

# Elektronik

13 23. Juni 2020 8,00 €

## PASSIVE KOMPONENTEN UND ELEKTROMECHANIK

Severe Environment Testing

# HÄRTETEST FÜR STECKVERBINDER



Power over  
Ethernet –  
Strom aus dem  
Netzwerk

Als Ingenieur im  
Bundestag: Inter-  
view mit KI-Experte  
Andreas Steier



Über  
9 Millionen  
Produkte online  
**DIGIKEY.DE**





# SIE HABEN DIE WAHL

ÜBER 1.000 BRANCHENFÜHRENDE ANBIETER

ÜBER 1,8 MILLIONEN PRODUKTE AUF LAGER

ÜBER 9 MILLIONEN PRODUKTE ONLINE



**KOSTENLOSER  
VERSAND**  
BEI BESTELLUNGEN  
AB 50 € ODER  
\$60 USD\*



TELEFON: 0800 180 01 25  
**DIGIKEY.DE**



\*Für alle Bestellungen unter 50,00 € wird eine Versandgebühr von 18,00 € in Rechnung gestellt. Bei Bestellungen unter \$60,00 USD wird eine Versandgebühr von \$22,00 USD berechnet. Alle Bestellungen werden per UPS, Federal Express oder DHL für die Lieferung innerhalb von 1 bis 3 Tagen (abhängig vom endgültigen Bestimmungsort) versendet. Keine Bearbeitungsgebühren. Alle Preise werden in Euro oder US-Dollar angegeben. Digi-Key ist ein autorisierter Distributor für alle Lieferpartner. Neue Produkte werden täglich hinzugefügt. Digi-Key und Digi-Key Electronics sind eingetragene Marken von Digi-Key Electronics in den USA und anderen Ländern. © 2020 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

**ECIA MEMBER**  
Supporting The Authorized Channel



# INGENIEURE IM BUNDESTAG

Bereits 2017 bemängelte der ehemalige Forschungsminister und damalige Alterspräsident des deutschen Bundestages, Prof. Heinz Riesenhuber, die Zusammensetzung des Parlaments. „Die Zusammensetzung des Parlaments entspricht nicht der Struktur des deutschen Volkes und auch nicht so recht der Struktur der Aufgaben, vor denen wir als Gesellschaft stehen“ erklärte er seinerzeit in einem Interview mit den Kollegen der Welt am Sonntag. Im Parlament saßen viele Anwälte, Beamte und Lehrer, aber kaum Naturwissenschaftler oder Ingenieure.

Der ehemalige Handelsblatt-Geschäftsführer Gabor Steingart erklärte in seinem Morning Briefing vom 2. Juni, dass schon „die Berufsausbildung der Beteiligten Misstrauen weckt“. Die „Beteiligten“ sind unter anderem der französische Präsident Macron („der nach zweimal vermasselter Aufnahmeprüfung für die Elitehochschule ‚École normale supérieure‘ ein Philosophie-Studium an der Universität Paris-Nanterre begann“), „Ursula von der Leyen, die das Studium der Archäologie und später der Volkswirtschaftslehre abbrach, Finanzminister Olaf Scholz, ein Hamburger Fachanwalt für Arbeitsrecht, Kanzleramtsminister und Mediziner Helge Braun (Thema seiner Doktorarbeit: ‚Herzrasen während einer Operation‘) und Wirtschaftsminister Peter Altmaier, ein studierter Jurist, im Zivilberuf EU-Beamter“. Allen genannten Spitzenpolitikern attestierte Steingart, dass sie „die Realwirtschaft nur vom Hörensagen kennen“.

Einen der wenigen Ingenieure im Bundestag, der zudem auch noch vor seiner politischen Karriere viele Jahre in der Industrie gearbeitet hat, und nunmehr innerhalb der CDU/CSU-Fraktion unter anderem für das Thema „Künstliche Intelligenz“ verantwortlich zeichnet, durfte ich in seinem Abgeordnetenbüro in Berlin besuchen und kritisch zu den Themen befragen, die Ihnen und uns als Technologen am Herzen liegen und im politischen Berlin viel zu wenig Gehör finden. Abgeordnete wie er verdienen eigentlich, auf die Artenschutzliste des WWF aufgenommen zu werden.

Wenn Sie zufällig Vertreter von Bitkom, ZVEI & Co. sind, wird Sie vermutlich interessieren, wie die Durchschlagskraft Ihrer Organisation im Vergleich zur Lobby-Organisation der Zigarettenindustrie wahrgenommen wird. Das vollständige Interview mit Dipl.-Ing. Andreas Steier, MdB, finden Sie ab Seite 6.

Mein Team und ich wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen Ihrer gesamten Elektronik, Ihr

---

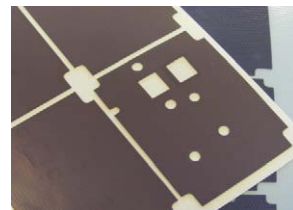
FRANK RIEMENSCHNEIDER

---

Chefredakteur  
Twitter: @RiemenschnF  
riemenschneider@weka-fachmedien.de

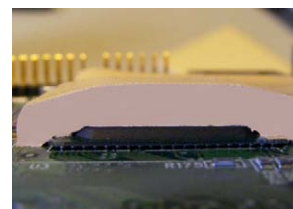


## Wärmeleitfolien



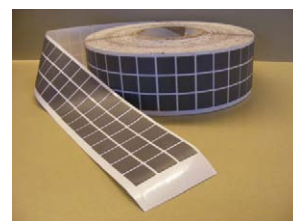
### Silikon Soft Pads

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



### Silikon Soft Pads mit Gewebe

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



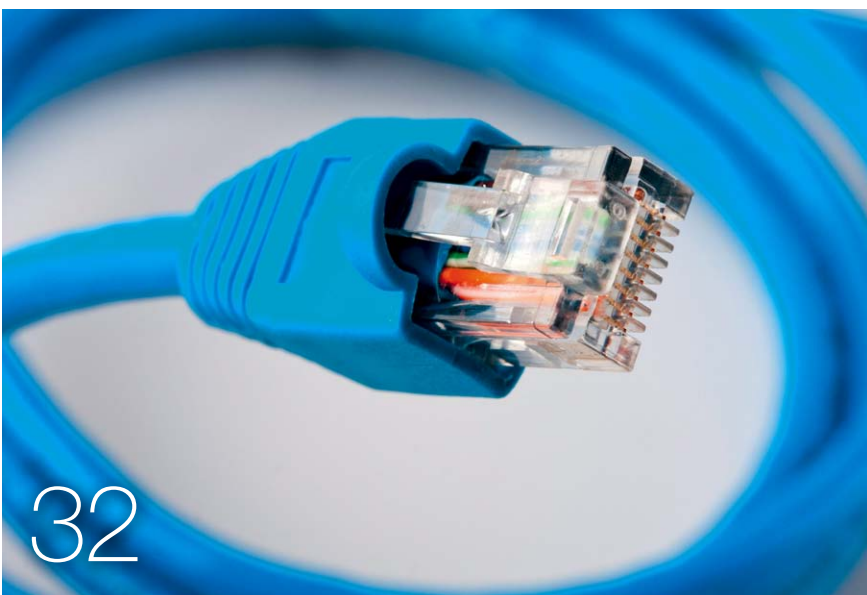
### Silikon Glasgewebe Folie

SB-HIS-5 5 W/mK  
SB-HIS-4 4 W/mK  
SB-HIS-3 3 W/mK  
SB-HIS-2 2 W/mK  
SB-HIS 1 W/mK

**Folie auch einseitig haftend  
ohne zusätzlichen Kleber.**

Stärken 0,15 mm, 0,23 mm,  
0,30 mm, 0,45 mm und 0,8 mm

Hans-Böckler-Ring 19  
22851 Norderstedt  
Tel.: 040 529 547-0  
Fax: 040 529 547-11  
E-Mail: info@detakta.de  
Web: www.detakta.de





EDITORIAL

3 Ingenieure im Bundestag

WIRTSCHAFT

6 Interview mit MdB Andreas Steier: „Auf europäischer Ebene ist eine Leading-Edge-Chipfabrik machbar, wenn man sie haben will.“

DISTRIBUTION

14 Corona-Pandemie: Krise im Einkauf spitzt sich zu

GMM

15 8. GMM-Fachtagung:  
Elektromagnetische Verträglichkeit in der Kfz-Technik

IMPULSE

16 AR/VR-Brillen im Test: Gewichtsverteilung könnte besser sein  
18 Single Pair Ethernet: Zwölf Partner gründen SPE System Alliance

VERBINDUNGSTECHNIK

22 Severe Environment Testing: Härtetest für Steckverbinder  
25 Der Heavycon-Konfigurator:  
Schwere Steckverbinder online konfigurieren und bestellen  
28 Modulare M8/M12-Rundsteckverbinder für die Industrie:  
Flexibel wie aus dem Baukasten

KABEL UND KABELKONFEKTION

32 Power over Ethernet – Strom aus dem Netzwerk:  
Zwei Fliegen mit einer Klappe

RELAIS

38 Relais für die Koppellebene:  
Kompakt und zuverlässig

ELEKTROMECHANIK | PRODUKTE

42 Aktuelle Produktvorstellungen

GEHÄUSETECHNIK

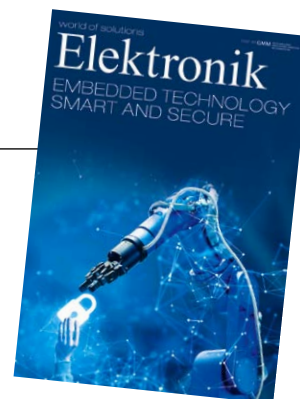
44 19-Zoll-Aufbausystem:  
Flexibel, modular und wartungsfreundlich

PASSIVE KOMPONENTEN

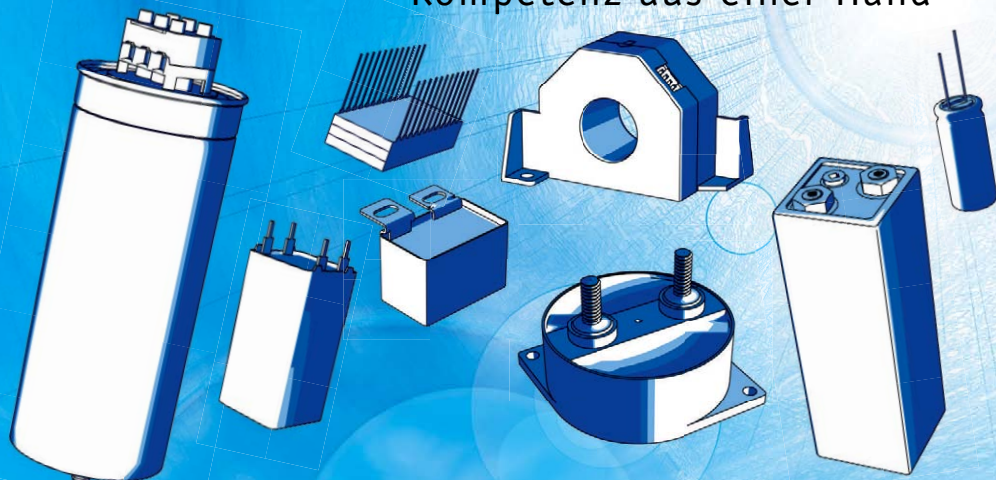
48 AC-Filterkondensatoren:  
Auf Zuverlässigkeit getrimmt

VORSCHAU

51 Ausblick:  
Das kommt in Elektronik 14  
47 Impressum  
47 Inserenten



Bauteile für die Leistungselektronik  
Kompetenz aus einer Hand



Lötener Straße 3  
D-28207 Bremen  
Telefon +49-421-499 72 0  
Fax +49-421-499 72 22  
info@arthurbehrens.de



ANDREAS STEIER



wurde in seiner Heimat Trier als Direktkandidat für die CDU/CSU-Fraktion in den deutschen Bundestag gewählt. Nach dem Abitur studierte er Maschinenbau mit dem Abschluss Diplom-Ingenieur. Anfang 1998 begann er seine berufliche Karriere als Entwicklungsingenieur bei IEE in Luxemburg.

INTERVIEW MIT DEM BUNDESTAGSABGEORDNETEN ANDREAS STEIER (48) VON DER CDU/CSU-FRAKTION

## „AUF EUROPÄISCHER EBENE IST EINE LEADING-EDGE-CHIPFABRIK MACHBAR, WENN MAN SIE HABEN WILL“

Im deutschen Bundestag sind Ingenieure gegenüber Juristen, Beamten, ja selbst Philosophen und Studienabbrechern in der Minderheit. Der studierte Maschinenbauingenieur Andreas Steier aus Trier arbeitete viele Jahre erfolgreich in der Industrie und ist nun Berichterstatter für künstliche Intelligenz in der CDU/CSU-Fraktion. Im Exklusivinterview mit der Elektronik erklärte Steier, wie es mit KI in Deutschland und Europa voran gehen soll. Von Frank Riemenschneider

**Herr Steier, fangen wir mit Ihnen persönlich an. Der ehemalige Forschungsminister und Alterspräsident des Bundestages, Heinz Riesenhuber, hat beklagt, dass im Parlament viele Anwälte, Beamte und Lehrer, aber kaum Naturwissenschaftler oder Ingenieure sitzen [1]. Sie als studierter Maschinenbauer sind ja eine dieser Ausnahmen, was hat Sie motiviert, aus der Industrie in die Politik zu wechseln?**

Ich war schon frühzeitig politisch interessiert, erst in der Schülerunion [2] und dann während des Studiums in der Fachschaft, danach war ich im Ehrenamt kommunalpolitisch engagiert. Wenn man als Ingenieur in der Wirtschaft aktiv ist, ist das natürlich nicht einfach, da brauchen Sie einen Arbeitgeber, der Ihnen die Freiheiten einräumt, auch im Ehrenamt politisch aktiv zu sein.

**Das ist nachvollziehbar, gibt es noch andere Hindernisse?**

Ein zweiter Grund ist meine Erachtens, dass wenn man als Ingenieur etwas entwickelt, sieht man im Ergebnis: es funktioniert oder es funktioniert nicht. In der Politik muss man Dinge erst erklären, was oft eine mühselige Aufgabe mit hohem Frustrationspotential ist. Was bei Ihnen vielleicht logisch und klar ist, ist bei anderen eben nicht logisch und klar. Und last but not least, da man als Ingenieur in der Regel ganz gut verdient, ist die Hürde in die Politik zu gehen wohl auch höher als bei anderen.

**Meinen Sie höher als bei Studienabbrechern, Historikern und Philologen, die man ja im Bundestag hinreichend findet?**

Das kommentiere ich natürlich nicht.

**Bekanntermaßen sind Netzwerke in der Politik ja ganz wichtig. Haben Ingenieure auch hierbei Nachteile?**

Zweifelsfrei, wenn Sie in der Jungen Union starten und dann Politologie oder Jura studieren, haben Sie heutzutage ganz andere Möglichkeiten, Netzwerke aufzubauen als wenn Sie Maschinenbau oder Elektrotechnik studieren. Das hilft natürlich, erstmal aufgestellt zu werden, das ist ja der erste Schritt, und dann auch gewählt zu werden. Hierbei müsste die Politik generell offener werden. Die andere Art von Netzwerken, die Sie als Ingenieur aufbauen, machen Sie beim Thema Politik quasi zum Quereinsteiger und das ist immer schwierig.

**Die Karriereaussichten für Studienabbrecher oder Historiker und Philologen sind ja in der Wirtschaft limitiert – und auch viele Juristen ohne Prädikatsexamen sind als Taxifahrer unterwegs. Hilft ihnen auch der Druck, sich in der Politik beweisen zu müssen, um etwas in ihrem Leben zu erreichen?**

Sagen wir es so: Ein Ingenieur hat sicherlich bei der gegebenen Arbeitsmarktsituation keinen großen Druck, sich über die Politik beweisen zu müssen.





„Sie müssen manchmal Dinge auch einfach überzeichnen“

**Wir haben ja in Deutschland einen ausgeprägten Fachkräftemangel, wobei ich mittlerweile gelernt habe, dass die Politik darunter auch Elektriker und Pflegekräfte versteht und nicht nur Informatiker und Ingenieure. Wenn Sie in China Fernsehen sehen, sind oft Ingenieure die Helden, während in Deutschland diese Spezies medial quasi nicht in Erscheinung tritt, gleiches gilt auch für Talkshows. Sie sind selbst bei Themen wie Digitalisierung und Huawei vollkommen unsichtbar, den Germanisten, Philosophen und Philologen Habeck [3] sehen wir wöchentlich. Woran liegt das?**

Ich bin ja jetzt zwei Jahre dabei und werde innerhalb der Fraktion und auch in der Regierung schon wahrgenommen, gerade bei KI. Allerdings setzen viele Journalisten lieber auf ihre traditionellen Netzwerke. Dazu spielen sie immer gerne mit Kontrasten und suchen Politiker, die mehrere Themen abdecken können, da haben Sie es als Ingenieur nicht ganz so einfach. Sie müssen manchmal Dinge auch einfach überzeichnen.

**Sind technische Fragestellungen generell weniger interessant?**

Das ist richtig. Themen, bei denen jeder mitreden kann, werden in der politischen Debatte viel stärker wahrgenommen als isolierte technische Fragestellungen. Letztere sind eben nicht so reißerisch und werden weniger gelesen als Themen, bei denen Sie schön eine Spannung aufbauen können wie zum Beispiel bei „China gegen Europa“.

**Wird die Sache Huawei deshalb außenpolitisch und nicht technisch geführt, weil alle mitreden wollen?**

Außenpolitiker sind in der Ansprache tatsächlich meistens prägnanter als Techniker.

**Zum Thema Fernsehen haben Sie noch nichts gesagt...**

(lacht) Stimmt. Also, wenn Sie sich das in Deutschland generell anschauen, wird der Fokus mehr auf Entertainment gelegt als auf junge Leute, die mal etwas Tolles entwickelt haben. Insofern ist in der Gesellschaft und damit in der politischen Debatte auch eher jemand gefragt, der Show und Entertainment bringt, als jemand, der ganz nüchtern Schritt für Schritt etwas entwickelt.

# 24 / 7 / 365

## www.buerklin.com



### Unsere Leistungen:

- 1,8+ Mio. Artikel von 500+ renommierten Herstellern
- 75.000+ Artikel ab Lager München
- 500.000+ Artikel kurzfristig lieferbar ab Lager
- Lieferversprechen: Bis 18:00 Uhr bestellt, morgen geliefert
- Online-Shop: buerklin.com
- Starke Linecards mit bekannten und zuverlässigen Marken
- eProcurement-Lösungen (OCI, API, elektronische Kataloge, EDI)
- Große Innen- und Außendienstteams in Deutschland
- Repräsentative Vertriebsmitarbeiter in Frankreich, Italien, Skandinavien, Großbritannien, Irland, Osteuropa, dem Nahen Osten und Brasilien

www.buerklin.com



65 JAHRE  
**Bürklin**  
 DIE GANZE ELEKTRONIK



„Im Silicon Valley bekommen Sie schneller und mehr Risikokapital“

„Im Maschinenbau erwarte ich den nächsten Sprung von KI“

**Und in der Folge werden junge Menschen so geprägt, dass sie wenig Motivation verspüren, in technische Studiengänge zu gehen. Ist das dann am Ende die bittere Schlussfolgerung? Wie kann man Neugierde generieren, nicht nur Content auf dem Smartphone zu konsumieren, sondern auch selbst zu entwickeln?**

Ich bin ja auch Mitglied im Bundesfachausschuss Bildung, Forschung & Innovation der CDU/CSU. Bei einer der letzten Sitzungen ging es um digitale Bildung und dort hat mir eine Botschaft gefehlt: Es ist entscheidend, selbst zu programmieren, am besten schon in der Grundschule, aber spätestens in der Sekundarstufe 1. Man lernt dabei analytisches Denken. Man lernt die Beziehung zwischen Ursache und Folge. Und jemand, der weiß, wie so ein Algorithmus funktioniert, der weiß auch, was mit den Daten passiert.

**Wer denkt denn im politischen Berlin so wie Sie?**

Wir haben ja den „Digitalpakt Schule“ [4] aufgesetzt, aber die Länder haben dann gesagt, wir wollen nicht, dass uns der Bund da reinredet. Wir in der CDU haben die Verpflichtung in das Grundsatzprogramm hineingeschrieben, dass die Kinder programmieren.

**In Ihrem KI-Papier [5] sprechen Sie von „optimalen Voraussetzungen, Vorreiteration im Bereich KI zu werden“. Nicht wenige unserer Leser und Geschäftspartner denken darüber anders. Lassen Sie mich nur einmal den VDE zitieren [6], der die deutschen 3 Mrd. Euro Fördergeld bis 2025 den 150 Mrd. Euro in China bis 2030 gegenübergestellt hat. Wo sehen Sie in Deutschland optimale Voraussetzungen für KI?**

Unabhängig von der Geldfrage haben wir in der Forschung schon einige Koryphäen, zum Beispiel Prof. Sami Haddadin in München [7] oder das DFKI [8], die uns zu einem führenden Standort weiterbringen könnten. Wo wir hinterherhinken, sind die Bereiche Hard- und Software, da haben wir mit Infineon und SAP nur jeweils eine Firma von Weltruf. Die Amerikaner haben seit Anfang der 2000er Jahre eine große Dynamik über den Consumer-Bereich entwickelt, der in Deutschland schon immer unterrepräsentiert war. Da müssen wir überlegen, ob uns die Dynamik nicht abgeht, die in diesem Bereich erforderlich ist.

**Der Industrie-Sektor ist ja in der Tat etwas langsamer in der Entwicklung, vor allen Dingen im Mittelstand..**

Im klassischen Maschinenbau sind wir immer noch Weltmarktführer und dort erwarte ich den nächsten Sprung von KI. Dort müssen wir die Stärke von KI ausbauen. Ich habe da weniger Bedenken, was die großen Firmen wie zum Beispiel Siemens angeht. Oder Bosch als Nr. 1 weltweit bei Patenten für autonomes Fahren. Die Herausforderung liegt beim Mittelstand und beim Nachwuchs. Da setzen die 3 Mrd. Euro Bundesmittel an, die zusätzlich zu den schon bestehenden Mitteln investiert werden. Dazu sind natürlich auch die Länder gefordert, an denen die Standorte, also KI-Cluster, angesiedelt sind und auch die Industrie selbst. Nur so kann eine Hebelwirkung entstehen.

**Ist das nicht generell ein Problem in Deutschland, dass wir in der Forschung gut sind, aber der Transfer in die reale Applikation optimierbar ist?**

Da bin ich bei Ihnen. Das Unternehmertum in der Forschung fehlt bei uns und diese Entwicklung hat sich in den letzten Jahren leider noch verstärkt. In den USA haben die Leute immer schon gleich im Hinterkopf: „Wie kann ich damit Geld verdienen?“

**In den USA haben die ja auch eine andere gesellschaftliche Sicht aufs Geldverdienen..**

Richtig. Da ist das nicht anrühlich, während bei uns oft der „böse Kapitalist“ im Hinterkopf ist. Nur mit dem Bewusstsein, Geld verdienen zu wollen, kann dann auch in der Forschung eine entsprechende Dynamik entstehen, eine gute Idee in ein Produkt umzusetzen.

**Was meinen Sie damit konkret?**

Zum Beispiel den Wechsel aus der Forschung in die Industrie und zurück. Oder den Fall, dass ein Professor auch mal nur halbtags da ist und nebenbei eine eigene Firma aufbauen kann.

**Deutschland war und ist ja nun das Land der Blechbieger. Aber das war ja mal anders, ich erinnere an Heinz Nixdorf in der IT oder an Firmen wie Blaupunkt, Schneider, Loewe, Dual usw. Die sind alle weg nach Asien und mit ihnen die Entwickler und das Knowhow. Jetzt brauchen**



Elektronik-Chefredakteur Frank Riemenschneider besuchte Andreas Steier im Paul-Löbe-Haus in Berlin, in dem zahlreiche Bundestagsabgeordnete ihr Büro bezogen haben.

**wir auf einmal wieder Leute, die Algorithmen programmieren können und stellen fest, dass ein Programmierer bei Apple 200.000 Dollar pro Jahr verdient, was in Deutschland eher ungewöhnlich ist. Wo wollen Sie denn die Leute herkriegern?**

In der Forschung kommen Sie natürlich mit klassischen Tariflöhnen nicht weiter und müssen da auch andere Ideen entwickeln, auch in den nachgelagerten Bereichen. In der Wirtschaft ist es ja nicht nur das Einkommen, sondern in Deutschland vor allen Dingen die Abgabensituation, die meines Erachtens viel zu hoch ist. Manche Firmen erreichen schon Spitzenkräfte und können diese motivieren, nach Deutschland zu kommen. Aber klar ist: Man braucht eine kritische Masse und muss diese Kompetenzen in Clustern bündeln.

**Fakt ist doch, dass Spitzenkräfte Deutschland zum Beispiel in Richtung Silicon Valley verlassen!**

Da bekommen sie eben schneller und mehr Risikokapital, um eine Firma zu gründen. Auch da müssen wir uns Gedanken machen, wie wir jungen Menschen die Gelegenheit geben können, eine Firma zu gründen.

**In einer KI-Studie von IDG wird bemängelt, dass KI nur defizitär in neue Geschäftsmodelle implementiert wird und es zu AWS oder Google in Deutschland keine Alternativen gibt, um seinen Modelle in der Cloud zu trainieren [9]. Dazu kommt der Regulierungswahn: Die EU-Kommission will KI-Modelle durch den TÜV prüfen lassen, wie auch immer das gehen soll. Und dann haben wir noch den Datenschutz, der in der EU nur bedingten Zugriff ermöglicht. Ist die EU ein Hemmschuh, der die Entwicklung unserer Wirtschaft blockiert?**

Ich gebe Ihnen Recht mit der Befürchtung EU. Ich habe seinerzeit ja bewusst in meinem Eckpunktepapier

## Folienkondensatoren für raue Einsatzbedingungen!

C O D I C O ®

- Nenntemperaturbereich bis 125°C
- THB (85°C/85%RH/1.000h) getestet
- AEC-Q200 zertifiziert
- **R76-H:** Doppelt metallisiert für Pulsapplikationen
- **R41-T:** Y2(X1)/300VAC/1.500VDC





„Energieeffizienz bei KI ist ein Parameter,  
der derzeit in der politischen Debatte nicht dominant an erster  
Stelle liegt“

angestoßen, dass der Gesetzgeber nicht alles definieren kann und darf. Eine gute Analogie, wie ich finde, sind die DIN-Normen, die Standards gesetzt haben und für Vertrauen und Qualität stehen, aber dabei genügend Freiheiten erlauben. So etwas, dass Experten den Stand der Technik festlegen, brauchen wir meines Erachtens auch für KI. Wir brauchen also eine Normierungs-Roadmap. Ich bin ja auch im Steuerungsgremium beim DIN Mitglied.

### **Ich frage mich, ob die EU Ihren Gedanken folgt und melde aus dem Bauch heraus Zweifel an...**

(lacht) Ich hatte vor einigen Wochen eine Podiumsdiskussion mit einem hochrangigen Beamten der EU-Kommission...

### **...dessen Namen Sie uns natürlich nicht verraten möchten?**

Richtig! (lacht) Er stellte die These auf, dass sich Ingenieure noch nie um die moralischen und ethischen Gesichtspunkte ihrer Arbeit gekümmert hätten und dass der europäische Gesetzgeber dafür zu sorgen habe, dass Algorithmen auch nach ethischen Gesichtspunkten entwickelt werden. Mir fehlt das Verständnis dafür, dass der Gesetzgeber da so im Detail reingehen will, zumal ja nicht mal Experten überprüfen können, was tatsächlich mit den Daten passiert. Mit einem Regulativ über Standards und Normen sollten wir dafür sorgen, dass Sicherheit am Stand der Technik ausgerichtet wird – mit den notwendigen Freiheiten.

### **Frau von der Leyen hatte ja angekündigt, sie werde „Rechtsvorschriften“ mit einem Konzept für die „menschlichen und ethischen Aspekte der künstlichen Intelligenz“ vorschlagen, und zwar in den ersten 100 Tagen ihrer EU-Präsidentschaft. Das ist eine schon arg kurze Frist für Sie und Ihre Kollegen, da zu intervenieren, richtig?**

Zum Glück liegt der Fokus der EU-Kommission gerade auf Nachhaltigkeit, so dass diese 100 Tage etwas aufgeweicht wurden. Ich habe in der Fraktion auch der Kanzlerin gesagt, dass wir da aufpassen müssen. Meine Idee ist, dass das, was wir in der nationalen Steuerungsgruppe ausarbeiten, auf nationaler Ebene im Sommer während der deutschen Ratspräsidentschaft auf die europäische Ebene übertragen wird.

### **Also von der DIN zur ISO...**

Ja, aber ohne unnötig neue Strukturen zu schaffen. Da werbe ich in allen Ministerien, dass wir das so übernehmen. Dann haben wir kein Extrem wie in den USA oder in China, sondern ein atmendes Gerüst, das mit Qualität überzeugt, aber auch Freiräume für Entwicklungen ermöglicht.

### **In Taiwan wird KI schon sehr erfolgreich zur Diagnose und Therapie wie in der Onkologie oder Intensivmedizin eingesetzt [10]. In Europa gibt es die Herausforderung der Zertifizierung für „Black Boxes“. In welchem Zeitraum sehen Sie hier die notwendigen Anpassungen?**

Eines der priorisierten Themen neben Industrie 4.0 und Mobilität ist ganz klar Healthcare. Ziel in der Steuerungsgruppe ist, Mitte 2020 erste Regeln aufzustellen. Da geht es natürlich darum, wie messe ich was, welche Daten müssen eingestellt werden, Risikoeinstufungen usw.

### **Ich lese immer wieder über ethische Bedenken bezüglich KI. Da werden Beispiele konstruiert, dass ein autonom fahrendes Auto vermeintlich entscheiden soll bzw. muss, einen Fahrradfahrer umzufahren oder in eine Gruppe Fußgänger hineinzufahren. Das ist doch rein technisch betrachtet einfach nur falsch, richtig?**

Sie haben Recht, ich habe ja im Bereich der Fahrerassistenzsysteme gearbeitet und kann Ihnen sagen, dass sich ein System niemals diese Frage stellen wird, da die Entscheidungsbäume ganz anders aufgebaut sind. Nehmen wir ein aktuelles Beispiel: Bei dem Uber-Fahrzeug, das einen Radfahrer umgefahren hat, fehlte einerseits die Redundanz im System und andererseits die Daten für ein zielgerichtetes Training. In den eher fahrradarmen USA wurde die arme Radfahrerin einfach als Hintergrundrauschen und nicht als eigenständiges Objekt wahrgenommen und ist letztendlich deswegen überfahren worden.

### **Das ist doch ein tolles Beispiel, warum man synthetische Daten braucht...**

Richtig, denn nicht alle denkbaren Beispiele kommen ja in der Realität vor. Man muss ja auch Extreme abprüfen können, um die Sicherheit reinzubekommen. Es geht nicht nur um die Datenmenge, sondern die Datenqualität.

„Einige Verbände verzetteln sich oft durch die Vielzahl an kleinen Unternehmen“

„Wenn ich die Fertigungstiefe nicht habe, muss ich das zukaufen und weiß nicht, wo ein Einfallstor ist“

**Im MIT Technology Review stand zu lesen, dass ein neuronales Netzwerk in der Trainingsphase die fünffache CO<sub>2</sub>-Emission eines PKW über dessen gesamten Lebenszyklus generieren kann [11] oder eine Emission analog zu 300 Hin- und Rückflügen zwischen New York und San Francisco. Ist es nicht dringend erforderlich, dass der Fokus noch viel mehr auf energieeffiziente KI-Algorithmen gelegt wird?**

Das Thema Energieeffizienz bei KI ist ein Parameter, der in der politischen Debatte nicht an erster Stelle liegt, aber bereits bedacht wird. Manche denken, dass alle energiepolitischen Probleme beispielsweise zu Smart Cities mit KI gelöst werden können. Aber das wird überschätzt, denn wir können mit KI ja die Physik nicht überwinden. Sie generieren Gewinne beim Wirkungsgrad, andererseits benötigen Sie Energie im Rechenzentrum. So kommt es wieder zu einem Gleichgewicht. Das Regulativ im Wettbewerb wird die CO<sub>2</sub>-Bepreisung sein.

**Hier kommt doch dann das Thema Datenmenge und -Qualität wieder zum Tragen...**

Richtig, man muss sich da vorher Gedanken machen, für welche Anwendung man welche Daten braucht. Allein der Ansatz, möglichst viele Daten zu speichern, ist nicht zielführend.

**Wenn man sich die von der Autoindustrie geforderten Zuwächse an Rechenleistung einerseits und die Fortschritte in der Mikroelektronik durch geschrumpfte Fertigungsgeometrien anschaut, muss man leider feststellen, dass der Energiebedarf weiter wachsen wird. Konterkariert man damit nicht alle funktionalen Fortschritte, zum Beispiel des Connected Car?**

Diese Feststellung ist generell sicher nicht falsch.

**Herr Altmaier hat ja mit Gaia-X eine europäische Cloud angekündigt [12]. Inwieweit müssen wir in Europa denn aus Ihrer Sicht unabhängig von Mikroelektronik-Zulieferungen aus den USA und/oder China werden? Herr Dr. Kegel als VDE-Präsident hat ja sehr dediziert Stellung genommen [13].**

Wir müssen in der Lage sein, die Grundbausteine hierzulande herzustellen. Einerseits müssen wir wissen, was passiert, wir müssen Standards setzen und auch in der Lage sein, diese zu kontrollieren. Natürlich bin ich für Wettbewerb, aber den kann man nur darstellen, wenn man die Fertigungstiefe bis ganz unten abbilden kann. Insofern bin ich dafür, dass wir auch mit Unterstützung der Politik diese Fertigungstiefe bei uns sicherstellen können.

**Wie soll denn das konkret aussehen?**

**SHORTRON<sup>®</sup> connect - klein & belastbar**

**MADE IN GERMANY**




→ **mit M12-Anschluss**

- rundum dicht
- sehr kompakt
- in den Farben schwarz/silber/Edelstahl
- komplette Baureihe



**SCHLEGEL<sup>®</sup>**  
ELEKTROKONTAKT  
[www.schlegel.biz](http://www.schlegel.biz)



# EMV

## ANWENDERFORUM

02. JULI 2020  
DIE VIRTUELLE AUSGABE

**JETZT  
ANMELDEN!**

Donnerstag, 02. Juli 2020

09:00 - 09:30	<b>EMV-Basics</b> Alex Weinmann, Schaffner Deutschland
09:30 - 10:15	<b>Intensivseminar: Schaltregler-Design mit höchster Effizienz und geringster EMV-Abstrahlung</b> Lorandt Fölkel, Würth Elektronik eiSos
10:15 - 11:00	Kaffeepause & Networking in der Ausstellung
11:00 - 11:30	<b>Das ideale Filter in 6 Schritten</b> Herbert Blum, SCHURTER
11:30 - 12:00	<b>Anregungen zu entwicklungsbegleitenden Störaussendungsmessungen</b> Christian Reimer, Rohde & Schwarz
12:00 - 12:30	<b>Überspannungsschutz in elektronischen Geräten</b> Ussama Margieh, AVX
12:30 - 13:30	Mittagspause & Networking in der Ausstellung
13:30 - 14:00	<b>EMV-Vorschriften und -Gesetze – ein Querschnitt gesetzlicher und normativer Anforderungen aus Sicht eines Netzteilerherstellers</b> Frank Cubasch, Magic Power
14:00 - 14:30	<b>EMV- und Funkmessungen im Mikro- und Millimeterwellenbereich</b> Markus Korny, Keysight Technologies
14:30 - 15:00	<b>Ableitströme in drehzahlveränderlichen Antrieben – Ursachen und Gegenmaßnahmen</b> Christian Paulwitz, TDK Electronics
15:00 - 15:30	Kaffeepause & Networking in der Ausstellung
15:30 - 16:00	<b>Hochfrequenz-Absorptionsstrategien ab 1 GHz Störfrequenz</b> Michael Freitag, Kemet Electronics
16:00 - 16:30	<b>Smarte Filter – Mehrwert für neue Materialien und Einsatzgebiete</b> Holger Urban, SCHAFFNER Holding
16:30 - 17:00	<b>Mein Buck-DCDC-Design ist bei der EMV-Messung durchgefallen! Wo und wie kann ich jetzt ansetzen?</b> Andreas Nadler, Würth Elektronik eiSos

Silber Sponsoren



**ROHDE & SCHWARZ**  
Make ideas real



Eine Veranstaltung von

**DESIGN & ELEKTRONIK**  
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

**Markt & Technik**  
FÜR VERBUNDENE WIRTSCHAFTEN UND FÜR ELEKTRONIK

co-located  
**Passive Bauelemente**

[www.emv-anwenderforum.de](http://www.emv-anwenderforum.de)

Ich bin nicht dafür, dass der Staat eine Firma gründet, sondern Anreize setzt, die Entwicklung bei uns aufbauen zu können. Selbst Infineon ist ja nur in gewissen Bereichen in dieser Fertigungstiefe drin. Wir müssen eine Struktur auf deutscher und europäischer Ebene schaffen, Airbus lässt grüßen.

### Eine Leading-Edge-Chipfabrik kostet mindestens 8 Mrd. Euro. Halten Sie das für realistisch?

Auf europäischer Ebene ist das machbar, wenn man es haben will. Ich kann so viel über Datenbanken sprechen wie ich will, wenn ich die Fertigungstiefe nicht habe, muss ich das zukaufen und weiß nicht, wo ein Einfallstor ist. Außerdem hinke ich immer hinterher, was den Stand der Technik angeht. Ich brauche Leute, die da in der Entwicklung vorneweg laufen.

### Bei Airbus damals hatten Sie wenigstens die Experten. Wo sind die denn in der Hardware-Entwicklung?

Ja, in der Luftfahrt hatten wir damals die ganzen Firmen schon hier und mussten sie quasi nur zusammenführen. Jetzt brauchen wir noch einen Schritt mehr, nämlich die Expertise vor Ort hinzubekommen. Dass ist für mich eine Kernaufgabe und da sollten auf europäischer Ebene die KI-Kompetenzen zusammengeführt werden.

### Halten Sie das für realistisch?

Peter Altmaier ist ja kein politisches Leichtgewicht. Er hatte von dem KI-Airbus gesprochen, er ist gut vernetzt und es sind einige dabei, die dahinterstehen beim Thema Fertigungstiefe. Dass wir da etwas Gutes erreichen werden, halte ich für möglich.

### Bei der Grundrenten-Diskussion wurde ein Investitionsfond von 10 Mrd. Euro genannt....

Ja, da wurden wir in der Fraktion gefragt, was wir da mit hineinnehmen wollen, und da kann man natürlich auch mal so ein Thema berücksichtigen und auf europäischer Ebene unseren Anteil mit hineinrechnen.

### Wie beurteilen Sie die Lobbyarbeit einschlägiger Verbände wie ZVEI, VDE und Bitkom im Vergleich zu anderen schlagkräftigen Verbänden wie denen der Pharma- oder Zigarettenindustrie? Sehen Sie da Verbesserungsbedarf?



„Es ist entscheidend, selbst zu programmieren  
– schon in der Grundschule“



Diese Verbände agieren sehr verschachtelt und vielschichtig. In der Pharmaindustrie hingegen gibt es eine gebündelte Interessensvertretung. Die von Ihnen genannten Verbände sind sehr gut in der fachlichen Diskussion, aber haben nicht die Schlagkraft wie andere. Durch die Vielzahl an kleinen Unternehmen verzetteln sie sich oft. Vielleicht fehlt auch der prägnante Fürsprecher. Nehmen Sie den VDA, der sich Persönlichkeiten sucht, die schon im politischen Umfeld bekannt sind und die Dinge nicht nur fachlich gut, sondern auch polarisierend darstellen können. So eine Kräftebündelung würde ich mir wünschen.

### **Braucht man auch etwas mehr Geld in der Hinterhand? Daran mangelt es zumindest in der Pharma- und Zigarettenindustrie wahrlich nicht...**

(lacht) Generell schadet es nicht, sich vor einem parlamentarischen Abend auf eine klare Message zu einigen und ein bekanntes Zugpferd zu positionieren. Wenn zum Beispiel ein Friedrich Merz zum Thema Digitalisierung und Fertigungstiefe in Europa an Bord wäre, würden auch die Massenmedien berichten. Um in den von Ihnen eingangs genannten Talkshows zum Zug zu kommen, müssen Sie keine fachlichen Erklärungen vortragen, sondern einfach mal polarisieren und auch mal verbal Prügel einstecken.

### **Herr Steier, das war doch ein schönes Schlusswort, ganz herzlichen Dank für Ihre Zeit!**

#### Referenzen:

- [1] Warum viele Abgeordnete nicht in den Bundestag gehören: <https://www.welt.de/wirtschaft/article168957073/Warum-viele-Abgeordnete-nicht-in-den-Bundestag-gehoren.html>
- [2] Schülerunion Deutschlands: [https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%BCler\\_Union\\_Deutschlands](https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%BCler_Union_Deutschlands)
- [3] Robert Habeck: [https://de.wikipedia.org/wiki/Robert\\_Habeck](https://de.wikipedia.org/wiki/Robert_Habeck)
- [4] Digitalpakt Schule: <https://de.wikipedia.org/wiki/Digitalpakt>
- [5] KI-Strategiepapier der CDU/CSU-Bundestagsfraktion: <https://uploads.strikinglycdn.com/files/66137277-3e7b-4aa0-9931-c6aabc58906/190904%20K%C3%BCnstl%20Intelligenz%20CDUCSU%20FV%20Beschluss.pdf>
- [6] Pressemeldung des VDE zu KI: <https://www.vde.com/resource/blob/1915320/6d29f74b81b4858597c5fe47499d3a2c/>

grafik--die-wichtigsten-zahlen-data.jpg

[7] Wikipedia-Eintrag über Prof. Sami Haddadin: [https://de.wikipedia.org/wiki/Sami\\_Haddadin](https://de.wikipedia.org/wiki/Sami_Haddadin)

[8] Homepage des deutschen Forschungszentrum für künstliche Intelligenz (DFKI): <https://www.dfki.de/web/>

[9] IDG-Studie zur KI: <https://ki-marketing.com/idg-studie-kuenstliche-intelligenz/>

[10] Einsatz von KI in taiwanischen Krankenhäusern: <https://www.medical-design.news/news/technologischer-fortschritt-muss-auch-zum-einsatz-kommen.167253.html>

[11] Energieeffiziente KI-Algorithmen benötigt: <https://www.technologyreview.com/s/613630/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes/>

[12] Das Gaia-X-Projekt: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x.html>

[13] Interview mit Dr. Gunther Kegel, Präsident des VDE: Elektronik 2020, Ausgabe 6, S. 38 ff.

# UAI 1206



## Chip-Sicherung für höchste Beanspruchungen

- AEC-Q200 qualifiziert
- Puls- und temperaturfest
- Mechanischer Schock mit 1500 g geprüft



CORONA-PANDEMIE

## KRISE IM EINKAUF SPITZT SICH ZU



Bild: Red monkey | Shutterstock

Die dritte Umfrage des Bundesverbands Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik (BME) zur aktuellen Krise zeigt deutlich: Die Synchronisation der Wertschöpfungs- und Lieferketten ist problematisch – Insolvenzen werden immer wahrscheinlicher.

Die Corona-Krise setzt Einkauf, Logistik und Supply Chain Management zunehmend unter Druck. Das zeigt eine aktuelle Umfrage, die der Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik (BME) bereits zum dritten Mal innerhalb weniger Wochen unter seinen Mitgliedsunternehmen durchgeführt hat.

### NUR ZWEI PROZENT DER UNTERNEHMEN NICHT BETROFFEN

„Zur Aufrechterhaltung der industriellen Produktion wenden viele Unternehmen unterschiedliche Shutdown-Strategien und -maßnahmen an“, betont Olaf Holzgrefe, Leiter International des BME. Das mache insbesondere die Arbeit des Einkaufs nicht leichter. Denn es falle ihm „zusehends schwer, Wertschöpfungs- und Lieferketten aufeinander abzustimmen.“ Bisher seien den vom BME befragten Einkaufsmanagern zwar noch keine Insolvenzen auf Lieferantenseite bekannt. Allerdings glauben viele von ihnen, dass sich diese Situation schon bald ändern könnte. Je länger die Corona-Krise anhalte, desto wahrscheinlicher werde dieses Szenario. Aktuell seien nur noch 2 % der befragten Unternehmen im Einkauf von der Krise nicht betroffen, 45 % spürten leichte negative Auswirkungen und über 50 % der Unternehmen starke bis kritische Beeinträchtigungen ihrer Geschäftsaktivitäten.

Kennzeichen der Covid-19-Pandemie ist die wachsende Unsicherheit in den Chefetagen. „Die meisten Betriebe berichten weiter von kurzfristigen Planungshorizonten von maximal vier bis sechs Wochen. Die Fahrt auf Sicht durch die Krise hält also an“, sagt Holzgrefe.

### LIQUIDITÄT VON BETRIEBEN UND LIEFERANTEN LEIDET

Seit Anfang April begleitet der größte Einkäuferverband Europas seine Mitglieder durch die Corona-Krise. Die ersten beiden Umfragen ergaben, dass die von den Einkäufern, Logistikern und Supply Chain Managern getroffenen Maßnahmen mittlerweile Wirkung zeigen. „Daran wird sichtbar, dass die strategische Ausrichtung des Einkaufs vor allem in Krisenzeiten enorm wichtig ist“, meint Judith Richard, Referentin der BME-Fachgruppe Lieferantenmanagement. Doch je länger die Krise dauere, desto größer würden die Herausforderungen und der damit verbundene Druck auf die Unternehmen.

Die aktuelle BME-Umfrage kam außerdem zu dem Ergebnis, dass die Liquidität der Betriebe – vor allem aber der Lieferanten – gegenwärtig stark leidet. Um Abhilfe zu schaffen, greifen die Umfrage-Teilnehmer nach eigener Aussage zu unterschiedlichen Maßnahmen. So versuchen sie beispielsweise,

ihre indirekten Kosten zu senken. Gleichzeitig werden von ihnen Second-Source-Optionen gewählt oder Backup-Lieferanten aktiviert. Hier zeigen sich jedoch Unterschiede: Während ein Teil der vom BME befragten Firmen Bestandsabbau von Lagermaterialien betreibt, berichten andere, dass sie ihre Lagerbestände wieder aufstocken.

## UNTERNEHMEN SIND NICHT AUF EINE DERARTIGE KRISE VORBEREITET

Die aktuelle Situation zeigt ferner, dass die Tendenz zur Rückdrängung von Lieferungen steigt, je länger die Corona-Krise dauert. 18 % der Befragten gaben an, dass aufgrund verschobener Kundenaufträge bestellte Materialien nicht mehr abgerufen wurden. Bei der vorhergehenden Umfrage waren es noch 7 %. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass die Stornierungsrate von 7 % auf 18 % gestiegen ist. Der BME empfiehlt den Einkäufern in diesem Zusammenhang sich mit ihren Lieferanten regelmäßig auszutauschen – auch wenn dies während der Corona-Pandemie durch die dezentralen Arbeitsmethoden nicht einfach ist.

„Nur 22 % der befragten Unternehmen haben ein Pandemie-Szenario in ihren Risikomanagement-Aktivitäten berücksichtigt und lediglich die Hälfte davon Maßnahmepläne entwickelt“, erläutert Carsten Knauer, Leiter Sektion Logistik beim BME. Das heiße, 89 % der Unternehmen seien nicht auf eine derartige Krise vorbereitet gewesen. Deshalb sei es notwendiger denn je, den Fokus auf das Supply Chain Risk Management zu richten.

„In Zukunft wird ein digitales Risikomanagement immer wichtiger werden, um einen transparenten Überblick über die gesamte Lieferkette erhalten zu können. Das haben ihre Gespräche mit Einkäufern, Logistikern und Supply Chain Managern bestätigt“, ergänzt Judith Richard.

Auf einer Online-Fachgruppensitzung haben der BME und die teilnehmenden Einkäufer beschlossen, eine vierte Umfrage zu den Auswirkungen der Corona-Krise auf ihre Geschäftsaktivitäten zu starten. Die Ergebnisse werden auf einer digitalen Fachkonferenz Anfang Juni präsentiert.

Zuletzt noch ein Hinweis: Einkäufer, die an der vierten Umfrage des BME teilnehmen möchten, können sich unter der E-Mail-Adresse [bme-international@bme.de](mailto:bme-international@bme.de) dafür anmelden. SD

SAVE THE DATE: 8. GMM-FACHTAGUNG

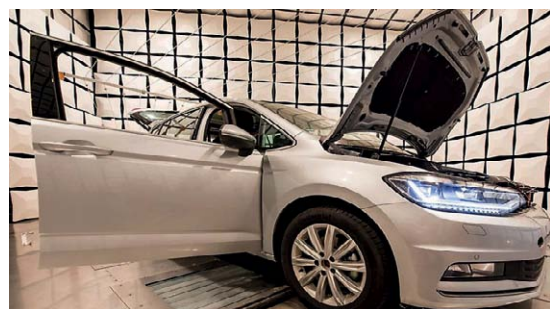
# ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT IN DER KFZ-TECHNIK

Die Mobilität ist im Wandel. Neue Geschäftsmodelle fokussieren sich auf das Benutzen des Fahrzeugs anstatt auf das Besitzen. So wandelt sich sogar das Kraftfahrzeug selbst: Vom Verbrennungsmotor hin zum elektrischen Antrieb.

Durch diesen Wandel wachsen die Herausforderungen im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Nicht nur das Elektroauto selbst muss hohe Anforderungen erfüllen: Auch das Laden muss funktionsstabil sein.

„Daher ergeben sich für die EMV-Gemeinschaft der Automobilindustrie große Herausforderungen bei der Auslegung und Validierung der Elektroniksysteme bezüglich Störmunität und -emission. All diese Innovationen bedingen intelligente, EMV-gerechte Entwicklungslösungen und Validierungsmethoden, damit ein sicherer Betrieb der Fahrzeuge auch in Zukunft gewährleistet ist“, erklärt Chairman Matthias Richter.

Eine breit gefächerte Diskussionsplattform bietet zu diesem Thema die 8. GMM-Fachtagung „EMV und Kraftfahrzeuge“. Hochkarätige Experten berichten über Herausforderungen und Lösungen zur Sicherstellung der EMV in modernen Fahrzeugen. Darüber hinaus geben sie Impulse zum Informationsaustausch. Neben Ingenieuren der Automobilindustrie werden auch Experten aus der Energiewirtschaft, von Hochschulen und Testhäusern zur Diskussion beitragen. Die Veranstaltung findet vom 18. bis 19. Mai 2021 in Schwieberdingen statt, also: Save the Date! Traditionell wird die Tagung durch eine Ausstellung begleitet. Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die Webseite [www.emv-kfz.de](http://www.emv-kfz.de).



## DIE FACHTAGUNG AUF EINEN BLICK:

- Termin: 18.05.2021 bis 19.05.2021
- Veranstaltungs-Sprache: Deutsch
- Veranstaltungsort: Bosch,  
Robert-Bosch-Straße 2, 71701 Schwieberdingen
- Veranstalter: VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik
- In Zusammenarbeit mit: Bosch



AR/VR-BRILLEN IM TEST:

## GEWICHTSVERTEILUNG KÖNNTE BESSER SEIN

Das deutsche Kompetenzzentrum für virtuelle Realität VDC hat 18 AR/VR-Brillen auf Gewicht und auf Belastung der Nackenmuskulatur untersucht. Ergebnis: Es kommt nicht auf das Gesamtgewicht an, sondern auf die Konstruktion. Von Markus Haller

Untersucht wurden 18 marktübliche Modelle von elf verschiedenen Herstellern in einer Preisspanne von etwa 400 Euro bis 2.000 Euro. Die Hersteller Pico (vier Modelle) und Oculus (drei Modelle) sind in der Auswahl am häufigsten vertreten, gefolgt von HTC und HP mit jeweils zwei Modellen.

Gemessen wurden unter anderem das Gesamtgewicht und das Drehmoment, das auf die Nackenmuskulatur des Trägers ausgeübt wird. Diese beiden Parameter sind für den Tragekomfort bei langer Tragedauer verantwortlich und werden als relevant für die Einführung der AR/VR-Technik im beruflichen Umfeld angesehen.

### GEWICHT

Bestimmt wurde das Nettogewicht ohne Verkabelung. Das leichteste Modell mit 450 g ist das Erazor von Medion und damit rund 64 % leichter als das schwerste Modell, die VR-2 Pro von Varjo mit 1262 g. Das typische Gewicht liegt zwischen 500 g und 700 g. Das VDC hat die Messungen den Herstellerangaben gegenübergestellt und in allen Fällen weichen die Messergebnisse nach oben ab. Teils sind es eher geringe Abweichungen von 30 g bis 50 g (Oculus und HP), teils sind es mit rund 300 g (Pico) oder 400 g (Varjo) stark spürbare Unterschiede.

Das VDC hat zur Messung einen Aufbau mit vier Waagen verwendet, auf denen ein Kreuz aufliegt. In der Mitte des Kreuzes wurde ein Styroporkopf platziert, der den menschlichen VR-Brillenträger simuliert. Das Kreuz stellt vier Lastarme bereit, damit auch das Drehmoment bestimmt werden kann. In **Tabelle 1** ist ein Auszug aus dem Messprotokoll des VDC dargestellt. Zusätzlich zu den Messdaten wird die Differenz zwischen gemessenem Gewicht und Herstellerangabe in Gramm und als Prozentangabe des vom Hersteller angegebenen Gewichts aufgelistet.

### DREHMOMENT

Gemessen wurde das Drehmoment, das auf die Nackenmuskulatur des Trägers ausgeübt wird. Je höher der Wert ist, desto anstrengender ist das Tragen. Das Drehmoment hängt vom Gesamtgewicht und von der Gewichtsverteilung innerhalb der VR/AR-Brille ab. Ein hohes Gewicht kann durch ein gutes Gerätedesign so verteilt werden, dass nur ein moderates Drehmoment ausgeübt wird.

Gut gelungen ist das bei den beiden Modellen Varjo und Vive Pro Eyes: Das Varjo ist mit 1262 g der mit Abstand schwerste Vertreter, liegt mit 0,47 Nm beim Drehmoment aber „nur“ im

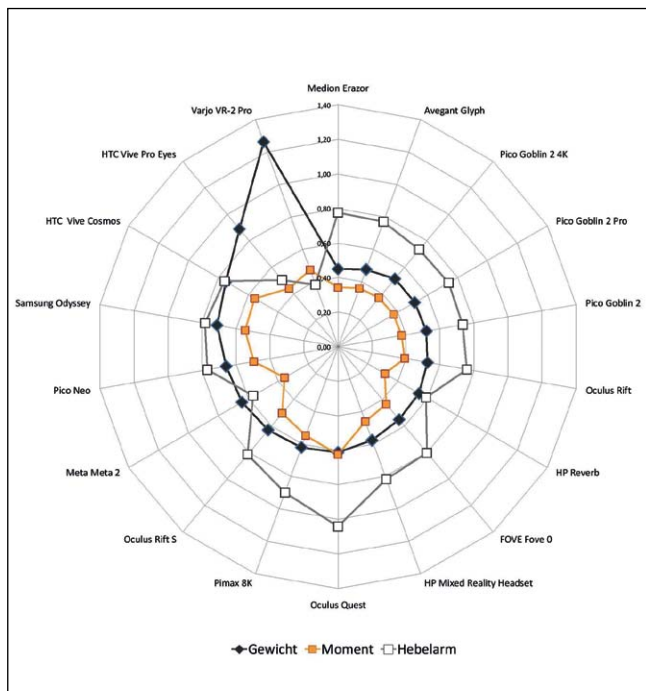


Bild 1. Netzdiagramm von Gewicht, Hebelarm und erzeugtem Drehmoment für die verschiedenen AR/VR-Modelle. Der kurze Hebelarm beim Modell Varjo VR-2 Pro führt trotz hohem Gewicht zu einem annehmbaren Drehmoment. Beim Modell Oculus Quest tritt ein gegenteiliger Effekt auf. (Bild: VDC)

oberen Mittelfeld (Platz 7). Ähnlich ist es mit dem Modell Vive Pro Eyes. Es wiegt 889 g (Platz 2) und erzeugt 0,44 Nm (Platz 9). Der Grund liegt im kurzen Hebelarm. Umgekehrt führt ein unvorteilhaftes Gerätedesign dazu, dass trotz geringem Gewicht ein unerwünscht hohes Drehmoment erzeugt wird. Das ist beim Modell Oculus Quest der Fall. **Bild 1** zeigt die 3 Parameter Gewicht, Hebelarm und Drehmoment für alle 18 Modelle.

**BEWERTUNG**

Die Autoren der Untersuchung bewerten ein Gewicht von jenseits der 1 kg unabhängig vom Gerätedesign als zu schwer für einen langfristigen Einsatz, wie er für professionelle Anwendungen nötig ist. Hinzugerechnet werden muss noch die Kabelage.

Hersteller	Typ	Gewicht [g]	Gewicht [g] (Hrst.-Angabe)	Differenz [g / %]	Drehmoment [Nm]
Avegant	Glyph	476	k.A.		0,36
FOVE	Fove 0	552	520	32 / 6,1	0,43
HP	Mixed Reality Headset	577	524	53 / 10,1	0,46
HP	Reverb	542	498	44 / 8,8	0,31
HTC	Vive Pro Eyes	889	k.A.		0,44
HTC	Vive Cosmos	750	651	99 / 15,2	0,56
Medion	Erazor	450	350	100 / 28,6	0,34
Meta	Meta 2	643	500	143 / 28,6	0,36
Oculus	Rift	527	490	37 / 7,6	0,39
Oculus	Rift S	630	600	30 / 5,0	0,50
Oculus	Quest	612	570	42 / 7,4	0,63
Pico	Goblin 2	520	268	252 / 94,0	0,37
Pico	Goblin 2 Pro	513	268	245 / 91,4	0,37
Pico	Goblin 2 4K	513	276	237 / 85,9	0,37
Pico	Neo	658	362	296 / 81,8	0,50
Pimax	8K	621	499	122 / 24,5	0,55
Samsung	Odyssey	712	644	68 / 10,6	0,55
Varjo	VR-2 Pro	1262	855	407 / 47,6	0,47

Tabelle 1. Auszug aus dem Messprotokoll des VDC. Die Spalte „Differenz“ wurde von der Redaktion erstellt und gibt die Differenz zwischen dem vom VDC gemessenen Gewicht und dem vom Hersteller angegebenen Gewicht in Gramm und in Prozent an.

Zwar können nach Ansicht der Autoren Trainingseffekte (Muskelstärkung) während des Gebrauchs eintreten, das sei aber nicht sicher – und stellt sicherlich eine unnötige Hürde für die Akzeptanz der Technik dar.

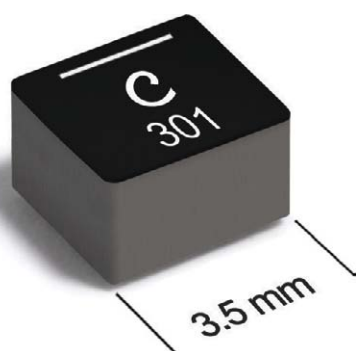
Für eine benutzerfreundlichere Anwendung geben die Autoren drei Design-Empfehlungen:

→ Das Gewicht ist mit den aktuellen Entwürfen meist im Bereich hinter dem Display konzentriert und könne gleichmäßiger am Kopfbereich verteilt werden. Die konstruktiven Freiheiten dazu seien vorhanden.

→ Bei Autarken Systemen sollten die Akkumulatoren kopfnah, im Idealfall als Gegengewicht im Bereich des Hinterkopfs, positioniert werden.



# Serie XGL3530 Leistungsinduktivitäten mit sehr geringen Verlusten



- Derzeit niedrigster DC-Widerstand auf dem Markt – bis zu 45% niedriger als andere
- Nennstromstärken bis 16,5 Ampere mit weicher Sättigung
- Für Hochfrequenz-DC-DC-Wandler bis über 5MHz
- Fünfzehn Induktivitätswerte von 0,10 bis 6.8 µH

e-mail: sales@coilcraft-europe.com **Gratis Muster!**

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



→ Gewicht ließe sich außerdem durch Auslagerung von Funktionen einsparen. Als Beispiel schlagen die Autoren die externe Generierung und Versorgung mit einem Videosignal vor. Als limitierenden Faktor sehen sie die hohen Echtzeitanforderungen von AR/VR-Systemen.

### APPLIKATIONSZENTRUM V/AR

Die Untersuchung ist als elfseitige Publikation frei verfügbar. Sie entstand als Teil des Projekts Applikationszentrum V/AR, das zum Virtual Dimension Center (VDC) in Baden Württemberg gehört. Das VDC ist ein Netzwerk aus Technologiedienstleis-

tern, Forschungsinstitutionen und Wirtschaftsunternehmen, die Hard- und Software für VR/AR-Technik anbieten oder nutzen. Zu den Mitgliedern gehören das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Daimler, Festo, Trumpf, mehrere Fraunhofer-Institute, Hochschulen und Universitäten.

#### Literatur

[1] Head Mounted Displays: Schwerpunktpositionen und Drehmomente. Virtual Dimension Center Fellbach, April 2020.

[https://www.vdc-fellbach.de/fileadmin/user\\_upload/Applikationszentrum\\_VAR\\_-\\_Werkstattbericht\\_01\\_-\\_HMDs-Gewichtsverteilung\\_v06.pdf](https://www.vdc-fellbach.de/fileadmin/user_upload/Applikationszentrum_VAR_-_Werkstattbericht_01_-_HMDs-Gewichtsverteilung_v06.pdf).

### SINGLE PAIR ETHERNET

## ZWÖLF PARTNER GRÜNDEN SPE SYSTEM ALLIANCE



Zwölf Hersteller von Kabeln, Steckverbindern und Sensorik haben sich zur SPE System Alliance zusammengeschlossen, um die Verbreitung von Single Pair Ethernet voranzutreiben. Das Bündnis steht auch weiteren potenziellen Partnern offen. Von Gerhard Stelzer



SPE ermöglicht eine durchgängige Verbindung vom Sensor bis zur Cloud – und das in praktisch jeder Anwendung: Ob in der Industrie, in der Logistik, in der Gebäudetechnik. (Bild: SPE System Alliance)



world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

EMBEDDED TECHNOLOGY  
SMART AND SECURE

**ENTWICKLUNGS-  
UND MAKER-BOARDS  
ZUM KLEINEN PREIS**

MCU, MPU und SOC  
Safety & Security  
Maschinelles  
Lernen und KI

# 2020 BRINGEN WIR DIE ZUKUNFT

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

SYSTEMDESIGN &  
SOFTWARE ENGINEERING

**RTOS &  
EMBEDDED  
SOFTWARE**

Steuerungs-  
und Regelsysteme    Bildverarbeitung und  
maschinelles Sehen    Entwicklungs-  
umgebungen

**THEMENUMFASSENDE  
INFORMATIONSQLLE**  
Der Inhalt der neuen  
Technologie- und  
Businesshefte orientiert  
sich nachvollziehbar  
entlang der Wert-  
schöpfungskette des  
Elektronikmarktes.  
Keine isolierten  
Themenblöcke mehr,  
stattdessen werden  
kontextgebundene  
Lösungen abgebildet.

**REVOLUTIONÄRES  
DESIGN**  
Das neue Look-and-  
Feel der Elektronik 2.0  
transportiert in einer  
ansprechenden Weise  
hochkarätige Infor-  
mationen für den  
Entwickler. Auch  
technischer Content  
darf Spaß machen!

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

DISTRIBUTION –  
PARTNERING  
IN INNOVATION

**SMARTE  
ANWENDUNGEN  
IM IOT**

Analog-Mixed-Signal-  
Komponenten    Passive Bauelemente,  
Elektromechanik    Obsoleszenz-  
management

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

ANALOG & POWER

Power-Management –  
Kraftkurve für Batterien  
und Akkus  
Analog/Mixed-Signal-  
Schaltungen flexibel  
gestalten  
Passive Bauelemente  
und S-Mechanik in der  
Leistungselektronik

**LEISTUNGSELEKTRONIK  
AUF DIE SPITZE GETRIEBEN**

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

INTERNATIONAL

**CLOUD COMPUTING APPLIED  
TO SMART IOT APPLICATIONS**

Safety & Security  
by design  
Power supply for  
mobile applications  
Sensors in  
analog/mixed signal systems

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

DIGITALISIERUNG

**MIT MIKROELEKTRONIK ZU  
NEUEN GESCHÄFTSMODELLEN**

KI, ML und VB für  
die Industrie 4.0    Rapid Prototyping  
auf neuen Wegen    Big Data  
sicher beherrschen

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

INDUSTRIAL &  
EMBEDDED VISION

**KOPFSACHE:  
INTERNET  
OF THINGS**

Embedded Hard-  
und Software    Neuronale  
Netzwerke und KI    Cloud Services/  
Cloud Computing

**MARKTANALOGES  
WERBEUMFELD**  
Wording und inhaltlicher  
Aufbau der neuen  
Elektronik orientieren  
sich am Markenauftritt  
der professionellen  
Elektronikindustrie. Das  
perfekt abgestimmte  
Werbeumfeld für  
Distributoren und  
Hersteller!

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

TRENDS & EXPERTEN

**2020**  
DAS BEWEGT  
DIE ENTWICKLER-SZENE  
IM NEUEN JAHR!

world of solutions Digitale GMM

# Elektronik

THE ENTIRE WORLD  
OF ELECTRONICS

Leistungs-  
elektronik  
Analog- und  
Mixed-Signal  
Wärme- und  
Kühlmanagement

**SPECIAL ZU DEN  
MESSE-HIGHLIGHTS**

Offizieller Medienpartner  
electronica 2020

**DIE NEUE  
Elektronik**  
Ab 2020 auf allen  
relevanten Kommuni-  
kationskanälen:  
**PRINT  
ONLINE  
EVENTS  
SOCIAL MEDIA**

# Elektronik 2.0

world of solutions

**AB SOFORT BUCHEN!**  
Sonja Winkler  
swinkler@weka-fachmedien.de  
+49 (89) 255 56-1383



Die Technologiepartnerschaft der Unternehmen Phoenix Contact, Weidmüller, Reichle & De-Massari (R&M), Fluke Networks sowie Telegärtner für das Single Pair Ethernet (SPE) hat sich zur SPE System Alliance entwickelt. In dieser Gruppe haben sich Hersteller aus verschiedenen Branchen und Anwendungsbereichen zusammengeschlossen, um ihr SPE-Knowhow zu bündeln und zielorientiert auszutauschen. Die Partner der System Alliance verfolgen das Ziel, SPE für das Industrial Internet of Things (IIoT) weiter voranzutreiben. Der System Alliance sind jetzt auch Dätwyler, Kyland, Microchip Technology, Rosenberger, Sick, O-Ring, Draka Prysmian Group und University4Industry beigetreten.

### SYNERGIEN IN DER SPE SYSTEM ALLIANCE

Das Netzwerk dient der Zusammenarbeit im Hinblick auf technische Herausforderungen bei der Umsetzung von SPE in IIoT-Anwendungen. Die Unternehmen haben das Ziel, den eigenen Knowhow-Aufbau für die SPE-Technologie zu beschleunigen und darüber eine schnellere und zuverlässigere Implementierung in Produkte zu ermöglichen.

Durch die Ausgestaltung als branchen- und applikationsübergreifende Austauschplattform kommen Unternehmen aus allen zukünftigen SPE-Ökosystemen zusammen. Der Blick ist dabei nicht auf Einzelaspekte wie die Anschlusstechnik fokussiert. Es geht um Fragestellungen und Herausforderungen, die im Zusammenhang mit SPE bei vielen Marktteilnehmern nach wie vor bestehen. Regelaustauschformate und gemeinsame Projektaktivitäten bieten Raum für enge Kooperationen.

Die Mitglieder arbeiten bereits in ersten Untergruppen zusammen, unter anderem in den Bereichen der Anschlusstechnik, Normung, Beschreibung von SPE-Anwendungsfällen oder auch bei Kabellösungen. Durch die breite Aufstellung der SPE System Alliance wird eine Vielzahl von Anwendungsfällen und Applikationsfeldern bereits abgedeckt.

### SPE IN AUTOMOTIVE

In den heutigen Fahrzeuggenerationen halten Ethernet-Systeme zunehmend Einzug. Durch die Vernetzung von Steuergeräten und Sensoren lassen sich weitere Funktionen in den Bereichen Fahrerassistenzsysteme wie LiDAR, hochauflösende Displays, autonomes Fahren, 4K-Kameras und Infotainment realisieren.

Die Entwicklung des automobilen Ethernets hat zu zwei IEEE-Standards geführt: 100BASE-T1 (100 Mbit/s basierend auf BroadR-Reach-Technik) sowie 1000BASE-T1 (1 Gbit/s). Aus den Anforderungen an den Gesamtkanal wurden Grenzwerte für die Steckverbinder und Kabel sowie damit einhergehende Messverfahren definiert.

Das Partnerunternehmen Rosenberger beteiligte sich federführend an der Standardisierung in beiden Gremien in den Bereichen Automotive-Steckverbinder-Design, Signalintegrität und EMV.

### SPE FÜR DIE GEBÄUDE-AUTOMATISIERUNG

Smarte Gebäude und Fabriken lassen sich durch das Internet of Things (IoT) einfacher und günstiger realisieren. Mit dem IP-Protokoll werden LED-Lampen, Schalter, Sensoren, Thermostate, Maschinensteuerungen oder Motoren für Jalousien über das lokale Datennetz und die Cloud mit dem Gebäudemanagementsystem verbunden. Anwendungsspezifische Feldbus-Systeme entfallen und damit auch Gateways, komplexe Schnittstellen und unterschiedliche Protokolle. Mit der strukturierten Deckenverkabelung (Digital Ceiling) lässt sich die intelligente Gebäudeautomation nahtlos per Internet-Protokoll (IP) vereinen.

Das vereinfacht Installation, Wartung und Netzwerkmanagement. Hohe Datenraten werden meist nicht benötigt, dafür eine hohe Anschlussdichte. SPE wird als ideale Ergänzung zur strukturierten Deckenverkabelung angesehen. Die existierende Verkabelung kann einfach mit SPE erweitert werden, um eine höhere Anschlussdichte für Geräte zu erreichen. R&M und Telegärtner bieten Lösungen für die strukturierte Deckenverkabelung an und können aufzeigen, wie sich SPE in eine solche Lösung integrieren lässt.

### SPE IN DER INDUSTRIEVERKABELUNG

SPE bietet die durchgängige IP-Kommunikation von der Feld- bis in die Unternehmensebene und damit vom Sensor bis in die Cloud. Als Alternative zu den heutigen Feldbussen wird die Technologie die industrielle Datenübertragung revolutionieren. Die Grundlage für die barrierefreie Vernetzung verschiedener Komponenten und Geräte bilden normierte Steckgesichter.

Die Unternehmen Phoenix Contact, Weidmüller, R&M, Rosenberger und Telegärtner entwickeln kompakte Geräte- und Kabelsteckverbinder nach den normierten und vollständig kompatiblen Schnittstellen nach IEC 63171-2 (IP20) und 63171-5 (IP67). Das Steckgesicht kann in alle marktgängigen und normierten Steckervarianten (M8/M12) integriert werden und erlaubt durch hohe Packungsdichte und geringen Platzbedarf eine effiziente und zukunftssichere Verkabelung.

### SPE IN DER SENSORIK

Sensoren als intelligente Datenlieferanten werden neben der klassischen Automatisierungstechnik heute immer mehr über Ethernet-Netzwerke in IIoT-Applikationen eingebunden. Durch die mit SPE einhergehende Miniaturisierung der Anschlusstechnik können nun auch kleinere und kompaktere Sensoren an Ethernet-Netzwerke angeschlossen werden.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch die Kombination von SPE mit der Energieeinspeisung über die Datenleitungen. Zusätzliche Steckverbindungen zur Spannungsversorgung

können hierbei entfallen. Der Einsatz von SPE als Standard-schnittstelle ermöglicht es den Geräteherstellern zudem, ein schlankes Geräteportfolio mit weniger Varianten anzubieten. Sensoren in einer Maschine oder Anlage lassen sich einfacher verkabeln und reduzieren beim Anwender den Installationsaufwand.

## SPE-KABEL UND -LEITUNGEN

In den Anwendungsgebieten von SPE werden die Übertragungskanäle aus verschiedenen Kabeln und einer unterschiedlichen Anzahl von Steckverbindungen erstellt. Während die Übertragungskanäle mit den Übertragungsparametern wie Bandbreite, Dämpfung, Rückflussdämpfung und Schirmungsmaß in den Systemnormen festgelegt werden (beispielsweise ISO/IEC Normenreihe 11801), müssen Steckverbinder und Kabel angepasst an den jeweiligen Kanal zugeschnitten werden.

Führend sind hier die Arbeiten im Komitee IEC46C. Kabel mit 20 MHz Bandbreite für die feste Verlegung und Anschlussleitungen passend zu den 10BaseT1-Kanälen sowie Kabel mit 600 MHz Bandbreite für 100BaseT1 und 1000BaseT1 stehen zur Verfügung (Normenreihe IEC 61156-11 und folgende). Ein Vorteil von SPE ist die gleichzeitige Übertragung von Signalen und von Leistung auf der 1-paarigen Leitung,

etwa vom Switch zum Sensor. In der Gebäudeverkabelung als Power over Ethernet (PoE) bekannt wird bei SPE die 1-paarige Leitung als PoDL (Power over Data Line) benannt. Abgestimmt auf die Querschnitte und Kanallängen sind mit PoDL Leistungen bis etwa 15 W übertragbar.

Aus den unterschiedlichen Umgebungsbedingungen in der Industrie und im Gebäude ergeben sich Anforderungen an die mechanische, chemische, thermische, brandtechnische oder auch elektromagnetische Widerstandsfähigkeit. Datwyler und die Draka Prysmian Group sind bei diesen Aspekten die Systempartner, die ihre Erfahrungen einbringen.

## ONLINE-BILDUNG FÜR SPE

Ethernet allgemein, und SPE im Besonderen, spielen eine zentrale Rolle für die Etablierung des Industrial Internet of Things. Häufig wird bei der Einführung einer solchen Technologie jedoch der Weiterbildungsbedarf der Mitarbeiter nicht berücksichtigt. Hierbei hilft University4Industry mit Online-Lerninhalten aus verschiedenen Bereichen des IIoT weiter, beispielsweise zum Thema Ethernet-APL.

Bei der SPE System Alliance handelt es sich um eine offene Plattform für Unternehmen, die die SPE-Technik weiter im Markt voranbringen wollen. Details gibt es auf [www.single-pairethernet.com](http://www.single-pairethernet.com). GS

**TEXAS INSTRUMENTS** | **M** mouser.com

**Mouser hat das umfangreichste Portfolio von TI auf Lager**

**Mehr als 45.000 Produkte von TI**  
**Mehr als 4.000 Dev Tools von TI**

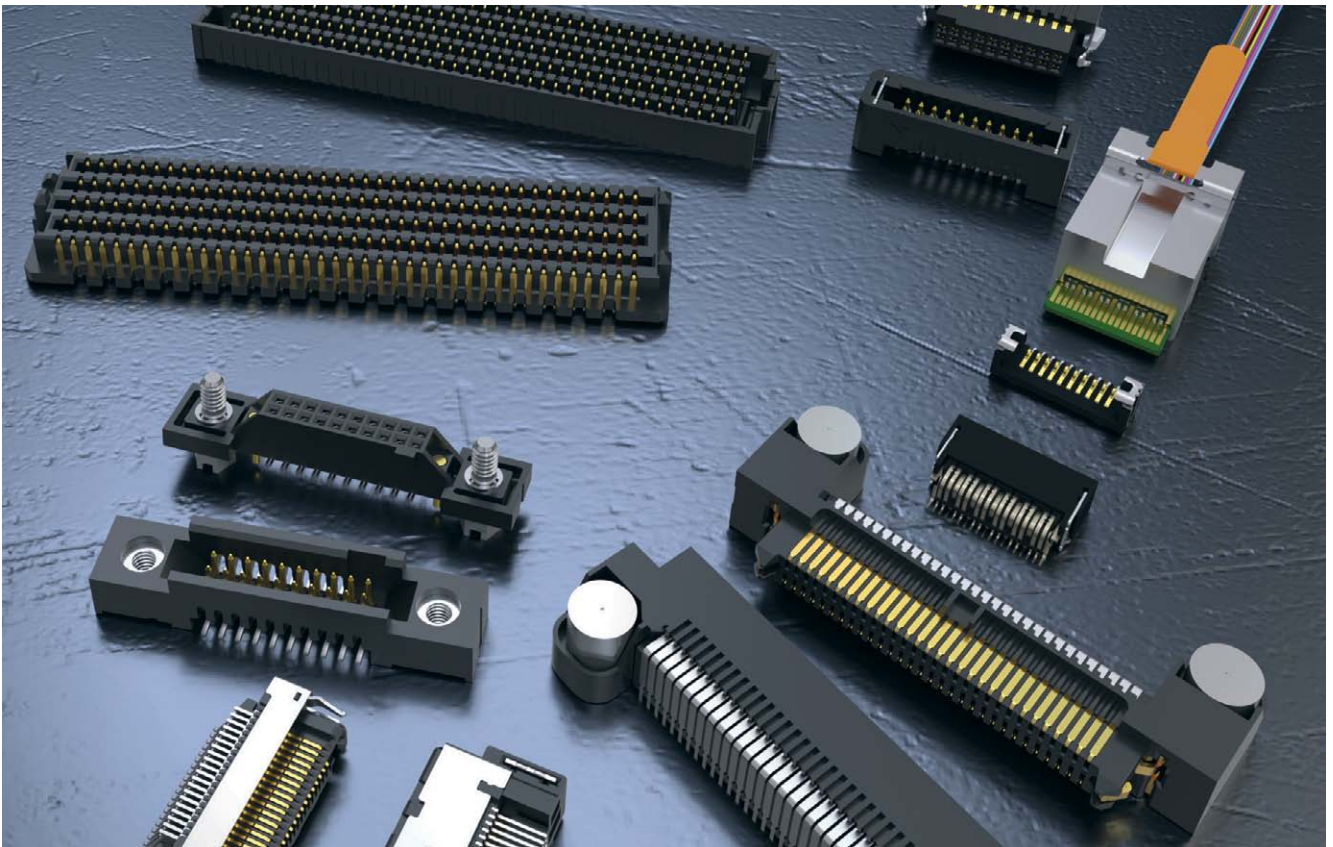
Mouser Electronics - Ihr autorisierter Distributor von TI mit mehr Produkten auf Lager für Ihre nächsten Designs. [mouser.de/ti](http://mouser.de/ti)

**M** **MOUSER ELECTRONICS**



SEVERE ENVIRONMENT TESTING

# HÄRTETEST FÜR STECKVERBINDER



(Alle Bilder: Samtec)

Entwickler fragen sich häufig, ob die gewählte Steckverbindung in ihrer Anwendung auch rauen Umgebungen standhält. Das standardisierte Prüfverfahren „Severe Environment Testing“ soll Vertrauen in die Zuverlässigkeit gewährleisten. Von Brian Niehoff

Elektrische Steckverbindungen sind in einer Vielzahl von Branchen unverzichtbar und werden unter den unterschiedlichsten Bedingungen gelagert und eingesetzt. Darum erfordern viele Elektronik-OEMs strenge Prüfverfahren für die Steckverbindungen, um sicherstellen zu können, dass sie unter den späteren Anwendungsbedingungen auch wie gewünscht funktionieren. Die Prüfstufe Severe Environment

Testing (SET), also das Prüfen unter extremen Umweltbedingungen, wurde entwickelt, um den Ingenieuren das notwendige Vertrauen zu vermitteln, dass sie den Steckverbinder problemlos in ihr Produkt integrieren können.

## WARUM SET?

Systemkonstrukteure und -ingenieure sind mehr als vertraut mit der Verwen-

dung von COTS-Produkten (commodity off the shelf), also Produkten aus der gewerblichen Serienfertigung. Aber oftmals reicht COTS für die extremen und rauen Anwendungen und Umgebungen in der Militär-, Luft- und Raumfahrt-, Automobil-, Verkehrs-, Industrie- und Medizintechnik einfach nicht aus. Für diese Bereiche müssen sich die Komponenten weitergehenden Prüfungen unterziehen, als bei COTS-Produkten

ten üblich. Mit SET möchte Samtec die Lücke zwischen Militär-Standards und COTS schließen. SET gibt den Systementwicklern und -konstrukteuren das extra Quäntchen Sicherheit und Vertrauen, dass das Serienprodukt in ihrer Anwendung funktionieren wird.

## PRÜFEN UNTER EXTREMEN UMWELTBEDINGUNGEN

SET wurde aufbauend auf die VITA-Standards 47.0 bis 47.3 und die Rückmeldungen von Branchenführern zu den Prüfinformationen über COTS-Produkte entwickelt. Eine normale Qualifikationsprüfung umfasst eine Kombination aus Tests, bei denen das Verhalten auf Feuchte, Temperaturwechsel, Durchschlagspannung (DWV) sowie Stoß/Schock und Vibrationen geprüft wird. Dazu kommt noch der Test der „Low Level Contact Resistance“ (LLCR), bei der der Übergangswiderstand des Prüflings vor und nach einem der erwähnten Tests gemessen wird, wobei sich dieser in einer Schaltung ohne weitere Verbraucher – also fast bei Leerlaufspannung – befindet. Die Spannung ist auf 20 mV und der Strom auf 100 mA begrenzt. Standardwerte liegen zwischen 5 und 15 mΩ. Bei einem Vorher-Nachher-Unterschied >15 mΩ gilt die Prüfung als nicht bestanden. Bei SET werden die Anforderungen der Standard-Qualifikationsprüfungen für das Bestehen des Tests hochgesetzt. Dies ist ein Beleg für den Entwickler, dass der Steckverbinder auch in extremen Umgebungen eingesetzt werden kann.

## STECKEN – ZIEHEN – STECKZYKLENZAHL

Es ist sehr wichtig, dass ein Steckverbinderpaar ohne Verschlechterung der Signalqualität gesteckt und gezogen werden kann. Bei „Stecken – Ziehen – Zyklenzahl“ (1 Zyklus = 1x Stecken + 1x Ziehen) wird die Spezifikationsstreuung des Steckverbinderpaares auch unter nicht idealen Bedingungen demonstriert. Die Tests auf Stecken – Ziehen – Zyklenzahl sind zwar üblich in Standard-Qualifikationsprüfungen, aber für SET gelten

verschärfte Bedingungen. Bei der Standardprüfung gelten folgende Kriterien: Relative Feuchte (rF) 90 % bis 98 %, Dauer 10 Tage, Zyklenzahl 100, Temperatur 25 °C bis 64 °C. Bei SET wird im Vergleich die rF auf 100 % und die Zyklenzahl auf 250 erhöht.

Die Low Level Contact Resistance (LLCR) wird als Referenzwert vor dem Beginn der Prüfung gemessen. Anschließend findet dann ein Test der Steckverbinder auf Steck- und Ziehkräfte sowie 250 Steckzyklen statt, und danach wird wiederum der LLCR-Wert ermittelt. Wenn der Übergangswiderstand ein  $\Delta R < 15 \text{ m}\Omega$  und somit keine Veränderung/Degradierung aufweist, geht es weiter zur nächsten Prüfsequenz. Zu den verbleibenden Prüfsequenzen gehören Temperaturwechselprüfung gemäß EIA-364-32, LLCR, Feuchte, LLCR, Steck-/Ziehkräfte.

## TEMPERATURWECHSEL

Ein weiterer kritischer Punkt jeder Prüfung auf Umweltbedingungen ist der Nachweis der Funktionstüchtigkeit bei großer Temperaturwechselbeanspruchung. Beim Temperaturwechseltest wird die Festigkeit des Steckverbinders gegenüber extremen Temperaturveränderungen überprüft. Dieser Test ist

besonders für Systeme wichtig, deren Umgebungsbedingungen sich innerhalb von Minuten ändern können.

Bei dieser Prüfung wird ein Steckverbinderpaar von -55 °C auf 85 °C hundertmal zyklisch und bei einer Verweildauer von jeweils 30 Minuten an den Temperaturendwerten überführt. Bei der SET-Version dieser Prüfung ist der Temperaturbereich auf -65 °C bis 125 °C erweitert und die Temperaturzyklen sind auf 500 erhöht. Im Rahmen dieser Prüfung werden die Teile auf eine Erhöhung des LLCR-Werts geprüft ( $\Delta R < 15 \text{ m}\Omega$ ).

## MECHANISCHER SCHOCK – RAUSCH-VIBRATION – LLCR UND EREIGNISERKENNUNG

Mit den Tests „Mechanischer Schock – Rausch-Vibration – LLCR und Ereigniserkennung“ soll das Verhalten des Steckverbinderpaares geprüft werden, wenn es einer Reihe von mechanischen Schocks und nicht-sinusförmigen Schwingungen bzw. Vibrationen ausgesetzt wird. Beim mechanischen Schock wird normalerweise mit Spitze 100 g für 6 ms, Halbsinus, geprüft. Bei der SET-Version kommen 40 g Spitze für 11 ms, Halbsinus, zum Einsatz. Zu Beginn und zum Abschluss wird die LLCR-Mes-

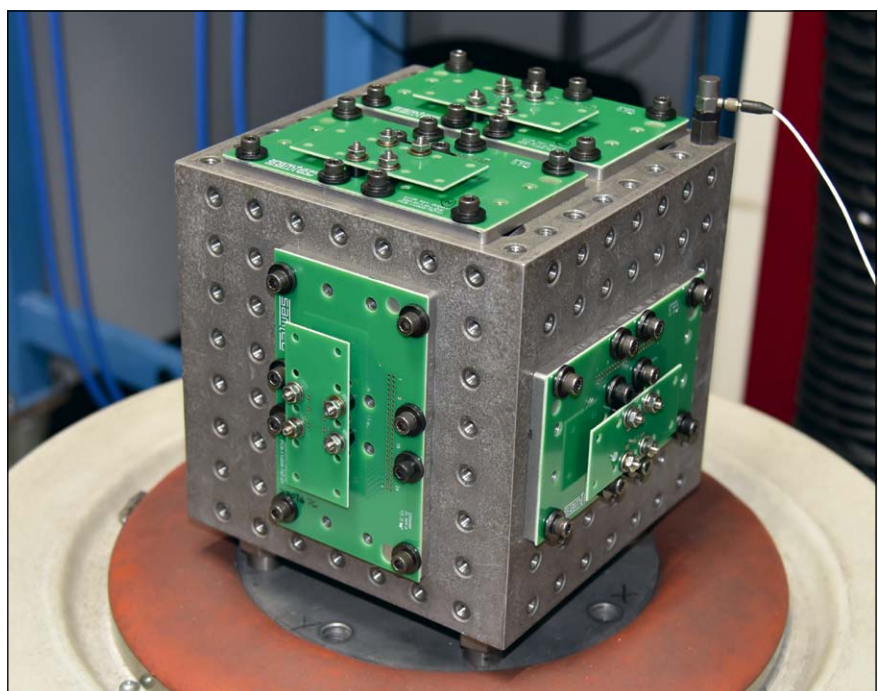


Bild 1. Prüfaufbau für den Mechanischen Schock.





Bild 2. ESD-Test mit einer Prüfspannung von 15 kV.

sung durchgeführt, um Änderungen am Kontakt während dieses anspruchsvollen Tests zu ermitteln. Der Standard-Vibrationstest wird mit  $7,56 g_{EFF}$  für zwei Stunden je Achse durchgeführt, die SET-Version mit  $12 g_{EFF}$  für eine Stunde je Achse bei 5 bis 2000 Hz. Während dieser Prüfung wird das Kontaktpaar mithilfe einer Ereigniserkennung (Event Detection) durchgängig auf Unterbrechungen überwacht (Bild 1).

### ENTLADUNG STATISCHER ELEKTRIZITÄT

Elektrische Steckverbinder werden zwar normalerweise nicht auf elektrostatische Entladung (Electrostatic Discharge, ESD) geprüft, aber bei extremen Umgebungen möchte der Entwickler vielleicht doch wissen, wie sich die Bauteile bei elektrostatischen

Entladungen verhalten. Während des ESD-Tests wird der Steckverbinder im gesteckten und getrennten Zustand geprüft. Durch Sichtprüfung vor und nach dem Test wird festgestellt, ob es zu Schäden gekommen ist. Bei diesem Test ist eine Sichtprüfung für die Beurteilung des Prüfergebnisses ausreichend. Steckverbinder sind passive Bauteile ohne aktive Komponenten und der einzig mögliche Schaden könnte an der Beschichtung auftreten. Diese Prüfung setzt auf DIN EN 61000-4-2 / VITA 47 auf. Die Prüfspannung reicht bis 15 kV, die über eine 150-pF-Kapazität und einen 330-Ω-Widerstand entladen wurde. Die Steckverbinder werden jeweils zehnmal einer Entladung von 5, 10 und 15 kV ausgesetzt und danach einer Sichtprüfung unterzogen (Bild 2).

### SPANNUNGSPRÜFUNG IN HOHEN LUFTSCHICHTEN

Die Spannungsprüfung (Dielectric Withstanding Voltage Test, DWV) ist eine in der Elektronik übliche Prüfung, die allerdings in hohen Luftschichten durch veränderten Luftdruck ein wenig schwieriger wird. Bei einem typischen DWV-Test wird die Prüfspannung für 60 Sekunden an die Steckverbinder angelegt. Die Prüfung ist bestanden, wenn sich keine Lichtbögen bil-

den und die Prüfspannung 75 % der Durchbruchspannung beträgt. Für die High-Altitude-Spannungsprüfung in großer Höhe wird die Messung mit 300 V Wechselspannung in einer Unterdruckkammer durchgeführt, in der eine Höhe von 21.336m (70.000 Fuß) über Meeresspiegel simuliert wird. Solange beim Steckverbinderpaar kein elektrischer Durchschlag erfolgt, gilt der Test als bestanden (Bild 3).

### SET-BERICHTE ÖFFENTLICH

Der Severe Environment Test wurde von Samtec für Systemdesigner und -ingenieure entwickelt, die nach zusätzlichen Qualifizierungsdaten für solche COTS-Produkte suchen, die unter extremen Umweltbedingungen eingesetzt werden sollen. Diese Prüfungen gehen über die Ansprüche der Standard-Qualifikationsprüfungen für COTS-Produkte hinaus und sind Nachweis für die Funktionsfähigkeit eines Steckverbinderpaars in extremen Umgebungen wie Luft- & Raumfahrt, Militär, Automobilindustrie sowie Medizintechnik und in verschiedensten Industrieanwendungen. Samtec veröffentlicht alle Daten zu Severe-Environment-Test-Berichten für verschiedene gefragte Produktreihen auf [www.samtec.com/set](http://www.samtec.com/set). GS



Bild 3. Die Spannungsprüfung (Dielectric Withstanding Voltage Test, DWV) ist eine in der Elektronik übliche Prüfung, die in der DWV-Höhenkammer stattfindet.



### BRIAN NIEHOFF

ist Technical Marketing Engineer bei Samtec. In seinen mehr als 19 Jahren in der Elektronikbranche ist er für viele Aufgabenbereiche zuständig gewesen, zu denen neben Engineering und Qualifikationsprüfung nicht nur das Marketing und die Konformität mit Umweltgesetzen gehören, sondern auch die Tätigkeit als Unternehmer. Brian nutzt sein Wissen, um den Kenntnisstand über Steckverbinder in der Elektronikbranche zu verbessern und den wachsenden Kundenstamm von Samtec weiterzuentwickeln. [set@samtec.com](mailto:set@samtec.com)

DER HEAVYCON-KONFIGURATOR

# SCHWERE STECK- VERBINDER ONLINE KONFIGURIEREN UND BESTELLEN



(Alle Bilder: Phoenix Contact)

Hohe Flexibilität im laufenden Prozess: Nach Abschluss der Konfiguration lässt sich ein CAD-Volumenmodell für die einfache Integration in das jeweilige Projekt erzeugen – gegebenenfalls erforderliche Anpassungen können so frühzeitig erfolgen.

Eine handelsübliche schwere Steckverbindung ist erst dann vollständig, wenn neben den Gehäusebauteilen auch die Kontakte, Kontakteinsätze und Kabelverschraubungen gewählt wurden. Wie aber soll man bei der Vielfalt an Komponenten für unterschiedlichen Aufgaben die richtige Kombination finden? Hierbei hilft ein lösungsorientierter Konfigurator – komplette Steckverbindungen werden damit schnell und einfach erstellt.

Von Dirk Bunzel



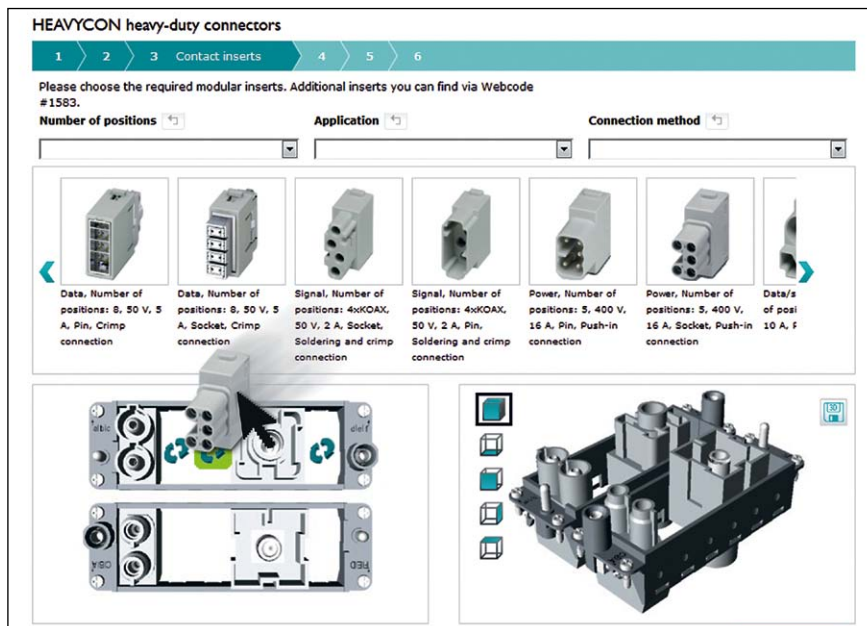


Bild 1. „Drag & Drop“ und übersichtliche Oberfläche: Die Anwender des Heavycon-3D-Konfigurators profitieren von der intuitiven Bedienung des digitalen Werkzeugs.

Schwere Industriesteckverbinder erfüllen vielfältige Aufgaben – von der Hauptstromversorgung an Maschinen und Anlagen über die Anbindung von Schaltschränken inklusive der Datenübertragung bis hin zur gleichzeitigen Kontaktierung hunderter Einzelsignale in einem einzigen Gehäuse. Ebenso vielfältig wie die Einsatzmöglichkeiten sind auch die Anforderungen der Planer und Anwender dieser Produkte. Das gilt sowohl hinsichtlich der Art und Anzahl der Kontaktstellen als auch hinsichtlich der äußeren Ausgestaltung. Daher

werden schwere Steckverbindungen hauptsächlich als einzelne Bauteile angeboten, um die Vielfalt an kundenspezifischen individuellen Lösungen produktionstechnisch und logistisch zu bewältigen.

### BAUKASTEN FÜR PROFESSIONELLE ANWENDER

Im Umkehrschluss bedeutet dies für die Planer von Schaltschränken, Maschinen und Anlagen allerdings, dass sie die jeweiligen Produktprogramme ihrer Lieferanten besonders gut kennen müs-

sen, um die richtigen Komponenten auswählen zu können. Die Bestimmung der richtigen Tüllen-, Kupplungs-, Anbau- und Sockelgehäuse, der festpoligen oder modularen Kontakteinsätze inklusive Kontakte für Signale, Daten und Energie, der Kabelverschraubungen sowie des Zubehörs ist dabei eine komplexe und zuweilen zeitraubende Aufgabe (Bild 1).

Neben der Unterstützung durch Vertriebsspezialisten vor allem für stark individualisierte Anforderungen gewinnen zunehmend Konfiguratoren an Bedeutung, die durch Kunden und Anwender direkt bedienbar sind. Anstatt sich in herstellereigene Systematiken und Bezeichnungen einzuarbeiten, wählt der Interessent – etwa über Filterfunktionen – die gewünschten Kontakteinsätze aus. Alle weiteren erforderlichen Komponenten werden dann Schritt für Schritt hinzugefügt. Moderne benutzerfreundliche Konfiguratoren, wie der Heavycon 3D von Phoenix Contact, erlauben es dem Anwender, aus einer bildlich dokumentierten Auswahlliste die gewünschten Komponenten per „Drag & Drop“ zusammenzufügen.

### DREIDIMENSIONALE ANSICHT

Die Logik des Konfigurators stellt hierbei sicher, dass die konfigurierte Lösung im Bereich des technisch Möglichen bleibt, dass also die Komponenten funktional und mechanisch zusammenpassen. Das System gleicht beispielsweise Baugrößen ab, ermittelt passende Gegenstücke für Kontakteinsätze und bietet zu den zusammengestellten Produkten passendes Zubehör an. Diese und ähnliche zeitraubende Tätigkeiten müssen also nicht mehr vom Anwender selbst ausgeführt werden.

Je nach System kann der Anwender noch während des Konfigurationsvorgangs den Fortschritt seiner individuell konfigurierten Steckverbindung in dreidimensionaler Ansicht verfolgen. Die Visualisierung hilft dabei, einerseits die selbst ausgewählten Entscheidungen und andererseits die systemisch ausgewählten Komponenten nachzuvollziehen und sofort zu erkennen. Eine fehlerhafte

## DIE GRUNDLAGE: DIGITALE DATEN

Bevor ein moderner 3D-Konfigurator für Anwender bereitsteht, ist eine Vielzahl an Schritten erforderlich. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung sind die zugrunde liegenden digitalen Daten und Informationen:

- Alle technischen Eigenschaften und Daten der zu konfigurierenden Komponenten
- Alle nicht-technischen Parameter, die darüber hinaus relevant für die Auswahl und Konfiguration der Komponenten sind
- Außerdem 3D-Modelle mit Koordinaten der Produkthülle und Funktionsankern

Im Idealfall liegen die technischen Daten in strukturierter Form vor, also nach einem einheitlichen Schema in einer Datenbank. Auch alle weiteren im Laufe des Entwicklungsprozesses benötigten Daten – etwa zusätzliche Kriterien, nach denen der Konfigurator später entscheidet – sollten in gleicher Art und Weise gespeichert werden.

Werden digitale Daten einmalig und zentral erfasst, muss dies nicht für jede neue Anwendung erneut erfolgen. Beispiele dafür sind Online-Shops, CAE-Systeme oder auch Klassifizierungssysteme wie eCI@ss. Die Daten können dann immer wieder verwendet werden. Auch Änderungen und Aktualisierungen von Daten sind zentral möglich und so in kürzerer Zeit und mit geringerem Aufwand umsetzbar.

Auswahl kann umgehend korrigiert werden. Am Ende des Konfigurationsvorgangs erhält der Anwender eine Übersicht über die ausgewählten Komponenten und kann noch einmal überprüfen, welche Bauteile in welcher Menge bestellt werden. Zudem ist es möglich, die individuelle Menge der zusammengestellten Komponenten anzupassen, etwa um Ersatzteile vorzuhalten (**Bild 2**).

## EINFACHE UNTERSTÜTZUNG ENTLANG DES ENTWICKLUNGSPROZESSES

Vorteilhaft ist auch eine weitere Funktion, mit der eine Identifikationsnummer für die konfigurierte Lösung automatisch vergeben wird. Werden Elektronik und Mechanik etwa in einem Schaltschrankprojekt durch zwei Personen entwickelt, kann der konfigurierende Anwender das Ergebnis zur Kontrolle weiterleiten. Der nächste Anwender muss lediglich die Identifikationsnummer, auch Lösungs-ID genannt, kennen und kann damit die Konfiguration direkt aufrufen. Da die dreidimensionale Ansicht der erzeugten Lösung jederzeit als CAD-Volumenmodell heruntergeladen werden kann, ist eine direkte Integration in die CAD-Entwicklung des Projekts möglich, in dem die Steckverbindung zum Einsatz kommen soll. Die größte Zeitersparnis ergibt sich für den Entwickler daraus, dass er die 3D-Modelle der einzelnen Komponenten nicht selber zusammenfügen muss, sondern dass das gesamte Beziehungswissen der Steckverbindertlösung bereits im Volumenmodell berücksichtigt ist. Eine Kollisionsprüfung mit der vollständigen Steckverbindung kann dann noch vor der Bestellauslösung erfolgen. Reicht der verfügbare Bauraum nicht für den Einbau, ist eine Anpassung auch zu diesem Zeitpunkt möglich (**Aufmacherbild**). Die konfigurationsbegleitende Prüfung durch das System, die visuelle Kontrolle während des Konfigurationsvorgangs sowie die Möglichkeit der Prüfung von Bauräumen durch den vor der Bestellung verfügbaren CAD-Download bewahren den Anwender vor einer Lieferung falscher oder nicht gewünschter

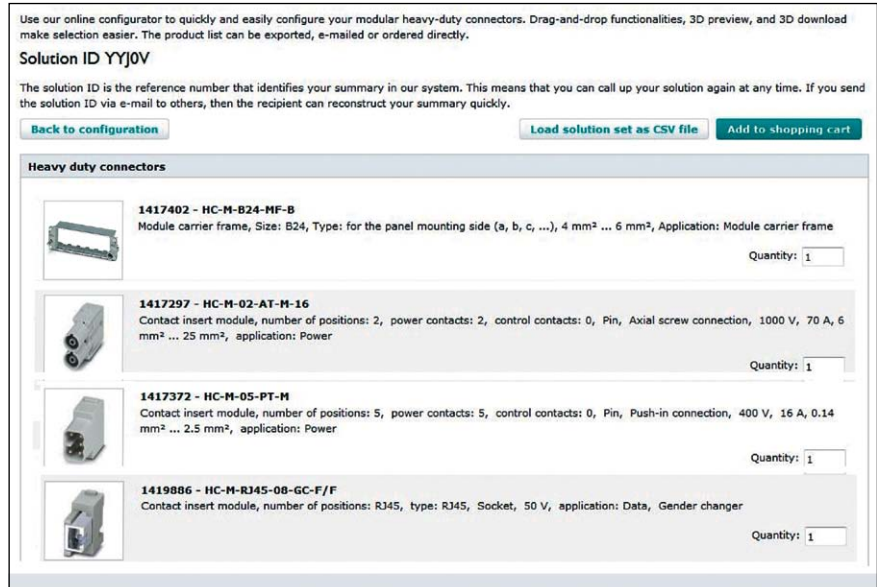


Bild 2. Nach der Konfigurierung: Alle Komponenten der Steckverbindung werden übersichtlich angezeigt – und können sofort bestellt, heruntergeladen oder unter einer eindeutigen Lösungs-ID gespeichert werden.

Komponenten. Wartezeiten auf ansonsten eventuell erforderliche Nach- und Ersatzlieferungen während des Fertigungsprozesses werden zudem in erheblichem Maße verringert. Zusätzlich lassen sich durch eine deutliche Verringerung an Rück- und Ersatzlieferungen Verwaltungskosten für die Koordination sowie Logistikkosten für das Handling nicht benötigter Komponenten einsparen. Und nicht zuletzt werden unnötige Materialtransporte vermieden – was sich wiederum vorteilhaft auf die Umwelt auswirkt.

## AUTOMATISIERTES BESTELLVERHALTEN

Um zukünftig Fertigungs- und Logistikprozesse effizienter zu gestalten, werden auch bei Phoenix Contact die involvierten Systeme sukzessive weiterentwickelt. So könnte eine überwa-

chende Instanz das Bestellverhalten automatisiert auswerten und wertvolle Impulse zur Optimierung der Disposition geben. Häufig konfigurierte und bestellte Lösungen könnten manuell oder automatisch als fertig vorbereiteter Artikel erzeugt werden. Dies würde die Vorfertigung und Einlagerung – einhergehend mit einer Herstellkostenoptimierung – vereinfachen und vor allem eine noch schnellere Lieferzeit ermöglichen. Auch eine gezielte Führung des Anwenders hin zu direkt verfügbaren Varianten kann umgesetzt werden. Schon heute bietet aber der Einsatz von Konfiguratoren sowohl für den Anwender wie auch für den Lieferanten diverse Vorteile: Von der einfachen Integration in das eigene Projekt zu einem besonders frühen Zeitpunkt bis hin zur Reduzierung von Wartezeiten während der Fertigung – sowie erhebliche Einsparungen bei der Logistik.



**DIRK BUNZEL**

ist seit Beginn seiner Ausbildung im Jahr 2007 zum IT-Systemkaufmann bei Phoenix Contact beschäftigt. Nach vier Jahren im Produktdatenmanagement schloss er sein berufs begleitendes Fachschul-Studium zum staatlich geprüften Betriebswirt mit der Fachrichtung Wirtschaftsinformatik ab. Seit 2014 ist er im Produktmarketing für Industrielle Feldverkabelung tätig. Seit 2019 leitet er das Team Digital Tools der Business Unit Industrial Field Connectivity. Mit seinem Team ist er für die Einführung und Betreuung von Produkt- und Lösungskonfiguratoren sowie für das Produktdatenmanagement der Business Unit verantwortlich.



MODULARE M8/M12-RUNDSTECKVERBINDER FÜR DIE INDUSTRIE

# FLEXIBEL WIE AUS DEM BAUKASTEN

(Bild: macondo | Shutterstock)



Raue industrielle Umgebungen erfordern ein zuverlässiges und robustes Anschlusskonzept für Feldbus-, Sensor- und Ethernet-Anschlüsse. In den letzten drei Jahrzehnten hat sich das M8/M12-Steckverbindersystem als bevorzugtes Lösungskonzept durchgesetzt. Mit seiner M8/M12-Variantenvielfalt deckt Erni ein breites Anwendungsspektrum ab.

Von Markus Breitenbücher

Auf Grundlage des modularen M8/M12-Rundsteckverbindersystems nach IEC 61076-2-101, IEC 61076-2-104 oder IEC 61076-2-109 lassen sich robuste Steckverbinderkonzepte für die Industrieautomation schnell und zuverlässig verwirklichen. Die Steckverbinder eignen sich für nahezu alle Ethernet-

und Feldbuspezifikationen und sind in verschiedenen Kodierungen erhältlich. A-kodierte Rundsteckverbinder werden beispielsweise als Sensorsteckverbinder oder Gerätesteckverbinder für die Übertragung digitaler und analoger Signale oder für die Stromversorgung verwendet. B-kodierte Steckverbindervarianten

sind für Feldbuschnittstellen vorgesehen. D- und X-kodierte Produkte sind für Ethernet-Schnittstellen bestimmt. Erni hat seine Produktpalette an Rundsteckverbindern kontinuierlich erweitert, um ein breites Anwendungsspektrum mit maximaler Flexibilität abzudecken. Das bedeutet, dass

der Kunde zwischen verschiedenen Anschlussarten (SMT, THR), Polzahlen (3 bis 17), Kodierungen (A, B, D und X), Einbauhöhen (9 mm und 13 mm), Stecker- und Buchsenvarianten sowie kompletten Kabelkonfektionen wählen kann. Vergoldete Kontakte, robuster Schutz vor Staub und Wasser sowie geschirmte Varianten ermöglichen den Einsatz auch in rauen Umgebungen. Außerdem steht ein breites Spektrum an Zubehör für diesen Zweck zur Verfügung, beispielsweise Verriegelungsschrauben, Schutzkappen oder O-Ring-Dichtungen. Dank der zweiteiligen Ausführung (Steckereinsätze und Verriegelungselemente) lassen sich die Verriegelungselemente leicht in kundenspezifische Spritzguss- oder Druckgussgehäuse integrieren, was erhebliche Kosteneinsparungen ermöglicht.

### MEHR ALS NUR SENSORSTECKVERBINDER

Lange Zeit wurden M8- und M12-Steckverbinder ausschließlich als Sensorsteckverbinder eingesetzt. Das offene Kabelende des Sensors wurde in den Schaltschrank geführt und dort verdrahtet. Allerdings werden Sensoren und Aktoren im Feld zunehmend an eine passive oder feldbusfähige I/O-Box angeschlossen. Die dort herrschenden rauen Umgebungsbedingungen erfordern bewährte und vor allem dichte Steckverbinder (IP65/67). Folglich lag es auf der Hand, auch hierfür die bereits aus der Sensortechnik bekannte und bewährte M8- oder M12-Steckverbinder-technik zu verwenden. Mittlerweile wird der M12-Steckverbinder in nahezu allen Feldbusanwendungen als Steckverbinder empfohlen. Da Feldgeräte sehr spezifisch und vielfältig sind, werden unterschiedliche flexible modulare Steckverbinder benötigt, um diese Anwendungen mit möglichst wenig Aufwand und geringen Kosten zu verwirklichen.

### FLEXIBEL EINSETZBARES BAUKASTENSYSTEM

Erni hat ein Baukastensystem für M8/M12-Steckverbinder entwickelt, das

sehr flexibel einsetzbar ist (**Bild 1**). Die Steckverbinder haben so robuste SMT-Anschlüsse, dass sie als Schüttgut verpackt und zugeführt werden können. Daneben eignen sie sich auch für die Gurtverpackung. Mit diesem Konzept können Steckverbinder in verschiedenen Höhen und Polkonfigurationen hergestellt werden. Der schwarze Isolierkörper besteht aus einem hochtemperaturbeständigen Kunststoff und eignet sich für das Löten mit allen gängigen SMT-Lötverfahren. Die M8/M12-Steckverbinder sind für die bleifreie Verarbeitung konzipiert. Insbesondere durch die Reduzierung des Platzbedarfs auf Leiterplatten lassen sich Kosteneinsparungen erreichen. In bestimmten Anwendungsfällen können zwei Leiterplatten durch eine ersetzt werden. Bei Verwendung eines Greifers oder einer speziellen Pipette sind für

die Stecker und Buchsen keine Bestückungshilfen erforderlich.

### SERIENMÄSSIG KOMPLETT MONTIERT

M8/M12-Steckverbinder sind auch als Kabelkonfektionen (**Bild 2**) für den Anschluss von Sensoren/Aktoren oder von anderen Komponenten für Automationssysteme wie I/O-Verteilern erhältlich. Die Standardproduktpalette umfasst vormontierte, angegosene Rundsteckverbinder der Größen M8 und M12, entweder als Verbindung mit zwei Rundsteckverbindern oder als vormontiertes Kabel mit offenem Kabelende. Darüber hinaus enthält das Produktspektrum feldanschließbare Steckverbinder für das werkzeuglose Anschließen von Kabeln sowie T-Kuppungen, Schaltschrankdurchführungen

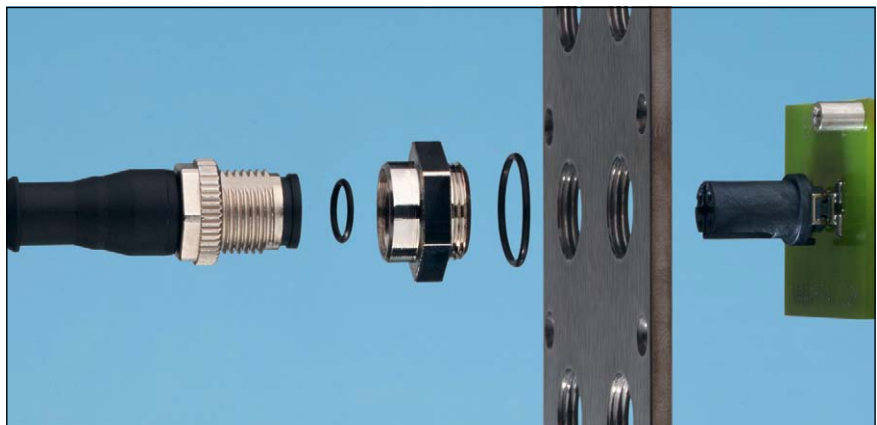


Bild 1. Erni hat ein Baukastensystem für M8/M12-Steckverbinder entwickelt, das besonders flexibel einsetzbar ist. Die Steckverbinder haben so robuste SMT-Anschlüsse, dass sie als Schüttgut verpackt und zugeführt werden können. (Bild: Erni)



Bild 2. M8/M12-Steckverbinder sind auch als Kabelkonfektionen für den Anschluss von Sensoren/Aktoren oder anderer Komponenten von Automationssystemen erhältlich. (Bild: Erni)



und Adapter für das schnelle und kostengünstige Anschließen im Feld.

Verschiedene Kabelqualitäten, die unterschiedliche Industrieanforderungen erfüllen, decken einen breiten Anwendungsbereich ab. Als besonders wirtschaftliche Lösung wird PVC eingesetzt. PUR (UL/CSA-zugelassen) ist halogenfrei und UV-beständig und wird in sehr anspruchsvollen Anwendungen für Schleppketten sowie in rauen Umgebungen verwendet, in denen Betriebssicherheit entscheidend ist. Selbstsichernde Verriegelungsschrauben garantieren vibrationsfeste und sichere Verbindungen. Zusätzlich zur gerändelten Oberfläche verfügt die Kupplungsmutter über eine Schlüsselfläche für Standardschraubenschlüssel.

Verschiedene Konfigurationen, Ausführungen und Kodierungen sind ab Lager lieferbar. Alle Teile erfüllen die Anforderungen der Schutzart IP67 (IEC 60529). Die konfektionierten Kabel sind serienmäßig in verschiedenen Kabelqualitäten und Längen erhältlich. Weitere Varianten sind auf Anfrage lieferbar.

### SICHER UND DICHT NACH IP65/67

Bei einer Frontplattenstärke von 3 mm ergeben sich Einbauhöhen von 9 mm und 13 mm bei Verwendung entsprechender Metallverriegelungsschrauben oder muttern. Die Verriegelungsschrauben oder muttern müssen mit einem Gewinde in der Frontplatte befestigt werden. Damit der Schutz gemäß IP65/67 gewährleistet ist, müssen die empfohlenen Toleranzen von  $9 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  bzw.  $13 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  eingehalten werden. Die Einbauhöhen von 9 mm oder 13 mm erlauben die Verwendung gängiger Abstandshalter zur ordnungsgemäßen Befestigung der Leiterplatte. Sensoren und Aktoren in rauen Industrieumgebungen müssen gegen das Eindringen von Flüssigkeiten geschützt sein. Deshalb sind diese Bauteile oft zusätzlich mit Gel oder Epoxidharz abgedichtet, wobei die Vergussmasse nicht zwischen Stecker und Metallmutter austreten darf. Andererseits gibt es Geräte, die bereits während



Bild 3. Die abgewinkelten M12-Steckverbinder bieten Lösungskonzepte für Standardanwendungen (Stift- und Buchsenstecker) sowie für M12-Sensorrohre (Stiftstecker). (Bild: Erni)

der Installation gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Flüssigkeiten geschützt werden müssen, also sogar dann, wenn noch kein Steckverbinder eingesteckt ist. Für diese Anforderungen sind M12-Leiterplattensteckverbinder mit zusätzlichen Dichtmöglichkeiten die beste Lösung. Dafür kann ein normaler O-Ring 7x1 verwendet werden.

### M12 IN ABGEWINKELTER AUSFÜHRUNG

Die M12-Produktreihe umfasst außerdem Steckverbinder in abgewinkelter Ausführung. Erhältlich sind Lösungskonzepte für Standardanwendungen (Stift- und Buchsenstecker) sowie für M12-Sensorrohre (Stiftstecker). Die abgewinkelten M12-Steckverbinder eignen sich für automatisierte Bestückungs- und Lötverfahren. Sie können so kostengünstig in einer SMT-Fertigungslinie verarbeitet werden.

Wegen ihrer mittigen Lage zur Leiterplattenebene und ihrer Anordnung am Rand der Leiterplatte sind die abgewinkelten M12-Steckverbinder extrem platzsparend (**Bild 3**). Daneben verfügen sie über integrierte Leiterplattenauflagen für drei gängige Leiterplattenstärken (1,0 mm, 1,6 mm und 2,0 mm). Die Buchsen- und die Stiftausführungen haben das gleiche Layout und können für Gehäuse mit integriertem M12-Gewinde verwendet werden.

Es sind Ausführungen mit verschiedenen Kodierungen lieferbar. Auf Wunsch ist auch eine 360°-Schirmung erhältlich. Der zugehörige Schirmring wird mit zwei Lötpins auf der Leiterplatte verlötet. Drei am Umfang angeordnete Kontaktzungen stellen den elektrischen Kontakt zur M12-Schraube her. Aufgrund ihrer hohen Robustheit dank THR-Technik und der hohen Kriechstromfestigkeit mit einem CTI-Wert (Comparative Tracking Index, Kriechstromfestigkeit) von 600 eignen sich die M12-Steckverbinder für den Einsatz in rauen Industrieumgebungen. Der optionale O-Ring ermöglicht das Vergießen nach der Montage.

Darüber hinaus bieten die M12-Steckverbinder zahlreiche Verarbeitungsvorteile. Dazu gehören die Lieferung in T&R-Verpackung für die automatisierte Bestückung, eine integrierte Ansaugfläche, die sichere Einhaltung der Lage durch Stifte und integrierte Leiterplattenaufgaben, die ein Kippen während der Verarbeitung zuverlässig verhindern. Auch die rückseitige Montage der fertig bestückten Leiterplatte in einem Gehäuse ist möglich. Die M12-Steckverbinder eignen sich für das bleifreie Reflow-Löten und bieten IP65/67-Schutz im gesteckten und verschraubten Zustand.

Zusätzlich zu Lösungskonzepten für Standardanwendungen sind auch Steckverbinder erhältlich, die eigens für Sensoranwendungen ausgelegt



Bild 4. Als Teil der bewährten M8/M12-Modellreihe von Erni werden neue 12- und 17-polige M12-Steckverbinder in Standardausführung angeboten. (Bild: Erni)

sind. Diese abgewinkelten M12-Stiftstecker sind speziell für M12-Sensorrohre ausgelegt, weisen eine besonders kurze Bauform mit 14 mm Länge auf und werden serienmäßig mit einem O-Ring für das Vergießen geliefert. Die fertig bestückten Leiterplatten werden bis zum Anschlag in das Sensorrohr geschoben. Der Anschlag ist in dem Fall der Bund am Steckverbinder, der für diesen Anwendungsfall typisch ist. Für diese Ausführungen stehen noch weitere Ausstattungsvarianten zur Verfügung, beispielsweise Verdrehschutzrippen oder eine Rastfunktion. Die abgewinkelten M12-Steckverbinder eignen sich für ein breites Spektrum industrieller Anwendungsfälle wie Füllstand-, Weg- und Drucksensoren, Lichtschranken, Positionsschalter sowie Feldbus- und Peripheriegeräte oder Messsensoren.

### WENIGER GERÄTE-SCHNITTSTELLEN ERFORDERLICH

Als Teil der M8/M12-Modellreihe werden auch M12-Steckverbinder mit höheren Polzahlen in Standardausführung angeboten (Bild 4). Passend zur bewährten M8/M12-Baureihe bieten die neuen M12-Steckverbinder 12 und 17 Pole in der Standardbauform. Damit lassen sich sehr kompakte Geräte-Designs realisieren. Die SMT-Ausführung sorgt für eine effiziente und automaten-gerechte Verarbeitung. Darüber



Bild 5. Verriegelungsteile in Edelstahl eignen sich unter anderem für die Prozess- und Lebensmittel-Industrie. (Bild: Erni)

hinaus sind die Steckverbinder auch geschirmt verfügbar. Mit den hochpoligen M12-Varianten kann die Anzahl der erforderlichen Geräte-Schnittstellen reduziert werden, wenn Bus-, I/O-, Steuer-, Service- und Safety-Signale in einem Stecker/Kabel zusammengefasst werden. Bei passiven I/O-Boxen sind mit den neuen M12-Steckverbindern mehr Ports pro Box möglich, während bei Multipol-Anschlüssen von Ventillinseln nun M12- statt M23-Steckverbinder eingesetzt werden können. Dies führt zu geringeren Kosten und kleineren Geräten. Typische Anwendungen, die von den hochpoligen M12-Steckverbindern profitieren, sind beispielsweise komplexe Sensoren, Kameras, Scanner, Drehgeber, I/O-Boxen, Sensor/Aktor-Multipolanschlüsse.

### SICHER UND EINFACH VERRIEGELT

Zum Zubehör für die M8- und M12-Leiterplatten-Steckverbinder (Buchsen und Stiftleisten) gehören Verriegelungsmuttern und -schrauben. Diese werden nach dem Lötens der Steckverbinder darüber positioniert und in die Leiterplatte eingepresst. Die Befestigung an der Frontplatte erfolgt über Metallmuttern. Durch die massive Einpresstechnik kann eine direkte gasdichte Verbindung des Kabelschirms mit der Leiterplatte hergestellt werden. Da Steckverbinder und Verriegelung auf

der Leiterplatte montiert sind, haben sie denselben dimensional Bezug, was zusätzliche Toleranzen zwischen den Teilen kompensiert und die Konzentrität, die für ein leicht gängiges Einschrauben der Kabelstecker wichtig ist, verbessert. Die Montage der Leiterplatte erfolgt von der Rückseite des Gerätegehäuses. Hierfür sind nur Durchgangslöcher erforderlich. Von der Gehäuse-Frontseite wird gekontert. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist, dass abhängig von Größe und Bestückung der Leiterplatte und bei entsprechender Anordnung von mehreren Steckverbindern, keine zusätzliche Leiterplattenbefestigung notwendig ist.

Die Verriegelungsteile sind aus Edelstahl gefertigt und eignen sich zum Beispiel für den Einsatz in der Prozess- oder Lebensmittelindustrie (Bild 5). Für den IP-Schutz sind entsprechende Dichtringe zwischen Steckverbinder, Verriegelung und Gehäuse vorgesehen und erhältlich. IH



**MARKUS BREITENBÜCHER**

ist nach Ausbildung im elektrotechnischen Bereich und Weiterbildung zum Stated-Certified Engineer seit mehr als 20 Jahren im Produktmarketing von Erni in Adelberg tätig. Derzeit hat er die Funktion als Teamleiter Marketing & Produktdaten Manager bei Erni inne.



POWER OVER ETHERNET – STROM AUS DEM NETZWERK

# ZWEI FLIEGEN MIT EINER KLAPPE

(Bild: Nomad\_Soul | Shutterstock)



Analysten prophezeien Power over Ethernet ein hohes Wachstum. Demnach wird die Marktgröße in den kommenden Jahren aufgrund des weltweit wachsenden Bedarfs an neuen Produkten und technologischen Fortschritten mit einer beträchtlichen durchschnittlichen Jahres-Wachstumsrate ansteigen. Netzwerkkabel, die immer mehr Stromleistung übertragen können, begünstigen den Trend. Von Zoran Borcic

Ursprünglich dafür entwickelt, klassische Telefone mit Strom zu versorgen, gewinnt Power over Ethernet (PoE) auch in anderen Bereichen zunehmend an Bedeutung. Internet of Things (IoT), smarte Büro- und Wohngebäudeverkabelung und viele netzwerkfähige Endgeräte in Büros, Lager- und Produktionsstätten benötigen sowohl

Daten als auch Strom. Über Ethernet-Schnittstellen können sie unabhängig vom Stromnetz mit Energie versorgt werden. Unternehmen profitieren von vielen Vorteilen.

Da PoE Strom und Daten über ein einziges Kabel überträgt, sparen sie vor allem Kosten für die Anschaffung und den Betrieb zusätzlicher Verkabelung.

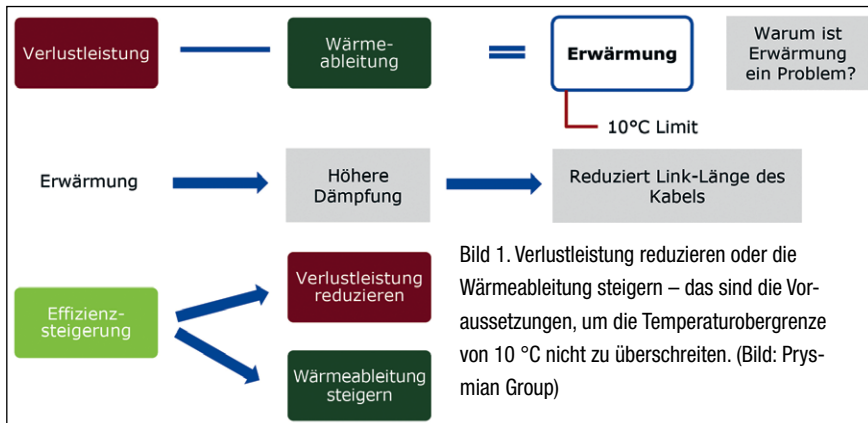
Als Stromquelle dienen PoE-Injektoren oder Switches/Hubs. Die meisten Geräte am Markt verfügen mittlerweile über Ethernet Switches. So ist es möglich, Geräte unabhängig vom Stromnetz zu installieren. Besonders an Installationsorten, an denen sich Stromleitungen nur schwer oder überhaupt nicht verlegen lassen, ist ein solches Verfah-

ren vorteilhaft. Dank PoE können separate Stromanschlüsse entfallen und der Aufwand für die Installation von Netzwerkgeräten sinkt. Unternehmen setzen die Technik häufig zur Versorgung von abgesetzten Devices wie Webcams, Überwachungskameras oder WLAN Access Points ein, die oft an unzugänglichen Stellen zu installieren sind. Ein weiterer Vorteil von PoE liegt in der gesteigerten Ausfallsicherheit der verbundenen Geräte über eine zentrale und unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Bei Stromausfall ist ein kontinuierlicher Betrieb möglich. PoE funktioniert mit Gleichstrom. AC/DC-Konvertierungsadapter sind nicht erforderlich, woraus Energie- und Kosteneinsparungen resultieren.

### BIS ZU 90 WATT LEISTUNG ÜBER DATENKABEL

Für die Übertragung der Energie zwischen dem Energieversorger (Power Supply Equipment, PSE) und dem Energieverbraucher (Powered Device, PD) stehen zwei Varianten zur Verfügung. Das Spare-Pair-Verfahren nutzt für die Stromversorgung zwischen PSE und PD nur die freien Adernpaare 4/5 und 7/8. Bei der Phantomspeisung findet die Spannungsversorgung über alle Adernpaare statt, über die auch die Datenübertragung erfolgt. Das heißt, die Spannung wird über die Datenleitung aufmoduliert. Bei der PoE-Topologie haben Anwender die Wahl zwischen Mid-Span- und End-Span-Netzwerken. PoE ist in mehreren Standards definiert und ermöglicht je nach Standard unterschiedliche maximale Leistungen. Künftig wird neben PoE die Begrifflichkeit Remote Powering die Runde machen. Die Normierungsgruppe rund um PoE hat diesen neuen Begriff vor kurzem eingeführt.

**Tabelle 1** gibt einen Überblick. Elektriker und Planer finden darin alle Details für eine erfolgreiche PoE-Installation. Nach den Standards IEEE 802.3af im Jahr 2003 und IEEE 802.3at im Jahr 2009 verabschiedete die IEEE im dritten Quartal 2018 den Standard IEEE 802.3bt. Der jüngste, auch Four-Pair PoE genannte Standard nutzt alle Adern



Standard	Typ	Klasse	VPSE Versorgungsspannung	Max. Strom pro Paar	P <sub>PSE</sub> max. Leistung d. Versorgers	P <sub>PD</sub> max. Leistung zum Gerät	Paare
802.3af	Typ 1	Klasse 1	44 V	350 mA	4 W	3,84 W	2
		Klasse 2	44 V	350 mA	7 W	6,5 W	2
802.3at	Typ 2	Klasse 3	50 V	600 mA	15,4 W	12,95 W	2
		Klasse 4	50 V	600 mA	30 W	25,5 W	2
802.3bt	Typ 3	Klasse 5	50 V	500 mA	45 W	40 W	4
		Klasse 6	50 V	500 mA	60 W	51 W	4
	Typ 4	Klasse 7	52 V	720 mA	75 W	62 W	4
		Klasse 8	52 V	860 mA	90 W	72 W	4

Tabelle 1. Power-over-Ethernet-Standards im Überblick. (Quelle: Prysmian Group)

des Netzkabels für die Energieübertragung. Maximal erzielbare Leistungen liegen zwischen 72 und 90 W. Dank der hohen übertragbaren Leistungen lassen sich auch größere Endgeräte beispielsweise IPTV-Geräte in Full HD oder Thin Clients über das Datenkabel mit Energie versorgen. Kabelhersteller arbeiten kontinuierlich daran, die PoE-Leistungsfähigkeit der Netzkabel weiterzuentwickeln, denn die limitierte Leistungsabgabe, die das PoE-Verfahren mit sich bringt, stellt nach wie vor das größte Manko dar.

### EINFLUSSFAKTOREN AUF POE-LEISTUNGSFÄHIGKEIT

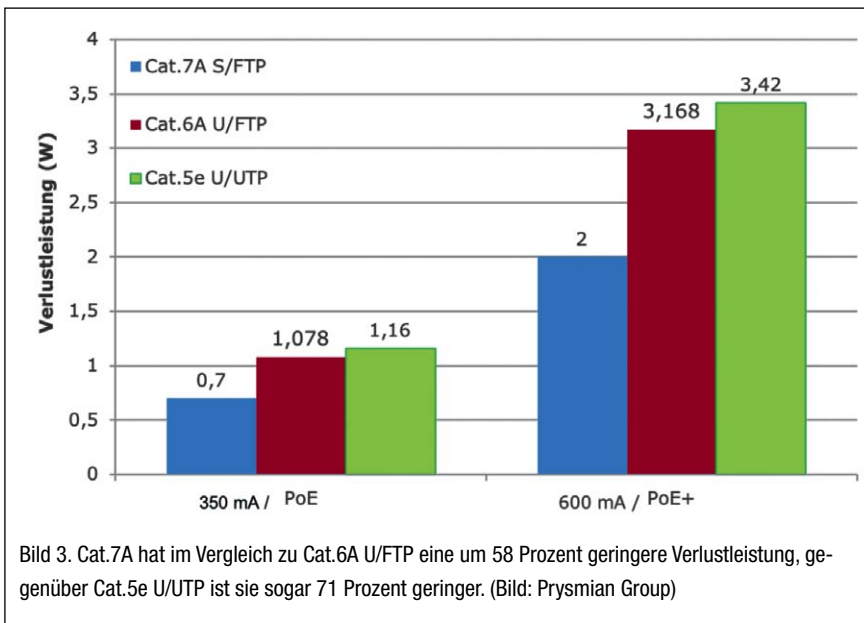
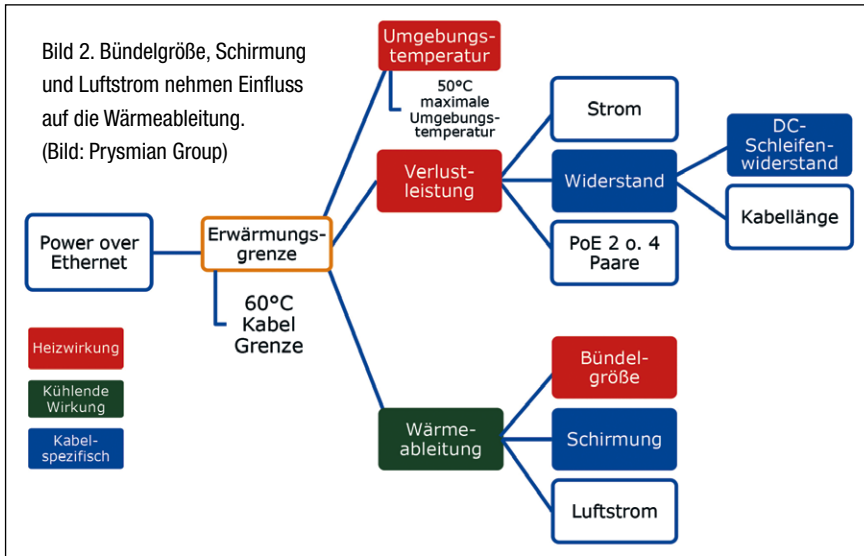
Wie schon der Name erahnen lässt, sind Datenkabel vorrangig darauf ausgelegt, digitale Signale zu übermitteln, und nicht für die Stromübertragung bestimmt. Die Versorgung mit Strom bedeutet für das Kabel eine zusätzliche Belastung, die meist einen Temperaturanstieg im Kabelbündel zur Folge hat. Je mehr Strom ein Datenkabel überträgt, desto mehr Wärme entsteht im Kabel.

PoE erzeugt durch den Leitwiderstand des Kabels Wärme. Außerdem haben Bündelgröße und Installationsumgebung einen direkten Einfluss auf die Erwärmung des Kabels und können zu einer signifikanten Temperaturerhöhung führen. Maßgeblich ist hier beispielsweise die Art der eingesetzten Kabelkanäle: Gitterkabelkanal, perforiertes Lochkabelsystem oder komplett geschlossener Kanal aus Kunststoff. Die Kabel im offenen Gitter erfahren mehr Kühleffekt durch die Luft als die Kabel im geschlossenen Kanal. Hier ist die Erwärmung höher. Die Norm EN 50174-2 besagt unter 4.5.4.2, dass der Füllgrad 40 Prozent nicht überschreiten sollte. Denn mit steigender Anzahl der Kabel im geschlossene-

Design	D (mm)	DC-LR (Ω/km)	Reichweite (%)
AWG 26	0,404	282,64	62
AWG 24	0,515	173,86	100
AWG 23	0,575	136,78	127
AWG 22	0,645	108,70	160

Tabelle 2. Die PoE-Reichweite wird bestimmt durch den Gleichstrom-Schleifenwiderstand. (Quelle: Prysmian Group)





nen Kabelkanal steigt die Erwärmung. Befinden sich die Kabelkanäle über einer Heizung, wirkt sich die abstrahlende Wärme ebenfalls auf die Performance aus. Planung und Ausführung der Installation haben direkten Einfluss auf die PoE-Fähigkeit eines Kabels. Höhere Kabeltemperaturen erhöhen Widerstand und Transmissionsdämpfung. Die Folge ist eine Linklängenreduzierung des Kabels. Durch die zusätzliche Dämpfung werden Signale möglicherweise nicht mehr richtig oder gar nicht mehr zum Empfänger übertragen, und der Datenstrom reißt ab. Neben der Heiz- und Kühlwirkung haben kabelspezifische Eigenschaften wie Symmetrie und Kabelaufbau Ein-

fluss auf die PoE-Leistungsfähigkeit eines Kabels. Der Einfluss von PoE auf die Stecksysteme kann bei hoher Überlastung sogar zu starker Beschädigung der Stecksysteme führen. Beim Ausstecken unter Last wird ein Abreißfunken erzeugt, der die Kontakte zerstören kann. Wie stark die Beschädigung der Komponenten ausfällt, hängt von der Kontaktkonstruktion und Leistungshöhe beim Ausstecken ab.

### TEMPERATUROBERGRENZE EINHALTEN

Damit die Kabel PoE-funktionsfähig bleiben und die bestmögliche Übertragungstechnische Effizienz erreichen,

darf die maximale Kabelbetriebstemperatur 60 °C nicht überschreiten. Überschreitet die Temperatur diese Grenze, verlieren die Übertragungstechnischen Eigenschaften an Genauigkeit und die Kabel leisten nicht mehr die erwartete Performance. Der Grund liegt im Aufweichen des Isolationsmaterials und dem damit verbundenen Symmetrieverlust des Kabeldesigns. Die Erwärmungsgrenze von 60 °C setzt sich aus den Komponenten 50 °C maximale Umgebungstemperatur, Verlustleistung und Wärmeableitung zusammen. Daraus ergibt sich folgende Rechnung:

$$50 \text{ °C maximale Umgebungstemperatur} + \text{Verlustleistung} - \text{Wärmeableitung} < 60 \text{ °C Erwärmungsgrenze}$$

Die Gesamterwärmung aus Verlustleistung und Wärmeableitung darf demzufolge 10 °C nicht überschreiten.

$$\text{Verlustleistung} - \text{Wärmeableitung} < 10 \text{ °C Erwärmung}$$

Um die Obergrenze von 10 °C einzuhalten, gilt es, die Verlustleistung zu reduzieren oder die Wärmeableitung zu steigern (Bild 1). Je mehr das technisch gelingt, desto größer wird die Effizienzsteigerung bei Power over Ethernet. Die Höhe der Verlustleistung hängt vom Strom, Widerstand und den eingesetzten PoE-Paaren (2 oder 4 Paare) ab. Einfluss auf die Wärmeableitung haben die Faktoren Bündelgröße, Schirmung und Luftstrom (Bild 2).

### REDUZIEREN DER VERLUSTLEISTUNG

Die PoE-Reichweite ist auf den Gleichstrom-Schleifenwiderstand (DC-LR) zurückzuführen. Je höher dieser ist, desto mehr verringert sich die Reichweite. Tabelle 2 zeigt, dass das AWG-24-Kabel mit einem DC-LR von 173,86 Ω/km und äußeren Leiterdurchmesser D von 0,515 mm eine Reichweite von 100 Prozent besitzt. AWG 24 steht in der Regel für Cat.5e-Kabel und ist die weltweit am meisten verbreitete Kabelinfrastruktur. AWG 22 entspricht der Cat.7A- oder Cat.8.2-Verkabelung.

	Min. Power @PSE (W)	Power @PD (W)			
		Cat 5e patch	Cat 5e U/UTP	Cat 6A U/FTP	Cat 7A S/FTP
803.3af	15,4	12,95	14,24	14,32	14,7
803.3at	30	25,5	26,58	26,83	28
803.3bt	60	51	53,16	53,66	56

Tabelle 3. Vergleich von Cat.7A S/FPT mit Cat.6A U/FTP und Cat.5e. (Quelle: Prysmian Group)

Der äußere Leiterdurchmesser beträgt 0,645 mm und der DC-LR 108,70 Ω/km. Die Reichweite beim AWG 22 liegt um 60 Prozent höher als beim AWG 24. Der dickste Leiter hat folglich die höchste Reichweite. Größere Leiterdurchmesser verbessern die PoE-Reichweite quadratisch.

Der Vergleich von Cat.7A S/FPT mit Cat.6A U/FTP und Cat.5e in **Tabelle 3** zeigt, dass die Leistung zwischen Power Supply Equipment (PSE) und Powered Device (PD) bei Cat.7A am wenigsten abnimmt. Beim Cat.7A S/FTP-Kabel kommt bei 720 mA pro Paar gemäß der neuesten Norm IEEE 803.3bt insgesamt 4,4 Prozent mehr Leistung am Leistungsempfänger (PD) an als beim Cat.6A U/FTP, gegenüber Cat.5e U/UTP sogar 5,5 Prozent.

Die Verlustleistung ist insgesamt am geringsten, wenn der Leiterdurchmesser am größten ist. Das bestätigt **Bild 3**: Cat.7A hat im Vergleich zu Cat.6A U/FTP eine um 58 Prozent geringere Verlustleistung, gegenüber Cat.5e U/UTP

sind es sogar 71 Prozent. Daraus lässt sich ableiten, dass dickere Leiter die geringere Verlustleistung zwischen PD und PSE haben und Kabel mit großen Leiterdurchmessern mehr Energie einsparen.

### STEIGERN DER WÄRMEABLEITUNG

Ein weiterer Faktor für die PoE-Effizienzsteigerung besteht darin, die Erwärmung durch eine hohe Wärmeableitung so gering wie möglich zu halten. Großen Einfluss hat die thermische Isolierung der Kabel. Außerdem sind Leiterdurchmesser und Kabelschirm mit der Temperaturerhöhung stark korreliert. **Bild 4** zeigt, dass bei einem typischen Cat.5e-U/UTP-Kabel in AWG 24 gegenüber dem Cat.7A-AWG-22-Kabel unabhängig von den Stromstärken mit einer bis zu vierfachen Erwärmung des Kabels zu rechnen ist. Im Vergleich zu AWG 23 weisen AWG-22-Kabel eine um 50 Prozent geringere Kabelerwär-

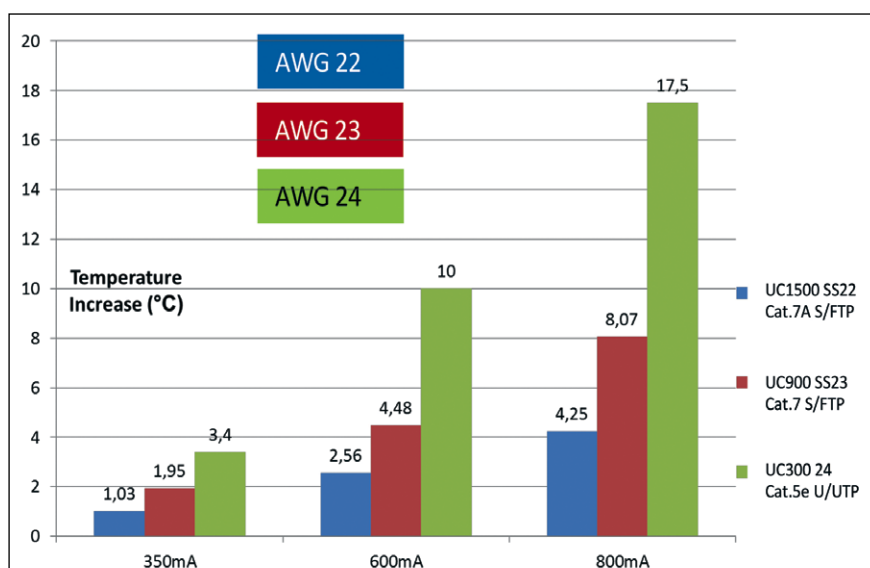


Bild 4. Im Vergleich zum Cat.7A-AWG 22-Kabel ist bei einem typischen Cat.5e-U/UTP-Kabel in AWG 24 unabhängig von den Stromstärken mit einer bis zu vierfachen Erwärmung des Kabels zu rechnen. (Bild: Prysmian Group)



## Sie können es drehen und wenden wie Sie wollen...

... für schmale Hutschienengehäuse kommen Sie an den Drehradschaltern von **PTR HARTMANN** nicht vorbei!

### DH1 | DH2 | DH5

- Verschiedene Baubreiten
- Mit und ohne Bedienkranz
- Ideal zum Einstellen von Parametern oder Adressen
- In schmalen Hutschienengehäusen ab 6,2 mm



Wir liefern elektronische und elektromechanische Bauelemente führender Hersteller - **sofort ab Lager**

**WWW.GUDECO.DE**

GUDECO Elektronik Handelsgesellschaft mbH  
Daimlerstraße 10 | D-61267 Neu-Anspach | +49 6081 4040

✉ info@gudeco.de



T <sub>global</sub> (C°)	Total length of cords (m)		
	10	15	20
Channel length (m)			
20	100	98	95
25	98	96	93
30	97	94	91
35	95	92	89
40	93	90	87
45	90	87	85
50	86	84	82
55	83	81	79
60	80	78	76

NOTE The channel length values assume the use of cords with an attenuation premium of 50 % and an overall temperature coefficient of 0.4 % per °C up to 40 °C and 0.6 % per °C between 40 °C and 60 °C.

Tabelle 4. Auswirkung der Temperaturerhöhungen auf die Übertragungsstrecke. (Quelle: Table 4 EN 50174-2 2018)

mung auf. Neben einem größeren Leiterdurchmesser wirken sich geschirmte Kabel ebenfalls positiv auf die Wärmeableitung aus. Das Metall der Schirmung hilft, die im Inneren entstehende Wärme nach außen abzutransportieren. Nicht allzu große Bündel sowie Luftströme fördern ebenfalls die Wärmeableitung.

**EINFLUSS DER TEMPERATUR AUF DIE GESAMTLÄNGE**

**Tabelle 4** aus der EN 50174-2 veranschaulicht, wie sich Temperaturerhöhungen auf die Übertragungsstrecke auswirken. Die Gesamtlänge (Chan-

nel Length) entspricht der Summe aus installiertem Kabel und Gesamtlänge der Patchkabel (Total Length of Cords). Dementsprechend hat ein fest installiertes Kabel bei 20 °C und 10 m Total Length of Cords eine installierte Länge von 90 m. Je länger die Patchkabel werden, desto mehr verkürzen sich die Gesamtlängen. Patchkabel weisen dünnere Adern auf als die Installationskabel, was zu einem größeren Dämpfungseinfluss und eine geringere Übertragungsleistung führt. Um diesen Effekt auszugleichen, müssen Installateure die Gesamtlänge reduzieren. Mit zunehmender Temperatur von 20 °C auf 60 °C kommt es zu einer Verkürzung der Gesamtlänge um bis zu 20 Prozent. Der Aspekt der Verkürzung der Übertragungsstrecke in Abhängigkeit von der Temperatur ist bei der Planung unbedingt zu berücksichtigen. Die Tabelle dient Planern, Ingenieuren und Planern als wertvolle Berechnungsgrundlage. Für Long-Reach-Kabel sind die Längen gemäß der Datenblattgrenzwerte zu berechnen.

**UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**

Untersuchungen im Rahmen der ISO/IEC TR 29125 zeigen, dass der maximale Strom pro Paar in einem Cat.7A-37-Kabelbündel bei der Erwärmungsgrenze von 10 °C am höchsten ist (**Tabelle 5**). Das gilt sowohl für Kabel an freier Luft (1295 mA) als auch in Kabelkanälen

(1078 mA). In den Kategorien Cat.6A und Cat.7 sind die Werte gleich, weil sie dasselbe AWG-Kabel verwenden. IEEE 802.3bt definiert für Type-4-/Class-8-Kabel eine maximale Stromstärke pro Paar in Höhe von 860 mA, beziehungsweise 720 mA bei Type-4-/Class-7-Kabeln. Die Werte zeigen: Es ist noch Luft nach oben. Cat.7A-AWG-22-Ethernet-Kabel bieten heute schon das Potenzial für eine neue Norm, die eine höhere Strombelastung pro Paar festlegt, und die PoE-Einbindung von Geräten mit höherer Leistung als bisher ermöglicht.

Weitere ISO/IEC-TR-29125-Tests nahmen die Kabelbündelung bei 1000 mA pro Paar unter die Lupe (**Tabelle 6**). Die Frage war, bei welcher Bündelgröße die Cat.5e- bis Cat.7A-Kabel die Grenze von 10 °C überschreiten. Bei der untersten Kategorie Cat.5e lag die Bündelgröße beim 10-°C-Grenzwert bei 37. Anders beim Cat.7A-Kabel. Dieser Kabeltyp kam bei einem 37-Kabelbündel an offener Luft auf 6,0 °C. Erst bei einem Bündel mit 64 Kabeln erreichen Cat.7A-Kabel den kritischen Wert von 10 °C. Letztlich zeigten weitere Versuche, dass Cat.7A-Kabel auch beim Messen des Anstiegs der Temperatur bei unterschiedlicher Anzahl angeregter Pärchen in einem Cat.7A-37-Kabelbündel mit 1000 mA die besten Ergebnisse erzielten (**Tabelle 7**). Bei 148 angeregten Pärchen kamen Cat.7A-Kabel sowohl in offenen als auch geschlos-

ΔT °C	0.4 mm cords (mA)		Category 5 cables (mA)		Category 6 cables (mA)		Category 6 <sub>A</sub> cables (mA)		Category 7 cables (mA)		Category 7 <sub>A</sub> cables (mA)	
	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit
2	369	300	456	381	541	451	558	464	558	464	579	482
4	522	424	645	539	765	638	789	657	789	657	819	681
6	639	520	791	660	937	781	966	805	966	805	1003	835
8	728	600	913	763	1082	902	1116	929	1116	929	1158	964
10	825	671	1021	853	1210	1009	1248	1039	1248	1039	1295	1078
12	904	736	1118	934	1326	1105	1367	1138	1367	1138	1419	1181
14	976	795	1208	1009	1432	1194	1476	1230	1476	1230	1533	1275
16	1044	849	1291	1079	1531	1276	1578	1315	1578	1315	1638	1363
18	1107	901	1370	1144	1624	1354	1674	1394	1674	1394	1738	1446
20	1167	950	1444	1206	1712	1427	1765	1470	1765	1470	1832	1524

Note 1: The values in this table are based on the implicit DC resistance derived from the insertion loss of the various categories of cable. Manufacturers' / suppliers' should be consulted or information relating to a specific cable.  
 Note 2: The current per pair for each Category is dependent on the cable construction.  
 Note 3: Temperature rise above 10 °C shown in gray background is not recommended.

Tabelle 5. Untersuchungen im Rahmen der ISO/IEC TR 29125 haben demonstriert, dass der maximale Strom pro Paar in einem Cat.7A-37-Kabelbündel bei der Erwärmungsgrenze von 10 °C am höchsten ist. (Quelle: Table 2 ISO/IEC TR29125 2016)

senen Kanälen zu den besten Ergebnissen. Die Werte lagen stets unter 10 °C. Auch hier besteht noch Luft nach oben. Erneut bestätigt sich die PoE-Fähigkeit von Ethernet-Kabeln der Kategorie 7A. Die Parameter in den Tabellen 4, 6 und 7 aus der EN 50174-2 und ISO/IEC TR 29125 dienen Planern als wichtige Berechnungsgrundlage für die Auslegung der Verkabelungsinfrastruktur. Sie geben Antwort auf die Frage, welche Kabel in Abhängigkeit der räumlichen Gegebenheiten eingesetzt werden sollen. Mit den Werten können Planer die notwendige Verkürzung der maximalen Übertragungstrecken entsprechend des Temperaturanstiegs einfach berechnen und die passende Verkabelungslösung finden. Unter Berücksichtigung des von der Norm empfohlenen Füllgrades von 40 Prozent und der

beabsichtigten Anzahl der PoE-Ports lassen sich auch die Dimensionen der Brüstungskanäle bestimmen.

### DAS MITTEL DER (KABEL-) WAHL

Von Cat.5e bis Cat.8.2 unterstützen alle Kategorien die PoE-Standards 802.3af, at und bt. Jedoch nicht mit gleicher Effizienz. Maximale PoE-Effizienzsteigerung bieten Cat.7a, Cat.8.2. und Cat.7-Long-Reach-Kabel in AWG22. Ihre übertragungstechnischen Eigenschaften bewirken die geringste Verlustleistung und Kabelerwärmung und bringen bei maximaler Kabelbetriebstemperatur die höchste Energieleistung. Im Hinblick auf die Anbindungen weiterer Geräte und Systeme sind sie das Mittel der Wahl. ECK



**ZORAN BORCIC**

ist seit 2005 bei Draka als Produktmanager weltweit für das Geschäftsfeld Kupfer-Datenkabel verantwortlich. Seine Telekommunikations- und IT-Laufbahn begann er bei Krone als Produktmanager EMEA für Haupt- und Digitalsignalverteilungs-lösungen. Weitere Stationen waren im Marketing bei Krone Management & Technologie in Potsdam und Produkt-Management bei Schüco in Bielefeld. Ferner arbeitet er in der SG CPR und MAK Strukturierte Gebäudeverkabelung mit und ist Autor zahlreicher Fachveröffentlichungen.

Number of cables	0.4 mm cords		Cat 5 cables		Cat 6 cables		Cat 6 <sub>A</sub> cables		Cat 7 cables		Cat 7 <sub>A</sub> cables	
	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit
1	1,1	1,5	0,7	1	0,6	0,7	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6
7	4,1	5,8	2,6	3,8	2	2,7	1,7	2,4	1,7	2,4	1,6	2,2
19	8,6	12,7	5,5	8	4,1	5,7	3,7	5,3	3,7	5,3	3,4	4,9
24	10,4	15,4	6,7	9,7	4,9	6,9	4,5	6,4	4,5	6,4	4,2	6
37	14,7	22,1	9,6	13,7	6,8	9,8	6,4	9,3	6,4	9,3	6	8,6
48	18,2	27,7	12	17	8,4	12,2	8	11,6	8	11,6	7,5	10,8
52	19,4	29,7	12,8	18,2	9	13,1	8,6	12,4	8,6	12,4	8	11,6
61	22,2	34,1	14,7	20,9	10,2	15	9,9	14,3	9,9	14,3	9,2	13,3
64	23,1	35,6	15,3	21,7	10,7	15,6	10,2	14,9	10,2	14,9	9,6	13,9
74	26,2	40,5	17,4	24,6	12	17,7	10,7	17	10,7	17	10,9	15,8
91	31,3	48,7	20,9	29,4	14,3	21,2	14,3	20,4	14,1	20,4	13,1	19,1

Note1: The temperature rise (°C) is based upon a current of 1000 mA per pair, for all pairs in all cables in the bundle.  
 Note 2: The values in this table are based on the implicit DC resistance derived from the insertion loss of the various categories of cable. Manufacturers' / suppliers' specifications should be consulted for information relating to a specific cable.  
 Note 3: The current per pair for each category is dependent on the cable construction.  
 Note 4: Temperature rise above 10 °C shown in gray background is not recommended.

Tabelle 6. ISO/IEC TR 29125-Tests zur Kabelbündelung bei 1000 mA pro Paar. (Quelle: Table 3 ISO/IEC TR29125 2016)

Pairs	ΔT °C 0,4 mm		ΔT °C Cat 5 cables		ΔT °C Cat 6 cables		ΔT °C Cat 6 <sub>A</sub> cables		ΔT °C Cat 7 cables		ΔT °C Cat 7 <sub>A</sub> cables	
	cords	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit	Air	Conduit
24	3,7	5,2	2,3	3,4	1,8	2,4	1,5	2,1	1,5	2,1	1,4	2
48	6,1	8,8	3,8	5,7	2,9	4	2,5	3,6	2,5	3,6	2,4	3,4
96	10,4	15,4	6,7	9,7	4,9	6,9	4,5	6,4	4,5	6,4	4,1	5,9
144	14,3	21,6	9,4	13,4	6,7	9,6	6,3	9	6,3	9	5,8	8,4
148	14,7	22,1	9,6	13,7	6,8	9,8	6,4	9,3	6,4	9,3	6	8,6

Note 1: The temperature rise (°C) is based upon a current of 1000 mA on each energized pair.  
 Note 2: The values in this table are based on the implicit DC resistance derived from the insertion loss of the various categories of cable. Manufacturers' / suppliers' specifications should be consulted for information relating to a specific cable.  
 Note 3: The current per pair for each category is dependent on the cable construction.  
 Note 4: Temperature rise above 10 °C shown in gray background is not recommended.

Tabelle 7. Cat.7A-Kabel erzielten beim Messen des Anstiegs der Temperatur bei unterschiedlicher Anzahl angeregter Pärchen in einem 37 Kabelbündel mit 1000 mA die besten Ergebnisse. (Quelle: Table 4 ISO/IEC TR29125 2016)

RELAIS FÜR DIE KOPPELEBENE

# KOMPAKT UND ZUVERLÄSSIG



Bild 1. Die neue Termseries ist bis ins Detail durchdacht, in ihr wurden die Forderungen aus der Praxis konsequent umgesetzt. (Alle Bilder: Weidmüller)

Hohe Packungsdichte, einfaches Handling, professionelle Anschlusstechnik und eine umfassende Betriebsmittelkennzeichnung lauten zentrale Forderungen an die Koppelebene. Die Relaiskoppler Termseries aus dem Universalprogramm von Klippon Relay sind genau dafür ausgelegt.

## Von Silke Lödige

Hohe Packungsdichte zur Gehäuse- und Schaltschrankoptimierung, einfaches Handling, professionelle Anschlusstechnik und eine umfassende Betriebsmittelkennzeichnung – allesamt Forderungen an eine zukunftsweisende Koppelebene. Die Termseries-Relaiskoppler aus dem Universalprogramm von Klippon Relay erfüllen diese Anforderungen (**Bild 1**). Mit einer Baubreite

von nur 6,4 mm bzw. 12,8 mm benötigen die äußerst schmal bauenden Relaiskoppler und Solid-State-Relais nur wenig Platz auf der Tragschiene. Die beliebig kombinierbaren Relaiskoppler und Solid-State-Relais schalten zuverlässig Lasten bis 16 A bei 250 V AC. Wahlweise stehen die Module mit Festspannungseingängen oder mit einem optimierten Multispannungsein-

gang zur Verfügung. Mit dem Multispannungseingang lassen sich Signale von 24 bis 230 V AC/DC mit nur einer Modulvariante verarbeiten. Das spart Lagerhaltungsaufwand und gestattet den Aufbau universeller Koppelebenen zum Feld. Der Anwender hat die Wahl bei der Anschlusstechnik. Denn aktuell werden die Anschlusssockel der Termseries neben dem Schraubanschluss





Bild 2. Eine deutliche Statusanzeige erfolgt über die LED, die großflächig den kompletten Auswerfer illuminiert.

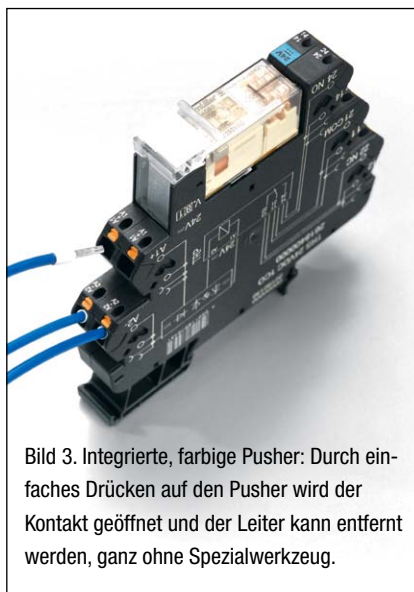


Bild 3. Integrierte, farbige Pusher: Durch einfaches Drücken auf den Pusher wird der Kontakt geöffnet und der Leiter kann entfernt werden, ganz ohne Spezialwerkzeug.

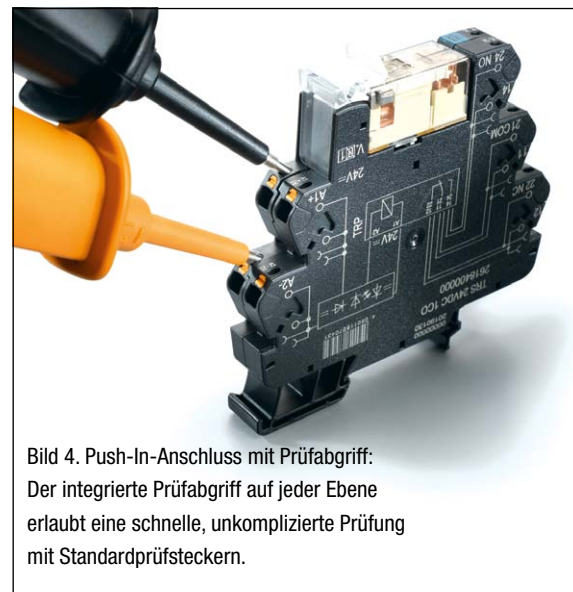


Bild 4. Push-In-Anschluss mit Prüfabgriff: Der integrierte Prüfabgriff auf jeder Ebene erlaubt eine schnelle, unkomplizierte Prüfung mit Standardprüfsteckern.

auch mit der Push-In-Anschlusstechnik ausgerüstet. Das hochwertige Gehäuse besitzt eine deutlich lesbare Bedruckung, sowie eine Farbkodierung für unterschiedliche Spannungsarten. Mit über 300 Varianten ist die Termseries in allen Industriebranchen und Anwendungen zu Hause. Die Konturengleichheit aller Relaiskoppler und Solid-State-Relais ermöglicht die universelle Querverbindung – auch über Trennwände hinweg, selbst Schraub- und Push-In-Varianten lassen sich querverbinden. Eine LED dient als Statusanzeige, sie illuminiert den kompletten Auswerfer großflächig (**Bild 2**). Der Auswerfer-Hebel sorgt für die sichere Entnahme des Schaltelements. Zusätzlich zur Termseries bietet die Klippon-Relay-Familie ein Applikationsprogramm mit maßgeschneiderten Relais für verschiedene Anwendungsfelder. Weidmüller liefert seine Relaiskoppler und Solid-State-Relais fertig montiert und funktionsgeprüft. Weidmüller bietet mit Termseries besonders platzsparende Relaiskoppler und Solid-State-Relais mit Ein- und Zweiwächlerkontakten an. Dank der kompakten Baubreite von 6,4 mm sind die Module platzsparend und erlauben auch die Planung und Realisierung von kleineren Schaltschränken. Auch Module mit doppelter Baubreite, also 12,8 mm, sind konturengleich konstruiert. Die beliebig kombinierbaren Relaiskoppler und Solid-State-Relais schalten zuver-

lässig Lasten bis 16 A bei 250 V AC. Für das Schalten kleiner Lasten stehen zudem Relaiskoppler mit Goldkontakten zur Verfügung.

### NEUER ANSCHLUSS-SOCKEL MIT PUSH-IN-ANSCHLUSS-TECHNIK

Für eine noch bessere und einfachere Verdrahtung hat Weidmüller die Termseries um ein Anschlussmodul in Push-In-Technik erweitert. Mit dem Push-In-Anschluss lassen sich alle Leitertypen schnell und sicher anschließen. Die eindeutige Kennzeichnung des Anschlusses erfolgt über farbige Pusher (**Bild 3**). Der integrierte Prüfabgriff auf jeder Ebene erlaubt eine schnelle, unkomplizierte Prüfung mit Standardprüfsteckern und vereinfacht die Wartung und Fehlersuche im laufenden Betrieb (**Bild 4**).

Im Februar 2020 ist das Elektrotechnikunternehmen Weidmüller mit dem German Design Award ausgezeichnet worden. Der Rat für Formgebung verlieh den Preis für den Relaiskoppler Termseries Push-In in der Kategorie „Excellent Product Design Industry“ (**Bild 5**). „Der German Design Award hat für uns eine besondere Bedeutung – er zeigt, dass wir unsere Produkte stets innovativ und kundenorientiert gestalten“, betonte Thomas Peter, Leiter der Business Unit Digital Signaling & Protection bei Weidmüller.

Aber nicht nur die Anschlusstechnik überzeugt, sondern auch die Konturengleichheit der Module. Bei der Wartung profitieren Anwender schließlich davon, dass die steckbaren Relais und SSRs im Bedarfsfall einfach getauscht oder ersetzt werden können – ohne zeitaufwendige Demontage der Verdrahtung.

### FESTSPANNUNGSEINGANG ODER MULTISPANNUNGSEINGANG

Je nach Anforderung können Anwender Module mit Festspannungseingängen oder mit einem Multispannungseingang wählen. Beim Multispannungseingang werden in nur einer Variante Signale von 24 bis 230 V AC und DC verarbeitet. Der Multispannungseingang erweist sich bei vielen Applikationen als vorteilhaft. Beispielweise sollen Sensoren aus dem Feld entkoppelt



Bild 5. Das Detmolder Elektrotechnikunternehmen Weidmüller ist am 7. Februar in Frankfurt am Main mit dem German Design Award ausgezeichnet worden.



Bild 6. Durchgängige Querverbindungskanäle erhöhen die Flexibilität und sparen Verdrahtungszeit in jeder Ebene.

werden, dabei liegen diese Signale mit verschiedenen Spannungen vor. Das gleiche gilt beim Retrofit etwa in der Prozessindustrie – hier kommen unterschiedliche Signale aus dem Feld, die es zu trennen gilt. Klassischerweise werden Relais mit Festspannungseingängen im Schaltschrank verbaut. Der Schaltschrank wird geprüft und komplett ins Feld geliefert. Dadurch steht lediglich eine Spannung zur Verfügung. Muss die Koppelenebene dort angepasst werden, bedingt das den zeit- und kostenträchtigen Umbau auf der Baustelle. Bislang sind dafür mehrere Relaiskoppler notwendig – bei der Weidmüller-Lösung bedarf es, dank des Multispannungseingangs, nur eines Relaiskopplers. Auch der Maschinenbau verarbeitet in Produktionsstraßen Signale mit unterschiedlichen Spannungen: Mit dem Multispannungseingang reduziert sich auch hier der Installations-, der Service- und der Wartungsaufwand. Eine Statusanzeige via LED illuminiert großflächig den Auswerfer. Anwender identifizieren so problemlos den Signalstatus – selbst bei schwer einsehbareren Einbauverhältnissen. Über den Auswurfhebel lassen sich die Relais bzw. Solid-State-Module einfach entnehmen und ersetzen. Beim erneuten Einstecken garantiert ein gut hörbarer „Klick“ das sichere Einrasten. Bei den Modulen sind alle Kanten montagefreundlich abgerundet, das vereinfacht die Installation vieler Module.



Bild 7. Ein voreilender Wolfram-Kontakt verhindert bei kapazitiven Lasten, dass die Kontakte im Moment des Einschaltens verschweißen. Das erhöht die Lebensdauer.

## UNIVERSELLER ANSCHLUSS-SOCKEL

In der Termseries-Familie nutzen Relais und Halbleiterrelais den gleichen Sockel und können sicher untereinander ausgetauscht werden. Zusätzlich sind die Relaissockel im Eingang mit internen Schaltkreisen ausgestattet, die die Steuerspannung an die Spulenspannung des angeschlossenen Relais anpassen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Nennspannungen der Sockel und des steckbaren Relais kompatibel sind. Steuerspannung und Spulenspannung sind nicht immer identisch. Aus diesem Grund wird die Spulenspannung auf die Relaisbuchsen gedruckt. Der Vorteil ist die Sichtbarkeit der Spulenspannung für das Ersatzrelais im eingebauten Zustand des Relaissockels.

## RC-FILTER LÖSEN LECKSTROM-PROBLEMATIK

Beim Betrieb von Relais können verschiedene Probleme auftreten, die zum Beispiel durch elektromagnetische Störungen verursacht werden, ein Phänomen, das oft bei längeren Leitungen auftritt. Störungen können dabei durch benachbarte Stromleitungen für den Betrieb von Motoren, Startern oder Schaltanlagen verursacht werden. Die elektromagnetische Einkopplung wirkt sich auf die Steuerleitung der Relais aus.

Dies kann zu einer Fehlfunktion des Relais führen, da die induzierte Spannung höher ist als die Abfallspannung des Relais (>20 % Nennsteuerspannung) und das angezogene Relais dann nicht abschaltet. Problematisch könnte auch die Halbleiterausgangskarte einer SPS sein, bei der der Leckstrom höher ausfallen könnte als der Rückfallstrom des Relais. Dies kann dazu führen, dass angezogene Relais nicht abfallen. Weidmüller löst diese Problematik mit einem RC-Filter parallel zur Spule. Damit werden Fehler durch längere Leitungen und Leckströme vermieden. Der RC-Stromkreis filtert Störspannungen an der Steuerleitung aus, damit das Relais sicher abschalten kann.

## INSTALLATIONS-FREUNDLICHKEIT

Besonderen Wert bei der Entwicklung der Termseries legten die Entwickler auf die Installationsfreundlichkeit. Das zeigt sich an den großzügigen Markierungsfeldern, die eine eindeutige Beschriftung ermöglichen. Die doppelseitige Bedruckung der Anschlüsse sorgt für gute Lesbarkeit in verschiedenen Einbaulagen. Farbige Kodierungen der jeweiligen Steuerspannung im Kopfbereich der Module reduzieren Verdrahtungsfehler: Blau steht für DC, rot für AC, weiß für UC (AC/DC). Die in Orange ausgeführten Trennwände separieren Baugruppen galvanisch oder dienen der Gruppenbildung. Die Trennwand vergrößerte die Luft- und Kriechstrecken für eine Isolationsspannung von bis zu 600 V. Alle Trennwände lassen sich zur Gruppenkennzeichnung mit umfangreichen Markierungen versehen. Zwei Platten nebeneinander bieten die Möglichkeit großflächiger zu markieren. Perforierte Lücken in der Trennwand können leicht mit den Fingern oder einem Werkzeug herausgebrochen werden. Das schafft Platz für die Querverbindungen, die dadurch auch über die Trennwand hinweg montiert werden können. Auch die steckbaren, vibrations-sicheren Querverbindungen – Termseries Cross-Connection – sind bis ins Detail durchdacht und bieten Flexibi-

lität (**Bild 6**). Passgenau querverbinden lassen sich Relaiskoppler und Solid-State-Relais-Varianten durch variable Polzahlen. Das individuell kürzbare Streifenmaterial mit 51 Polen für 6 mm Baubreite bzw. 26 Polen für 12,8 mm Baubreite reduziert den entstehenden Verschnitt erheblich. Das besonders einfache Kürzen der Querverbindungen auf die notwendige Länge wird über entsprechende Einkerbungen zwischen den Polen erleichtert. Es lassen sich maximal 32 Pole stecken. Durch einen zusätzlichen Steg in der Feder werden ungewollte Deformationen im Montageprozess vermieden. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Termseries Cross-Connection in den Farben Orange, Blau, Rot und Schwarz verfügbar. Alle fünf Anschlussebenen der Termseries-Module können unabhängig von der jeweiligen Produktvariante individuell querverbunden werden, was die Verdrahtungszeit deutlich reduziert.

### SCHALTEN INDUSTRIELLER LASTEN

Industrielle Lasten haben in der Regel einen kapazitiven bzw. induktiven Anteil. Dieser reduziert wegen des entstehenden Einschalt- bzw. Abschaltfunken die Lebensdauer der Relaiskontakte. Nicht so bei den speziellen Varianten der Termseries. Diese bestückt Weidmüller mit Relais, deren Kontaktanordnung und Kontaktmaterial eigens für industrielle Lasten ausgelegt sind: Ob im Schaltschrank-, Maschinen- und Anlagenbau, bei Windenergie, Robotertechnik sowie Marine, Offshore und Schiffbau – mit den kompakten Varianten aus der Termseries schalten Anwender industrielle Lasten bis 16 A sicher, zuverlässig und langlebig. Für diese Anwendung wartet die Termseries mit verschiedenen Produkten auf. So steht zum Beispiel ein Wechsler mit 16 A zur Verfügung. Er dient dem Schalten von industriellen Lasten wie Infrarotheizungen, Pumpen und Kleinschützen. Das Kontaktmaterial AgNi eignet sich auch zum Schalten von geringen Lasten. Bei diesem Modul bietet Weidmüller ein breites Spektrum

an Eingangsspannungen von 5 V DC bis 230 V AC/DC an. Der Schließer – 16 A HC (High Current) – kommt beim Schalten von induktiven Lasten wie Magnetventilen, Leistungsschützen und Motoren zum Einsatz. Dank dem Kontaktmaterial AgSnO und dem großen Kontaktabstand erweist sich dieser Schließer als abbrand- und verschleißfest. Einen weiteren Schließer – 16 A HCP (High Current Peak) – verwenden Anwender beim Schalten von kapazitiven Lasten wie LED-Vorschaltgeräten, Lichtleisten und Schaltnetzteilen. Ihn zeichnen sein Kontaktmaterial AgSnO und der voreilende Wolframkontakt aus (**Bild 7**). Er verhindert das Kontaktverschweißen im Einschaltmoment bei kapazitiven Lasten. Beide Schließer sind mit einem 24-V-DC- und Multispannungseingang von 24-230 V AC/DC erhältlich. Hinzu kommt ein 12,8 mm breites Halbleiterrelais mit erhöhter DC-Schaltleistung von 5 A für verschleißfreies und geräuscharmes Schalten, das über einen 24-V-DC- oder Multispannungseingang angesteuert wird. Weiterhin gehören 6 mm schmale Relaiskoppler mit AgSnO-Kontakt zum Schalten kleiner kapazitiver und induktiver Lasten wie etwa Schütze mit Weitbereichsteuereingang, Schaltnetzteilen oder Magnetventilen zum Programm. GS



**SILKE  
LÖDIGE**

studierte Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Nach ihrem Studium startete sie bei Weidmüller als Produktspezialistin für Automatisierung und war später im Industriemanagement Maschinen- und Anlagenbau tätig. Schließlich wechselte sie ins Marketing, wo sie einige Jahre das Vertriebsmarketing in Deutschland verantwortete. 2019 wechselte sie in die Unternehmenskommunikation des Stammhauses und ist nun als Referentin Fachpresse tätig.  
 silke.loedige@weidmueller.com

## 19" Komponenten

- verschiedenartige Aufbausysteme
- modulare Bauweise
- interne Leiterkartenführungen und T-Nuten
- EMV geschirmte Ausführungen
- umfangreiches Zubehör, Ausbausätze
- Sonderhöhen, -tiefen und Teileinheiten

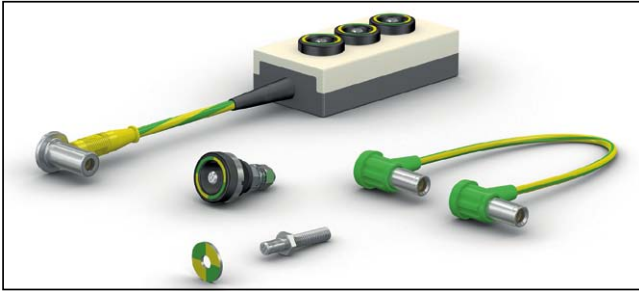


Mehr erfahren Sie hier:  
[www.fischerelektronik.de](http://www.fischerelektronik.de)

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

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





STECKVERBINDER FÜR DIE MEDIZINTECHNIK  
**Zum Ausgleich von Potenzialdifferenzen**

Eine fortlaufende, zuverlässige und betriebssichere Energiezufuhr ist ausschlaggebend für eine erfolgreiche Behandlung, sowohl im Operationssaal als auch in Arztpraxen und mobilen Geräten zur ambulanten Therapie. Die elektrischen Kontakte von Stäubli sind je nach Anwendung sterilisierbar und berührungsgeschützt. Die POAG-Steckverbinder von Stäubli sind erforderlich zum Ausgleich von Potenzialdifferenzen verschiedener Metallkomponenten, die gleichzeitig berührt werden können. Sie reduzieren Potenzialunterschiede, die während des Gebrauchs zwischendem Körper, dem Gerät und anderen leitfähigen Komponenten entstehen können. Diese Steckverbinder sind standardmäßig in vielen Krankenbetten eingebaut, aber auch in OP-Tischen und -Stühlen oder in medizinischen Steckdosenleisten. Ihr Design verhindert ein versehentliches Lösen, ermöglicht aber gleichzeitig ein einfaches Ausstecken ohne Verwendung von Werkzeugen. Die vernickelten Messingbuchsen haben gefederte Multilam-Kontakte aus einer vergoldeten, hartgezogenen Kupferlegierung, um Korrosion zu verhindern und eine dauerhaft sichere Verbindung zu garantieren. Die Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit wird nicht nur in den Stäubli-eigenen Qualitätslabors und Testverfahren auf den Prüfstand gestellt, sondern durch TÜV-Zertifikate belegt.

**Stäubli, [www.staubli.com](http://www.staubli.com)**

ALUMINIUMGEHÄUSE FÜR EUROPAKARTEN  
**Flexible Halbschalenbauart**



Die Elpac-Aluminiumgehäuse der Serie Eukap K von Megatron eignen sich zum Einbau von Europakarten und lassen sich dank Halbschalenbauweise beliebig miteinander kombinieren. Die Eukap-Aluminiumgehäuse sind 100 mm breit und in sieben Gehäusehöhen lieferbar (40, 60, 80, 100, 120, 140 und 160 mm). Sie entsprechen in Kombination mit passenden Endplatten und Dichtelementen der Schutzart IP65. Die Gehäuse sind in Schwarz oder ohne Lackierung erhältlich – schwarze Gehäuse verfügen über eine Eloxierung und damit über einen elektrischen Schutz. Megatron liefert die Eukap-Aluminiumgehäuse ab Stückzahl Eins in Standardlängen von 120 mm, 160 mm und 200 mm. Ab einer Abnahmemenge von mehr als 20 Einheiten

werden die Gehäuse in beliebiger Länge (bis zu 3 m) zugeschnitten. Bei Abnahme von mehr als 50 Gehäusen werden die Oberflächen beziehungsweise die Endplatten zusätzlich auf Wunsch gefräst, gestantzt oder mit Bohrungen versehen. In der Aluminiumgehäuse-Serie Eukap K sind zudem zwei Profile mit außenliegenden Kühlrippen erhältlich – sie führen die auftretende Wärme ab. Für eloxierte Gehäuse mit Kühlrippen in Silber wird die Serie Eukap R angeboten. Für Leitstände beispielsweise in Kraftwerken stehen die Aluminiumgehäuse der Serie DIN K zur Auswahl: Sie erfüllen die strengen Anforderungen der Norm DIN IEC 61554:2002-08.

**Megatron, [www.megatron.de](http://www.megatron.de)**

FLAT-PANEL-ADAPTER

**Anbindung an Geräteträgersystem**

Rose stellt einen neuen Flat-Panel-Adapter vor, mit dem Steuergehäuse und Panel-PCs aller gängigen Hersteller an ein Geräteträgersystem angebinden werden können. Die Kupplung ist für eine maximale Last von 25 kg ausgelegt. Sie besitzt eine große Abdeckklappe, über die ein komfortabler Zugang zum Installationsraum möglich ist und die mit allen üblichen Antrieben für Vorreiber verschlossen werden kann, unter anderem mit Doppelbart, Dreikant, Vierkant und VW E1. Da das Steuerpult für viele Maschinenbauer inzwischen das Aushängeschild der ganzen Maschine ist, hat Rose bei der Konzeption des neuen Flat-Panel-Adapters besonderen Wert auf ein modernes Design gelegt. Auf Wunsch bearbeitet der Hersteller darüber hinaus die Konstruktion individuell und stattet die Seiten des Anschlussraums mit Bohrungen für Kabelverschraubungen, Kabeleinführungen oder für die Aufnahme von Handscannern aus. Der Flat-Panel-Adapter verfügt über einen Neigungsbereich von  $\pm 20^\circ$  und lässt sich mit den Geräteträgersystemen GTH 48 easy (Edelstahl), dem Tragarmsystem GTS (Aluminium) und dem Höhenverstellsystem GTV light von Rose kombinieren. Auch eine individuelle Bearbeitung für den Anschluss von anderen Tragarmsystemen oder Adaptern ist möglich.

**Rose Systemtechnik, [www.rose-systemtechnik.com](http://www.rose-systemtechnik.com)**



## HANDGEHÄUSE

**Ergonomisches Design**

Hammond Electronics hat seine neue 1552er-Serie an Handgehäusen auf den Markt gebracht. Das zunächst in sechs Größen erhältliche, nach UL94-V0 feuerfeste ABS-Gehäuse in Schutzart IP54 zeichnet sich durch ein ergonomisches Design aus, das bequem in der Hand liegt und den Einsatz in Anwendungen wie zum Beispiel einer Maschinensteuerung oder einer elektrischen Hubwerksteuerung



über einen längeren Zeitraum ermöglicht. Die Endplatten sind zur einfachen Modifikation abnehmbar. Für die Verwendung mit losen Kabeln ist alternativ eine Endplatte mit integriertem gummierten Kabelschutz und einem Zugentlastungsbügel erhältlich. Mit einer zusätzlichen Wandhalterung kann das Gerät bequem gelagert werden, wenn es nicht in Gebrauch ist. Das 1552 kann auch als Tischgehäuse verwendet werden. Sämtliche Gehäuse weisen bei Markteinführung Maße von 50 mm Breite und entweder 22 oder 30 mm Höhe auf, wobei beide Höhen in jeweils 70, 110 und 150 mm Länge erhältlich sind. Alle Größen sind standardmäßig in schwarz und grau mit einer Satin-Oberfläche erhältlich. In der Oberseite befindet sich eine Aussparung für eine Folientastatur oder ein Display und im unteren Bereich sind Leiterplattenabstände eingearbeitet. Die Oberseite ist durch vier farblich kodierte Schneidschrauben mit der Unterseite verbunden; in der Mitte der längeren Elemente sind Schnappverschlüsse angebracht, um ein Durchbiegen zu verhindern. Die 1552er und die 1557er Serien sind bei dem Distributor Bürklin erhältlich.

**Hammond Electronics / Bürklin, [www.buerklin.com](http://www.buerklin.com)**

## DC-STECKSYSTEM

**Standardisiert nach IEC TS 62735-1**

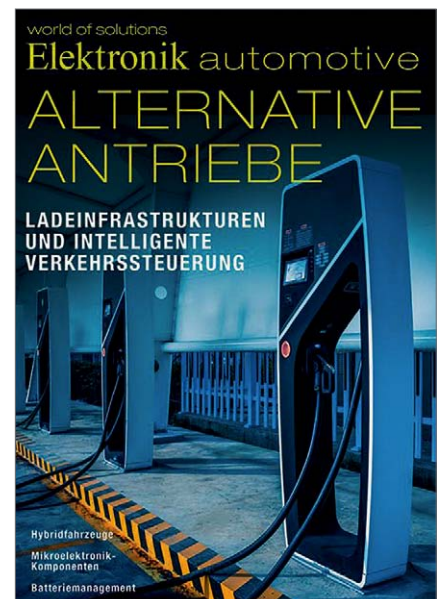
Schurter präsentiert mit dem Stecker GP21 und der Steckdose GS21 die nach Unternehmensangaben weltweit ersten nach IEC TS 62735-1 standardisierten DC-Stecksysteme für die effiziente Leistungsverteilung in Datenzentren, Stromverteilbleisten und UPS. Bei einer reinen DC-Versorgung fallen kostenintensive und stör anfällige Transformationen und Umwandlungen mitsamt ihren Komponenten komplett weg. Die Betriebssicherheit steigt bei verbessertem Wirkungsgrad. Im digitalen Zeitalter stehen Unmengen DC-betriebener Geräte im Einsatz: Unterhaltungselektronik, industrielle IT, Elektrofahrzeuge und viele andere mehr. Am anderen Ende der Energieversorgungskette etablieren sich Techniken, die direkt Gleichstrom erzeugen.

Gleichstrom verbessert die Qualität der Stromversorgung. Probleme mit Oberwellen und harmonischen Verzerrungen scheiden aus. Auch ein Phasenausgleich ist nicht erforderlich. Zudem ist eine Synchronisierung nicht mehr notwendig, um verschiedene Quellen und Netze zu koppeln. Der neue Standard IEC TS 62735-1 zur DC-Leistungsverteilung bis 2,6 kW verlangt aufgrund der Eigenschaften von Gleichstrom nach einer komplexeren Konstruktion. DC-Lichtbögen sind beim Trennen der Versorgung zu vermeiden. Der zulässige Temperaturbereich der Steckerstifte beträgt -5 °C bis +105 °C. Auf eine Verriegelung zum Schutz vor Lichtbögen kann bei der Variante bis 2,6 kW verzichtet werden (Hot Switch). Der wiederanschließbare Stecker Schurter GP21 nimmt Kabelquerschnitte zwischen 0,75 mm<sup>2</sup>/18 AWG bis 1,5 mm<sup>2</sup>/16 AWG auf. Die entsprechende Dose Schurter GS21 ist für Frontplattenstärken von 1,5 mm oder 2,0 mm ausgelegt. Für den Anschluss stehen Quick Connect 6,3 x 0,8 mm oder Leiterplatten-Anschlüsse zur Verfügung. Beide Komponenten sind bei dem Distributor Bürklin erhältlich.

**Schurter / Bürklin, [www.buerklin.com](http://www.buerklin.com)**



WERDEN SIE  
MIT IHRER  
LÖSUNG TEIL  
DER WORLD  
OF SOLUTIONS



**AUF ALLEN RELEVANTEN KANÄLEN**

**PRINT**

**ONLINE**

**EVENTS**

**SOCIAL MEDIA**

**JETZT BUCHEN!**

Sonja Winkler  
[swinkler@weka-fachmedien.de](mailto:swinkler@weka-fachmedien.de)  
+49 (89) 255 56-1383

[elektronik.de](http://elektronik.de) | [elektronik-automotive.de](http://elektronik-automotive.de)

19-ZOLL-AUFBAUSYSTEM

# FLEXIBEL, MODULAR UND WARTUNGS- FREUNDLICH



Verschiedene kundenspezifisch bearbeitete 19-Zoll-3HE-Kassetten, eingesetzt in 3HE-EMV-Baugruppenträger (Bild: Fischer Elektronik)

Mit der 19-Zoll-Kassette bietet das 19-Zoll-Aufbausystem eine perfekte Gehäusegrundlage für modulare Gerätesysteme. So lassen sich Baugruppen flexibel für die unterschiedlichsten Aufgaben kombinieren. Dank der modularen Aufbauweise bleibt das Gesamtsystem wartungsfreundlich. Von Fatih Sahin



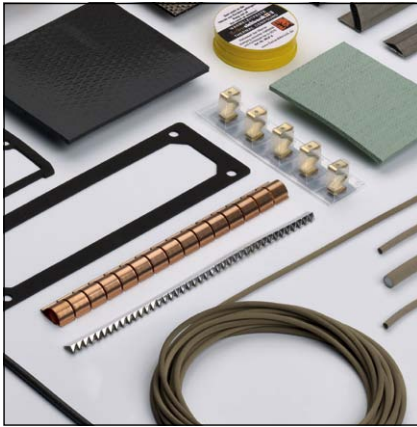


Bild 1. EMV-Dichtungen und Wärmeleitmaterialien für den Gehäusebau. (Bild: Fischer Elektronik)

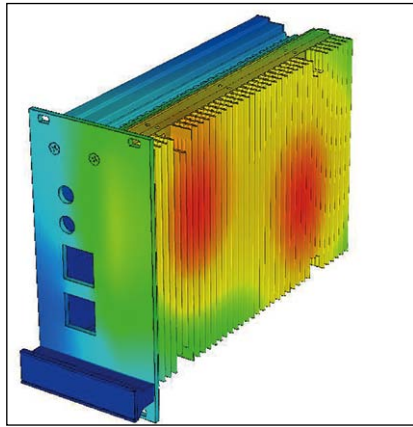


Bild 2. Wärmesimulation einer 19-Zoll-Wärmeableitkassette. (Bild: Fischer Elektronik)

Im Zeitalter der Digitalisierung erobern neue technologische Entwicklungen unseren Alltag und verändern die Art, wie wir leben. Unter Stichworten wie Smart Home oder Industrie 4.0 nimmt der Wandel seinen Lauf und erfordert eine stets prozessnahe Infrastruktur der Elektronik und der zugehörigen Mechanik. Mit der 19-Zoll-Baugruppenkassette bietet das modulare 19-Zoll-Aufbausystem eine flexible Gehäusegrundlage, die auch den gestiegenen Anforderungen der heutigen Zeit entspricht.

### BEWÄHRT UND WEITVERBREITET – DAS 19-ZOLL-AUFBAUSYSTEM

Das 19-Zoll-Aufbausystem, spezifiziert in der Normreihe IEC 60297, ist im Prinzip ein genormtes Baukastensystem, dessen Wurzeln bereits in der Zeit vor dem ersten Weltkrieg liegen. Dabei teilt die Norm das Komplettsystem in die folgenden vier Ebenen auf:

- Ebene 1: Komponenten wie Leiterkarten,
- Ebene 2: Baugruppen wie Kassetten,
- Ebene 3: Baugruppenträger und
- Ebene 4: Aufnahmen wie Schränke und Gestelle (Rack).

Baugruppen wie Kassettengehäuse verschiedener Hersteller lassen sich kombinieren und in die nächsthöhere Ebene, zum Beispiel in einen Baugruppenträger, einsetzen. Mit Teildokumenten beschreibt die Norm in der Summe die mechanischen Eigenschaften von Komponenten und Baugruppen die

sich modular in Baugruppenträgern und Gestellen (Racks) aufnehmen lassen. Dabei ist 19 Zoll (482,6 mm) die Breite der in der Norm spezifizierten Gerätefrontplatte, wonach das Aufbausystem benannt wurde. Die Intention hinter dem 19-Zoll-Aufbausystem ist, sicherzustellen, dass elektronische Baugruppen verschiedener Hersteller modular in die gleichen Baugruppenträger eingesetzt werden können, die wiederum in Gehäuse und Schränke anderer Hersteller passen.

Wie es zu der 19-Zoll-Breite gekommen ist, da scheiden sich die Geister. Sicher ist, dass die 19-Zoll-Gerätefrontplattenbreite in den USA bevorzugt wurde und nach dem zweiten Weltkrieg immer mehr nach Europa gelangte, wo sie das erste Mal in Deutschland mit der DIN 41 494 beschrieben wurde. Heute findet das 19-Zoll-Aufbausystem nahezu in allen elektronischen Bereichen Einsatz, zum Beispiel in der Industrie oder bei der Audio-, Bahn-, Informations-, Medizin-, Militär- und Verkehrstechnik. Normungsgremien arbeiten noch heute an neuen Standards und Leitlinien, um das 19-Zoll-System auf dem aktuellen Stand der Technik zu halten und die Interoperabilität zu gewährleisten.

### BAUGRUPPENEbene: DIE 19-ZOLL-KASSETTE

Die 19-Zoll-Kassette wird in der IEC 60297-3-101 spezifiziert und der zweiten Ebene des Aufbausystems zugeordnet. Bei der Normung der Kassette

wurde Wert daraufgelegt, nur Parameter zu spezifizieren, die für die Kompatibilität des Systems notwendig sind. Diese Eigenschaft macht die Kassette besonders, denn dadurch ist sie nicht nur flexibel für individuelle Aufgaben, sondern auch in der Anwendung zeitlos. Die Grundaufgabe der Kassette besteht darin, mehrere Leiterkarten im Europa-kartenformat (z.B. 100 x 160 mm) aufzunehmen und diese zu einer Funktionsgruppe zusammenzufassen. Aber auch ein kundenspezifischer Aufbau der Elektronik in der Kassette ist üblich. Dabei wird die Kassette als Gehäuse für den nicht genormten Aufbau der Elektronik genutzt. 19-Zoll-Kassetten werden über Führungsschienen in den Baugruppenträger eingeschoben, über genormte Steckverbinder mit der im Baugruppenträger integrierten Backplane verbunden und über die Frontplatte mit dem Baugruppenträger verschraubt. Je nach Konfiguration der Backplane werden die Kassetten mit Strom versorgt und können über unterschiedliche Busarchitek-

turen wie VME oder VPX kommunizieren. Kassetten werden unter anderem für modulare Steuerungskomponenten wie Netzteile, CPU-Einheiten, Motorregler, I/O-Einheiten, Verstärker und Speichereinheiten genutzt.

### AUFBAU DER KLASSISCHEN KASSETTE

Eine klassische 19-Zoll-Kassette ist in der Regel als metallisches Gehäuse aufgebaut. Sie besteht aus einer 2,5 mm dicken Frontplatte, einem meist mehrteiligen Gehäusekorpus und einer einfachen Rückwand. Optional kann die Kassette mit starren Griffen oder bei hohen Steckkräften mit Hebelgriffen bestückt werden. Als Gehäusewerkstoff hat sich Aluminium wegen des geringen Gewichtes und der verhältnismäßig hohen Festigkeit durchgesetzt.

Die Kassette wird geometrisch durch drei Maßeinheiten beschrieben. Die Breite in Teilungseinheiten (TE) die Höhe in Höheneinheiten (HE) und die Einschubtiefe (ET).

**Breite:** Die Breite der Kassette wird über die Frontplattenbreite mit  $n \cdot TE$  bestimmt. Eine Teilungseinheit entspricht 5,08 mm oder 2/10 Zoll. Gängige Kassetten weisen eine Nennbreite von 10 bis 21 TE auf.

**Höhe:** Die Höhe der Kassette wird genauso wie die Höhe des Baugruppenträgers in Höheneinheiten (HE) angegeben. Eine Höheneinheit entspricht 44,45 mm wobei die gängigen Kassetten 3 und 6 HE messen.

**Tiefe:** Die Tiefe der Kassette ist nicht genormt und wird mit der Einschubtiefe (ET) angegeben. Die Einschubtiefe gilt ab der Rückseite der Frontplatte und resultiert aus den genormten Maßen der Leiterkarte und dem zugehörigen Steckverbinder. Gebräuchlich sind Kassettentiefen von 167 mm bzw. 227 mm, passend für die Europakartenformate 100 x 160 mm und 100 x 220 mm. Bei der Auswahl der Kassette spricht man auf die Europakarten bezogen daher von der Einschubtiefe 160 oder 220.

### ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

In Europa müssen Geräte, die in Umlauf gebracht werden, unter anderem der

europäischen EMV-Richtlinie 2014/30/EU entsprechen. Darin ist niedergelegt, dass elektrische Betriebsmittel in einer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend arbeiten müssen, ohne dabei selbst Störungen zu verursachen, die für andere Betriebsmittel schädlich wären.

Durch elektrische Filter, durchdachte Platinen-Layouts und lokale Abschirmung von Bauteilen lässt sich das System zum Großteil elektromagnetisch verträglich aufbauen. Eine zusätzliche Abschirmung erfolgt mit einer EMV-Kassette die im besten Fall in einem EMV-Baugruppenträger verbaut wird. Eine Kassette bietet eine hohe Schirmdämpfung, wenn sie wie ein Faraday'scher Käfig elektrisch leitend ist und im Idealfall aus einem ferromagnetischen Material besteht. Eine hohe Schirmdämpfung wird mit komplett geschlossenen Kassetten, die eine große Wandstärke aufweisen, erreicht. Spalte zwischen zwei Gehäuseteilen, sind mit speziellen EMV-Dichtungen abzudichten, da sie sonst als Antennen wirken können (**Bild 1**). In der IEC 60297-3-101 wird lediglich die Schnittstelle von der Kassettenfrontplatte zum Baugruppenträger spezifiziert. Dabei werden die Schirmungsstellen des Baugruppenträgers im Frontbereich und die Schirmungsstellen der Kassettenfrontplatten beschrieben. Hersteller von 19-Zoll-Kassetten bieten speziell geschirmte Kassetten an, die den hohen EMV-Anforderungen gerecht werden.

### WÄRMEABLEITUNG

Die Miniaturisierung und die wachsenden Packungsdichten der Schaltungen stellen die Systementwickler immer wieder vor neue Herausforderungen. Die Verlustleistung konzentriert sich auf eine immer kleiner werdende Fläche die zuverlässig entwärmt werden muss, um Systemausfälle durch den Hitzetod der Halbleiter zu vermeiden. Genau für diese, durch die Digitalisierung immer weiter vorangetriebene Herausforderung, bietet die 19-Zoll-Kassette ausreichend Spielraum für eine passende Lösungsfindung. Aktive oder passive Entwärmungskonzepte lassen sich

anwendungsspezifisch in die von der Norm zur freien Auslegung un spezifizierten Bereiche abbilden. So bestehen bei passiv entwärmten Kassetten die Seitenwände aus stranggepressten Kühlkörpern. Je nach Anwendung und abzuführender Verlustleistung können diese Kühlkörper in Breite, Höhe und Tiefe variieren. Auch Sonderlösungen mit aktiven Kühlkonzepten durch Miniaturlüfteraggregate finden immer häufiger Einsatz. So lassen sich zum Beispiel leistungsstarke Embedded-Systeme im 19-Zoll-Aufbausystem unterbringen. Mithilfe von Wärmesimulationen (**Bild 2**) lassen sich Wärmeableitkassetten unter realitätsnahen Bedingungen thermisch auslegen und bieten dem Entwickler die Möglichkeit frühzeitig Erkenntnisse über die thermisch kritischen Zustände zu sammeln.

### MODULARER AUFBAU UND WARTUNGSFREUNDLICHKEIT

Mit der 19-Zoll-Kassette bietet das 19-Zoll-Aufbausystem eine perfekte Gehäusegrundlage für modulare Gerätesysteme, die hohen Ansprüchen gerecht wird. Die Vorteile liegen auf der Hand: Mit der 19-Zoll-Kassette lassen sich Baugruppen für die unterschiedlichsten Aufgaben modular aus mehreren Teilkomponenten zu zentralen oder dezentralen Geräten kombinieren. Durch die modulare Aufbauweise ist das Gesamtsystem wartungsfreundlich. Veralterte oder defekte Komponenten lassen sich schnell austauschen wodurch die Stillstandzeiten und damit verbundenen Kosten auf ein Minimum reduziert werden. GS



FATIH SAHIN

studierte Mechatronik an der Fachhochschule Südwestfalen, wo er mit dem B.Eng. abschloss. Seit 2012 ist er als Entwicklungsingenieur bei Fischer Elektronik auf dem Gebiet der Gehäuse-technik tätig.  
f.sahin@fischerelektronik.de

## IMPRESSUM

### REDAKTION

**Anschrift:** Redaktion Elektronik,  
Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar  
**Assistenz:** Andrea Seidel, Silvia Langford  
**Telefon:** 089 25556-1332; **Telefax:** -1670  
**Internet:** www.elektronik.de  
**E-Mail:** redaktion@elektronik.de

### Chefredakteur:

Dipl.-Ing. Frank Riemenschneider (fr/-1714)  
**Editor-at-Large, stv. Chefredakteur:**  
Dipl.-Ing. Gerhard Stelzer (gs/-1337)  
**Chef vom Dienst:**  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Kien (mk/-1333)

### Redaktion:

**Christina Deinhardt** (cd/-1150):  
GMM, Leistungselektronik  
**Selina Doulah** (sd/-1609):  
Distribution, GMM, Elektronik neo  
**Stefanie Eckardt** (eck/-1342):  
Kfz-Elektronik, Automotive  
**Ute Häußler** (uh/-1369):  
Leistungselektronik, Stromversorgung, Automotive  
**Dipl.-Phys. Markus Haller** (mha/-1371):  
Displays, Sensorik, Messen+Testen,  
Konsumelektronik/Multimedia, Organische  
Elektronik  
**Dipl.-Phys. Irina Hübner** (ih/-1339):  
Kfz-Elektronik, Automotive  
**B. Eng. Tobias Schlichtmeier** (ts/-1368):  
Computertechnik, Software-Entwicklung,  
Embedded, Security  
**Dipl.-Ing. Harry Schubert** (hs/-1338):  
Halbleiter, Mikrocontroller/-prozessoren,  
Wireless (HF-Technik)/RFID, Kommunikation,  
Elektronikfertigung, Leiterplatten  
**Dipl.-Ing. Gerhard Stelzer** (gs/-1337):  
Mikroelektronik, Kfz-Elektronik, Automotive,  
Elektromechanik, Passive Bauelemente

**Layout, Grafik:** Andreas Geyh, Anja Schumann  
**Titel:** Andreas Geyh  
**Bilderdienst:** Shutterstock

**Sonderdrucke:** Alle in dieser Ausgabe  
erschiedenen Beiträge können für Werbezwecke  
in Form von Sonderdrucken hergestellt werden.  
Anfragen an Marion Stephan,  
Tel. 089 25556-1442,  
mstephan@weka-fachmedien.de

**Technik:** JournalMedia GmbH,  
Richard-Reitzner-Allee 4, 85540 Haar

**Druck:** L. N. Schaffrath, Marktweg 42-50,  
47608 Geldern

**Organschaft:** Die Elektronik ist Organ der  
VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik,  
Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM).

**Urheberrechte:** Die in der Zeitschrift  
veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich  
geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der  
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.  
Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche  
Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form –  
durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren  
– reproduziert oder in eine von Maschinen,  
insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen,  
verwendbare Sprache übertragen werden. Auch  
die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk-  
oder Fernsehsendung, im Magnettonverfahren  
oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Foto-  
kopien für den persönlichen und sonstigen eigenen  
Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder  
Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden.

**Für unverlangt eingesandte Manuskripte,  
Fotos, Grafiken und Datenträger wird keine  
Haftung übernommen, Rücksendung erfolgt  
nicht.**

### MEDIABERATUNG (Anschrift wie Verlag)

**E-Mail:** media@elektronik.de,  
**Internet:** www.weka-fachmedien.de/media.html  
**Sales Director:** Sonja Winkler  
(-1383, swinkler@weka-fachmedien.de)

**International Account Manager:**  
Konrad Nadler (+49 89 25556-1382,  
knadler@weka-fachmedien.de)

**Mediaberatung: Birgit Fischer**  
(-1372, bfischer@weka-fachmedien.de),  
**Nicole Müller**  
(-1384, nmuller@weka-fachmedien.de),  
**Konrad Nadler**  
(-1382, knadler@weka-fachmedien.de),  
**Bernhard Reinisch**  
(-1381, breinisch@weka-fachmedien.de),  
**Telefax-Anzeigen:** 089 25556-1670

**Anzeigen Karriere-Markt:**  
089 25556-1383, stellenanzeigen@elektronik.de  
**Disposition:** Jeanette Blaukat  
(-1014, jblaukat@weka-fachmedien.de)  
Nadine Ziegler  
(-1473, nziegler@weka-fachmedien.de)  
**Anzeigenpreise nach Preisliste 55,  
gültig ab 1. 1. 2020**  
**Media-Information auf Anforderung**

### ANZEIGENVERTRETUNG AUSLAND

**USA West:** Huson International Media,  
Ralph Lockwood, 16615 Lark Avenue, Suite 100,  
Los Gatos, CA 95032, Tel. 001 408 879 6666,  
Fax 001 408 879 6669,  
ralph.lockwood@husonmedia.com

**USA East:** Huson International Media,  
Kristen Riley, 1239 Broadway, Suite 1508,  
New York, NY 10001, Tel. 001 212 268 3344,  
Fax 001 212 268 3355,  
kristen.riley@husonmedia.com

### VERLAG

**Anschrift:** WEKA FACHMEDIEN GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar  
Telefon: 089 25556-1000; **Telefax:** -1396  
www.weka-fachmedien.de

**Vertriebsleitung:** Marc Schneider  
(-1509, mschneider@weka-fachmedien.de)  
**Herstellungsleitung:** Marion Stephan (-1442)  
**Verlagsleitung:** Matthäus Hose  
**Geschäftsführung:** Kurt Skupin

**Bestell- und Abonnement-Service:**  
WEKA FACHMEDIEN GmbH c/o Zenit  
Pressevertrieb GmbH, Postfach 810640,  
70523 Stuttgart, Tel. +49 (0)711 7252-210,  
Fax +49 (0)711 7252-333,  
abo@weka-fachmedien.de

**Heftbestellung online:**  
https://shop.weka-fachmedien.de  
**Bestellungen Schweiz:** Thali AG, Industriestr.  
14, CH-6285 Hitzkirch, Tel. 041 9196611,  
Fax 041 9196677 abo@thali.ch, www.thali.ch  
**Abonnementpreise:**

Inland 26 Ausgaben	€ 179,-
Studentenpreis Inland 26 Ausgaben	€ 154,-
Ausland 26 Ausgaben	€ 186,-
Studentenpreis Ausland 26 Ausgaben	€ 161,-

**Einzelheftbestellung:** € 8,- zzgl. € 3 Versand  
Die Mitglieder der VDE/VDI-Gesellschaft  
Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik  
(GMM) erhalten die Elektronik im Rahmen ihrer  
Mitgliedschaft.  
**Bankverbindung:** HypoVereinsbank  
**IBAN:** DE37 7002 0270 0035 7049 81  
**BIC:** HYVEDEM33XXX

Printed in Germany.  
Imprimé en Allemagne.  
© 2020 für alle Beiträge bei  
WEKA FACHMEDIEN GmbH



69. Jahrgang,  
ISSN 0013-5658,  
Vertriebskennzeichen  
B 2594

**LA ELFA**  
LESERANALYSE ELEKTRONIK-FACHMEDIEN

## INSERENTENVERZEICHNIS

Arthur Behrens GmbH & Co. KG www.arthurbehrens.de	5
Bürklin GmbH & Co. KG www.buerklin.com	7
CODICO GmbH www.codico.com	9
Coilcraft, Inc. www.coilcraft.com	17
DETAKTA Isolier- und Messtechnik GmbH & Co. www.detakta.de	3
Digi-Key Electronics www.digikey.de	1, 2
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG www.fischerelektronik.de	41
GUDECO-Elektronik Handelsgesellschaft mbH www.gudeco.de	35
MOUSER Electronics Inc. www.mouser.de	21
Samtec, Inc. www.samtec.com	1
Georg Schlegel GmbH & Co. KG www.schlegel.biz	11
Schukat electronic Vertriebs GmbH www.schukat.com	45, 49
Schurter AG www.schurter.ch	13
WEKA FACHMEDIEN GmbH www.weka-fachmedien.de	12, 19, 43, 47
Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG www.we-online.de	52

**Jetzt  
Wissensvorsprung  
sichern!**

**Elektronik  
neo**

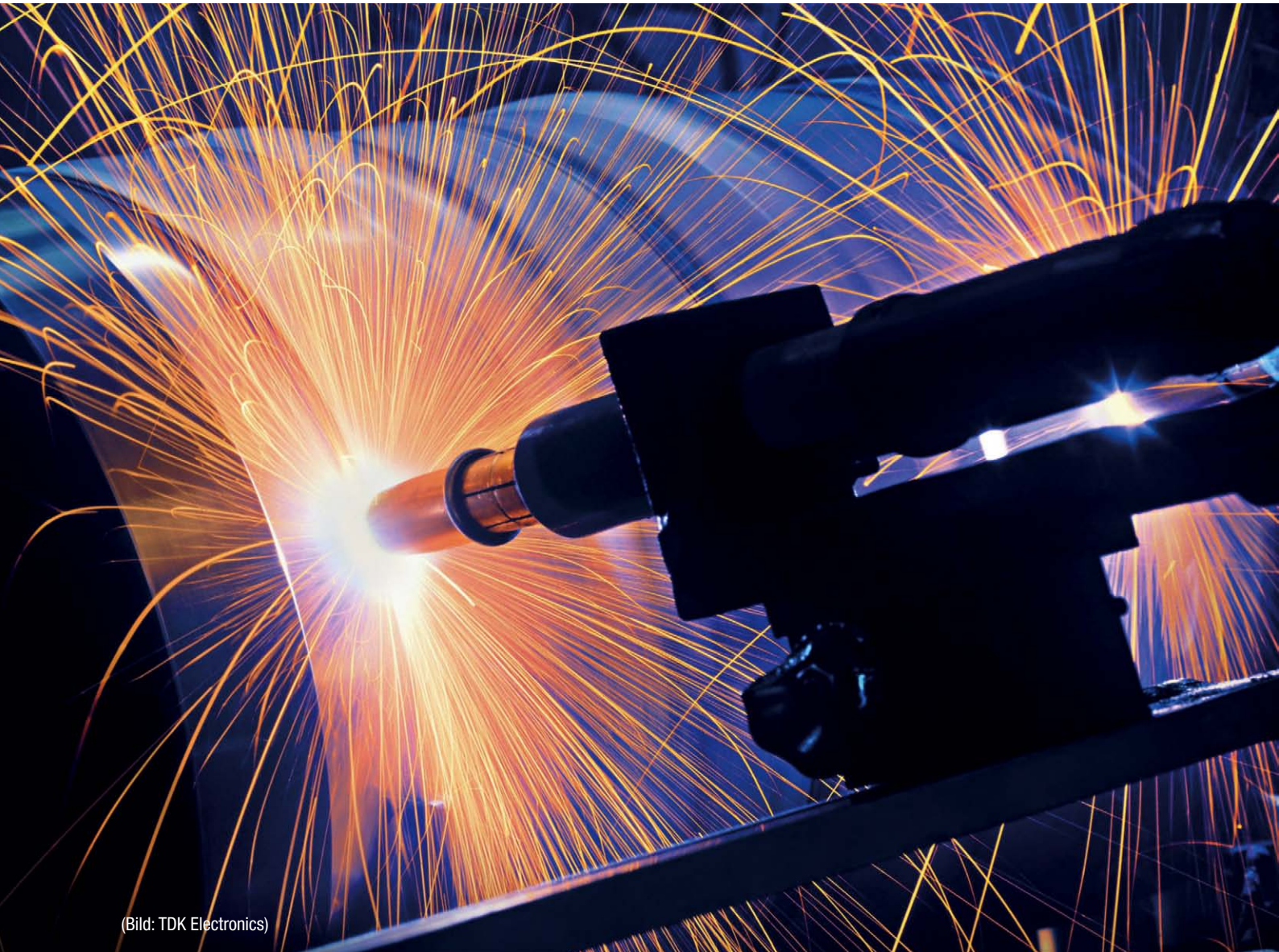
**SCHNELL  
KOSTENFREIEN  
BEZUG SICHERN!**  
weka-fachmedien.de/shop

**LERNEN SIE DAS  
JUNGE MAGAZIN  
DER Elektronik  
KENNEN**





# AUF ZUVERLÄSSIG- KEIT GETRIMMT



(Bild: TDK Electronics)

Leistungskondensatoren werden in der Regel durch einen gekerbten Anschlussdraht gegen Fehlfunktionen abgesichert. Mit einem neuen Sicherheitsprinzip lässt sich die Lebensdauer verlängern und die Zuverlässigkeit erhöhen.

Von Nicolás Faúndes und Dennis Huang

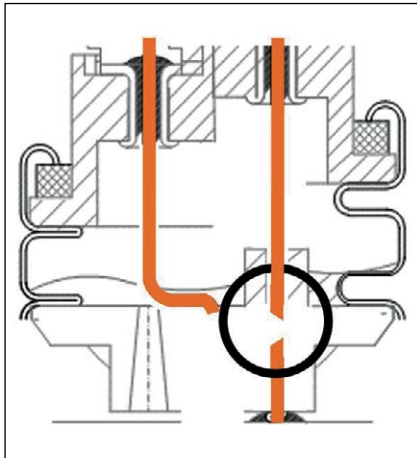


Bild 1. Der Anschlussdraht reißt an der eingekerbten Stelle, wenn sich der Deckel des Kondensators durch Überlast wölbt. (Alle Bilder: TDK Electronics)

AC-Filterkondensatoren werden unter anderem in Eingangs- und Ausgangsstufen von Leistungselektronik integriert. Sie sind darauf ausgelegt, um mit sehr hohen Leistungen beaufschlagt zu werden. Nach der Norm IEC 61071 für Kondensatoren in der Leistungselektronik ist für Leistungskondensatoren eine Sicherheitseinrichtung zum Freischalten im Fehlerfall vorgeschrieben.

#### GEKERBTER ANSCHLUSSDRAHT

Bisher werden als Sicherheitseinrichtung hauptsächlich interne Anschlussdrähte des Wickels mit einer definierten Kerbe verwendet. Dies wird auch als Abreißsicherung bezeichnet. Bei einem Kurzschluss oder einer extremen Überlastung des Kondensators steigt der Druck im Inneren des Kondensators, der Deckel wölbt sich auf und der Anschlussdraht reißt an der eingekerbten Stelle (**Bild 1**).

Der Anschlussdraht wird mit dem Schraubanschluss verlötet. Dies hat jedoch einige Nachteile, denn der Lötprozess kann durch Oxidation zu einer Verfärbung der Anschlüsse, zu einem Abblättern der Lackierung oder zum Eindringen von Fremdstoffen an den Anschlüssen führen. Zusätzlich können unter ungünstigen Umständen Flussmittel ins Gehäuse eindringen, Kunstharz aus dem Gehäuse austreten und andere Bauelemente schädi-

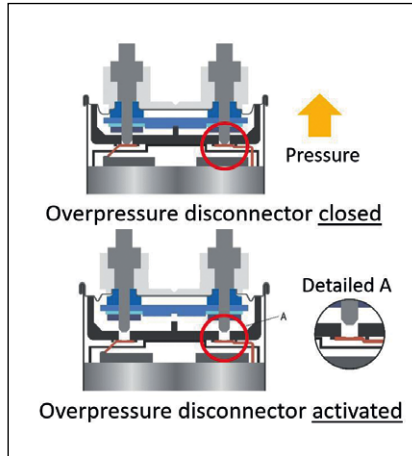


Bild 2. Die Konstruktion der Sicherheitseinrichtung macht einen Lötprozess der Anschlussdrähte überflüssig. Damit erhöht sich die Zuverlässigkeit.

gen. Außerdem hat diese Konstruktion den Nachteil, dass sie empfindlich auf Vibrationen reagiert. Bei einem stärkeren mechanischen Stoß kann in Maschinen mit starken Vibrationen wie Kompressoren und Windgeneratoren oder während des Transports der Anschlussdraht getrennt werden, wodurch die jeweilige Phase unterbrochen wird.

#### HÖHERE SICHERHEIT DURCH LOTFREIE VERBINDUNG

TDK hat nun eine neue, zuverlässigere Sicherheitseinrichtung entwickelt, die bei den neuen AC-Filterkondensatoren der Epcos-MKD-AC-Serie B3237 eingesetzt wird. Sie sind eine Weiterentwicklung der Serie B3236. Hierbei kommen massive Schraubanschlüsse zum Einsatz, durch die kein verlöteter Anschlussdraht mehr führt. Die Schraubanschlüsse drücken im Normalbetrieb an ihrer Unterseite an Kupferbänder, die mit den Wickeln kontaktiert sind. Kommt es nun zu einem Schaden des Kondensators, hebt sich der Deckel mit den Schraubanschlüssen und die Kontaktierung zu den Kupferbändern wird unterbrochen, wodurch der Kondensator freigeschaltet ist (**Bild 2**). Neben dem Verzicht auf die Verlotung mit all ihren Nachteilen, ergibt sich durch diese Konstruktion eine deutlich gesteigerte mechanische Robustheit gegenüber Vibrationen.

Parameter	1 Phase	3 Phasen
Kapazität [ $\mu\text{F}$ ]	100	3×100
Spannung [ $V_{\text{eff}}$ ]	330	330
Strom [ $I_{\text{eff}}$ ]	36	33
Masse [kg]	0,7	1,4
Radius [mm]	75	75
Höhe [mm]	117	275
Anzahl der Kabel	6	3
Gesamtgewicht [kg]	2,1	1,4
Gesamtvolumen [ $\text{cm}^3$ ]	6203	4860
Gesamtkapazität [ $\mu\text{F}$ ]	3 × 100	3 × 100

Tabelle 1. Ein dreiphasiger Filterkondensator ist verglichen mit drei einphasigen Filterkondensatoren bei gleicher Gesamtkapazität um rund 33 % leichter und benötigt 22 % weniger Volumen.

#### GESTEIGERTE WÄRMEABLEITUNG

Ein weiterer entscheidender Aspekt ist die Lebensdauer von Kondensatoren mit der Standardausführung der Sicherheitseinrichtung. Die Lebensdauer der

**High Sensitivity**  
**ZETTLER**  
electronics



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

**SCHUKAT**  
electronic



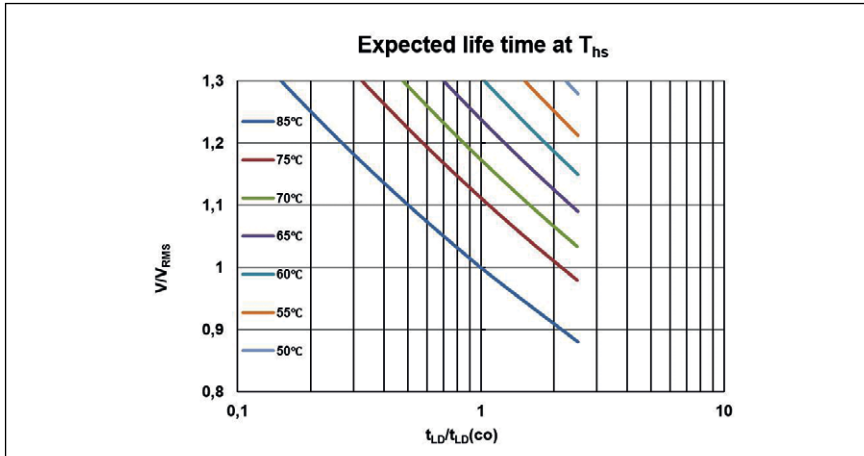


Bild 3. Erwartete Lebensdauer bei unterschiedlichen Hotspot-Temperaturen ( $T_{hs}$ ) und Betriebsspannungen  $V$ . Wird der Kondensator mit  $T_{hs} = 85\text{ °C}$  bei der Nennspannung  $V_{RMS}$  betrieben, entspricht die erwartete Lebensdauer unter Betriebsbedingungen  $t_{LD}$  der spezifizierten Lebensdauer  $t_{LD(CO)}$  von 100.000 Stunden. Bei kleineren Temperaturen und geringeren Betriebsspannungen erhöht sich die erwartete Lebensdauer.

metallisierten Folie hängt wesentlich von der Nennspannung und der Hotspot-Temperatur ( $T_{hs}$ ) im Betrieb ab (Bild 3).

Bei der bisherigen Ausführung befindet sich der Anschlussdraht in der Mitte des Kondensatorwickels. Im Betrieb fließt durch das Kupferanschlusskabel ein Strom mit einem bestimmten Effektivwert, durch den sich die Temperatur des Drahts erhöht. In der Folge steigt damit auch die Temperatur des Wickels, wobei die Temperaturdifferenz von der Mitte nach außen 15 K bis 20 K beträgt und zu einer Verringerung der Lebensdauer führt.

Die neue Serie B3237 der Epcos-MKD-AC-Kondensatoren hat einen anderen Aufbau, der zu einer effizienteren Entwärmung führt. Bei dieser Serie werden Kupferflachbandkabel verwendet statt runder Drähte. Die Flachbandkabel zeichnen sich durch einen geringeren Widerstand aus, wodurch die Wärmeentwicklung reduziert wird.

Zudem sind die Kupferflachbandkabel außerhalb des Wickels angebracht und thermisch gut an den Aluminiumbecher des Kondensators angebunden (Bild 4). Das führt zu einer erhöhten Wärmeableitung. Auf diese Weise erreichen Kondensatoren in dem neuen Design eine Lebensdauer von mindestens 100.000 Stunden bei Betrieb mit Nennspannung und maximaler Hotspot-Temperatur.

### PLATZSPARENDE 3-PHASENAUSFÜHRUNG

Leistungsstarke Umrichter für Antriebe oder Photovoltaik- und Windkraftanlagen werden heute im 3-Phasendesign gebaut. Viele Hersteller von Leistungselektronik setzen nach wie vor drei einzelne Kondensatoren zur Ausgangsbefilterung ein. Dies hat verschiedene Gründe wie zum Beispiel das Beibehalten eines bewährten Konzepts, Lagerbestände oder bestehende Kundenfreigaben. Dreiphasige Filterkondensatoren bieten jedoch etliche Vorteile:

- Geringerer Platzbedarf
  - Weniger Volumen
  - Geringeres Gewicht
  - Weniger Bauelemente
  - Niedrigeres Ausfallrisiko
  - Geringerer Installationsaufwand
- Ein konkretes Beispiel dazu: Ein dreiphasiger Epcos-MKD-AC-Kondensator B32377A3107J030 kann drei einphasige Kondensatoren (B32373A3107J030) ersetzen und erreicht dabei die gleiche Spannungsfestigkeit und Kapazität. Wird ein dreiphasiger Kondensator gewählt, lassen sich 22 % Bauvolumen (ohne Berücksichtigung der Zwischenräume) und 33 % Gewicht einsparen. Die dreiphasige Variante ist um rund 40 % kostengünstiger – nur bezogen auf die Anschaffungskosten der Kondensatoren. Außerdem sind weniger



Bild 4. Kupferbänder mit geringem Widerstand, die eine gute thermische Anbindung zum Kondensatorbecher haben, ermöglichen eine bessere Entwärmung, was die Lebensdauer des Kondensators steigert.

Kabelverbindungen erforderlich (drei statt sechs), das Ausfallrisiko und der Montageaufwand sind niedriger. Die Vorteile dreiphasiger Filterkondensatoren im Vergleich zu drei einphasigen Filterkondensatoren sind in Tabelle 1 zusammengefasst.



**NICOLÁS FAÚNDES**

studierte Leistungselektronik an der Universidad Tecnica Federico Santa Maria (Chile) und Informatik an der Fachhochschule Mannheim. Derzeit arbeitet er als Product Marketing Manager für Leistungskondensatoren bei TDK Electronics in München.



**DENNIS HUANG**

studierte Thermodynamik an der South China University of Technology. Er ist als Entwicklungsingenieur für AC-Filterkondensatoren bei TDK in Zhuhai tätig.





## ELEKTRONIK 14/2020 ERSCHEINT AM 7. JULI

Die Analysten sind sich einig, schon in wenigen Jahren sollen Milliarden von smarten Geräten im Internet der Dinge vernetzt sein. Das eröffnet Hackern ganz neue Angriffsvektoren und stellt die Datensicherheit von Systemen auf den Prüfstand. Die Embedded-Branche reagiert auf diese Herausforderungen mit neuen Komponenten, Entwicklungsumgebungen und Design-Ansätzen. Die Elektronik zeigt entlang der gesamten Wertschöpfungsketten im Industrial Internet der Dinge Möglichkeiten auf, smarte und sichere Embedded-Systeme zu entwickeln.

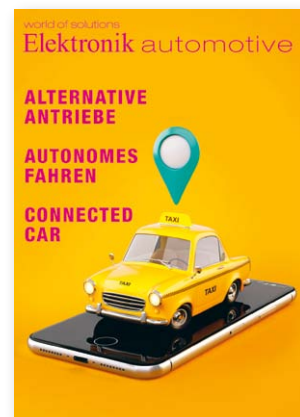
**WERDEN SIE TEIL  
UNSERER COMMUNITY!**



**WEITERE AUSGABE  
IN KÜRZE**

14. Juli

**ALLE HEFTE ZUM  
NACHBESTELLEN IM SHOP**  
<https://shop.weka-fachmedien.de>



**DIE ELEKTRONIK-MEDIEN  
AUCH ALS E-PAPER**

<https://www.elektronik.de/e-paper>

**AKTUELL INFORMIERT  
IM NEWSLETTER**

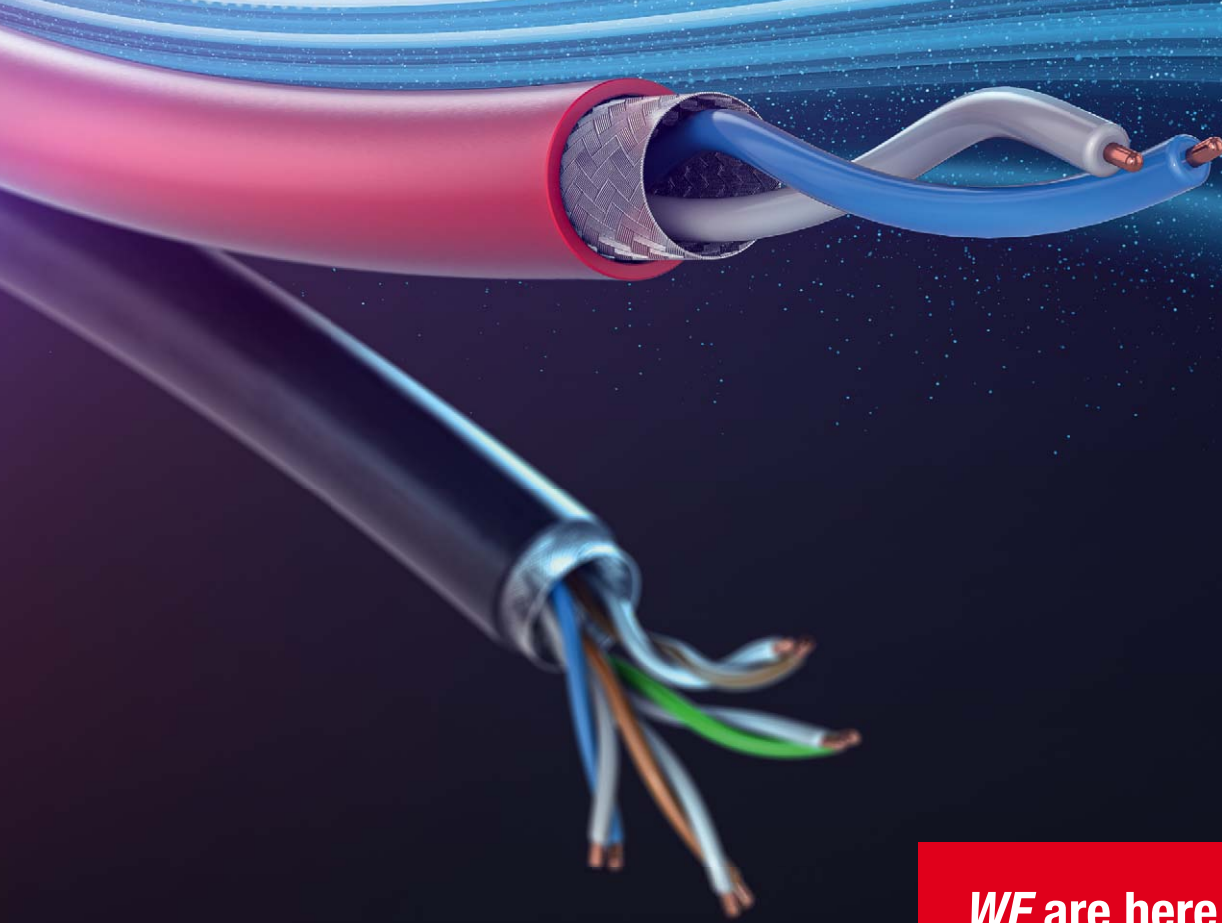
Hier geht es zur Anmeldung:

<https://newsletter.elektroniknet.de>



Änderungen aus aktuellem Anlass möglich.

# One Pair is all you need.



© 2015

## WE are here for you!

Nehmen Sie teil an unseren kostenlosen Webinaren: [www.we-online.de/webinare](http://www.we-online.de/webinare)

### Single Pair Ethernet

Würth Elektronik bietet die speziell für die Industrie entwickelte Lösung für Single Pair Ethernet auf der Leiterplatte. Das Design erfüllt alle Signalanforderungen nach IEEE 802.3 und gewährleistet mit 1,5 kV Isolation wichtige Anforderungen an die Gerätesicherheit.

Nutzen Sie die Vorteile des ersten kompakten und leistungsstarken SPE-Designs mit Sicherheitsisolation gemäß IEC 62368-1. Produkte ab Lager verfügbar. Kostenlose Muster erhältlich.

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

- IEC 62368-1 konform
- Einfacher & kompakter Aufbau
- Signalstabilität bis zu 1.000 m
- 10BASE-T1 und 100BASE-T1



Signalübertrager  
WE-STST



Gleichtaktrossel  
WE-CNSW



TVS Diode  
WE-TVS



Keramikkondensator  
WCAP