer Größe und ihres Aufbaus auf. Batterien mit ausreichender Kapazität, die den erforderlichen Spitzenstrom bereitstellen, haben auch einen hohen ESR, der die Startspannung auf die Hälfte der Nennspannung verringern kann. Diese Batterien sind außerdem nicht abgedichtet und mit einer Entlüftung ausgestattet, die einen hohen Wartungsaufwand verursacht.

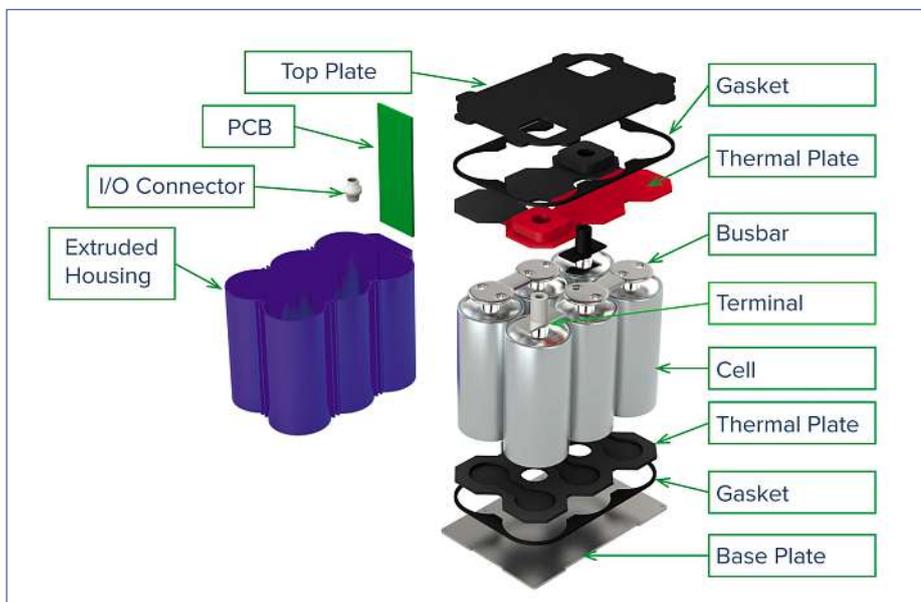


Bild 3: Innerer Aufbau eines Superkondensator-Moduls

Ein Superkondensator kann die Batterie unterstützen, um somit ein zuverlässigeres Starten zu gewährleisten. Ist dieser parallel zur Batterie geschaltet, wird er vor seinem Einsatz vorgeladen und beide Quellen stellen Energie bereit, sobald der Startschaltkreis aktiviert wird.

In einem System, das einen Spitzenstrom von 2000 A bereitstellen soll, um einen 3000-PS-Motor zu starten, muss ein Superkondensator-Leistungsmodul über 1600 A Strom liefern. Damit sinkt die Anforderung an die Batterie auf etwa 400 A. Dies bietet einige Vorteile: Eine kleinere, leichtere und kostengünstigere Batterie lässt sich einbauen, und der Motorstart ist garantiert, selbst wenn die Batterie nicht vollständig geladen ist. Eine Tiefentladung der Batterie wird verhindert und deren Lebensdauer steigt. Hinzu kommt, dass die Energieabgabe nicht durch kaltes oder heißes Wetter beeinflusst wird, wie es bei Blei-Säure- oder Blei-Eisen-Batterien der Fall ist.

### Superkondensatoren stärken die Funktion der Hauptbatterie

Superkondensatoren sind in der Lage kurzfristig Spitzenströme für verschiedene Anwendungen bereitzustellen, beispielsweise für Gabelstapler. Bei einem voll elektrischen Gabelstapler beträgt der Spitzenleistungsbedarf beim Anheben oder Senken von Lasten oft das 10-fache des durchschnittlichen Leistungsverbrauchs, wie er beim Fahren erforderlich ist. Würde allein die Batterieleistung verwendet, müsste die Batterie entsprechend groß ausgelegt sein, um diesen Leistungsbedarf zu decken. Die Anforderungen in einer gesamten Arbeitsschicht können dann einen oder mehrere Batteriewechsel erfordern, damit der Gabelstapler kontinuierlich genutzt werden kann. Die Betriebskosten lassen sich senken, wenn die Zahl der Batterien, die pro Gabelstapler erforderlich sind, verringert wird. Die Gesamtgröße des



**Bild 4:** Superkondensatoren in einem 6-Zellen-Modul mit zweistufigem, aktivem Ausgleich

Batterie-Packs ist zudem begrenzt durch die Staplergröße, da die physikalischen Gegebenheiten in Lagerhallen durch die Abmessungen der Standardpaletten vorgegeben sind.

Um die Betriebsdauer der Batterie zu verlängern, können Superkondensatoren zusätzliche Leistung bei einem Spitzenbedarf bereitstellen. Ein Superkondensator-Modul lässt sich mit einer einfachen Verbindung über der Batterie hinzufügen oder kann zusammen mit regenerativen oder stromspeisenden Subsystemen verwendet werden, um die Leistungsfähigkeit und die Batteriegröße zu optimieren.

Der Superkondensator verlängert die Betriebszeit des Gabelstaplers, bevor die Batterie gewechselt werden muss. Betreiber können somit Kosten einsparen und die Anzahl vorzuhaltender Batterien verringern. Da die Staplerbatterie auch daran gehindert wird, tiefentladen zu werden, verlängert sich die Gesamtlebensdauer, und die hervorragende Leistungsfähigkeit von Superkondensatoren

bei niedrigen Temperaturen macht sich vor allem bei Gabelstaplern bemerkbar, die in kalten Umgebungen betrieben werden, z.B. in Kühlhäusern oder im Freien.

### Superkondensatoren als ideale Hilfskomponenten für Batterien

Im Vergleich zu derzeitigen Batterietechniken, die eine hohe Energiedichte und geringe Selbstentladungsrate bieten, können Superkondensatoren für kurze Zeit sehr hohe Leistungsspitzen bereitstellen, wobei sie eine hohe Zahl an Arbeitszyklen und eine lange Betriebslebensdauer bieten. Ein Superkondensator ist die ideale Hilfskomponente für eine Batterie und optimiert den Motorstart, die Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und die Gesamtbetriebskosten in Transportanwendungen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen bis hin zu großen Industriefahrzeugen und Lokomotiven. // TK

**KEMET**  
+49(0)8191 33500

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



# 50 JAHRE Dünnschichttechnologie

**SSM SUSUMU**  
Thin Film Specialist and Innovator

**Susumu Deutschland GmbH** · Frankfurter Straße 63 - 69 · 65760 Eschborn  
Telefon: +49(0) 6196/96 98 407 · Fax: +49(0) 6196/96 98 879 · [info@susumu.de](mailto:info@susumu.de)



# Quarze und Oszillatoren richtig auswählen und einsetzen

*Am 2. und 3. November 2015 findet der 1. European Frequency Control Congress in München statt. Führende Experten von deutschen und internationaler Unternehmen aus dem Bereich der frequenzbestimmenden Bauelemente sind mit Vorträgen auf dem EFCC 2015 vertreten: [www.efcc2015.de](http://www.efcc2015.de)*



**Die European Frequency Control Congress & Exhibition (EFCC):** Eine internationale Konferenz mit Ausstellung zum Stand der Forschung und Technik im Bereich frequenzbestimmender Bauelemente und deren Anwendung

**G**rundlagen der Takterzeugung, Trends bei Quarzen und Oszillatoren sowie Tipps für Auswahl und Einsatz solcher Bauelemente sind die Themen am 2. und 3.11.2015 auf dem 1. European Frequency Control Congress in München. Dazu eingeladen sind Entwicklungsingenieure, Anwender und Spezialisten, die Quarze und Oszillatoren im industriellen Einsatz haben oder für adäquate Anwendungsmöglichkeiten verantwortlich sind. Die Fachvorträge werden in Deutsch oder Englisch angeboten. Die Konferenz wird von einer Fachausstellung führender Unternehmen in diesem Sektor begleitet. Für den Besucher ergibt sich dadurch die Möglichkeit sich fachbezogen und umfangreich über den neuesten Stand der Quarztechnologie zu informieren und eigene Anwendungsfälle zu diskutieren.



**Johann Wiesböck, Chefredakteur ELEKTRONIKPRAXIS:** „Der Einsatz von Quarzen und Oszillatoren ist nicht gerade trivial. In vielen Anwendungen wird nicht das Optimum erreicht oder gar ein ungeeigneter Baustein eingesetzt. Das und viel andere Themen diskutiert die EFCC 2015.“

## Praxisvorträge, Fachkongress und begleitende Ausstellung

Der zweitägige Kongress beginnt mit einem Einblick in die technischen Grundlagen von Quarzen und Oszillatoren, Informationen zum Stand der Forschung sowie zur Industrialisierung und Anwendung. Am zweiten Tag werden in mehreren parallelen Fachvorträgen die Highlights des Kongresses gesetzt.

So bietet diese Veranstaltung sowohl Einsteigern als auch erfahrenen Anwendern nützliches Wissen. Eine Ausstellung führender Hersteller und Anbieter rundet den Überblick am zweiten Tag ab und gibt Raum für individuelle Gespräche und Anfragen.

Dazu Johann Wiesböck, Chefredakteur bei ELEKTRONIKPRAXIS. „Ein solcher Kongress will nicht nur umfassend informieren. Mindestens genauso wertvoll sind die vielen informellen Kontakte und Gespräche, zum Beispiel beim gemeinsamen Abendessen mit den Kongressteilnehmern. Hier bekommt man Anregungen für neue Ideen um Lösungen für schwierige Aufgabenstellungen. Und man kommt mit den Experten ins Gespräch. Der direkte Informationsaustausch zwischen Anwendern und Herstellern ist quasi vorprogrammiert.“

## Geballte Fachkompetenz aus der Quarzbranche ist am Start

Johann Wiesböck weiter: „Die Speakerliste liest sich wie das Who-is-Who der Quarzbranche: Florian Häberle und Roland Haeni (beide von der Micro Crystal AG), Uwe Schweickert (KVG Quartz Crystal Technology GmbH), Hans R. Haas (Quarzcom AG) und Bernd Neubig (AXTAL) haben ihre Vorträge ebenso zugesagt wie Gregory A. Burnett und Flavien Heurtier (beide von der Statek Corporation) sowie David Meany (ECS International).“

// DF

[www.efcc2015.de](http://www.efcc2015.de)

SMD-SICHERUNGEN

## Jetzt auch mit VDE-Zulassung



Die SMD-Sicherung UMT-H von Schurter hat jetzt zusätzlich zur cURus- auch die VDE-Zulassung. Die träge Sicherung bietet Überstrom- und Kurzschlusschutz für industrielle Sicherheitsanwendungen sowie elektrisch eigensichere Anwendungen. Das Ausschaltvermögen von 1500 A, der Kappenabstand von >10 mm und die Vergussfähigkeit ermöglichen Anwendungen im Bereich des Explosionsschutzes. Die Si-

cherung wird in insgesamt 19 Nennströmen angeboten und deckt einen Strombereich von 160 mA bis 10 A bei Spannungen von bis zu 277 V<sub>AC</sub> und 250 V<sub>DC</sub> ab. Durch diese und weitere Merkmale ist die quaderförmige UMT-H die platzsparende Alternative zu den klassischen zylinderförmigen Sicherungseinsätzen (z.B. 5 mm x 20 mm) und eignet sich optimal für die kosteneffiziente, automatisierte Bestückung. Die UMT-H ist speziell zum Primärschutz in der Industrieelektronik für Nennspannungen von bis zu 277 V<sub>AC</sub> geeignet. Weiter gibt es eine Vielzahl von Anwendungsbereichen in der Energieversorgung, Medizintechnik, Telekommunikation und der E-Mobilität.

Schurter

SNAP-IN-LEISTUNGS-ALU-ELKOS

## Für Nennspannungen bis 500 V



Vishay hat seine Snap-in-Leistungs-Aluminium-Elektrolytkondensatoren der Serie 157 PUM-SI um Typen mit einer Nennspannung von 500 V erweitert. Die Kondensatoren eignen sich für Anwendungen in Stromversorgungen, Industriemotorsteuerungen sowie Solar-Wechselrichtern. Zwei 250-V-Kondensatoren können mit ihnen durch einen einzigen 500-V-Kondensator ersetzt werden. Die Kondensatoren

haben ein zylindrisches Aluminiumgehäuse mit einem blauen Isoliermantel. Sie sind in 23 verschiedenen Gehäusegrößen von 22 mm x 25 mm bis 35 mm x 60 mm verfügbar. Bei der Nennspannung von 500 V beträgt die maximal zulässige Betriebstemperatur 85 °C und die Lebensdauer ≥5000 Stunden. Als polarisierte Aluminium-Elektrolytkondensatoren mit flüssigem Elektrolyt eignen sich die Kondensatoren der Serie 157 PUM-SI ideal als Sieb-, Filter- oder Energiespeicher-Kondensatoren in Anwendungen mit pulsformiger Strombelastung. Die RoHS-konformen Kondensatoren sind auch in einer Snap-in-Version mit Verpolungsschutz erhältlich.

Vishay

# Let's communicate

## NEUE BAUTEILE FÜR HF- UND MIKROWELLEN-ANWENDUNGEN

### Microwave

Dünnschicht-Erfahrung, kreative und clevere Entwicklungsexpertise kulminieren in aufregenden neuen Innovationen bei Katalogkomponenten.

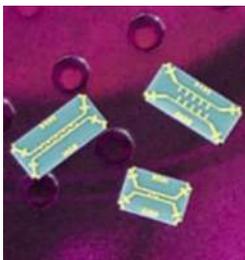
#### Tiefpassfilter

- Oberflächenmontierbar
  - Temperaturstabil
- 30-40dB Unterdrückung über 3 Harmonische
- Kompakter Footprint - 5,6mm x 3,6mm



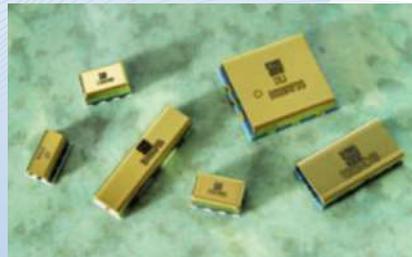
#### Richtkoppler

- Angebote im C, X und Ku Band
  - Extreme Reproduzierbarkeit
  - Extrem geringe Gehäusegröße 2,5mm x 2,0mm



#### Bandpassfilter

- Katalogkomponenten bis zum Ku Band
- Oberflächenmontierbar
- Temperaturstabil
- Extreme Reproduzierbarkeit
- Kundenspezifische Versionen verfügbar



#### Leistungsteiler

- Breitbandangebot 2GHz - 10GHz und 6GHz - 18GHz
- Minimale Einfügedämpfung von <0.8dB
- Bis zu 5 Watt Leistungsbelastbarkeit
- Oberflächenmontierbare und Chip&Wire-Optionen
- Dielektrika hoher Permittivität erlauben geringe Gehäusegrößen



www.knowlesc capacitors.com



# FED

Die im AK Umweltgesetzgebung erstellte Schrift „EU-Umweltgesetzgebung – Ein Überblick“ erfreut sich seit ihrem Erscheinen im Jahr 2013 großer Resonanz.



Bild: lassedesignen - Fotolia

## Bibliothek des Wissens, Band 15 EU-Umweltgesetzgebung – Ein Überblick

Einen Grund dafür sieht der Arbeitskreis in der Vielzahl an geltenden Umweltgesetzgebungen und Regelungen, die in der Elektronik-Branche einzuhalten und zu berücksichtigen sind. Ihre Prüfung und Umsetzung in die betriebliche Praxis bindet nicht selten in stärkerem Maße Ressourcen in den Unternehmen.

Der FED-Arbeitskreis hat sich zum Ziel gesetzt, hier unterstützend zu wirken. Zum einen mit den regelmäßig stattfindenden Informationsveranstaltungen, in denen die Teilnehmer zeitnah zu aktuellen Neuerungen und Änderungen unterrichtet werden. Zum anderen mit der Bereitstellung von Informationsmaterialien auf der FED-Homepage oder eben auch mit der Schrift „EU-Umweltgesetzgebung“, die einen Überblick der derzeit geltenden Umweltgesetzgebungen und Regelungen in verdichteter Form gibt und damit den Einstieg in die Thematik erleichtert.

Es sei erwähnt, dass die Schrift wie auch alle anderen bereitgestellten Informationsmaterialien als Hilfsmittel anzusehen sind und nicht die geltenden EU- und nationalen Gesetzgebungen in ihren gültigen Ausgaben ersetzen können. Im Rahmen der 3. Überarbeitung (August 2015) wurde die Schrift „EU-Umweltgesetzgebung – Ein Überblick“ in die Reihe „Bibliothek des Wissens“ als Band 15 aufgenommen. Damit ist eine problemlose Bestellung über den FED-Dokumenten-Shop möglich.



**FED-Geschäftsstelle Berlin**  
Tel. +49(0)30 8349059  
Fax +49(0)30 8341831  
E-Mail: info@fed.de  
www.fed.de

**Anschrift:** Alte Jakobstr. 85/86 | 10179 Berlin

### WIDERSTÄNDE

## Erweiterte Produktpalette

Vitrohm hat seine Produktpalette um neue Widerstandsreihen erweitert (Vertrieb: Nova Elektronik). Die CRP-Serie wurde für Applikationen mit hohen Impulsanforderungen entwickelt. Die Präzisionsdrahtwiderstände gibt es in den Leistungsklassen 2, 3 und 5 W. Die Bauteile wurden gemäß IEC60115-1 4.27 1,2/50  $\mu$ s und IEC61000-4-5 mit Impulshochspannungen bis zu 6 kV geprüft. Verfügbar sind je nach Leistungsklasse Widerstandswerte von 0,1 bis 5,1 k $\Omega$ . Die drahtgewickelten Sicherheitswiderstände der Serie CRF sind nun über alle Bauformen auch als UL-approbierte Ausführungen erhältlich. Verfügbar sind die Sicherheitswiderstände für maximale Leistungen von 1,1 bis 5 W und je nach Leistungsklasse mit Widerstandswerten zwischen 1,0 und 330  $\Omega$ . Hochvolt-Widerstände der Serie GF für maximale Leistungen zwischen



0,25 und 3 W wurden vor allem für den Einsatz in Solar- und Windkraftanlagen konzipiert und eignen sich für bis zu 7 kV. Verfügbar sind Widerstandswerte von 68 k $\Omega$  bis 68 M $\Omega$ . Die Metalloxid-Widerstände der Serie PO gibt es nun auch in den Baugrößen 0204 (0,5 W, 0,1  $\Omega$  bis 10 M $\Omega$ ) und 0410 (2 W, 0,1  $\Omega$  bis 10 M $\Omega$ ).

**Nova Elektronik**

### SMPS-ÜBERTRAGER UND -INDUKTIVITÄTEN

## Kompakter dank FIW-Drähte

Herkömmlicher Kupfer-Lackdraht durfte bislang in Schaltnetzteil-Übertragern nur mit Abständen eingesetzt werden, da aufgrund der zulässigen Fehlstellen ein Einsatz für eine sichere elektrische Trennung nicht erlaubt ist. Ein mit herkömmlichem Lackdraht aufgebauter Übertrager für den Einsatz in Schaltnetzteilen (SMPS) würde also kein Prüfzeichen erhalten.

Deshalb mussten in solchen Fällen bislang Kupferdrähte mit einer 0,2 mm dicken Kunststoffisolierung (TIW: Triple Insulated Wires) verwendet werden. Der Nachteil: Diese Dreifach-Isolierung kostet Platz und erfordert manuellen Aufwand in der Fertigung. In den SMPS-Übertragern und -Induktivitäten von Manfred Schmelzer (Vertrieb: pk-components) werden FIW-Lackdrähte (Fully Insulated Wires) eingesetzt, die aufgrund ihrer sehr gleichmäßigen und fehlerfreien Lackschicht gemäß EN 61558-2-16 A1 auch in Schaltnetzteil-Übertragern verwendet werden dürfen. Das Ergebnis ist eine Steigerung der Performance der Schaltnetzteil-Übertrager bei gleichzeitig günstigerer Fertigung aufgrund der Verbesserung des Automatisierungsgrades.



**pk components**

INDUKTIVITÄTEN

## Kosten sparende SMD-Typen

Neu in sein Portfolio aufgenommen hat Endrich die geschirmten SMD-Power-Induktivitäten der QS-Serie von ABC. Die Spulen mittlerer Größe (4 mm x 4 mm bis 5 mm x 5 mm, später auch bis 7 mm x 7 mm) wurden neu entwickelt, um den Herstellungsprozess automatisieren und damit die Kosten senken zu können. Einen wesentlichen Anteil hieran hat die spezielle Konstruktion mit Positionierungsknöpfen. Durch die Verwendung von PVD anstatt der üblichen Galvanisierung für die



Metallisierung lassen sich die Drosseln darüber hinaus auf umweltfreundliche und energiesparende Weise herstellen. Die QS-Serie wurde für die automatische Produktion entwickelt, um alle Probleme zu beheben,

die bei früheren Versionen aus technischer Sicht oder in Bezug auf das Löten, die Verarbeitbarkeit, das Fabrikationsrisiko usw. bestanden. Außerdem galt es, die beliebten Typen SH oder SU zu ersetzen, bei denen es wegen der hauptsächlich manuellen Produktionsprozesse zu Kostensteigerungen kam. Die neuen Typen sind mittelfristig nun nicht nur günstiger, sondern auch leistungsfähiger als ihre Vorgänger. Die QS-Spulen lassen sich mit automatischen Bestückungsmaschinen verarbei-

ten, weisen ausgezeichnete Löt-eigenschaften bis 260 °C auf und sind RoHS- sowie REACH-konform. Kennzeichnung, Qualitätskontrolle und Verpackung erfolgen ebenfalls automatisch und werden ergänzt durch eine doppelte (d.h. manuelle und maschinelle) 100%-Ausgangskontrolle. Die QS-Serie bestand erfolgreich die AEC-Q200-Tests und wird daher für die Anwendung in der Automobilindustrie empfohlen.

Endrich

INDUKTIVE BAUELEMENTE

## Geeignet für Ströme bis 3000 A und Frequenzen bis 500 kHz

SMP Sintermetalle Prometheus (SMP) hat den Leistungsbereich seiner induktiven Bauelemente erweitert. Verfügbar sind nun Versionen für Ströme bis 3000 A und für Frequenzen bis 500 kHz, in Spezialanwendungen sind es sogar bis zu 2 MHz. Die selbstentwickelten und -produzierten Pulververbundwerkstoffe weisen geringe Wirbelstrom- und Ummagnetisierungsverluste auf. Die induktiven Bauelemente zeichnen sich durch Verlustarmut, optimales EMV-Verhalten, Geräuscharmheit, kompakten und



leichten Aufbau und Wartungsfreiheit aus. Die dreidimensionale Isotropie der Werkstoffe sorgt für einen kompakten und leichten Aufbau, da die magnetische Eisenweglänge minimiert wird. Dadurch verringert sich die ma-

gnetische Feldstärke. Spezielle magnetostruktionsfreie Materialien sorgen für sehr leise Bauteile. Die Werkstoffe werden kundenspezifisch entwickelt und hergestellt und besitzen eine hohe Sättigungsinduktion von bis zu 2 Tesla. Weiterhin kann das Schwingungsverhalten der Drossel durch den Werkstoff oder durch geeignete mehrspulige, magnetisch gekoppelte Konstruktionen gezielt eingestellt werden. Je nach Anwendung sind die Bauelemente zum Beispiel als Einleiterdrosseln für

Hochstromanwendungen, Einzeldrosseln, Drosselmodule oder LC-Filter aufgebaut. Sie sind in Baugrößen von 19 mm bis 300 mm, Gewichten von 0,05 bis 130 kg und bis zur Temperaturklasse H bis 180 °C realisierbar. Je nach Anwendung stehen Schutzarten bis IP66 zur Verfügung. Alle Bauelemente sind RoHS- und REACH-konform und CE- und EAC-zertifiziert, die verwendeten Materialien sind UL-gelistet.

SMP

Unsere Power Inductor Familie von

klein und filigran bis

# GROSS und STROMSTARK



*Keine Nachwuchssorgen!*

- Ab Lager verfügbar
- Kostenlose Muster innerhalb 24h
- Laborsortimente mit kostenloser Wiederbefüllung
- Software-Tools zur Produktauswahl
- Design-In Beratung vor Ort
- IC-Referenzdesigns



# Für unterwegs



Ab sofort finden Sie ELEKTRONIKPRAXIS auch auf dem Smartphone. News aus der Elektronikbranche, Produktinformationen und Bildergalerien – immer aktuell, 24/7 verfügbar.

---> [mobil.elektronikpraxis.de](http://mobil.elektronikpraxis.de)

Scannen & direkt verbunden werden

**ELEKTRONIK PRAXIS**

Vogel Business Media

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

## AC- UND DC-HOCHSTROMFILTER

### Belastbar bis 2300 A

SE Spezial-Electronic hat die kompakten AC- und DC-MV-Hochstromfilter der Serien FN 3310/FN 3311 und FN 2210/FN 2211 von Schaffner in sein Produktportfolio aufgenommen. Die EMV-Filter für Bemessungsströme bis 2300 A lassen sich optimal auf die Bedürfnisse von Photovoltaik-, Leistungsumrichter-, Energiespeicher- und Ladesysteme abstimmen. In Motorsteuerungen sorgen die Dreiphasen-AC-Filter der Serie FN 3311/FN 3310 zusammen mit modernen Stromrichtern und Frequenzumrichtern dafür, dass alle systemrelevanten EMV-Normen und Standards eingehalten werden. Um eine falsche Montage auszuschließen, haben alle FN 3310/FN 3311-Filter unsymmetrische Befestigungsbohrungen. Ein weiteres typisches Einsatzgebiet sind Photovoltaik-Anlagen, wo die auf der Netzseite zum Einsatz kommenden AC-EMV-Filter FN



331x in Kombination mit den neuen DC-Filtern FN 221x das Einhalten der verbindlichen EMV-Norm EN 61000 garantieren. Beide Serien sind wahlweise mit Y-Kondensatoren (FN 3311 und FN 2211) oder ohne (FN 3310 und FN 2210) erhältlich. Zudem sind die RoHS-konformen Filter selbstverständlich CE-, UL-, CSA- und ENEC- (FN 331x) zertifiziert.

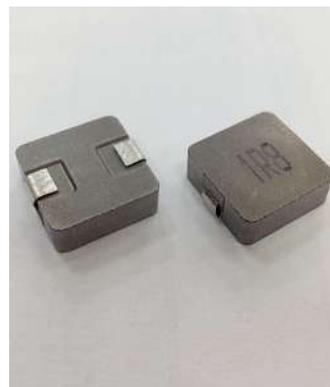
**SE Spezial-Electronic**

## INDUKTIVE BAUELEMENTE

### Automotive-Leistungsdrosseln

Chilisin adressiert mit den Induktivitätsserien UHEI und HPPC vor allem die Automobil-elektronik. Beide Serien sind über Rutronik erhältlich. Bei der UHEI-Serie (Ultra High Efficiency) handelt es sich um eine Mini-Leistungsinduktivität mit hohem Wirkungsgrad. Chilisin ist selbst Produzent von Basismaterialien wie Ferritpulver. Dank Materialoptimierung konnte der  $R_{DC}$  der

UHEI-Serie um 25% reduziert werden, bei gleichzeitiger Optimierung des Q-Wertes. Bei Baugrößen von 2 mm x 1,6 mm bis 2,5 mm x 2,00 mm sind Induktivitätswerte von 0,47 bis 1,5  $\mu$ H und Ströme von 2,7 bis 4,0 A erreichbar. Mit einem Leadframe entwickelt ist die Molding Compound Power Inductor Serie HPPC (High Performance Power Choke). So erzielt sie beste Vibrationsleistungen und Lötbarkeiten unter AEC-Q200-Testbedingungen. Auch hier konnte durch die erweiterte Pulvertechnologie der  $R_{DC}$  um 25% gesenkt und der Gütewert verbessert werden. Die HPPC-Serie ist in Baugrößen von 4,6 mm x 4,1 mm bis 11,3 mm x 10 mm x 2 mm erhältlich, wobei Induktivitätswerte von 0,22 bis 10  $\mu$ H und Ströme von 4,0 bis 40 A erreichbar sind.



**Rutronik**

Resistor Technology

## Chipwiderstände in vielen Versionen

### Hochohm-Chipwiderstände

- bis 1 Tera-Ohm

### Präzisions-Chipwiderstände

- bis 0,01%

### Niederohm-Chipwiderstände

- bis 0,25 Milli-Ohm

### Leistungs-Chipwiderstände

- bis 3 Watt (Standard)
- bis 5 Watt (Shunts)

### Hochtemperatur-Chipwiderstände

- bis 300 °C

### Hochspannungs-Chipwiderstände

- bis 6000 V



**SRT Resistor Technology GmbH**  
active at passive components

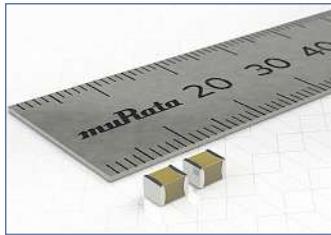
D 90556 Cadolzburg, Germany – Ostlandstr. 31  
Phone: +49 9103 79520 - Fax: +49 9103 5128

[www.srt-restech.de](http://www.srt-restech.de)

KONDENSATOREN

## MLCCs im 1206- und 1210-Format jetzt mit über 100 µF

Murata hat sein Angebot an MLCCs (Monolithic Ceramic Capacitors) der GRM-Serie im 1206- und 1210-Format durch drei neue Versionen mit Kapazitäten von mehr als 100 µF ergänzt. Die immer fortschrittlicher werdende Funktionalität elektronischer Geräte sowie der ständig knapper werdende Platz in den Gehäusen dieser Produkte stärkt die Nachfrage nach Kondensatoren, die kleine Abmessungen mit hoher Kapazität verbinden. Traditionell wurden bei Kapazitätswerten über 100 µF Polymer-



Kondensatoren verwendet. MLCCs zeichnen sich jedoch durch wesentlich bessere ESR-Eigenschaften aus als Polymer-Kondensatoren und sind darüber hinaus auch deutlich kompakter. Die Verfügbarkeit von MLCCs mit

höheren Kapazitätswerten kann somit dazu beitragen, den allgemeinen Platzbedarf zu verringern. Die Kondensatoren der GRM-Serie im 1206-Format sind deshalb jetzt mit Kapazitäten von 150 µF und 220 µF erhältlich. Die Nennspannung beträgt bei beiden Bauelementen 6,3 V. Die Versionen im geringfügig größeren 1210-Format wurden jetzt durch einen MLCC mit einer Kapazität von 300 µF und 4,4 V Nennspannung ergänzt. Alle drei neuen Bauelemente besitzen eine Toleranz der Klasse M

(±20%) sowie die Temperaturcharakteristik X5R. Die Kapazitätsänderung in einem Temperaturbereich von -55 bis 85 °C ist somit nicht größer als ±15%. Typische Anwendungen sind der Einsatz als Entkopplungskondensatoren an niedrigen Versorgungsspannungen für programmierbare Logikbausteine und Prozessoren, beispielsweise in Servern, Netzwerken und Datenkommunikations-Infrastrukturen.

Murata

SMD-SPEICHERDROSSEL

## Für Hochstromanwendungen



Bei der Pick-and-Place- sowie Reflow-geeigneten Flat-Wire-Power-Induktivität WE-FLAT-I von Würth Elektronik iBE, einem Tochterunternehmen der Würth Elektronik eiSos, handelt es sich um eine SMT-fähige Speicherdrossel mit niedrigem Gleichstromwiderstand und hoher Strombelastbarkeit sowie hoher

Sättigungsmagnetisierung. Die Drossel eignet sich für Betriebstemperaturen im Bereich von -40 bis 150 °C. Der besonders schmale Luftspalt im Schenkel reduziert das Streufeld. Die SMD-Speicherdrossel mit niedriger und kompakter Bauform bietet ausgezeichnete Planarität und eine Dreipunktfixierung auf der Platine. Nach ISO/TS 16949 gefertigt und nach AEC-Q 200 qualifiziert, eignet sich die automatisch bestückbare Drossel unter anderem für Anwendungen wie Buck Converter, Boost Converter, Flyback Converter oder EMV-Filter.

Würth Elektronik iBE

KONDENSATORMODULE

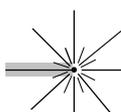
## Optimiert für Windenergieanlagen



FTCAP bietet eine Reihe von Kondensatoren an, die für den Einsatz in Windenergieanlagen optimal geeignet sind. Ein Beispiel dafür sind Kondensatormodule mit patentiertem Montagekonzept. Es handelt sich dabei um einbaufertige Baugruppen, bei denen keine weitere Montage anfällt und die sich im Schadens-

fall schnell auswechseln lassen. Die Busbars können sowohl mit Elektrolyt- als auch mit Filmkondensatoren bestückt werden. Die Kondensatormodule werden jeweils nach kundenspezifischen Vorgaben gefertigt. Die thermische, mechanische und elektrische Robustheit der Systeme bewirkt darüber hinaus auch eine hohe Lebensdauer. Aber auch die hohe Leistungsdichte sowie der niederinduktive Aufbau machen die Module zu einer interessanten Alternative zu allen traditionellen Montagelösungen von Kondensatoren und IGBTs.

FTCAP



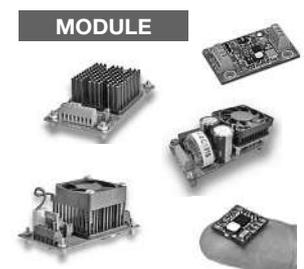
**SI**

... die bessere Technik



### VERSTÄRKER FÜR PIEZO-AKTUATOREN, -PLATTEN, -RÖHREN, -BIEGER

**MODULE**



- Ausgangsspannung bis +/-100, 200 oder 400 V
- Spitzenausgangsströme bis 1 A
- ein- und dreikanalig
- bipolar oder unipolar
- unterschiedliche Signal- und Leistungsbandbreiten (lastabhängig)
- geringes Rauschen
- geringe Baugröße
- mit und ohne Lüfter
- PCB-Version verfügbar
- kundenspezifisch anpassbar

**TISCHGERÄTE**



- Ausgangsspannungen bis 1600 V
- Spitzenausgangsströme bis 10 A
- ein- bis 32-kanalig
- Leistungen bis 200 W
- Offset einstellbar
- hohe Bandbreiten
- Überlastschutz am Ausgang
- Treiber/Analysator für Ultraschallaktuatoren
- PCB-Version verfügbar

SI Scientific Instruments GmbH · Postfach 1326 · 82198 Gilching · Tel.: 08105/7794-0 · Fax: 08105/7794-22 · Email: Info@SI-GmbH.de · Internet: www.SI-GmbH.de

# So gewöhnen passende Filter Elektrofahrzeugen das Stören ab

*Wegen ihrer Motorinverter sind Elektrofahrzeuge massive elektromagnetische Störfriedef. Daraus resultierende EMV-Probleme lassen sich mit den richtigen Filterlösungen jedoch in den Griff bekommen.*

FLORIAN BÖHM \*

**A**lle elektrisch angetriebenen Fahrzeuge (xEV) von heute – egal ob batterieelektrische Fahrzeuge (BEV), Elektrofahrzeuge mit Range Extender (EREV) oder Brennstoffzellen-Fahrzeuge (FCEV) – sind vollgepackt mit Elektronik. Dabei handelt es sich um immer komplexer werdende Systeme für Komfort, Sicherheit und Kommunikation, wie sie auch in Fahrzeugen mit Verbren-

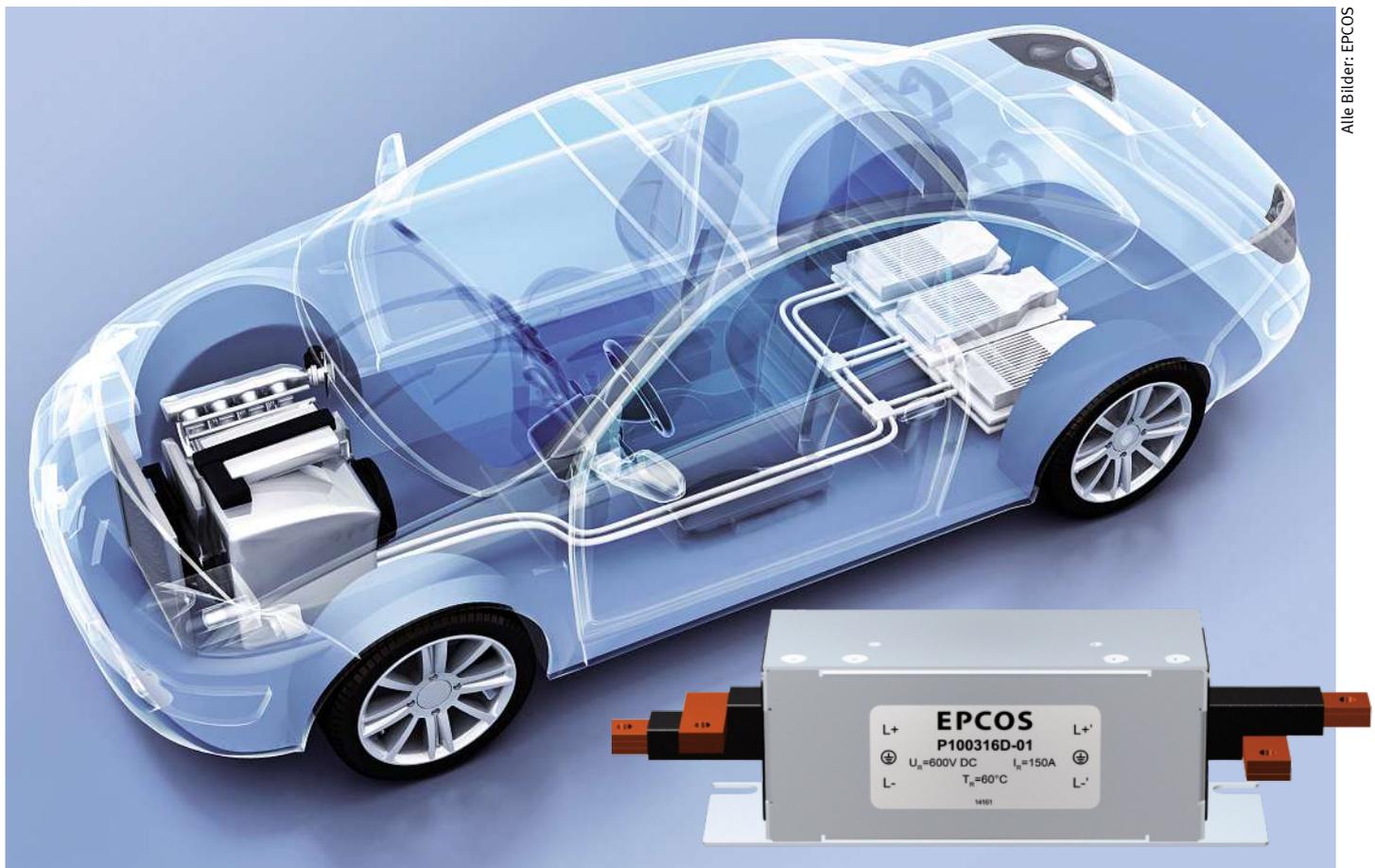
nungsmotor zu finden sind. Dazu kommt bei einem xEV das elektrische Antriebssystem, bestehend aus Hochvolt-Batterie, Inverter und mindestens einem Elektromotor. Oberstes Gebot bei der Entwicklung solcher Fahrzeuge ist natürlich, dafür zu sorgen, dass sich die auf engstem Raum gepackten einzelnen Systeme nicht gegenseitig beeinflussen und stören. Auch fahrzeugexterne Systeme dürfen nicht gestört werden. Geregelt ist dies durch internationale Standards wie der CISPR 25 oder der EU-Richtlinie ECE-R10.

Die Inverter arbeiten mit Pulsweitenmodulation, um den Motor mit gewünschter

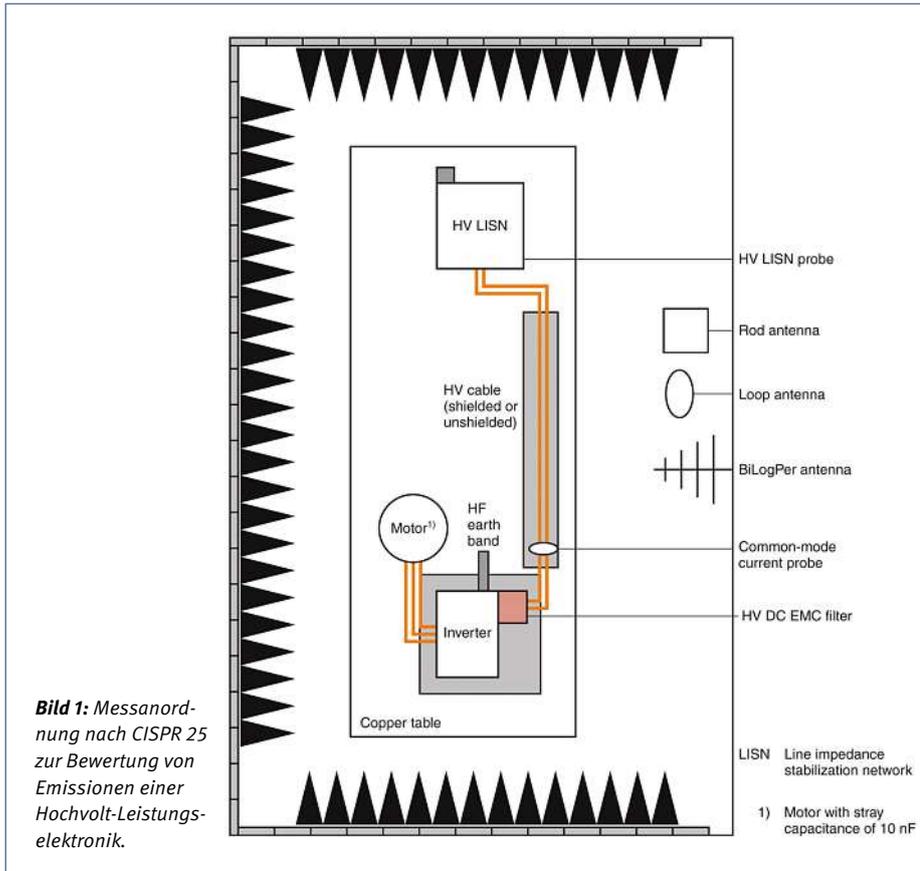
Leistung und Drehzahl anzusteuern. Durch die steilen Flanken entstehen sowohl auf der Eingangs- als auch auf der Ausgangsseite der Inverter erhebliche EMV-Probleme in Form gestrahlter sowie leitungsgebundener Emissionen. Um diese möglichst gering zu halten, basieren die meisten Designs auf einer kompletten Kapselung bzw. Schirmung des gesamten Systems. Aus Platzgründen und zur besseren Gewichtsverteilung sind die einzelnen Komponenten des Antriebs auf das gesamte Fahrzeug verteilt. Die Batterie liegt meist im Heckbereich, während der Inverter im Frontbereich verbaut ist. Der Motor bzw.



\* Florian Böhm  
... ist Entwicklungsingenieur EMV-Filter bei der TDK Corp. in Heidenheim.



Alle Bilder: EPCOS



die Motoren sind an den Achsen oder in der Ausführung als Radnabenmotoren direkt an den Rädern verbaut. Zur Anbindung des Inverters an die Batterie ist ein entsprechend langes, geschirmtes Kabel erforderlich, das jedoch die Sicherstellung der EMV gefährden kann. Einerseits können hohe Schirmströme auftreten, die, wenn sie im hochfrequenten Bereich liegen, zu hohen Emissionen beitragen, sowie Spannungsspitzen, die bei entsprechender Größe sogar zu einer Schädigung von Inverter oder Batterie führen können. Außerdem können Störungen in das Niedersvolt-System des Fahrzeugs eingekoppelt werden. Ein weiteres Problem ist die elektrische wie auch mechanische Anbindung des Kabelschirms an die Schirmung der Batterie bzw. des Inverters. Die Impedanz dieser Anbindung muss extrem gering sein,

um eine ausreichende Schirmung sicherzustellen. Gerade in Fahrzeugen treten durch Vibration oder Schock mechanische Kräfte auf, die die Schirmanbindung schwächen und somit die Impedanz langfristig ansteigen lassen. Nicht zu vernachlässigen sind auch Alterungsprozesse, die durch Oxidation oder sogar Korrosion auftreten. Bild 1 zeigt den Messaufbau nach CISPR 25 zur Bewertung von Emissionen einer Hochvolt-Leistungselektronik. Die gestrahlten wie leitungsgebundenen Emissionen eines Systems mit geschirmtem Kabel zwischen Batterie und Inverter, gemessen anhand des dargestellten Aufbaus, sind in Bild 2 dargestellt.

TDK hat eine speziell auf die Bedürfnisse von elektrischen Antrieben für Fahrzeuge zugeschnittene Serie von Zweileiter-Hochvolt-Gleichstrom-Filtern entwickelt. Die Bau-

## Zweileiter-Hochvolt-Gleichstrom-Filter

Technische Daten der Serie P100316\*:

- **Max. Spannung:** 600 V<sub>DC</sub>
- **Max. Laststrom:** 150 oder 350 A<sub>DC</sub>
- **Zulässige Betriebstemperatur:** -40 bis 85 °C \*

- **Maße:** 121 mm x 52 mm x 52 mm bis 186 mm x 65 mm x 65 mm
- **Gewicht:** 1100 bis 2500 g

\* bei passiver Kühlung, aktive Kühlung ermöglicht höhere Temperaturen.

icotek®

Kabeleinführungssysteme  
EMV Innovationen



„Montagezeit ist bares Geld, wir setzen auf innovative Produkte, die schnell und sicher montiert werden.“

bis IP68



Kompakte Zeit- und Platzsparer, die Kabeleinführungen KEL-DPZ von icotek

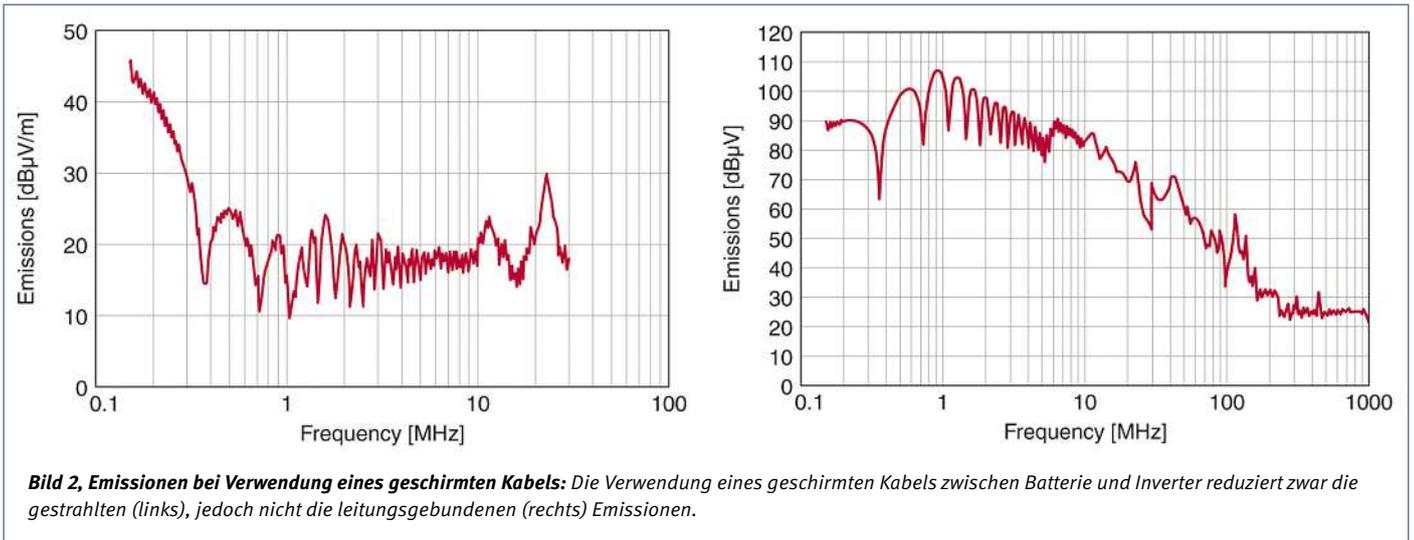
- Platzsparende kompakte Bauform
- Hohe Packungsdichte
- Sehr schnelle Montage
- 2-fache Abdichtung der Leitungen bis IP68



icotek GmbH  
info@icotek.com  
www.icotek.com

innovative.creative.technology

© 2015 . icotek gmbh . germany



elemente der Serie P100316\* sind für eine maximale Spannung von 600 V<sub>DC</sub> ausgelegt und entsprechen damit den typischen Spannungen, die von Hochvolt-Batterien bereitgestellt werden. Die Stromtragfähigkeiten der Filter liegen bei 150 oder 350 A<sub>DC</sub>, wodurch selbst Antriebssysteme mit Leistungen von deutlich über 100 kW befiltert werden können. Der Gleichstromwiderstand liegt bei allen Typen bei nur 0,05 mΩ, wodurch auch bei hohen Strömen keine nennenswerten

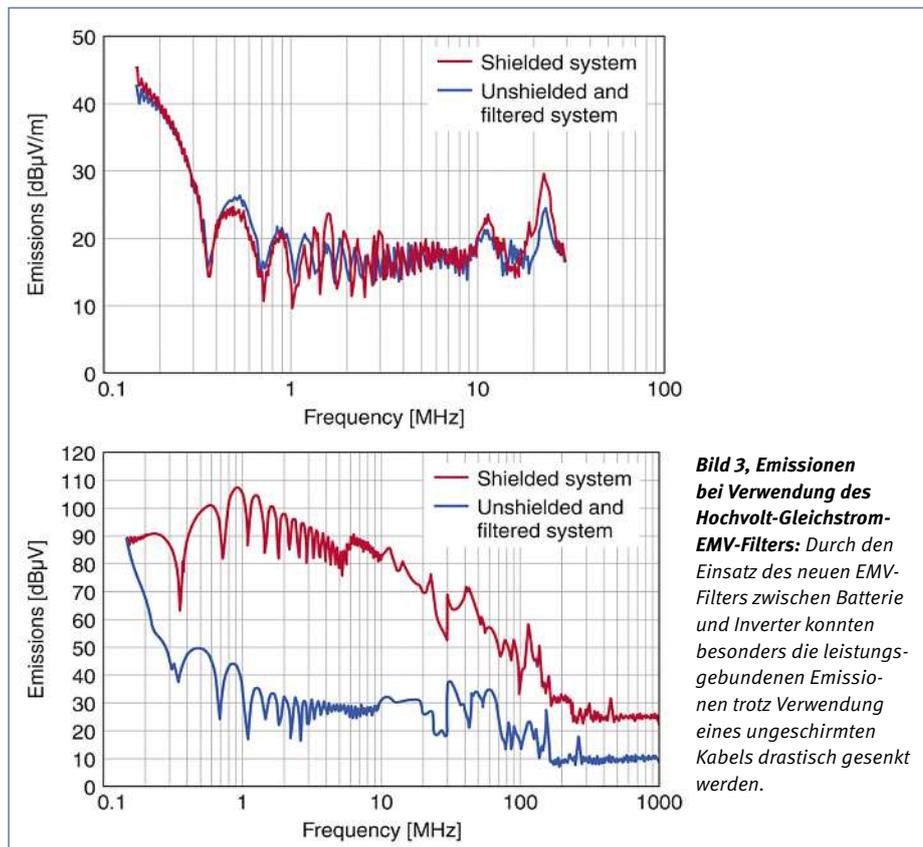
Verluste auftreten. In einem Testaufbau konnte die hervorragende Filterwirkung bestätigt werden (Bild 3). Trotz Verwendung eines ungeschirmten Kabels konnten besonders die leitungsgebundenen Emissionen um bis zu 70 dB oder einem Faktor von 3000 reduziert werden. Der Einsatz der neuen Filter bringt einen weiteren Vorteil mit sich: Übliche EMV-Maßnahmen in den einzelnen Systemkomponenten können deutlich reduziert werden. Neben den herausragenden

elektrischen Werten überzeugen die Filter auch durch geringes Gewicht und kompakte Abmessungen – Faktoren, die für den Einsatz in Fahrzeugen entscheidend sind. So variieren die Maße je nach Typ zwischen 121 mm x 52 mm x 52 mm und 186 mm x 65 mm x 65 mm. Die neue Serie umfasst 12 verschiedene Typen für Ströme von 150 bzw. 350 A<sub>DC</sub> und unterschiedlichen Filtercharakteristiken. So lässt sich ein exakt auf die jeweilige EMV-Problematik abgestimmtes Filter wählen. Neben den Versionen mit einer generellen Gleichtaktunterdrückung gibt es z.B. auch Typen mit besonders hoher Filterwirkung zwischen 150 und 300 kHz.

Am Ausgang des Inverters treten aufgrund der steilen Schaltflanken Spannungsspitzen auf, die durch Leitungsinduktivitäten noch überhört werden. Unter ungünstigen Umständen können diese Spannungsspitzen zu Überschlägen in den Motorwicklungen führen und diese zerstören. Gleichzeitig entstehen auch Ableitströme, die durch die Motorlager fließen zur Funkenbildung führen. Dies wiederum schädigt die Oberflächen der Kugeln bzw. Rollen, was zu einem frühzeitigen Ausfall der Lager führt.

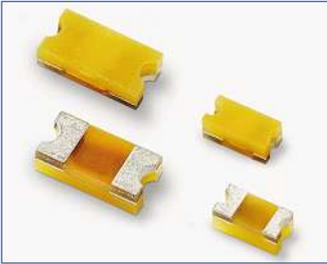
Abhilfe dagegen schaffen Ferrit-Ringkerne durch die die Motorleitungen geführt werden. Gleichtaktstörungen werden somit deutlich reduziert und die Ableitströme auf ein unkritisches Niveau gesenkt. TDK bietet hierfür ein breites Spektrum an Ringkernen in unterschiedlichen Geometrien und Ferritmaterialien, die für bestimmte Frequenzbereiche und Temperaturen optimiert sind, und somit auf jedes Antriebssystem abgestimmt werden können. // TK

**TDK**  
+49(0)89 540200



ESD-SCHUTZ

## Schützen vor Entladungen bis zu 30 kV



Littelfuse hat die ESD-Polymer-Schutzkomponenten der Baureihe XGD Xtreme-Guard in flachen, oberflächenmontierbaren Gehäusen der Größen 0402 und 0603 vorgestellt. Die Bausteine

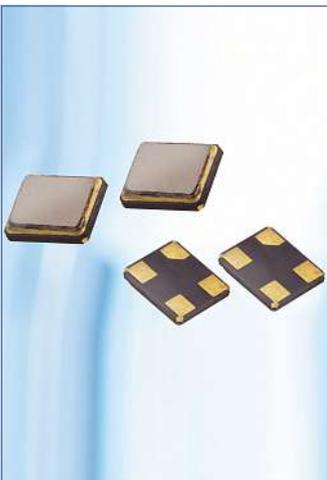
schützen empfindliche Elektronik vor elektrostatischen Entladungen bis zu 30 kV und eignen sich für Gleichspannungsanwendungen bis 32 V. Wenn sie korrekt in ein Schaltungsdesign integriert wurden, können sie sich wiederholende ESD-Impulse sicher und ohne Leistungseinbußen absorbieren, die bis zu viermal über der in IEC61000-4-2 festgelegten Höchstgrenze liegen. Dank ihrer sehr niedrigen Kapazität eignet sich die XGD-Baureihe für den Einsatz in Hf- und Hochge-

schwindigkeits-Daten-, Video-, Antennen- und I/O-Schaltungen. Auch nach mehreren ESD-Impulsen weisen sie nur einen extrem niedrigen Leckstrom von <1 nA und damit minimale Verlustleistung auf. Damit eignen sie sich besonders für den Schutz batteriebetriebener Elektronikgeräte wie Wearables. Beide Größen sind für deutlich höhere Nennspannungen konzipiert als andere ESD-Schutzbausteine ähnlicher Größe.

Littelfuse

QUARZE

## Ultra-Miniatur Schwingquarze



Qantek Technology hat mit der neuen QC16-Serie sein Produktportfolio an Schwingquarzen erweitert (Vertrieb: WDI). Bei der QC16-Serie soll es sich nach Herstellerangaben um die kleinste Schwingquarz-Serie im 4-Pad-SMD-Keramikgehäuse handeln. Die Schwingquarze mit den Maßen von 1,6 mm x 1,2 mm x 0,4 mm decken einen Frequenzbereich von 24 bis 40 MHz ab. Wahlweise stehen Frequenztoleranzen bis zu ±15 ppm bei 25 °C und sogar Frequenzstabilitäten bis zu ±15 ppm über den indust-

riellen Arbeitstemperaturbereich (-40 bis 85 °C) zur Auswahl. Aufgrund der kleinen Maße und der damit verbundenen Unempfindlichkeit gegenüber Schock- und Vibrationseinflüssen eignet sich die Serie QC16 hervorragend für Applikationen wie ZigBee, Bluetooth, Handheld-Steuergeräte, batteriebetriebene Telemetrie Geräte, Notebooks sowie Überwachungsgeräte. Die QC16-Serie ist ab sofort erhältlich.

WDI

SCHUTZBAUELEMENTE

## Blitzschutz bei der LED-Straßenbeleuchtung



Bei einem Blitzschlag in der Nähe einer LED-Straßenbeleuchtung kann es zu Schäden der empfindlichen Bauteile kommen. Die neue Generation elektronischer Vorschaltgeräte „Opto-

tronic 4DIM“ von Osram bietet zwischen Netzversorgung und Erde bis zu 8 kV Schutz. Möglich ist dies mit dem EQUI-Anschluss (Äquipotential) für Schutzklasse-II-Anwendungen. Dieser bringt verschiedene Teile des Beleuchtungssystems auf das gleiche Potenzial und reduziert die am LED-Modul auftretenden Überspannungen deutlich. Auch vor Spannungsspitzen aus zwei weiteren Quellen schützen die Vorschaltgeräte: Vor den bis zu 6 kV, die durch Lastwechsel oder Schaltvorgänge im Netz erzeugt

werden, sowie vor elektrostatischen Entladungen, die vor allem bei Wartungsarbeiten auftreten können. Dabei müssen Überspannungen nicht zum Ausfall des LED-Moduls führen. Sie bewirken allerdings zumindest eine vorzeitige Alterung und damit eine kürzere Betriebszeit, was wirtschaftliche Folgen für den Betreiber hat. Im Normalfall haben LED-Lösungen geringe Ausfallraten und erreichen bis zu 100.000 Betriebsstunden.

Osram

## THE WHOLE WORLD OF INDUCTORS:

- Chip Inductors
- Chip Beads
- RF / HF Inductors
- Air Coils
- Power Inductors
- High Current Inductors
- Class D Inductors
- Common Mode Filter
- Transformer



信昌電子陶瓷  
Prosperity Dielectrics Co., Ltd.

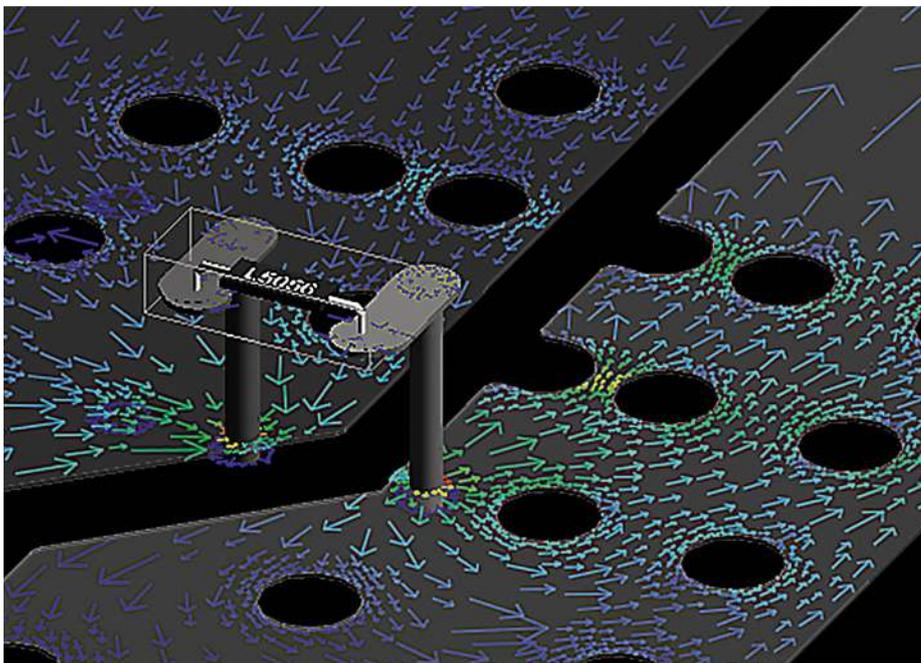


Vertrieb durch:  
Beck Elektronik  
Tel.: 09 11 934 08-0  
passiv@beck-elektronik.de  
www.beck-elektronik.de

# Reduktion von Spannungsverlust in Stromversorgungen

*Bei Boardstrukturen mit niedrigen Spannungen und hohen Strömen ist der Spannungsabfall auf Leiterbahnen nicht vernachlässigbar. Die Gleichstrom-Analyse deckt thermische und elektrische Gefahren auf.*

DIRK MÜLLER \*



Bilder: FlowCAD

dies, dass der Versorgungsstrom vom Netzteil um diesen Faktor ansteigen muss.

Netzteile haben in der Regel eine Toleranz von 5%, das bedeutet bei 5 V eine Toleranz von 250 mV und bei 1,2 V nur noch eine Toleranz von 60 mV. Auch hier finden wir den rechnerischen Faktor von 4,17 wieder.

## Wie der Spannungsabfall auf Zuleitungen berechnet wird

Diese beiden Faktoren multiplizieren sich, wenn es um den erlaubten Spannungsverlust im Spannungsversorgungssystem geht. Nach dem Ohmschen Gesetz  $U=R \cdot I$  müsste die Formel  $4,17 \cdot U = 4,17 \cdot I \cdot 1/17,4 \cdot R$  heißen. Der ohmsche Widerstand der Zuleitungen bekommt also die 17-fache Bedeutung. Bei Änderungen in dieser Größenordnung, kann der Widerstand des Versorgungssystems nicht mehr vernachlässigt werden. Die Spannungsdifferenz im Versorgungssystem zwischen Netzteil und Verbraucher wird auch IR-Drop genannt.

Auf Leiterplatten ist die Spannungsversorgung üblicherweise mit Vcc-Zuleitungen und Vcc- und GND-Flächen realisiert. Der IR-Drop ist die Spannungsdifferenz zwischen der Spannung, die am Netzteil eingespeist wird und der Spannung, die an den Anschluss-Pins des Verbrauchers anliegt. Da es für die Bauteile eine Spezifikation gibt, in welchem Spannungsbereich das Bauteil sicher funktioniert, muss das Spannungsversorgungssystem am Verbraucher die Spannung der Spezifikation entsprechend bereitstellen. Das bedeutet, dass der Innenwiderstand des Versorgungssystems zu berechnen ist und die Ausgangsspannung am Netzteil um den so ermittelten Spannungsverlust erhöht wird.

Wie lässt sich der Innenwiderstand bestimmen? Für Leitungen mit einem gegebenen Querschnitt gibt es Formeln die auf der Leitfähigkeit von Kupfer beruhen. Für eine ideale Kupferfläche könnte dieser Wert auch rechnerisch ermittelt werden. Aber auf Lei-

Bild 1: Visualisierung der Stromdichte an einem Hotspot.

Die Spannungsverluste auf Leiterplatten waren in der Vergangenheit bei Versorgungsspannungen von 5 V vernachlässigbar. Hier spielte der Spannungsabfall, der durch den ohmschen Widerstand der Zuleitungen und Versorgungslagen entstand, keine Rolle. Die Netzteile hatten eine Toleranz von 5% was 250 mV entsprach. Da die Miniaturisierung in fast allen Branchen gewünscht ist, bleibt der Trend nach kleineren und leistungsfähigeren integrierten Schaltungen bis heute ungebrochen.

Dieser Miniaturisierungstrend folgt dem Moore'schen Gesetz mit einer Verdoppelung der Funktionalität alle 18 Monate. Gleichzei-

tig werden die Strukturgrößen für die integrierten Schaltkreise immer feiner. In der guten alten 5-V-TTL-Technologie hatten die ICs noch 0,600 µm Gatter-Strukturgröße. Bei heutigen 1,2-V-Bausteinen sind 0,130 µm (bzw. 130 nm) schon normal. Spezielle ICs haben inzwischen schon 28 nm und im Labor gibt es schon heute bereits die ersten funktionsfähigen 9-nm-Chips.

Die Reduktion der Strukturgrößen bringt gleich mehrere Vorteile. Es können mehr Funktionen auf gleichem Raum untergebracht werden, die ICs werden so leistungsfähiger. Die Versorgungsspannungen lassen sich von 5 auf 1,2 V senken. Zwischen den beiden Spannungswerten ergibt sich ein rechnerischer Faktor von 4,17 (5/1,2). Durch die zusätzlichen Funktionen in den Schaltkreisen bleibt die Leistungsaufnahme für die Bauteile aber fast konstant. Nach der Formel  $P=U \cdot I$  für die elektrische Leistung bedeutet



\* Dirk Müller  
... ist Geschäftsführer der FlowCAD  
EDA-Software Vertriebs GmbH in  
Feldkirchen.

terplatten sehen die Versorgungslagen heute eher aus wie ein Schweizer Käse mit den vielen Aussparungen und Löchern für VIAs. In den Design-Richtlinien steht deshalb meist, dass Zuleitungen so kurz und breit wie möglich umzusetzen sind.

Mit einem Field-Solver ist heute jedoch schnell der Innenwiderstand für den gesamten Stromkreis vom Netzteil über Vcc-Leitungen bis zum Verbraucher und der Rückstrompfad zum Netzteil über das GND-System berechenbar. Wenn jetzt noch die Werte für die Ausgangsspannung und die Leistungsaufnahme des Bauteils bekannt sind, lässt sich der IR-Drop bestimmen.

Da die meisten Schaltungen nicht nur einen Verbraucher haben, ist diese Berechnung für jedes Vcc-GND-Pin-Paar zu wiederholen (also sind für jeden Baustein so viele Berechnungen nötig wie er Versorgungs-Pins hat). Diese Anzahl der Simulationen dauert für komplexe Leiterplatten nur wenige Minuten. Das Simulationsergebnis sind Grafiken oder Tabellen, aus denen zu sehen ist, wo der Spannungsabfall außerhalb der Toleranz ist. Bauteile in der Nähe des Netzteils sehen die erhöhte Spannung, während das Bauteil mit dem größten Zuleitungswiderstand den kleinsten Spannungswert sieht. Aber alle Bauteile sollten innerhalb der Toleranz betrieben werden.

### IR-Drop in passiven Bauteilen und an Durchkontaktierungen

Wenn in der Vcc-Zuleitung passive Bauteile wie Null-Ohm-Widerstände eingebaut wurden, haben die meist nicht exakt 0 Ω. Bei einem Blick ins Datenblatt stellt sich heraus, dass es auch an diesen Bauteilen bei Strömen

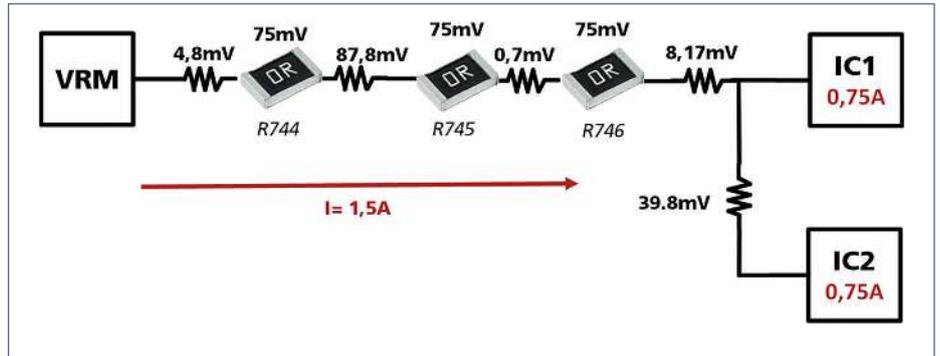


Bild 2: Spannungsabfall an passiven Bauteilen im Versorgungssystem.

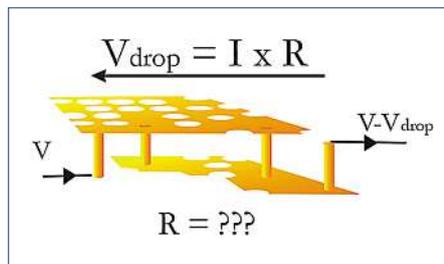


Bild 3: Komplexe Geometrie des Zuleitungssystems.

von 1 A einen Spannungsabfall gibt. Dieser Spannungsabfall addiert sich zu dem IR-Drop des Versorgungssystems.

Obwohl die Werte gering erscheinen, ist dies häufig die Ursache für sporadisch ausfallende Bauteile bzw. Ausfälle der gesamten Schaltung. Sinkt die Spannung unterhalb des tolerierten Wertes, so befindet sich das Bauteil außerhalb der Spezifikation und darf sich verhalten wie es will. Diese undefinierten Zustände von Bauteilen sind zu vermeiden. Der Strom im Versorgungssystem

sucht sich immer den Weg des geringsten Widerstands. Wenn Zuleitungen oder Kupferflächen über VIAs miteinander verbunden sind, dann ist die Leitfähigkeit dieser Durchkontaktierungen genauso von Bedeutung wie auch deren Position.

### Ursachen für den IR-Drop und thermische Hotspots

Durch ein ungeeignetes Layout kann es dazu führen, dass ein sehr hoher Strom über nur ein VIA fließt. Dies hat nicht nur den Spannungsabfall an dieser Engstelle zur Folge, sondern wie später noch erläutert wird, auch eine Erhöhung der Temperatur. Selbst wenn zwei gleiche VIAs platziert wurden, teilt sich der Strom nicht unbedingt in jeweils zur Hälfte auf. Die Platzierung spielt hier eine bedeutende Rolle und erschwert die Berechnung. Genaue Aussagen lassen sich durch Simulationen auf Basis von Field-Solvern treffen.

Die Ursachen für den Spannungsabfall sind vielzählig. Etwa ist er von der Geometrie

## SBC<sup>Plus</sup> Designkonzept – individuelle Basisboards mit ihren exakten Schnittstellen

**PHYTEC**  
MESSTECHNIK GMBH

Dabei greifen wir auf unsere Standard-Schaltplanelemente UND auf Standard-Layout-Elemente zurück. Das Ergebnis: Erheblich reduzierter Zeit- und Kostenumfang.

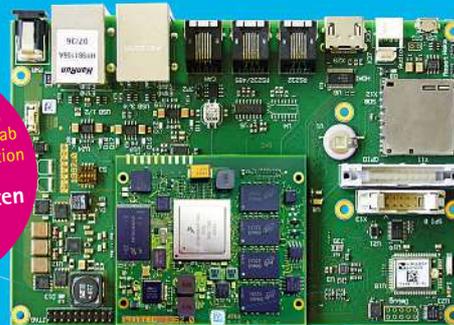
Features aus SBC Buildingblocks (Entwicklungsbeispiel)

- 1x Ethernet 10/100 MBit/s
- 1x CAN
- Backup RTC Pufferung
- 1x USB OTG
- 1x Ethernet 1.000 MBit/s
- 1x HDMI
- Bootsettings
- SD Kartenhalter
- 2x RS232 / RS485
- Audio
- 1x USB Host
- IO Erweiterung
- SPI Erweiterung
- WLAN / Bluetooth
- Versorgungsspannung 24V
- phyFLEX Steckplatz

Features kundenspezifisch  
Keine

Entwicklungsaufwand  
Schaltplanerstellung: 4h an Stelle von geschätzten 36h Aufwand  
Layout: 8h an Stelle von geschätzten 56h Aufwand

Aufwand für Erstellung Schaltplan, Layout und Gerberfiles ab Abschluss der Spezifikation  
Entwicklungskosten  
1.020,- €



Wir freuen uns auf Ihren Anruf: 06131 / 9221-32

PHYTEC MESSTECHNIK GMBH  
contact@phytec.de  
www.phytec.de  
+49 (0) 6131 / 9221-32

des Zuleitungssystems abhängig. Hier kommen die Form, Länge, Dicke und Leitfähigkeit zum Tragen. Die Platzierung der Quellen und unterschiedlichen Lasten hat einen wesentlichen Einfluss, der zum Teil durch den PCB-Designer beeinflusst werden kann. Einige Platzierungen sind aber vordefiniert und können nicht geändert werden.

Die Anzahl der unterschiedlichen Lastströme die durch das GND-System fließen beeinflussen sich gegenseitig. Via keep-outs und Wärmefallen (thermal relieve pattern) haben starken Einfluss auf die Geometrie von Kupferflächen und die Leiterbahnführung. Generell führen Aussparungen in Flächen erhöhten Widerständen der Flächen und zu mehr IR-Drop. Die Anzahl der Power/Ground-Vias und die Platzierung der VIAs bestimmen, wo der Strom fließt. Der Strom teilt sich nicht gleichmäßig zwischen der Anzahl der Durchkontaktierungen auf. Der Innenwiderstand von Bauteilen, die Quellen und Lasten miteinander verbinden, führt zu einem Spannungsabfall über das Bauteil und addiert sich zum IR-Drop des Versorgungssystems hinzu. Hierzu gehören Null-Ohm-Widerstände und der parasitäre Widerstand von Spulen, der bis zu 5 mΩ betragen kann. Zuletzt ist auch der Übergangswiderstand bei Steckern zu berücksichtigen, insbesondere, wenn es sich um Systeme aus mehreren PCBs handelt, wie z.B. Einsteckkarten.

Alle diese Aspekte zu bewerten ist schwierig und lässt sich bei immer kleiner werdenden Toleranzen und höheren Strömen nicht

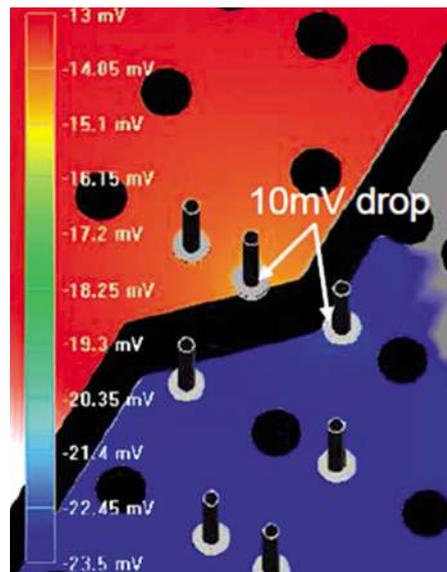


Bild 4: Der IR-Drop an Durchkontaktierungen.

manuell bewältigen. Simulationen führen hier zu mehr Überblick und Sicherheit. Je geringer der IR-Drop im DC-Spannungsversorgungssystem ist, desto mehr Marge bleibt für die wesentlich komplexeren AC-Störungen übrig (beispielsweise SSN, EMV,...).

Wenn es zu einem Spannungsabfall auf Kupferleitungen kommt, dann entsteht unerwünschte Wärme. Je größer der IR-Drop ist, desto mehr kommt es also zu Erwärmungen auf der Leiterplatte. Besonders schlimm wird es, wenn dies nicht gleichmäßig über die ganze Leiterplatte erfolgt, sondern so-

nannte Hotspots entstehen. An diesen Hotspots ist der Leitungsquerschnitt besonders eng und die Stromdichte steigt in diesen Bereichen an. Dies führt zu einer lokalen Erwärmung, die einen negativen Einfluss auf die Leitfähigkeit des Kupfers hat. Um diesen Effekt der temperaturabhängigen Leitfähigkeit zu berechnen ist es erforderlich, eine Co-Simulation aus einer thermischen Simulation und einer elektrischen Simulation durchzuführen. Erst wenn sich ein stabiler Zustand einstellt, können der IR-Drop und die Temperatur angezeigt werden.

Sind die Hotspots bekannt, dann lassen sie sich meist durch kleine Änderungen im Layout entschärfen. Es können die Engstellen verkürzt, die Leitungen verbreitert oder VIAs umplatziert werden. Diese Änderungen sind meist kostenneutral und können die Layout-Qualität in Bezug auf die AC-Noise Marge erheblich verbessern.

### Optimiertes Platzieren einer Sense Line

Eine Spannungsversorgung wird heute meist über geregelte Schaltnetzteile umgesetzt. Die Regelung erfolgt über eine Sense Line (Messeleitung), mit der an einer bestimmten Stelle auf der Leiterkarte der Spannungswert ermittelt und an das Netzteil über die Sense Line zurückgeführt wird. Im Netzteil wird dann entsprechend nachgeregelt, sodass der gewünschte Spannungswert am Messpunkt anliegt. Da Netzteile das gesamte System mit einem Spannungswert versorgen müssen, gibt es auch nur einen Messpunkt für die ganze Leiterplatte. Die Wahl des Messpunktes ist so zu wählen, dass die Toleranz der Spannungsversorgung für alle Bauteile eingehalten wird. Bauteile mit unterschiedlicher Leistungsaufnahme haben auch einen unterschiedlichen IR-Drop. Der Sense Point sollte daher in der Mitte aller IR-Drop-Werte sein, mit der Konsequenz, dass einige Bauteile am Ende der oberen Toleranz betrieben werden und andere an der unteren Toleranzgrenze.

Kommt ein Simulationswerkzeug wie beispielsweise Sigrity Power DC von Cadence zum Einsatz, dann kann die optimale Platzierung des Sens Points in Form einer Linie angezeigt werden. Ist der Sense Point auf dieser Linie, so sind alle Spannungstoleranzen ausgemittelt. Das genannte Tool ist direkt in den CAD-Flow von Cadence eingebunden, kann aber auch PCB-Layout-Daten von Mentor Graphics, Zuken oder Altium zur Simulation einlesen. // KU

FlowCAD

+49 (0)89 4563 7770

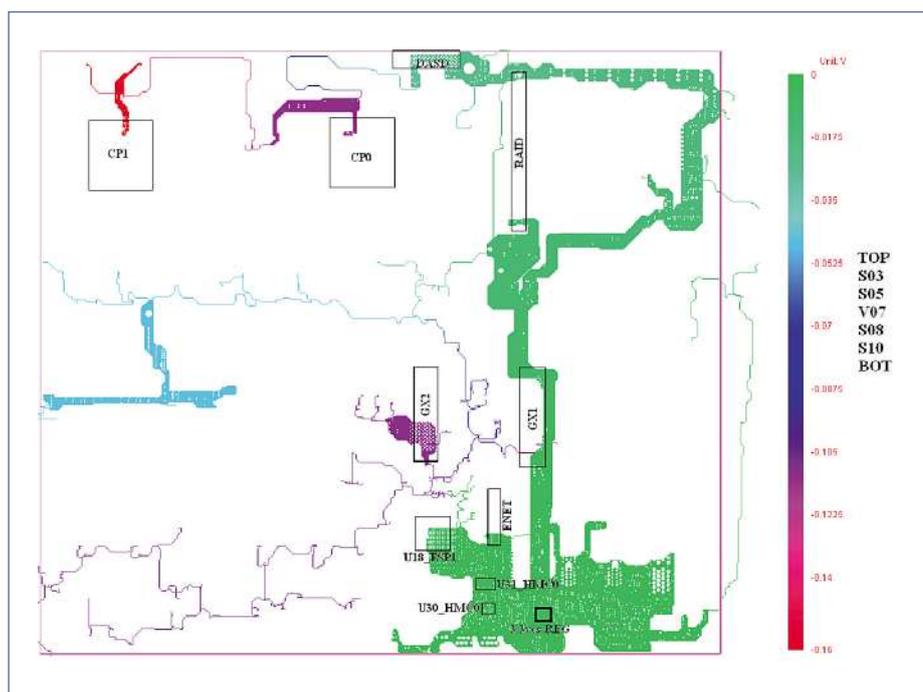


Bild 5: IR-Drop auf Vcc-Zuleitungssystem mit farbllichem Verlauf der Spannung.



# Im deutsche Südwesten sind Innovationen zuhause

*Baden-Württemberg ist Standort vieler Hidden Champions, die in ihrem Bereich weltweit Marktführer sind. Wir stellen Ihnen eine Auswahl von Elektronikunternehmen aus Baden-Württemberg vor.*

FRANZ GRASER

Viele der „Hidden Champions“, also der Unternehmen, die der breiten Öffentlichkeit eher wenig bekannt sind, aber in ihrem Bereich zu den Weltmarktführern zählen, sind in Baden-Württemberg beheimatet: Wie die „Wirtschaftswoche“ berichtet, haben 26 Prozent der mehr als 1500 Unternehmen, die der Münchner Professor und Berater Bernd Venohr in seiner Datenbank deutscher Weltmarktführer erfasst, ihren Sitz in Baden-Württemberg. Nordrhein-Westfalen beheimatet 24,1 Prozent, Bayern 20,8 Prozent. Noch eindrucksvoller wird der Unterschied in Relation zur Einwohnerzahl: In Baden-Württemberg kommen auf 100 000 Menschen 3,8 Champions, in Hamburg sind es 2,9, in Bayern 2,6.

Das Bundesland aus dem Südwesten macht aber nicht nur im innerdeutschen Vergleich eine gute Figur, sondern zählt auch zu den wirtschaftsstärksten und wettbewerbsfähigsten Regionen Europas. Im Hinblick auf Innovationen thront der deutsche Südwesten mit weitem Abstand vor der Ile de France und Bayern an der Spitze der EU-Regionen. Beim sogenannten Innovationsindex, einer Kennzahl, die aus sechs Indikatoren gebildet wird, erreicht Baden-Württemberg 72,1 von 100 möglichen Punkten. Die Ile de France, also Paris und seine Umgebung, erreicht auf dieser Skala 58,6 Punkte. Bayern liegt mit 57,5 Punkten auf dem dritten Platz.

Nirgendwo in Deutschland werden mehr Patente angemeldet – sowohl in absoluten Zahlen wie auch im Verhältnis zur Bevölkerung. 2011 kamen 31 Prozent der deutschen Patentanmeldungen aus Baden-Württemberg.



**Großes Landeswappen:** In ihm ruht auf dem Schild eine Krone mit Plaketten, die die wichtigsten historischen Bestandteile des Landes widerspiegeln:

berg. Auf 100.000 Baden-Württemberger kommen 133 Patentanmeldungen – damit führt das drittgrößte Bundesland mit deutlichem Abstand vor Bayern.

Interessant dabei ist der hohe Anteil von Patenten, die einen Bezug zur Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) aufweisen. 2008 wurden in Baden-Württemberg gerechnet auf eine Million Einwohner exakt 111 Einreichungen mit IKT-Charakter registriert. Bayern kam mit 107 IKT-Patenten pro Einwohnermillion auf Platz 2.

Der sprichwörtliche schwäbische Erfindergeist ist im Südwesten also nach wie vor lebendig. Und in keinem anderen Bundesland

liegt der Anteil der Industrie an der Wertschöpfung so hoch wie im Südwesten: 34,8 Prozent des Bruttoinlandsprodukts von Baden-Württemberg gingen auf das Konto der Industrie. Zum Vergleich: In Nordrhein-Westfalen, das jahrzehntelang aufgrund der Montanindustrie als industrielles Herz Deutschlands galt, sind es noch 29 Prozent.

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen eine Auswahl der Elektronikunternehmen aus Baden-Württemberg vor. Wir hoffen, Ihnen damit einen Eindruck der Leistungsfähigkeit der Elektronikbetriebe im Südwesten vermitteln zu können, und wünschen Ihnen eine interessante Lektüre. // FG

**LEISTUNGSRELAIS VON LAYHER.**  
**SPITZENTECHNOLOGIE FÜR**  
**LEISTUNGSSTARKE PRODUKTE.**



**LAYHER**  
**JETZT MEHR ERFAHREN**  
[www.layher-ag.de](http://www.layher-ag.de)



# Macht viel Wind, ohne laut zu werden.

Mehr Kühlleistung bei halber Lautstärke:  
der neue Hochleistungslüfter 4300 N.



Die Grenzen der Physik neu ausgelotet.

Der 4300 N ist stärker, leiser und dabei nicht größer als sein Vorgänger:

- Halbe Lautstärke gegenüber Vorgängermodell:  $-8$  dB(A)
- Höherer Wirkungsgrad gegenüber Vorgängermodell:  $+55\%$
- Mehr Varianten als je zuvor: Jede individuelle Anforderung ist umsetzbar

Mehr Informationen für Ihre Anwendung: [ebmpapst.com/4300n](http://ebmpapst.com/4300n)

## ebmpapst

Die Wahl der Ingenieure

FEINMETALL - 50 JAHRE PRÄZISION UND QUALITÄT

## Wir sorgen für gute Kontakte

Gute Kontakte sind wichtig. Nicht nur im täglichen Miteinander, sondern auch im hochtechnischen Umfeld: Kontaktierungs-lösungen sind insbesondere für den Test von elektrischen und elektronischen Komponenten ein wichtiger Erfolgsfaktor. FEINMETALL ist ein führender Anbieter solcher Kontaktierungs-lösungen für die Elektronik-, Automobil- und Halbleiterindustrie. Und damit leistet FEINMETALL einen wichtigen Beitrag in der Qualitätssicherung elektrischer und elektronischer Geräte.

### Produkte und Anwendungen

Die Produkte von FEINMETALL umfassen Prüfstifte für die Kontaktierung von Leiterplatten oder Kabelbäumen sowie Prüfkarten für den Wafertest. Damit sind wir in vielen Branchen und Anwendungen zuhause, egal ob Automobilindustrie, Elektronik, Telekommunikation, Halbleiterindustrie oder Energietechnik. Einfach ausgedrückt: Egal ob Auto, Kühlschrank oder Smartphone – FEINMETALL spielt in der Qualitätsprüfung dieser Produkte eine Rolle und hat damit vielleicht mehr mit Ihrem Alltag zu tun, als Sie denken.

### Kompetenz und Innovation

Moderne Kontaktierungen benötigen feinste Strukturen, teilweise am Rande des



Machbaren. Kontakte, Bohrungen und Verdrahtungen auch in der Stärke eines Haares sind bei uns nicht ungewöhnlich. Feinste Mechaniken können wir in dünne Prüfstifte integrieren. Wir kennen die Anwendungen unserer Kunden und nehmen Herausforderungen gerne an. FEINMETALL zählt seit Jahrzehnten zu den innovativsten Unternehmen im deutschen Mittelstand. Modernste Fertigungsmethoden, ein hochspezialisierter Maschinenpark und professionelles Quali-

tätsmanagement sind Garanten für erfolgreiche Produkte und zufriedene Kunden.

### Weltweite Ausrichtung

FEINMETALL agiert im Umfeld internationaler Hochtechnologie. Entsprechend sind wir aufgestellt. Mit sieben Standorten weltweit sind wir am Puls der Märkte und für unsere Kunden vor Ort. Multikulturelle Zusammenarbeit ist für uns alltäglich, Schulungen und Trainings bringen uns zusammen und sorgen für weltweite Kompetenz. Unsere Logistik, optimierte Abläufe und spezielle Zoll-Zertifizierungen unterstützen unseren internationalen Erfolg.

### Ein spannendes Arbeitsumfeld

Als Arbeitgeber bietet FEINMETALL attraktive Rahmenbedingungen für persönliche Entwicklung und legt höchsten Wert auf die Ausbildung seiner Mitarbeiter. Neben den klassischen Ausbildungswegen bietet das Unternehmen Studenten im Rahmen der Dualen Hochschulen Baden-Württemberg bereits seit vielen Jahren die Möglichkeit für ein praxisnahes Studium und einen zukunftssicheren Arbeitsplatz. Aber auch diejenigen, die bereits fest im Berufsleben stehen, werden in ihrer Weiterentwicklung gefördert. „Unsere Mitarbeiter sind die wichtigste Grundlage für unseren Erfolg, nur durch ihre Kompetenz und ihr Engagement können wir auch zukünftig erfolgreich am Markt agieren“, betont Geschäftsführer Wolfgang Bürkle, der die Firma seit 1997 leitet.

**HARD  
FACTS**

### Feinmetall GmbH

Die 1964 gegründete Feinmetall GmbH ist ein traditionsreiches und gleichzeitig innovatives und wachstumsstarkes mittelständisches Unternehmen mit heute ca. 470 Mitarbeitern an Standorten in Herrenberg sowie in Tschechien, Singapur, Taiwan, USA, China und Mexiko.



Feinmetall liefert ein breites Spektrum an hochpräzisen Prüfgeräten und -Kontakten an die Halbleiter- und Elektronikindustrie zur Qualitätskontrolle bei der Herstellung von Micro-Chips, Leiterplatten und elektronischen Bauteilen. Feinmetall investiert kontinuierlich in innovative Technologie- und Produktentwicklungen sowie in den Ausbau der weltweiten Vertriebs- und Servicestruktur. Weitere Informationen gibt es unter [www.feinmetall.de](http://www.feinmetall.de).

### Daten & Fakten

<b>Gegründet:</b>	1964
<b>Umsatz:</b>	44 Mio. €
<b>Mitarbeiter:</b>	470
<b>Geschäftsführer:</b>	Wolfgang Bürkle



**FEINMETALL**  
Contact Technologies

### Ansprechpartner

Claudia Heidenreich, Marketing Services  
Telefon: +49(0)7032 2001203  
Telefax: +49(0)7032 200128  
E-Mail: [claudia.heidenreich@feinmetall.de](mailto:claudia.heidenreich@feinmetall.de)

### FEINMETALL GmbH

Contact Technologies  
Zeppelinstr. 8  
71083 Herrenberg  
Telefon: +49(0)7032 2001-0  
Telefax: +49(0)7032 2001-28  
Internet: [www.feinmetall.de](http://www.feinmetall.de)  
E-Mail: [info@feinmetall.de](mailto:info@feinmetall.de)

STEGO ELEKTROTECHNIK GMBH

## Die Experten für perfektes Thermal Management

Mit der Erfahrung von über drei Jahrzehnten hat sich STEGO zu einem führenden Anbieter im Bereich der Klimatisierung von Schaltschränken entwickelt. STEGO Lösungen kommen dort zum Einsatz, wo Betriebs- und Funktionssicherheit oberstes Gebot sind. Unsere aus dieser langen Praxis entwickelten, ausgereiften und anwenderfreundlichen Lösungen gewährleisten den sicheren Betrieb verschiedenster Anlagentypen.

### Kompetenz- und Produktportfolio

■ **Heizen:** In Schaltschränken sind optimierte Temperaturen extrem wichtig: STEGO Heizgeräte und Heizgebläse verhindern Untertemperaturen und sorgen für gleichmäßige Verteilung der Warmluft.

■ **Kühlen:** Um Einbauten vor zu hohen Temperaturen zu schützen, sorgen Filterlüfter von STEGO für effiziente Kühlung durch Luftzirkulation.

■ **Regeln:** Permanente Überwachung, Temperatur- und Feuchtigkeitskontrollsysteme von STEGO perfektionieren die Betriebsbedingungen für elektrische und elektronische Einbauten und sichern damit deren Funktion.

■ **Beleuchten:** Mit unseren Beleuchtungslösungen können Funktionsüberprüfungen elektronischer Einbauten bei Tag und Nacht vorgenommen werden.

■ **Zubehör:** Mit den Zubehörprodukten von STEGO wird das Klimatisierungs-Portfolio

*STEGO: Weltweiter Schutz für bedrohte Elektronik*



sinnvoll ergänzt und noch spezifischer auf individuelle Bedürfnisse angepasst.

■ **Innovation:** STEGO kombiniert Innovation und Design konsequent im Sinne der jeweiligen Anwendung. So entstehen Produkte, die in Formgebung und Nutzen absolut ausgereift sind. Dies stellt die neue Filterlüfter Plus Serie eindrucksvoll unter Beweis. Mit seiner einzigartigen Klappentechnologie sorgt der Filterlüfter Plus für eine effektivere Luftumwälzung und damit für ein deutliches Plus an Luftleistung. Das

Ergebnis: Es gelangt mehr kühle Luft in den Schaltschrank. Gleichzeitig wird warme Luft schneller und besser nach außen abtransportiert. Machen Sie sich selbst ein Bild und besuchen Sie die Produkt-Seite: [www.filterluefter-plus.de](http://www.filterluefter-plus.de).



HARD  
FACTS

### STEGO Elektrotechnik GmbH

■ Brancheninnovator im Thermal Management für Schaltschränke und Gehäuse

■ Produkte: Heizgeräte, Heizgebläse, Filterlüfter, Thermostate, Hygrostate, Hygrotherme, Leuchten, Steckdosen, Druckausgleich-Verschraubungen und Ergänzungsprodukte

■ Weltweit mit 12 Standorten und mehr als 200 Vertriebspartnern vertreten

■ DIN EN ISO 9001:2008 und DIN EN ISO 14001:2009 zertifiziert

■ Qualitätsmanagement nach der Six Sigma Methode

■ Sicherheit durch umfangreiche zertifizierte Prüfungen und Konformitätsstandards: VDE, UL, EAC, CE, RoHS, REACH

■ Services: persönliche Beratung, Online-Berechnungsmodule (Heiz- und Kühlleistung), CAD-Service und internationale Produktschulungen

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1980

**Geschäftsführer:** Isidor Gloning, Elmar Mangold



EINFACH INNOVATIV. SICHER BESSER.

### STEGO Elektrotechnik GmbH

Kolpingstraße 21

74523 Schwäbisch Hall

Telefon: +49(0)791 95058-0

Telefax: +49(0)791 95058-45

Internet: [www.stego.de](http://www.stego.de)

E-Mail: [info@stego.de](mailto:info@stego.de)

MICHAEL KOCH GMBH AUS DEM BADISCHEN UBSTADT-WEIHER

## KOCH – Dieser Name steht für Qualität, Innovation und Zuverlässigkeit

Die Michael Koch GmbH aus dem badischen Ubstadt-Weiher wurde 1997 gegründet. Der Bremsenergiespezialist optimiert die Antriebstechnik von Maschinen und Anlagen. Koch ist nicht nur in Deutschland ein erfolgreicher Zulieferer in der elektrischen Antriebstechnik, sondern auch in Europa und der ganzen Welt. Mittlerweile sorgen rund 40 Mitarbeiter für direkte Kundenbeziehungen mit individueller Applikationsunterstützung, kurze Liefer- und Reaktionszeiten sowie absolute Liefertreue. Die zertifizierten Prozesse garantieren eine gleichbleibende Qualität auf höchstem Niveau.

Als Spezialist für die Verarbeitung der Bremsenergie bietet Koch, je nach Applikation, optimale auf den Kunden zugeschnittene Lösungen. Hocheffiziente und sichere Bremswiderstände in Draht- und PTC-Technologie wandeln die Bremsenergie in Wärme um. Durch die Kombinatorik können Kunden aus über 60.000 impulsfesten und induktionsarmen Widerstandsvariationen im Leistungsbereich von 35 W bis 7,2 kW in hohen Schutzarten direkt ab Lager kaufen. Neben den besonders sicheren Bremswiderständen bietet Koch Energiespeicherlösungen für Drive Controller an, die in Summe deutlich Kosten reduzieren.

Der DES (Dynamischer Energiespeicher) spart bis 50 Prozent Energie und ermöglicht gleichzeitig, die Taktfrequenz zu erhöhen und sorgt somit für mehr Ausbringungsleistung in der gleichen Zeit. Zusätzlich wird dank des DES die Lebensdauer von Antrieben



verlängert. Die DEV (Dynamische Energieversorgung) bringt bei Netzausfall genügend Energie, um die Maschine kontrolliert zum Stillstand zu bringen. Sie kann die Anwendung sogar bis zu einem gewissen Maß weiterarbeiten lassen. Das hängt ganz von der jeweiligen Anforderung ab. Zudem ist mit der DEV, die als Kurzzeit-USV für Drive Controller dient, ein problemloses Wiederanfahren nach Stromausfall möglich. Die DEK (Dynamische Energiespeicherkombination) ist die sinnvolle Kombination aus DES und DEV und vereint alle Vorteile in einem Gerät. Sie kann sowohl Bremsenergie puffern wie auch Spannungsschwankungen bis hin zur Netzunterbrechung im Rahmen seiner Speichergröße ausgleichen. Alle Energiespeicher sind durch Parallelschaltung mehrerer Geräte oder die Erweiterung mittels Erweiterungsmodulen (EM) auch für Anwendungen mit größeren

Energieanforderungen einsetzbar. Auch an bestehen Anlagen kann die Elektronik problemlos nachgerüstet werden.

Das besondere an der Elektronik von Koch ist, dass sie ähnlich wie ein Bremswiderstand angeschlossen werden kann und keinerlei Parametrisierungsaufwand benötigt wird. Die "Plug & Play" Einheit stellt sich selbstständig ein, ist selbstlernend und sofort funktionsfähig. Sie ist mit jeglichen dreiphasigen Antriebsumrichtern mit direktem Zwischenkreiszugang und Servoreglern mit einer maximalen Zwischenkreisspannung von 800 VDC einsetzbar. Für Drive Controller bis 230V stellt Koch ebenfalls Lösungen vor (KES, KEV, KEK), die die gleiche Funktionsweise wie die zuvor beschriebenen Produkte haben. Koch bietet zudem eine 24 Volt-Absicherung für die Steuerungen und Peripheriegeräte eines Antriebs. Gespeist aus den Speichern der DEV- oder KEV-Geräte bleiben mit der NEV (Notstromenergieversorgung) nicht nur der Antrieb für eine definierte Zeit aktiv, sondern auch das abgesicherte 24 Volt-Netz. Um das Produktprogramm vollends abzurunden hat Koch auch speziell angefertigte Schaltschranklösungen (KTS) im Programm, sofern dies in der Applikation gefordert wird. Schließlich erkennen viele Kunden, dass die nachträgliche Ergänzung ihrer schon laufenden Maschinen mit den Energiespeicherlösungen von Koch viele Vorteile bringt.

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter [www.bremsenergie.de](http://www.bremsenergie.de)

**HARD  
FACTS**

### Bremsenergie managen

Qualität, Innovation und Zuverlässigkeit: Die Michael Koch GmbH aus dem badischen Ubstadt-Weiher wurde 1997 von Michael Koch mit dem Ziel gegründet, Bremsenergie optimal zu managen. Mit dieser Philosophie wurde das Unternehmen nicht nur in Deutschland ein erfolgreicher Zulieferer in der elektrischen Antriebstechnik, sondern auch in Europa und der ganzen Welt. Mittlerweile sorgen rund 40 Mitarbeiter für direkte Kundenbeziehungen mit individueller Applikationsunterstützung, kurze Lie-

fer- und Reaktionszeiten sowie absolute Liefertreue. Die zertifizierten Prozesse garantieren eine gleichbleibende Qualität auf höchstem Niveau.

Weitere Informationen finden Sie auf [www.bremsenergie.de](http://www.bremsenergie.de)

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1997  
**Mitarbeiter:** 40  
**Geschäftsführer:** Michael Koch

### Ansprechpartner

Fabian Hofmann, Prokurist & Leiter Vertrieb  
 Telefon: +49(0)7251 962620  
 Telefax: +49(0)7251 962621  
 E-Mail: [mail@bremsenergie.de](mailto:mail@bremsenergie.de)

### Michael Koch GmbH

Zum Grenzgraben 28  
 76698 Ubstadt-Weiher  
 Telefon: +49(0)7251 962620  
 Telefax: +49(0)7251 962621  
 Internet: [www.bremsenergie.de](http://www.bremsenergie.de)  
 E-Mail: [mail@bremsenergie.de](mailto:mail@bremsenergie.de)

FRIZLEN LEISTUNGSWIDERSTÄNDE

## 100 Jahre Dynamik durch Widerstand

Die FRIZLEN GmbH u. Co KG. entwickelt, fertigt und vertreibt Leistungswiderstände für die elektrische Industrie. Das inhabergeführte Familienunternehmen, welches in dritter und vierter Familien-Generation geführt wird, feierte 2014 sein 100-jähriges Jubiläum. Geliefert wird vom schwäbischen Murr aus in alle Welt. Die meisten Kunden kommen aus den Branchen Maschinenbau, Antriebstechnik und Energietechnik. Das Produktprogramm umfasst Leistungswiderstände unterschiedlicher Bauformen.

### Erfolgsfaktoren

Schnelligkeit, Flexibilität und Verlässlichkeit sind für FRIZLEN die zentralen Erfolgsfaktoren, die die Entwicklung des Unternehmens vom kleinen Werkstattbetrieb zu einem führenden Anbieter von Leistungswiderständen ermöglicht haben. Mit einem breiten Produktportfolio und einem Leistungsspektrum von 5 Watt bis in den Megawatt-Bereich hinein deckt FRIZLEN eine Vielzahl von Kundenwünschen ab. Eine hohe Entwicklungskompetenz sowie 100 Jahre Erfahrung im Bau von Widerständen ermöglichen es dem Unternehmen, Antworten auf neu aufkommende Anwendungen zu geben und in kurzer Zeit kundenspezifische Lösungen zu generieren. Mit eigenem Testlabor, einer großen Fertigungstiefe und einer modernen Blechbearbeitung erreicht FRIZLEN eine schnelle Abwicklung von Kundenprojekten.



### Vielfalt ist Programm

Das FRIZLEN Produktprogramm deckt ein breites Spektrum für Leistungen von wenigen Watt bis in den Megawatt-Bereich ab. Die Leistungswiderstände werden in Schutzarten bis IP67 angeboten. Die wichtigsten Baureihen sind mit UL-Recognition erhältlich. Aufgrund der vielen möglichen individuellen Spezifikationen produziert das Unternehmen auftragsbezogen, vom Einzelstück bis zur Großserie.

Das Basisportfolio besteht aus folgenden Produktgruppen:

- Drahtgewickelte Rohrfestwiderstände (T100), 10 - 6.000 W
- Zementierte Drahtdrehwiderstände (T200), 16 - 1.500 W

- Drahtgewickelte Flachwiderstände (T300), 5 - 40.000 W
- Last- und Prüf Widerstände (T400), 10 - 500.000 W
- Drahtgewickelte Lamellenfestwiderstände (T500), 150 - 30.000 W
- Stahlgitterfestwiderstände (T600), 500 - 500.000 W

### Beispielhafte Anwendungen

Antriebstechnik: Bremswiderstände für Frequenzumrichter und Gleichstromantriebe  
 Maschinenbau: Not-Aus-Widerstände, Potentiometer

Leistungselektronik: Lade- und Entladewiderstände, Strombegrenzungswiderstände

Energietechnik: Dämpfungs- und Filterwiderstände, FRT-Widerstände für Windenergieanlagen

Transport & Logistik: Anlass- und Stellwiderstände für Schleifringläufer- und Gleichstrommotoren

Test- und Labortechnik: Belastungs- und Prüf Widerstände für alle Arten von Spannungsquellen

### Qualität made in Germany – seit 100 Jahren

FRIZLEN verspricht für seine Leistungswiderstände höchste Qualität. Das gesamte Programm an Widerständen wird in eigener Produktion im schwäbischen Murr gefertigt. Alle FRIZLEN Prozesse sind gemäß des ISO 9001 Qualitätsmanagementsystems zertifiziert.

HARD  
FACTS

### Serienfertiger und Lösungsanbieter zugleich

FRIZLEN entwickelt Lösungen, basierend auf dem Anforderungsprofil, das durch Einsatz- und Anwendungsgebiet vorgegeben ist.

- Das breite Know-How umfasst:
  - Geräte mit Dauerleistungen von 5 Watt bis 500 Kilowatt, die vom Einzelstück bis zur Serie produziert werden
  - ab Schutzart IP00, z.B. für Widerstände zum Einbau auf Leiterplatten, über Geräte zur Außenauflistung in IP23 bis hin zu Lösungen in IP67
  - zahlreiche Baureihen mit Zulassung gemäß UL508 für den amerikanischen und kanadischen Markt

- Geräte mit Konvektionskühlung, Lüfterkühlung und Flüssigkeitskühlung
- Beratung zur Auslegung und technischen Integration von Widerständen
- EDV-gestützte Berechnung, Simulation und Tests im eigenen Prüflabor
- FRIZLEN DC-Powerswitch – einstellbare DC-Sicherung bis 850 VDC, 40 A

### Daten & Fakten

<b>Gegründet:</b>	1914
<b>Umsatz:</b>	16 Mio. €
<b>Mitarbeiter:</b>	ca. 110
<b>Geschäftsführer:</b>	Ernst Gehrung Julia Horn

**FRIZLEN**  
LEISTUNGSWIDERSTÄNDE

**+100** DYNAMIK  
JAHRE DURCH  
WIDERSTAND

### Ansprechpartner

Joachim Klingler, Stellv. Vertriebsleiter  
 Telefon: +49(0)7144 81000  
 Telefax: +49(0)7144 207630  
 E-Mail: verkauf@frizlen.com

### FRIZLEN GmbH u. Co KG.

Gottlieb-Daimler-Strasse 61  
 71711 Murr  
 Telefon: +49(0)7144 81000  
 Telefax: +49(0)7144 207630  
 Internet: www.frizlen.com  
 E-Mail: verkauf@frizlen.com

ELMA ELECTRONIC AUS PFORZHEIM

## Spezialisten von der Schraube bis zum startbereiten System



Deutsche Ingenieurskunst und Schweizer Präzisionsarbeit vereint die Elma Electronic GmbH aus Pforzheim. Seit 1987 ist das deutsche Unternehmen mit Schweizer Konzernmutter ein zuverlässiger Entwicklungs-, Fertigungs- und Integrationspartner für Pro-

dukte aus den Bereichen Embedded Systems, Backplanes, Gehäuse & Komponenten und Drehschalter. Elma bietet von der Konzeption bis zum fertig integrierten, startbereiten System hochwertige Produkte aus den aktuellen Embedded-Computing-Technologien wie z. B. COM Express, SMARC, ITX oder EPIC sowie im 19-Zoll-Bereich alle PICMG- und VITA-Spezifikationen. Damit bedient das Unternehmen nahezu alle Märkte wie z. B. Medizintechnik, Forschung, Industrieautomation, Militärtechnik, Avionik, Transport oder Telekommunikation.

Elma versteht sich dabei als Berater und Partner der Kunden. Der Kunde kann sich in jeder Fertigungsstufe auf zahlreiche Dienstleistungen verlassen, die seinen Projekterfolg sicherstellen. Dank eines Teams von erfahrenen Systemintegrationsingenieuren bietet Elma voll integrierte und startbereite Hardware und Software an. Die Integrationsexperten begleiten den gesamten Entwicklungsprozess. Diese Vorgehensweise ermöglicht z. B. ein optimales Kühlkonzept und stellt sicher, dass das System auch unter Vollast das komplette Leistungsvermögen bereitstellen kann.

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1987  
**Mitarbeiter:** ca. 100 in Deutschland  
**Geschäftsführer:** Paolo Putzolu

**ELMA**  
 Your Solution Partner

### Elma Electronic GmbH

Stuttgarter Straße 11  
 75179 Pforzheim  
 Telefon: +49(0)7231 97340  
 Telefax: +49(0)7231 973497  
 Internet: www.elma.com  
 E-Mail: info@elma.de

ET SYSTEM ELECTRONIC: WIR LIEFERN POWER!

## AC-/DC-Quellen, Lasten, rückspeisefähige Quellen/Senken

ET System electronic entwickelt und fertigt AC-/DC-Quellen, elektronische Lasten, Stromversorgungen und rückspeisefähige Quellen/Senken. Die Geräte werden weltweit in vielen Schlüsselbranchen eingesetzt, zum Beispiel in der Automobilindustrie, in der Luft- & Raumfahrt, bei Schienenverkehrsunternehmen, in der Lasertechnik und der Photovoltaik sowie in der Medizintechnik. Die Geräte sind mit zahlreichen Schnittstellen ausgestattet und bieten professionelle Betriebsmodi sowie einen komfortablen Script-Modus. Sie können aber auch vom PC aus mit einer speziellen, Lab View-basierten Bediensoftware angesteuert werden, die den Nutzern die Arbeit enorm erleichtert.

Neben seinem breiten Standardprogramm bietet ET System auch kundenspezifische Modifikationen seiner Geräte an, mit denen praktisch jede Anforderung erfüllt werden kann. "Wir können unsere Geräte innerhalb kürzester Zeit an die spezifischen Wünsche unserer Kunden anpassen", sagt Dipl.Ing. Eric Keim, Geschäftsführer der ET System electronic. "Ob Kunden Sonderwünsche bei den verfügbaren Spannungen und Strömen



haben, ob bestimmte Frequenzbereiche gewünscht werden oder spezielle Gehäuseabmessungen erforderlich sind: Mit unserer eigenen Entwicklungsabteilung und unserer großen Fertigungstiefe sind wir in der Lage, Sonderwünsche innerhalb kürzester Zeit zu erfüllen - auch bei sehr kleinen Stückzahlen oder Einzelstücken."

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1986  
**Mitarbeiter:** 40  
**Geschäftsführer:** Dipl.Ing. Eric Keim

**et**  
 ETSYSTEM®

### ET System electronic GmbH

Hauptstraße 119-121  
 68804 Altlußheim  
 Telefon: +49(0)6205 39480  
 Telefax: +49(0)6205 37560  
 Internet: www.et-system.de  
 E-Mail: info@et-system.de

ALLES WENN SIE AN FORTSCHRITT DENKEN

## Elektronische Baugruppen, Geräte, Systeme und mehr



### bebros electronic GmbH

bebros in Frickenhausen bietet als Hightech-Unternehmen für mittlere Losgrößen die komplette Wertschöpfungskette eines EMS-Dienstleisters. Von der Entwicklung über die Produktion, Testing und Logistik bis zum Aftersales-Service.

### beflex electronic GmbH

beflex in Frickenhausen, München, Witten und Windisch (Schweiz) widmet sich ausschließlich dem Prototypenbau und der Kleinserienproduktion.

### befra electronic s.r.o

befra in Horní Suchá (Tschechien) hat sich in über 20 Jahren zu einem Fertigungsspezialisten mit 300 Mitarbeitern und hochmodernen Fertigungs-, Entwicklungs- und Konstruktionseinheiten entwickelt.

**Dienstleistungen:** Entwicklung, Materialbeschaffung, Obsolescence Management, Prototyping, Produktion, Testing, X-ray-Inspektion, Logistik, Aftersales-Service.

**Zielmärkte:** ATEX, Antriebstechnik für Kleinantriebe, E-Mobility, HMI, Industrie- und Leistungselektronik, Medizintechnik, regenerative Energiesysteme und Sicherheitstechnik

**Unternehmens- und Fertigungsstandorte:** Frickenhausen (D), München (D), Witten (D), Windisch (CH), Horní Suchá (CZ)

**Qualitätsmanagement:** DIN EN ISO 9001:2008, DIN EN ISO 13485:2003 + AC:2009, DIN EN ISO 80079-34:2012 (ATEX Richtlinie 94/9/EG), DIN EN ISO / TS 16949

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1970  
**Mitarbeiter:** 500  
**Geschäftsführer:** Siegfried Knüpfer  
 Werner Wieland



### bebros electronic GmbH

Max-Planck-Str. 6-8  
 72636 Frickenhausen  
 Telefon: + 49 7022 4003-223  
 Telefax: +49 7022 4003-135  
 Internet: www.bebros.de  
 E-Mail: vertrieb@bebros.de

EMS, SCHULUNG & TECHNOLOGIE, ESD-EQUIPMENT

## Qualifizierte Dienstleistung von der schwäbischen Alb

Das Familienunternehmen Hannusch Industrie Elektronik e.K. ist seit 27 Jahren als EMS-Dienstleister im Bereich Bestückung von Leiterplatten, Baugruppenmontage sowie Schaltschrankbau am Markt vertreten. Das Angebot der Dienstleistung reicht von der Entwicklung, Komponentenbeschaffung, Fertigung, Prüfung, Beschichtung, den weltweiten Versand, sowie ein After Sales und Repair Service über die komplette Lebenszeit eines Produktes.

Durch die stetig steigenden Anforderungen des Marktes wurde im Jahr 2014 die Produktionsfläche verdoppelt und im Jahr 2015 in neue Maschinen, unter anderem in eine Baugruppenreinigungsanlage investiert.

### Hannusch Schulung & Technologie

Im 2014 erweiterten Schulungszentrum (300m<sup>2</sup>) in Laichingen auf der schwäbischen Alb werden Schulungen im Bereich der Elektronik angeboten. Dies umfasst Schulungen von Elektronikverkäufer über Eagle-Layout bis hin zu den AVLE-Schulungen. Durch den anhaltenden Fachkräftemangel ist das Ziel hierbei auch ungelerten Kräften die Werk-



zeuge für den Alltag nahe zu bringen.  
[www.hannusch-schulung.de](http://www.hannusch-schulung.de)

### Hannusch ESD-Equipment

Im Bereich ESD-Equipment bietet die Firma Hannusch Oberbekleidung, Schuhe sowie Beratungen zum Thema ESD-Arbeitsplatz an. Die Oberbekleidung sowie die Hosen können individuell bestickt und personalisiert werden: [www.hannusch-shop.de](http://www.hannusch-shop.de)

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1988  
**Mitarbeiter:** 50  
**Geschäftsführer:** Claudia Hannusch



Industrie Elektronik e.K.

### Hannusch Industrie Elektronik e.K.

Claudia Hannusch  
 Gottlieb-Daimler Straße 18  
 89150 Laichingen  
 Telefon: +49(0)7333 96640  
 Telefax: +49(0)7333 966420  
 Internet: www.hannusch.de  
 E-Mail: info@hannusch.de

ES GIBT NUR EINE LÖSUNG – DIE BESTE

**Schulz-Electronic, der Stromversorgungsspezialist**

Die Baden-Badener realisieren maßgeschneiderte Konzepte zur elektrischen Versorgung unterschiedlichster Applikationen in den Branchen Automotive, Industrie, Luft- und Raumfahrt, Bahn, Laser, Photovoltaik und in Forschung und Entwicklung. Schulz-Electronic greift dabei auf Geräte von Lieferanten aus aller Welt zurück. Das Portfolio umfasst neben Laborstromversorgungen, OEM-Netzteilen, AC-Quellen, elektronischen Lasten und Hochspannungsstromversorgun-

gen auch Pulsenergiegeneratoren, Laser-Dioden-Treiber und rückspeisefähige Quelle-Senke-Systeme.

Im Rahmen von E-Mobility-Projekten mit Automobilherstellern und deren Zulieferern werden Lösungen mit Leistungen im Bereich von 10 bis 500 kVA realisiert. Im Wachstumsbereich „Smart Grid“ geht es um die realitätsnahe Simulation von AC-Netzen.

Meist sind eigene und kundenspezifische Lösungen gefragt, denn „Geräte von der Stange“ erfüllen häufig nicht die Anforderungen der Ingenieure. Modulare Systeme erlauben eine feine Abstimmung der benötigten Leistung. Durch den optionalen Einbau der Geräte in komplett anschlussfertige und ausgetestete Racks bietet Schulz-Electronic den perfekten Rundum-Service.

Zu den weiteren Leistungen gehören ein Mietgeräte-Service, die kostenlose Probestellung aller gängigen Fabrikate sowie eine Support-Hotline.

Schulz-Electronic wird auch in 2016 mit seinem 38-köpfigen Team die herausragende Stellung im Markt ausbauen.

**Daten & Fakten**

<b>Gegründet:</b>	1975
<b>Mitarbeiter:</b>	38
<b>Geschäftsführer:</b>	Hubert Maier

**Schulz-Electronic GmbH**

Dr.-Rudolf-Eberle-Str. 2  
76534 Baden-Baden

Telefon: +49(0)7223 963630  
Telefax: +49(0)7223 963690  
Internet: www.schulz-electronic.de  
E-Mail: vertrieb@schulz-electronic.de

**ENTWICKLUNG & AUSWAHL VON STROMVERSORGUNGEN****POWER KONGRESS**

20./21. Oktober 2015, Würzburg, Vogel Convention Center VCC

Alle Details zu Programm und Kongress unter:

[www.power-kongress.de](http://www.power-kongress.de)

Versorgen Sie Ihre Geräte effizient, sicher und zuverlässig. Auf dem Power-Kongress lernen Sie in Fachvorträgen aktuelle Best Practices in Auswahl und Design von Stromversorgungen kennen – und dank der Fachausstellung die passenden Komponenten gleich dazu.

VERANSTALTER:

**ELEKTRONIK  
PRAXIS**  
Akademie

PREMIUM SPONSOR

**TDK  
PULS**

BUSINESS SPONSOR

**HEIDEN**  
COMPETENCE IN POWER

**HY-LINE**  
POWER COMPONENTS

**TRACO POWER**



MSC TECHNOLOGIES GMBH

## Marktvorsprung durch umfassende technische Kompetenz



MSC Technologies, ein Unternehmen der Avnet Inc. (NYSE: AVT), konzentriert sich auf intelligente Embedded- und Display-Lösungen für verschiedene Industrieanwendungen. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Stutensee vertritt namhafte Hersteller von TFT-, Touch- und passiven Displays und bietet mit eigenen Technologien auch kundenspezifische Display-Lösungen an. Im Embedded-Bereich setzt MSC auf ihr langjähriges Ent-

wicklungs- und Produktions-Know-how, das von COM Express- oder Qseven-Modulen bis hin zu kompletten Systemen reicht. Ergänzend dazu werden Wireless-, Storage- und Lighting-Lösungen angeboten.

Mit ihrer umfassenden Beratungskompetenz und dem Full-Service-Angebot sichert MSC ihren Kunden einen Vorsprung im Markt durch Lösungen in Premium-Qualität. Der Lösungsanbieter konzentriert sich auf die Regionen Deutschland, Österreich, Schweiz, Spanien und Osteuropa.

### Zielmärkte:

Automatisierung, Medizintechnik, Anzeigesysteme Mess-, Steuer-, Regelungs-, Umwelt- und Gebäudetechnik, IT, Fahrzeugelektronik  
**Displays:** TFTs, LCDs, LED-Display, OLED, VFDs, Open Frame/Smart Panels, Touchscreens, E-Paper

**Embedded:** COM Express™, Qseven, ETX®, nanoRISC, SBC, Mainboards, Nano Server, Panel PC, Rack Systems, Rugged Embedded Systems

**Distribution:** Wireless, Power, Lighting und Memory/Storage

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1979  
**Mitarbeiter:** 800  
**Geschäftsführer:** Dr. Dominik Reßing



### MSC Technologies GmbH

Industriestraße 16  
 76297 Stutensee  
 Telefon: +49(0)7249 910-0  
 Internet: www.msc-technologies.eu  
 E-Mail: info@msc-technologies.eu

BEFLEX ELECTRONIC – IHR SPEZIALIST FÜR PROTOTYPEN

## Unser Fokus und unsere Stärke ist Ihre kleine Stückzahl

Globale Materialbeschaffung, Produktion in Kundennähe sowie weltweite Auslieferung, alles aus einer Hand.

Unsere Leistungsfähigkeit reicht von SMT Bestückung im Reinraum mit Bauteilen feinsten Strukturen (Pitch 0,3mm, 01005 Komponenten) bis hin zu hochpoligen komplexen Bausteinen. Diese werden auf allerlei Leiterplattenmaterialien (FR4, Folie, Starr-Flex, Flex, IMS, Keramik, Rogers, ...) mit modernster Technik bestückt und verlötet. In der konventionellen Technik (THT, Einpress-technik, Kleben, Vergießen, Lackieren, ...) steht Ihnen hochqualifiziertes Personal zur Verfügung. Die Prozesse werden unter hohen Qualitätsstandards mit allen notwendigen Test- und Prüfschritten, von SPI, über AOI, Flying Probe, ICT bis hin zu Funktionstests durchgeführt. Hierbei sind uns stets Ihre Belange das wichtigste Kriterium, seien es Sonderwünsche oder kurzfristige Änderungen – beflex macht es für Sie möglich.

Von der Anfrage bis zum Projektabschluss haben Sie einen qualifizierten Ansprechpartner, der Sie technisch individuell betreut und bei allen Fragen und Anliegen kompetent



unterstützt sowie sich um alle kommerziellen Belange kümmert. Dies ermöglicht und garantiert eine flexible und schnelle Reaktion auf all Ihre Wünsche und Notwendigkeiten.

### Dienstleistungen:

Materialbeschaffung, Prototyping, Produktion, Baugruppentest, Logistik, Aftersales-Service, Rework von Baugruppen inkl. BGA Reballing

### Qualitätsmanagement:

DIN EN ISO 9001:2008, DIN EN ISO 13485:2003 + AC:2009 (Medizintechnik)

### Daten & Fakten

**Gegründet:** 1999  
**Mitarbeiter:** 40  
**Geschäftsführer:** Andreas Walter



### beflex electronic GmbH

Robert-Bosch-Str. 11  
 72636 Frickenhausen  
 Telefon: +49 7022 2433-10  
 Telefax: +49 7022 2433-01  
 Internet: www.beflex.de  
 E-Mail: quickinfo@beflex.de

ALPHA-Numerics GmbH.....	33
Austerlitz Electronic GmbH.....	38
bebro electronic GmbH .....	69
Beck GmbH & Co. Elektronik Bauelemente KG .....	57
beflex electronic .....	71
Beta LAYOUT GmbH.....	16
Bürklin GmbH & Co. KG .....	40
Codico GmbH .....	12
CTX Thermal Solutions GmbH .....	34
dataTec GmbH.....	23
Dau GmbH & Co. KG .....	41
Digi-Key Corp.....	1.US, 2.US, 9
Dipl. Ing. Ernest Spirig .....	61
ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG .....	63
EBV Elektronik GmbH & Co. KG .....	5, 11
EKL AG .....	3
ELMA Electronic GmbH .....	68
ET System electronic GmbH.....	68
Farnell GmbH .....	27
Feinmetall GmbH .....	64
Felix Reinhard Wimmer.....	61
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG .....	35
Franz Binder GmbH + Co. elektrische Bauelemente KG.....	3.US
Frizlen GmbH & Co. KG .....	67
GlobTek Inc.....	1.US
Hammond Manufacturing Co. Ltd .....	17
Hannusch Industrieelektronik.....	69
icotek GmbH .....	55
indutronic GmbH.....	61
Knowles Capacitor .....	49
Layher AG .....	62
Macnica GmbH.....	29
Mathworks LLC .....	19
Michael Koch GmbH .....	66
Mouser Electronics, Inc.....	13
MSC Technologies GmbH.....	71
National Instruments Germany GmbH.....	21
PHYTEC Messtechnik GmbH.....	59
RS Components GmbH .....	15
Schukat Electronic Vertriebs GmbH .....	37
Schulz-Electronic GmbH.....	70
SI Scientific Instruments GmbH.....	53
SRT Resistor Technology GmbH .....	52
STEGO Elektrotechnik GmbH .....	39, 65
Susumu Deutschland GmbH .....	47
WDI AG .....	61
WIMA GmbH & Co. KG.....	45
Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG.....	51, 73
Ziehl industrie-elektronik GmbH + Co KG.....	4.US

## REDAKTION

**Chefredakteur:** Johann Wiesböck (jw), V.i.S.d.P. für die redaktionellen Inhalte, Ressorts: Zukunftstechnologien, Kongresse, Kooperationen, Tel. (09 31) 4 18-30 81  
**Chef vom Dienst:** David Franz, Ressorts: Beruf, Karriere, Management, Tel. -30 97  
**Redaktion München:** Tel. (09 31) 4 18-30 81  
 Sebastian Gerstl (sg), ASIC, Entwicklungs-Tools, Mikrocontroller, Prozessoren, Programmierbare Logik, SOC, Tel. -30 98;  
 Franz Graser (fg), Prozessor- und Softwarearchitekturen, Embedded Plattformen, Tel. -30 96;  
 Martina Hafner (mh), Produktmanagerin Online, Tel. -30 82;  
 Hendrik Härter (neh), Messtechnik, Testen, EMV, Medizintechnik, Laborarbeitsplätze, Displays, Optoelektronik, Embedded Software Engineering, Tel. -30 92;  
 Gerd Kucera (ku), Automatisierung, Bildverarbeitung, Industrial Wireless, EDA, Leistungselektronik, Tel. -30 84;  
 Thomas Kuther (tk), Kfz-Elektronik, E-Mobility, Stromversorgungen, Quarze & Oszillatoren, Passive Bauelemente, Tel. -30 85;  
 Kristin Rinortner (kr), Analogtechnik, Mixed-Signal-ICs, Elektromechanik, Relais, Tel. -30 86;  
 Margit Kuther (mk), Bauteilebeschaffung, Distribution, E-Mobility, Embedded Computing, Tel. -30 99;  
**Freie Mitarbeiter:** Prof. Dr. Christian Siemers, FH Nordhausen und TU Clausthal; Peter Siwon, MicroConsult; Sanjay Sauldie, EIMIA; Hubertus Andrae, dreipuls  
**Verantwortlich für die FED-News:** Jörg Meyer, FED e.V., Alte Jakobstr. 85/86, D-10179 Berlin, Tel. (0 30) 8 34 90 59, Fax (0 30) 8 34 18 31, www.fed.de  
**Redaktionsassistent:** Eilyn Dommel, Tel. -30 87  
**Redaktionsanschrift:**  
 München: Grafinger Str. 26, 81671 München, Tel. (09 31) 4 18-30 87, Fax (09 31) 4 18-30 93  
 Würzburg: Max-Planck-Str. 7/9, 97082 Würzburg, Tel. (09 31) 4 18-24 77, Fax (09 31) 4 18-27 40  
**Layout:** Agentur Print/Online

**ELEKTRONIKPRAXIS ist Organ des Fachverbandes Elektronik-Design e.V. (FED). FED-Mitglieder erhalten ELEKTRONIKPRAXIS im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.**

## VERLAG

Vogel Business Media GmbH & Co. KG, Max-Planck-Straße 7/9, 97082 Würzburg,  
**Postanschrift:**  
 Vogel Business Media GmbH & Co. KG, 97064 Würzburg  
 Tel. (09 31) 4 18-0, Fax (09 31) 4 18-28 43  
**Beteiligungsverhältnisse:** Vogel Business Media Verwaltungen GmbH, Kommanditistin: Vogel Medien GmbH & Co. KG, Max-Planck-Straße 7/9, 97082 Würzburg  
**Geschäftsführung:** Stefan Rühling (Vorsitz), Florian Fischer, Günter Schürger  
**Publisher:** Johann Wiesböck, Tel. (09 31) 4 18-30 81, Fax (09 31) 4 18-30 93  
**Verkaufsleitung:** Franziska Harfy, Grafinger Str. 26, 81671 München, Tel. (09 31) 4 18-30 88, Fax (09 31) 4 18-30 93, franziska.harfy@vogel.de  
**Stellv. Verkaufsleitung:** Hans-Jürgen Schäffer, Tel. (09 31) 4 18-24 64, Fax (09 31) 4 18-28 43, hans.schaeffer@vogel.de  
**Key Account Manager:** Claudia Fick, Tel. (09 31) 4 18-30 89, Fax (09 31) 4 18-30 93, claudia.fick@vogel.de  
**Crossmedia-Beratung:** Susanne Müller, Tel. (09 31) 4 18-23 97, Fax (09 31) 4 18-28 43, susanne.mueller@vogel.de  
 Annika Schlosser, Tel. (09 31) 4 18-30 90, Fax (09 31) 4 18-30 93, annika.schlosser@vogel.de  
**Marketingleitung:** Elisabeth Ziener, Tel. (09 31) 4 18-26 33  
**Auftragsmanagement:** Claudia Ackermann, Tel. (09 31) 4 18-20 58, Maria Dürr, Tel. -22 57;  
**Anzeigenpreise:** Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 49 vom 01.01.2015.  
**Vertrieb, Leser- und Abonnenten-Service:** DataM-Services GmbH, Franz-Horn-Straße 2, 97082 Würzburg, Carsten Lurz, Tel. (09 31) 41 70-4 88, Fax -4 94, clurz@datam-services.de, www.datam-services.de.  
 Erscheinungsweise: 24 Hefte im Jahr (plus Sonderhefte).  
**Verbreitete Auflage:** 38.312 Exemplare (II/2015).  
 Angeschlossen der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern – Sicherung der Auflagenwahrheit.  
**EDA**  
**Bezugspreis:** Einzelheft 12,00 EUR. Abonnement Inland: jährlich 230,00 EUR inkl. MwSt. Abonnement Ausland: jährlich 261,20 EUR (Luftpostzuschlag extra). Alle Abonnementpreise verstehen sich einschließlich Versandkosten (EG-Staaten ggf. +7% USt.).  
**Bezugsmöglichkeiten:** Bestellungen nehmen der Verlag und alle Buchhandlungen im In- und Ausland entgegen. Sollte die Fachzeitschrift aus Gründen, die nicht vom Verlag zu vertreten sind, nicht geliefert werden können, besteht kein Anspruch auf Nachlieferung oder Erstattung vorausbezahlter Bezugsgelder. Abbestellungen von Voll-Abonnements sind jederzeit möglich.  
**Bankverbindungen:** HypoVereinsbank, Würzburg (BLZ 790 200 76) 326 212 032, S.W.I.F.T.-Code: HYVED EMM 455, IBAN: DE65 7902 0076 0326 2120 32  
**Herstellung:** Andreas Hummel, Tel. (09 31) 4 18-28 52, Frank Schormüller (Leitung), Tel. (09 31) 4 18-21 84  
**Druck:** Vogel Druck und Medienservice GmbH, 97204 Höchberg.  
**Erfüllungsort und Gerichtsstand:** Würzburg  
**Manuskripte:** Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Sie werden nur zurückgesandt, wenn Rückporto beiliegt.  
**Internet-Adresse:** www.elektronikpraxis.de www.vogel.de  
**Datenbank:** Die Artikel dieses Heftes sind in elektronischer Form kostenpflichtig über die Wirtschaftsdatenbank GENIOS zu beziehen: www.genios.de

## VERLAGSBÜROS

**Verlagsvertretungen INLAND:** Auskunft über zuständige Verlagsvertretungen: Tamara Mahler, Tel. (09 31) 4 18-22 15, Fax (09 31) 4 18-28 57; tamara.mahler@vogel.de.  
**AUSLAND: Belgien, Luxemburg, Niederlande:** SIPAS, Peter Sanders, Sydneystraat 105, NL-1448 NE Purmerend, Tel. (+31) 299 671 303, Fax (+31) 299 671 500, peter.sanders@vogel.de.  
**Frankreich:** DEF & COMMUNICATION, 48, boulevard Jean Jaurès, 92110 Clichy, Tel. (+33) 14730-7180, Fax -0189.  
**Großbritannien:** Vogel Europublishing UK Office, Mark Hauser, Tel. (+44) 800-3 10 17 02, Fax -3 10 17 03, mark.hauser@comcast.net, www.vogel-europublishing.com.  
**USA/Canada:** VOGEL Europublishing Inc., Mark Hauser, 1632 Via Romero, Alamo, CA 94507, Tel. (+1) 9 25-6 48 11 70, Fax -6 48 11 71.

**Copyright:** Vogel Business Media GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, digitale Verwendung jeder Art, Vervielfältigung nur mit schriftlicher Genehmigung der Redaktion. Nachdruck und elektronische Nutzung: Wenn Sie Beiträge dieser Zeitschrift für eigene Veröffentlichung wie Sonderdrucke, Websites, sonstige elektronische Medien oder Kundenzeitschriften nutzen möchten, erhalten Sie Information sowie die erforderlichen Rechte über <http://www.mycontentfactory.de>, (09 31) 4 18-27 86.

WÜRTH ELEKTRONIK eiSos GMBH & CO. KG

## Elektronische & elektromechanische Bauelemente



Die weltweit aktive Würth Elektronik eiSos entwickelt, fertigt und vertreibt passive, aktive, elektromechanische und optoelektronische Bauelemente für die Elektronikindustrie.

Das Unternehmen ist in 50 Ländern aktiv und ist Teil der Würth Elektronik Gruppe, eine der am schnellsten wachsenden Einheiten innerhalb der Würth-Gruppe, dem Weltmarktführer für Montage- und Befestigungstechnik.

Fertigungsstandorte in Deutschland, Tschechien, Bulgarien, Italien, Ungarn, Rumänien, USA, Mexiko, China, Taiwan, Thailand und Singapur versorgen die Kunden, wo

immer Ihre Produktion oder Entwicklung sitzt.

### Würth Elektronik eiSos steht für einen außergewöhnlichen Service:

- Alle Katalogprodukte sind ab Lager verfügbar
- Kostenlose Muster innerhalb 24 Stunden
- Kleinmengenservice (Unter-VPE-Lieferung)
- Referenzdesigns mit allen führenden IC-Herstellern
- Design Kits mit kostenloser Wiederbefüllung
- Applikations- und Designhandbücher

Kostenlose EMV- und Power Design Seminare

- Technische Beratung vor Ort
- Softwaretools zur Bauteileauswahl

### Das Produktspektrum umfasst:

#### PASSIVE BAUELEMENTE:

EMC Components: Kabel & Leiterplattenferrite, stromkompensierte Netz- & Datenleitungsfiler, Bauelemente für Schaltungsschutz, EMV-Abschirmmaterial & befilterte D-Sub Steckverbinder, Kondensatoren, Power Magnetics: Speicherdrosseln, Hochstrominduktivitäten und Leistungsübertrager, Signal & Communications: ASI-Drosseln, LAN- & Telekom- Übertrager, HF-Induktivitäten und LTCC-Bauteile, Kundenspezifische Induktivitäten für den Automotivebereich (Würth Elektronik iBE), Kundenspezifische Übertrager (Würth Elektronik Midcom)

#### ELEKTROMECHANIK:

Steckverbinder: Board-to-Board, Wire-to-Board, I/O, Terminal Blocks, ZIF & FFC, Schalter & Taster: DIP, Kurzhubtaster, kundenspezifische Steckverbinder (Würth Elektronik Stelvio Kontek), Drehcodierschalter, Schiebeschalter und Sicherungshalter

Verbindungstechnik: Abstandsbolzen- & rollen, Abstandshalter, Kabelbefestigungen und Wärmeschumpfschläuche, Stromversorgungselemente in Einpresstechnik

#### AKTIVE BAUELEMENTE:

Power Module

#### OPTOELEKTRONISCHE BAUELEMENTE:

Signal & White LED

### HARD FACTS

#### Würth Elektronik eiSos

- Einer der größten europäischen Hersteller von passiven Bauelementen
- Hersteller von passiven, aktiven, elektromechanischen und optoelektronischen Bauelementen
- in 50 Ländern aktiv
- ISO 9001:2008, ISO 14001 und ISO TS 16949 (Würth Elektronik iBE GmbH) zertifiziert
- 17 Fertigungsstandorte verteilt auf alle wichtigen Weltmärkte
- Zielmärkte: Industrieelektronik, Automotive, Telekommunikation, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik, erneuerbare Energien.
- more than you expect Service:
  - Alle Katalogprodukte sind ab Lager verfügbar
  - Kostenloser Musterservice

- Kleinmengen-Service
- Design-In Support durch technische Vertriebsmitarbeiter
- Referenzdesigns mit allen führenden IC-Herstellern
- Design-Kits mit kostenloser Wiederbefüllung
- Kostenlose Seminare zum Thema EMV und Schaltregler-Design
- Applikationshandbücher
- Softwaretools zur Bauteileauswahl

#### Daten & Fakten

<b>Gegründet:</b>	1984
<b>Umsatz:</b>	400 Mio. €
<b>Mitarbeiter:</b>	6.100
<b>Geschäftsführer:</b>	Oliver Konz Thomas Schrott



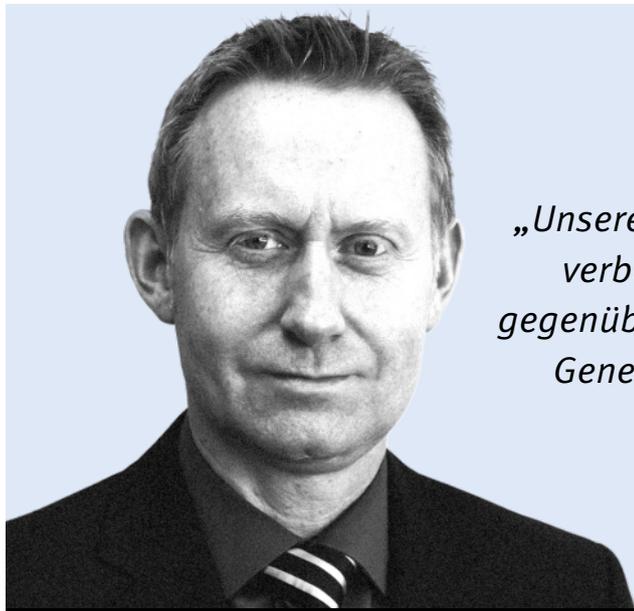
#### Ansprechpartner

Mathias Kalmbach, Marketing  
 Telefon: +49(0)7942 9450  
 Telefax: +49(0)7942 9455000  
 E-Mail: mathias.kalmbach@we-online.de

#### Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1  
 74638 Waldenburg  
 Telefon: +49(0)7942 9450  
 Telefax: +49(0)7942 9455000  
 Internet: www.we-online.de  
 E-Mail: eiSos@we-online.de

# Spezialisiert und konzertiert die SiC-Potenziale pushen



*„Unsere zweite SiC-MOSFET-Generation brachte eine verbesserte Leistung zum nahezu halben Preis gegenüber der ersten Generation. Die dritte und vierte Generation werden diesen Trend weiterführen.“*

**Dieter Liesabeths, Director Power Sales EMEA bei CREE in Unterschleißheim:** Mit mehr als 25 Jahren Branchenerfahrung in der Halbleiterindustrie kennt er die Anforderungen der Entwickler und den Nutzen von Wide-Bandgap-Leistungshalbleitern für neue Märkte.

Das Optimierungspotenzial bei Silizium ist ausgereizt. Deshalb rechnen die CREE-Experten mit einem erheblichen Zuwachs von Siliziumkarbid-Halbleitern (SiC) – vor allem in Anwendungen mit mittleren und hohen Spannungen. SiC bietet bessere System-Performance aufgrund höherer Nennleistung bei geringeren Verlusten. Die herkömmlichen Silizium-basierten IGBTs verlieren an Boden und werden zunehmend durch Komponenten auf Basis von Siliziumkarbid ersetzt. Branchenkenner erwarten daher für 2015 einen deutlichen Anstieg der Nachfrage nach SiC-MOSFETs und entsprechenden Power-Modulen.

Bereits 2014 verzeichnete CREE ein stark wachsendes Interesse an Leistungshalbleitern auf SiC-Basis, das über das Jahr 2015 hinaus auch 2016 den Trend bestimmen wird. Glaubt man den Analysten von Yole Développement, einem renommierten französischen Marktforschungsinstitut, wird sich der Bedarf an SiC-Leistungshalbleitern im mittleren und Hochvolt-Bereich, also zwischen 1,2 und 1,7 kV, bis 2020 weltweit sogar verdoppeln. In diesem Markt ist CREE besonders gut etabliert; im Oktober 2014 wurde das marktweit erste 1,7-kV-Power-Modul in reiner Siliziumkarbid-Technik vorgestellt. Damit war es erstmals möglich, Kosten und Größe in Hochleistungsantrieben und netzgekoppelten Wechselrichtern extrem zu reduzieren.

Zu den Haupteinsatzgebieten von SiC-Power-Modulen zählen Photovoltaik-Anlagen. Obwohl die Photovoltaik in Deutschland eine schwierige Phase durchlebt hat, sieht CREE die Marktentwicklung positiv. Die Nachfrage nach SiC-Komponenten wird in diesem Markt steigen, auch durch neue Anwendungen wie Batteriespeicher zur lokalen Stromerzeugung. Der Trend nimmt weiter an Fahrt auf, nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Alternativenergien in anderen Ländern. Wir gehen zudem davon aus, dass im Jahr 2015 die Nachfrage nach SiC-Power-Modulen und entsprechenden SiC-MOSFETs auch in anderen Sparten deutlich zunimmt.

Für anspruchsvolle Anwendungsbereiche hat CREE beispielsweise seine Familie SiC-basierter 1,2-kV-Six-Pack-Power-Module erweitert und stellt seitdem ein 20-A-Modul auf Basis der C2M-SiC-MOSFET-Technologie und der Z-Rec-SiC-Schottky-Diodentechnik bereit. Damit lässt sich bei der Entwicklung von Wechselrichtern die Nennleistung um etwa 40 Prozent erhöhen und die Verlustleistung um die Hälfte reduzieren. Diese Vorteile sprechen für sich, sodass man davon ausgehen kann, dass SiC-MOSFETs im kommenden Jahr ihren Silizium-basierten Konkurrenten weiter Marktanteile abnehmen werden. Eine ähnliche Entwicklung erwartet CREE auch bei Silizium-IGBTs: Halbbrückenmodule wie etwa das 1,7-kV-Power-Modul treten an die Stelle von Silizium-IGBT-Versionen mit Nennströmen von 400 A und mehr.

Eine Herausforderung, mit der sich Hersteller von SiC-Power-Komponenten bereits in den vergangenen Jahren konfrontiert sahen, bleibt auch derzeit noch bestehen: Die Systemkosten müssen weiter gesenkt und die System-Performance gleichzeitig erhöht werden.

Um in diesem Sinn die Entwicklung innovativer SiC-Power-Modulen schneller voranzutreiben und zugleich die eigenen Position auf dem Markt zu stärken, hat CREE kürzlich die Arkansas Power Electronics International Inc (APEI) übernommen. In diesem strategischen Merger ergänzen sich das HF- und Power-Business von CREE und das theoretische sowie praktische Wissen von APEI auf System-Ebene in besonderem Maße. Gemeinsames Unternehmensziel ist, marktweit stets die bestmöglichen SiC-basierten Power-Produkte bereitzustellen. Dazu ist APEI führend in Forschung und Entwicklung von Modulen und Systemen mit Wide-Bandgap-Halbleitern, während CREE 20 Jahre SiC-Erfahrung und über 50 Patente zu SiC-MOSFET-Technologien beisteuert. In den nächsten Monaten wird CREE den Bereich HF & Power als autarkes Unternehmen mit dem Namen Wolfspeed an die Börse bringen. // KU

# M8 · M12

**LIEFERBAR  
INNERHALB  
24 STUNDEN\***



ERHÄLTlich ÜBER UNSERE VERTRIEBSPARTNER

**Börsig**

**evö**

**MC/**  
TECHNOLOGIES

**Lacon**  
Euroconnectors

**COMPONA**  
CONNECTOR SYSTEMS

**E. Hartner & Co**  
ELEKTROTECHNISCHE BAUELEMENTE

**R.E.D.**

**ESTO**



Schroeter electronic  
Handelsgesellschaft mbH



UND UNSERE NIEDERLASSUNGEN



binder Austria – binder UK – binder France – binder Sweden – binder Nederland

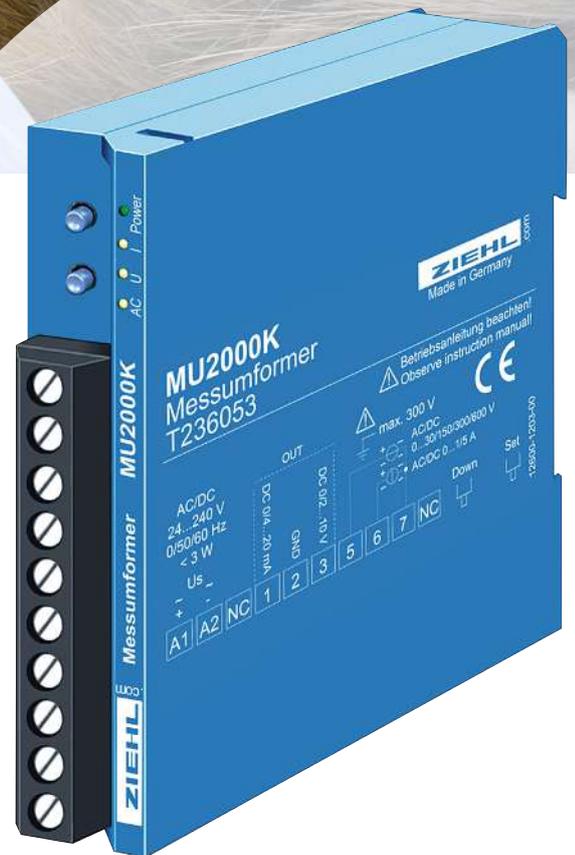
\* Solange Vorrat reicht.



## Universal-Messumformer für AC, DC, Strom, Spannung

zur Erfassung von Spannungen und Strömen in Eigenenergieanlagen oder z.B. für die Messung von Spannungen und Ladeströmen an Batterien

- Messeingänge Spannung AC/DC 0-30/150/300/600 V, 80-120 V
- Messeingänge Strom AC/DC 0-1/5 A
- Vorkonfigurierte Messbereiche, weitere skalierbar
- Ausgänge DC 0/4-20 mA und DC 0/2-10 V
- Potentialtrennung zwischen Eingang/Ausgang/Steuer Spannung
- Allspannungsnetzteil AC/DC 24-240 V



# ZIEHL

ZIEHL industrie-elektronik GmbH + Co KG  
Daimlerstraße 13, D-74523 Schwäbisch Hall, Tel.: +49 791 504-0, Fax: +49 791 504-56, e-mail: info@ziehl.de, www.ziehl.de